

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta životního
prostředí**

Diplomová práce

Změny klimatu způsobené erupcí
v trhlině Lakagígar na Islandu

2020

Bc. Iveta Kolářová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Iveta Kolářová

Krajinné inženýrství
Krajinné inženýrství

Název práce

Změny klimatu způsobené erupcí v trhlíně Lakagígar na Islandu

Název anglicky

Climate change caused by volcanic eruption in fissure Lakagígar on Iceland

Cíle práce

Popsat erupci v r. 1783 v trhlíně Lakagígar, její průběh a vliv na změny počasí po celé Evropě. Z vzácných historických dokumentárních zdrojů vybrat a zpracovat údaje o průběhu počasí v předmětném roce, o škodách a změnách klimatu v dalších letech. Studentka se zamyslí nad možností erupce některé sopky na Islandu a nad průběhem takovéto události v současnosti.

Metodika

V rešeršní části práce studentka popíše sopečné erupce a jejich vliv na klima.

V badatelské části práce studentka vyhledá a shromáždí dokumentární zdroje, týkající se erupce v trhlíně Lakagígar, slovně je vyhodnotí, zejména pro Čechy a Moravu. Nastíní cestu sopečného oblaku Evropou, popíše škody a hlavně dopad na obyvatelstvo. Co se týče budoucí, téměř jisté erupce některé ze sopek na Islandu, studentka popíše možný dopad na země Evropy.

Doporučený rozsah práce

60

Klíčová slova

erupce, výlevný vulkanismus, Lakagígar, klima, sopečný oblak

Doporučené zdroje informací

ACOT P., 2005: Historie a změny klimatu, Karolinum

ELLEDER L., MUNZAR J., 2004: „Extrémní povodeň na Vltavě v únoru 1784 jako následek mimořádných hydrometeorologických podmínek“, Meteorologické zprávy č. 5, ČHMÚ Praha, 2004, 125–135

FAGAN B. M., 2007: Mála doba ledová, Academia Praha

HLAVÁČ V., 1986: Poznámky z Klementinských pozorování 1775-1839, HMÚ, rukopis

Thordarson, Thorvaldur & Larsen, Guðrún & Steinþórsson, Sigurður & Self, Stephen. (2003). The 1783–1785 A.D. Laki-Grímsvötn eruptions II: Appraisal based on contemporary accounts. *Jokull*. 53. 11-48.THORDARSON T., SELF S., 2003: Atmospheric and environmental effect the 1783-1784 Laki eruption: A review and reassessment. *Journal of geophysical Research*, Vol. 10, pp.1-29.**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 23. 11. 2018

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 11. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 06. 2020

Prohlašuji, že jsem diplomovou/závěrečnou práci na téma: Změny klimatu způsobené erupcí v trhlině Lakagígar na Islandu vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom/a, že na moji diplomovou/závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá změnou klimatu v Evropě po puklinové erupci Laki v roce 1783. Všeobecně popisuje, co se odehrálo a k jakým způsobem dochází ke změnám klimatu po sopečných erupcích. V rámci dané problematiky je představena historie a pozadí erupcí sopky Laki a dalších sopek na Islandu. Dále je v práci uvedena mortalita po přechodu sopečného popela Evropou a dopad na zdraví lidí. Klíčovým tématem je výrazná klimatická změna v letech po erupci, s následky celosvětového charakteru. Na závěr jsou zmíněna rizika budoucích erupcí s možným dopadem na moderní společnost a lidskou populaci.

Klíčová slova: erupce, výlevný vulkanismus, Lakagígar, klima, sopečný oblak

Abstrakt:

The thesis deals with the topic of climate change in Europe after the Laki fissure eruption in 1783. It describes in general what happened and in what manner the climate changes after volcanic eruptions. Within the frame of the problematics, the history and background of the eruptions of the Laki volcano and other volcanoes in Iceland are presented. Furthermore, the thesis focuses on the impact on human health on the European continent and the possible mortality caused by volcanic gases and other possible consequences. The key element is a description of the eruption's impact on the weather and the ensuing consequences. In the conclusion, we will be concerned with possible future risks associated with strong eruptions and the possible impact on the human population.

Key words: eruption, effusive eruption, Lakagigar, climate, volcanic ash

Úvod	8
Cíl práce	9
Metodika	9
1. Vulkanická činnost	10
1.1. Malá doba ledová	13
2. Vliv sopečné erupce na klima	13
3. Geografické poměry na Islandu	15
3.1 Sopky na Islandu a jejich historie erupcí	16
3.1.1.Sopka LAKI	18
3.1.2.Sopka KATLA	18
3.1.3.Sopka HEKLA	19
3.1.4.Sopka ASKJA	19
4. Záznamy o historické aktivitě	21
4.1. Eldgjá	21
5. Popis erupce sopky Laki	23
5.1. Aktivity téhož roku	23
5.2. Erupce Laki	24
6. Mortalita	28
6.1. Počet mrtvých na Islandu	28
6.2. Počet mrtvých na území Českých zemí	29
6.3. Počet mrtvých v Evropě	31
6.4. Počet mrtvých Afrika	35
7. Počasí po erupci	36
7.1. Léto 1783	37
7.2. Zima 1783/1784	40
7.2.1. Povodně v zimě 1783/1784	42
7.2.2. Povodně v intervalu prosinec 1783–leden 1874	43
7.2.3. Povodně v intervalu únor–březen 1874	44
7.2.3.1. Povodně v Českých zemí	46
Diskuse	51
Závěr	54
Citace:	55
Přílohy	60

Úvod

O tématu globálního oteplování slyšíme v dnešní době ze všech stran. Na Zemi je přirozené střídání teplých a studených let, doby ledové a meziledové jsou také velmi běžné. Známe cykly sluneční a astronomické. Jak tedy rozeznat, kdy jde o změny přirozené, nebo změny způsobené člověkem? Můžeme vůbec najít příčinu změny klimatu?

Omezuje nás vůbec zvýšení nebo snížení průměrné teploty? Má daný fakt vliv a dopad na lidstvo, konkrétního jedince a společnost?

Předložená diplomová práce dokládá, že sopečná erupce dokáže ve svém okolí kvůli popelu a sopečným plynům klima skutečně změnit. Popel zastíňuje Slunce, v důsledku toho dochází k poklesu slunečního záření dopadajícího na zemský povrch a tím dále dochází k poklesu teplot. Tato fáze trvá zpravidla jen několik desítek hodin či dní od poslední erupce. Sopečné plyny (oxidy síry, metan, oxidy uhlíku, ...) už dokážou klima změnit na delší časový úsek, takováto změna trvá většinou od několika měsíců až po několik let. (Soukupová 2013)

Vulkanická činnost je po právu zařazována do přírodních katastrof, jelikož se jedná o sílu, kterou ani člověk, ani politika a činnost vyspělých zemí nedokáže ovlivnit. Autorka diplomové práce se zajímá o danou problematiku několik let. Na základě zájmu o danou problematiku byly autorkou provedeny exkurze do zkoumaných oblastí, jako jsou sopky Etna, Vesuv, Vulcano a Stromboli. Je nutné podotknout, že Stromboli byla jedinou aktivní sopkou, což umožnilo autorce práce vidět a prožít si sopečnou činnost na vlastní oči a načerpat informace pro zpracování dané problematiky.

Cíl práce

Cílem této diplomové práce je analýza a popis změn zemského klimatu po “největší” výlevné erupci na Islandu z trhlínové sopky Laki, které zasáhla i velkou část Evropy.

V úvodní části diplomové práce je provedena bilance, všeobecný úvod do problematiky soužití vulkánů a člověka a jejich historie.

Důležitou složkou této práce jsou dílčí analýzy, kde autorka vyhledá a zpracuje získaná data – informace o počasí. Tato data byla získána z odborné literatury na odpovídající téma, jako jsou kupříkladu historické záznamy, kroniky, zápisky a spisy. Dalším druhem informací, které byla při práci využity, jsou přesná meteorologická data z pražského Klementina od roku 1770, a také z dalších evropských měst.

Tato diplomová práce zachycuje stručný výčet událostí po erupci. Nejvíce diplomantka popíše povodně, které změna klimatu způsobila. Povodně zastihly velkou část Evropy.

Závěr práce představuje zhodnocení situace ze získaných zkušeností a odpověď na otázku: Můžeme v budoucnosti očekávat tak velkou erupci, jaká by dokázala Evropu ohrozit dnes? Jak dlouho změna klimatu po erupcích trvá? A jaké změny pozorujeme po sopečné erupci?

Metodika

V rešeršní části diplomové práce byly popsány sopečné erupce po odborné stránce.

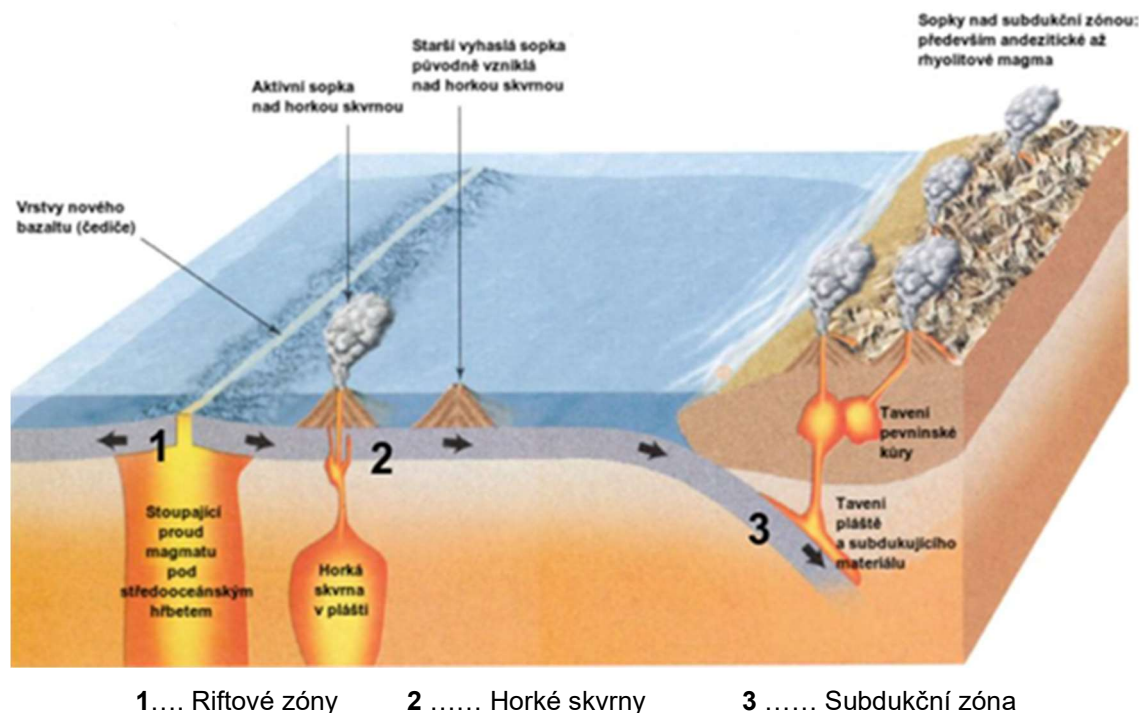
Rozebrán byl jejich vliv na klima a dále také na zdraví populace. Představen byl ostrov Island, který představuje určitou hrozbu pro Evropu a její klima z důvodu sopečné aktivity, která tam stále probíhá.

Badatelská práce byla rozdělena na dvě části. Představovalo to v první fázi vyhledávání demografických údajů v Evropě pro roky 1780-1790, kde studentka chtěla nalézt údaje o zvýšení úmrtnosti po erupci Laki. Odeslány byly požadavky na statistické úřady Evropy.

Druhou část práce studentka stavěla na své bakalářské práci, kterou doplnila o další kroniky a dokumentární zdroje. Přidala popis povodní v roce následujícím po erupci. Znamenalo to badatelskou práci v archivech, hledání dalších vzácných dokumentárních zdrojů a zpracování těchto údajů.

1. Vulkanická činnost

Sopky jsou projevem energetických procesů působících vně planety Země. Vulkanická (sopečná) činnost provází Zemi ve všech obdobích její minulosti, jelikož sopky jsou součástí planety už od jejího vzniku po několik miliard let až dodnes. Tvoří pohoří i osamělé hory a proměňují krajinu rozličnými způsoby. Tyto hory občas vybuchují, dosti nepravidelně a neočekávaně. (Soukupová 2013)



1.... Riftové zóny

2 Horké skvrny

3 Subdukční zóna

Obr. 1: Zdroje sopečné činnosti

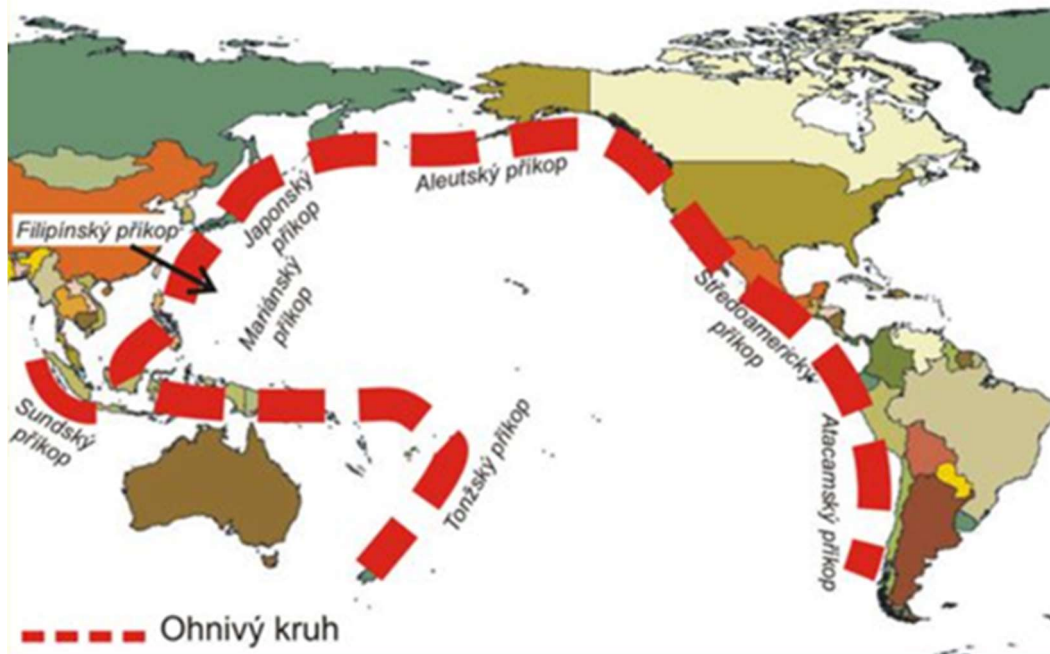
Zdroj: (<http://images.slideplayer.cz/>)

Jak je patrné z obrázku (Obr. č. 1) sopky se tvoří na různých místech na Zemi.

Sopečnou činnost lze pozorovat především na (Soukupová 2013):

- **Riftových zónách** – vznikají na hranicích litosférických desek, tam, kde se jedna z desek oddaluje od druhé. Toto se děje na dvou rozdílných místech – na středooceánských hřbetech nebo kontinentálních driftech. Do Evropy zasahuje pouze v oblasti Islandu, kde je hustota sopek velice vysoká, a je to jediné místo na světě, které leží přímo na středooceánském hřbetu, přímo tedy na Středoatlantickém hřbetu.
- **Horkých skvrnách** – jsou známy dva druhy – oceánské a kontinentální. Horké skvrny jsou velice známé na Havaji, ale i u nás v Evropě na Islandu a na dalších ostrovech jako jsou Kanárské, Kapverdy, Galapágy a ostrovy Azorské. Kontinentální horký bod dal vzniknout vulkánu Yellowstone v Severní Americe a Afar na kontinentu Afrika.
- **Subdukční zónách** – tj. na hranicích litosférických desek, tam, kde se jedna deska podsouvá pod druhou, např. africká deska se podsouvá pod euroasijskou desku. V

důsledku toho jsou na jižním okraji euroasijské desky tři evropské sopky v Itálii Vesuv, nedaleko od něj na Sicílii Etna a nedaleko Sicílie v Tyrhénském moři Stromboli. Nejvíce rizikových sopek se však nachází v Indonésii, kde již došlo k explozi velkých sopek jako Tambora (v roce 1815) a Krakatoa (v roce 1883). Další významnou subdukční zónou jsou okraje Pacifické desky, o které je více uvedeno v dalším odstavci.



Obr. 2: Ohnivý kruh

Zdroj: (<http://images.slideplayer.cz/>)

Nejznámější a největší soustava sopek vytváří tzv. „Ohnivý kruh“, viz Obr. 2, který se nachází na světové mapě na hranicích litosférických desek Pacifické desky, Kokosové desky a Nazca desky.

"Pacifický ohnivý prsteneček (Pacific Ring of Fire) táhnoucí se v délce 40 000 km prochází přes Nový Zéland, dále Novou Guineu, Indonésii, Japonsko, Aleuty, Aljašku, Jižní i Severní Ameriku až ke vzdálené Antarktidě. Odehrává se tu 90 % všech zemětřesení na naší planetě. Nachází se zde 75 % aktivních sopek na celé planetě Zemi" (Novák 2011). Majoritní množství sopek se nachází pod vodní hladinou na oceánských hřbetech. Vodní sloupec vytváří takový tlak, že potlačí veškerý výbušný projev sopky. To však nezabrání vytékání lávy a produkování plynů na oceánském dně. (Oppenheimer, 2011; Novák, 2011)

Vulkanologie jako vědní disciplína je složitá a je tvořena spoustou dílčích oborů. Kde jsou vědci úspěšní je v předpovídání výbuchu, tj. erupce, sopek havajského typu a jim podobným, neboť se jedná o typ **erupce efuzivní**. U nich nedochází k žádným velkým výbuchům spojených se sopečnými plyny, ale jen "poklidnému vytékání lávy". Tento systém je dobře znám díky častým erupcím a na základě geologicko-tektonických analýz a časté frekvenci erupcí. Přestože podobný typ sopek je i na Islandu, tak tam nejsou erupce sopky jednoznačné, jelikož jejich magmatický krb je propojen spoustou kanálů a může dojít i k podélné trhlině bez centrální erupce, tak jako se tomu stalo u sopky Laki, kterou si v pozdější kapitole popíšeme podrobněji. (<https://sites.google.com/site/vulkanizmus/>)

Zato typ **explozivní erupce** je velice těžko identifikovatelný, protože vzniká u většiny vulkánů, které spí bez aktivity dlouhou dobu a nejsou o nich jasné historické zprávy, neboť mají pomlky i několik tisíc let. (<https://sites.google.com/site/vulkanizmus/>)

Při této velmi explozivní erupci sopky je vyvrhnuto do ovzduší velké množství materiálu, jehož rozptýlení má vliv na absorpci slunečního záření v atmosféře a může způsobit sopečnou zimu. (Stern a kol. 2008)

Největší hrozba Islandu, po žhavé lávě a silným zemětřesení, tkví v sopkách, které se nacházejí pod ledovcem. Led na ledovci taje a vznikají bahenní záplavy, takzvané "lahary". Lahar je rychle se pohybující masa bahna a trosek z exploze sopky, dosahující až velikosti balvanu. Nejvíce destruktivní je tok v ose toku, který ničí vše, co mu přijde do cesty. Naopak na okraji může bahno vstoupit do obydlí, aniž by dům poškodilo, při odvodnění nános ztvrdne jako beton. Jak můžeme vidět na obrázku č. 3.



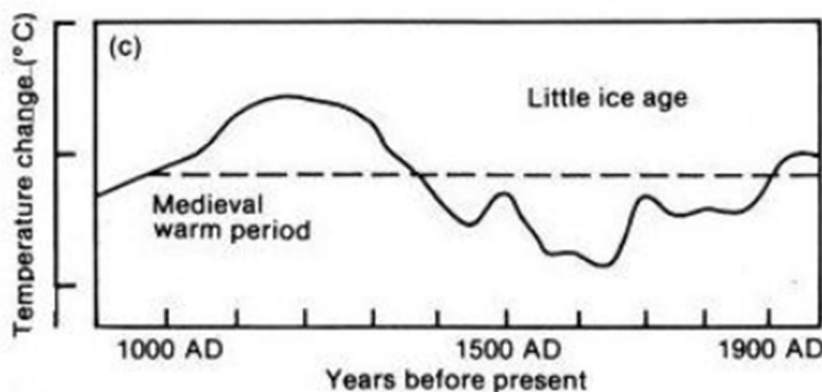
*Obr. 3: Dům pohřbený pod laharem následkem výbuchu sopky Unzen
Zdroj: Tom Pierson, 1995 (US Geological Survey).*

Intenzivní sopečná činnost může způsobit změnu klimatu někdy i na delší čas, kupříkladu několik roků. Dokladem je tomu i Malá doba ledová, viz následující kapitola.

1.1. Malá doba ledová

Malou dobou ledovou označujeme období přibližně od roku 1400 až do roku 1850. Tato doba není dobou ledovou v pravém slova smyslu, jak ji známe ze čtvrtohor, se zemí zamrzlou a pokrytou ledem s mamuty, jedná se spíše o dobu plnou extrémů. Občas se objevila i horká léta a po nich mírné zimy jako například v roce 1185/1186, kdy i v zimních obdobích kvetly stromy a nacházely se i lesní plody jako jahody. Velice extrémní bylo také množství srážek. (Kutílek 2008)

Tato změna přišla od severu, začala v Grónsku, které se stalo na dlouhou dobu neobyvatelné, celé bylo pokryto ledem a led neroztál ani na pár letních měsíců. Dále se změna podepsala na polích a loukách, které zmizely pod ledem alpských ledovců, které nakynuly do obřích rozměrů a dnešní tání bychom měli chápat jako návrat do původní velikosti. Další zemí, která velice trpěla, byl Island, který byl několikrát odříznut od zbytku světa. (Kutílek 2008)



Legenda: Years before presentléta před současností

Temperature change.....změna teploty ve °C

Medieval warm period....průměrná teplota ve středověku (klimatický teplotní průměr)

Little ice age.....malá doba ledová

Obr. 4: Průběh změny teplot v období 10 až 19. století

(Zdroj: Březina, 2008)

2. Vliv sopečné erupce na klima

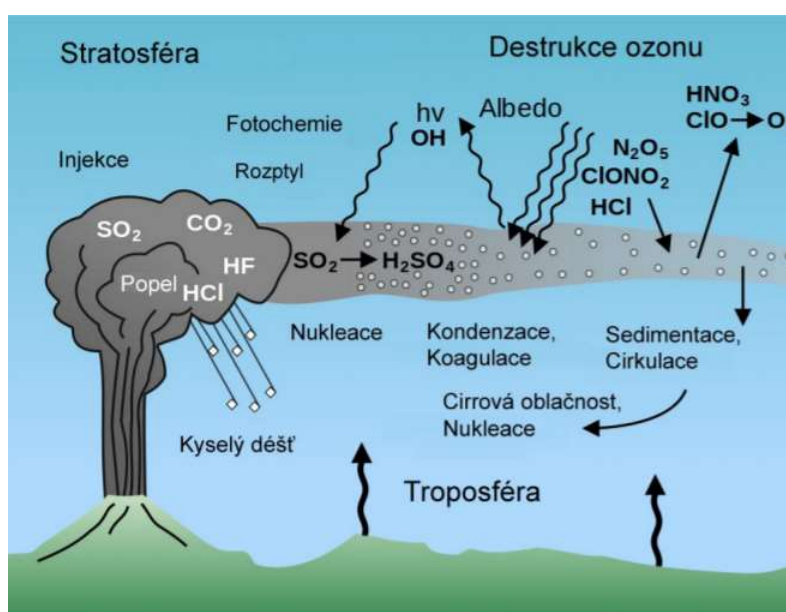
Procesy v atmosféře a stratosféře po výbuchu vulkánu mají dva projevy. První z nich, který lokální klima ochladí, a druhý, protichůdný, jež své okolí naopak oteplí. Příčinou těchto změn jsou chemické procesy v atmosféře způsobené sopečnými plyny CO_2 , SO_2 , různými oxidy dusíku NO_x a opomíjeným metanem. (Self a kol. 2005)

Ochlazování je způsobeno hlavně aerosoly kyseliny sírové (H_2SO_4), které se přetvářejí z oxidu uhličitého (SO_2). SO_2 je součástí sopečných plynů, které se při explozi dostávají do atmosféry a při velké erupci i do stratosféry, tedy kdy se sopečné plyny dostanou do výšky

11-15 km nad moře. Tam oxid uhličitý reaguje s vodní párou a vznikají aerosoly kyseliny sírové (H_2SO_4). Ty slouží jako kondenzační jádra pro tvorbu kyselých dešťů. Další z důsledků shromažďování H_2SO_4 s mikrokapičkami vodní páry ve vyšších částí atmosféry zapříčiňuje absorpci solárního záření, čímž nastává ochlazení celé atmosféry. Také se mění albedo (míra odrazivosti tělesa) atmosféry, díky kumulujícím se mračkům v atmosféře. To také přispívá k ochlazení atmosféry. (Zajícová, 2013)

Opakem tohoto procesu je oteplování, které zapříčiňují molekuly CO_2 , které sopky také vyprodukávají jako jeden z dalších sopečných plynů. CO_2 se v atmosféře chová jako skleníkový plyn. To znamená, že sluneční záření neprojde atmosférou, a v ní se díky tomu kumuluje teplo a zvyšuje celková teplota. (Zajícová, 2013)

Oba procesy jsou zastihnuty na obrázku č. 5.



Obr. 5: Chemické procesy v atmosféře a stratosféře při výbuchu vulkánu
Zdroj: (Pitková, 2012)

Logickým uvažováním by se dalo usoudit, že by se tyto dva procesy měli vyrušit a k žádné tepelné změně v klimatu nedocházet. Ale při bližším zkoumání se dovíme, že proces s H_2SO_4 , tedy s ochlazením v troposféře, má krátkého trvání. Velké množství sloučenin síry je vymyje z atmosféry pomocí kyselých dešťů. Narozdíl ve stratosféře je plynů jen tak nezbavíme. Mohou tam setrvat až kolem dvou let. (Zajícová, 2013)

3. Geografické poměry na Islandu

Island leží na dvou anomáliích zemské kůry, které napomáhají ke vzniku ostrova samotného.

Ostrov leží na Středo-oceánském hřbetu, viz obrázek Obr. 4. Pod Islandem je první příčinou velké vulkanické aktivity geotermální anomálie – horká skvrna. Druhou příčinou je, že pod ostrovem je velmi slabá zemská kůra, než je obvyklé, leží i méně než 200 km pod povrchem. Další velmi důležitou geografickou charakteristikou je, že se ostrov nachází na styku dvou litosférických desek. A také se táhne středomořským mořem, kde se táhne linií sopek i na dně oceánu. Dvě desky, na kterých se nachází ostrov se nazývají Euroasijská a Severoamerická litosférická deska, viz obrázek Obr. 6. Tyto desky se od sebe rozpínají, tento jev se nazývá kontinentální rift. Rozestupují se od sebe 2,5-4 cm za rok. Island je geologicky velmi mladý a 90 % masy ostrova se nachází pod hladinou.

Tyto dvě charakteristiky už napáchaly mnoho škod a mají na svědomí spousty životů. Je udivující, že na takovém nehostinném místě žijí lidé. Obyvatelé Islandu mají respekt k vulkánům a změnili negativa na pozitiva. Využívají geotermální prameny k vyhříváním celých měst.



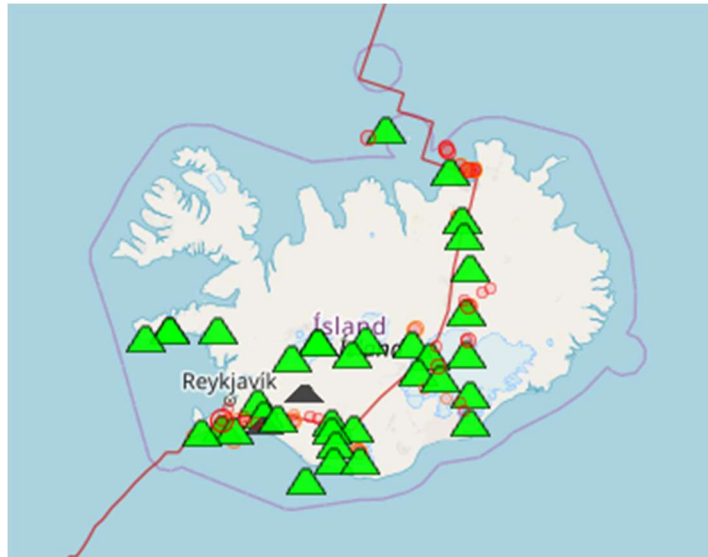
Obr. 6: Obrázek ostrova a zlomová linie, která vede přes ostrov.

Zdroj: (wikipedie, 2008)

Island je nazýván ostrovem ohně a ledu. Island je ostrov, který formovaly sopečné erupce. Nyní formuje ostrov veliká eroze půdy, ale i nadále sopky.

Celý ostrov je možné rozdělit na 3 zóny. Nejstarší třetihorní, která zaujímá severní a východní část tvoří hlavně z čedičové horniny. Jejich stáří je cca 16 milionů let. Druhá mladší oblast se nachází ve centrálním pásmu ostrova, kde už nacházíme vulkanicky činné objekty. Tuto oblast formovaly doby ledové. Zalednění ostrova se odhaduje před 3 milionů let. Oblasti, o kterých se bavíme, jsou zřídkakdy zalidněné a nachází se tu spíše slatiniště mokřady a planiny nebo ledovce. Typické útvary pro tuto oblast jsou vyvýšeniny a stolové hory, zformované výbuchy vulkánů pod ledovcem.

Nejmladší a nejaktivnější část ostrova se nachází ve středu ostrova, kde se nacházejí vlastně horniny, kterým není ani jeden milion let. (Zeman, 2002).

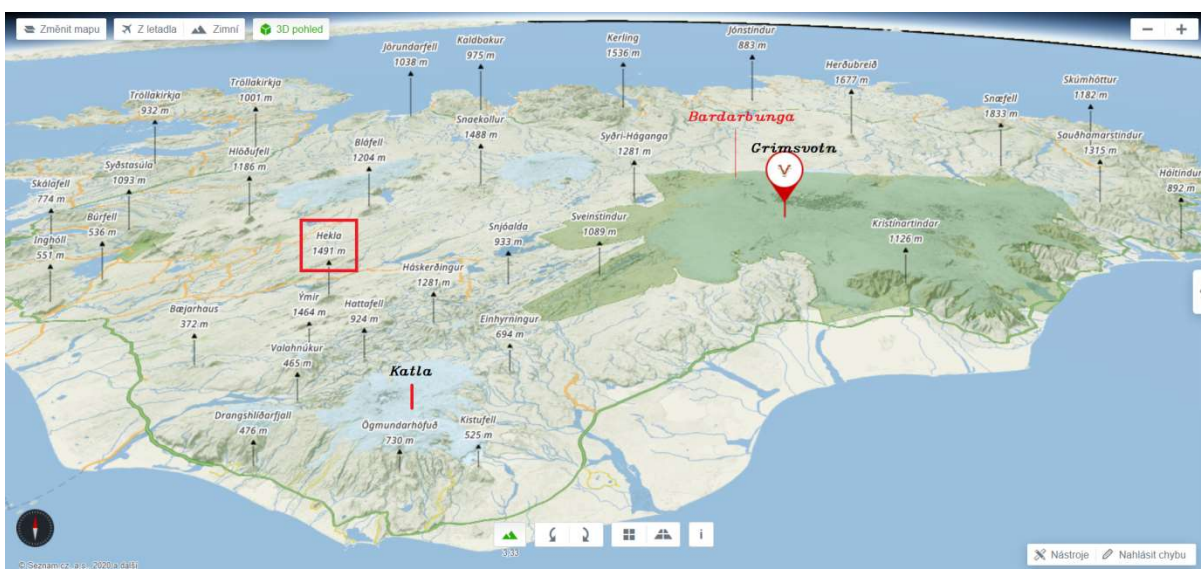


Obr. 7: Rozmístění sopek na ostrově Island

Zdroj: (<https://www.volcanoesandearthquakes.com/map/Iceland>)

3.1 Sopky na Islandu a jejich historie erupcí

Na Islandu najdeme téměř všechny typy sopek a erupčních stylů, které se na Zemi nacházejí. Ty jsem vyjmenovala v první kapitole diplomové práce. Ostrov samotný je nejaktivnější oblastí v Evropě. Z dlouhodobých záznamů četnost erupcí na ostrově kolísá mezi 20 a 25 za století. Za posledních 1100 let je patrné postupné zvyšování četností erupcí, což odráží zlepšenou dokumentaci eruptivních událostí. Nejvýznamnější vulkanickou oblastí je Východní vulkanická zóna, kde se nachází 4 nejaktivnější vulkanické systémy. Jedná se o sopky Grimsvotn, Bardarbunga-Veidivotn, Hekla a Katla. Některé z nich si důkladněji probereme v následující podkapitole. (Thordarson, 2006)



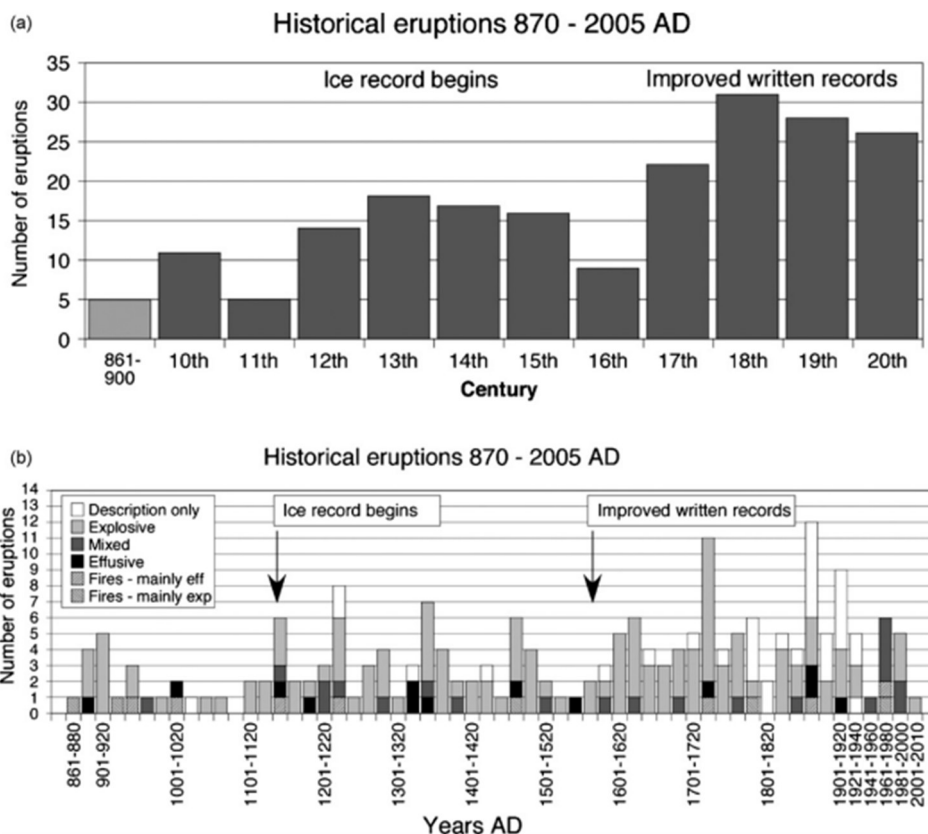
Obr. 8: Polohy sopek Grimsvotn, Bardarbunga Hekla a Katla

Zroj: (mapy.cz)

Účinky mnoha islandských sopek byly pociťovány jak na Evropském kontinentu, tak i v Grónsku, který je ale jen velmi řídko osídlen, škody na životech jsou tedy minimální. Ty

největší z Islandských erupcí pak byly registrovány i v globálním měřítku. Na Islandu se nachází 524 sopek, ročně je jich cca 20 aktivních.

Počet erupcí sopek v jednotlivých stoletích za posledních cca 1200 let je vyčíslen na obrázku Obr.9 horní diagram (a), spodní diagram (b) dokumentuje jednotlivé typy sopečných erupcí.



Legenda: Historical eruptions 870-2005 - Historie erupcí mezi roky 870–2005

Number of eruptions – Počet erupcí

Ice record begins – Ledový záznam začíná

Improved written records – Vylepšeno o písemné zápisky

Description only – pouze popis

Explosive – výbušný vulkanismus

Effusive – výlevný vulkanismus

Fires mainl eff – požáry hlavní efekt

Fires mainl exp – požáry hlavně exploze

Obr. 9: Počet sopečných erupcí v jednotlivých stoletích a četnost jednotlivých typů erupcí

Zdroj: (T. Thordarson, G. Larsen, 2007)

3.1.1. Sopka LAKI

Před erupcí a vytvoření velké trhliny Lakagígger se nacházely v údolí velké plochy zamokřené luk, bažin, rašeliníšť a mokřad. Oblast je nedaleko sopky Grímsvötn, která je přes celý rok pod sněhovou čepicí a ledovce Vatnajökull na jihu Islandu. (Thordarson, 2003)

Sopka Laki je součástí soustavy kanálů, které se rozbíhají se údolím na západ a východ k vrcholku ledovce. Více o výbuchu v kapitole Exploze Laki. Sopka se tyčí do výšky 828 metrů. Laki stojí přibližně uprostřed trhliny, která se táhne od severovýchodu na jihozápad a je rozdělena dvojicí téměř stejně vysokých hor. (Thordarson, 2003)

Při geologickém průzkumu bylo zjištěno že vulkán Grímsvötn vybuchl už nejméně 40x a má 10 až 15leté intervaly. Nejnovější erupce proběhly v roce 1983 (VEI 2), 1996 (VEI 3) a 1998 (VEI 3). Výrazná pauza byla po výbuchu a vytvoření trhliny Laki, tedy v letech 1785-1823. (Globální sopečný program, 2013)



Obr. 10: Poloha sopky Laki

Zroj: (mapy.cz)

3.1.2 Sopka KATLA

Centrální sopka Katla je hylaoklastitový masív s kalderou o rozloze 100 km². Katla není jen samostatná kaldera, ale rozsáhlý systém nacházející se ve východní vulkanické zóně. Celý systém je dlouhý asi 80 km, hlavní z jeho sopek dosahuje výšky 1512 m.n.m. Jeho vrcholek pokrývá ledovec Mýrdalsjökull o rozloze 600 km². Nad kalderou dosahuje tloušťky 400-700 m. Centrální sopku propojují Katlu a sousední sopkou pod stejnojmenným ledovcem Eyjafjallajökull. Tu si pamatujeme především kvůli jejímu nedávnému výbuchu v roce 2010. Svoji „malou“ erupcí zastavila leteckou dopravu nad Evropou.

Geotermální aktivita spojená s kalderou znamená přítomnost mělkého magmatického krbu. Hloubka krbu je 3 km pod povrchem ledovce. Tento údaj jsme zjistili díky 2D seismickému skenování.

Katla byla aktivní již od roku 6380 před naším letopočtem, kdy byla prokázána její první erupce. Můžeme tedy říct, že byla aktivní celý holocén, tedy až dosud. Historie erupcí během posledních 8500 let je však dobře známa. Z hlediska frekvence se většina erupcí vyskytuje uvnitř kaldery a zřídka také na radiálních prasklinách na jejích svazích. Na prasklinovém roji došlo jen k několika erupcím. V důsledku erupce kaldery naplněné ledem došlo ke

katastrofickým povodním, kdy se led rychle roztavil během počáteční části erupce. Frekvence erupce během posledních 1100 let je 1 erupce za 50 let. Poslední 3 novodobé erupce se staly v roce 1823 (VEI 3), 1860 (VEI 4) a 1918 (VEI 4). (Larsen a Guðmundsson, 2016)

3.1.3 Sopka HEKLA

Sopka Hekla je stratovulkán protáhlý ve směru WSW-ENE, projevující se jako 9 km dlouhý a 3,5 km široký hřeben a v současné době stoupá do výšky 1488 m.n.m. v jeho kráteru. Třetí neaktivnější sopka na Islandu. Trhlinový roj je až 20 km široký v celé své centrální části a zužuje se směrem k JZ a NE. Až 5 km dlouhé diskontinuální sopečné trhliny byly aktivní v jediné erupci, ale jednotlivé segmenty trhlin jsou krátké, obvykle méně než jeden km. Postupem času se aktivita posunula mezi ústřední sopkou a jiné segmenty praskliny.

Časté velké křemenné výbušné erupce během historicky vulkánu uložily tephru na celém Islandu. Je to cenná databáze a poskytování časových značek používaných k dnešním erupcím od ostatních islandských sopek. Hekly tephra jsou obecně bohaté na fluor a jsou proto velmi nebezpeční pro pastvu zvířat. Rozsáhlé lávové proudy z historických erupcí, které sahají až do roku 1104 nl, pokrývají většinu svahů sopky. (Globální program sopek, 2013)

V posledních 9000 letech je známo asi 100 erupcí, od čistě výbušného po čistě efuzivní. Můžeme ty tvrdit, že tato sopka ve svém projevu velmi rozmanitá. A nedá se ani odhadnout typ jejího dalšího výbuchu.

K největším výbušným výbuchům (VEI 6) došlo před 4300 až 3000 lety. Poslední čtyři erupce 1970 (VEI 3), 1980-81 (VEI 2-3), 1991 (VEI 3), 2000 (VEI 3). Už jen z toho výčtu můžeme vypočítat 10letou frekvenci.

3.1.4. Sopka ASKJA

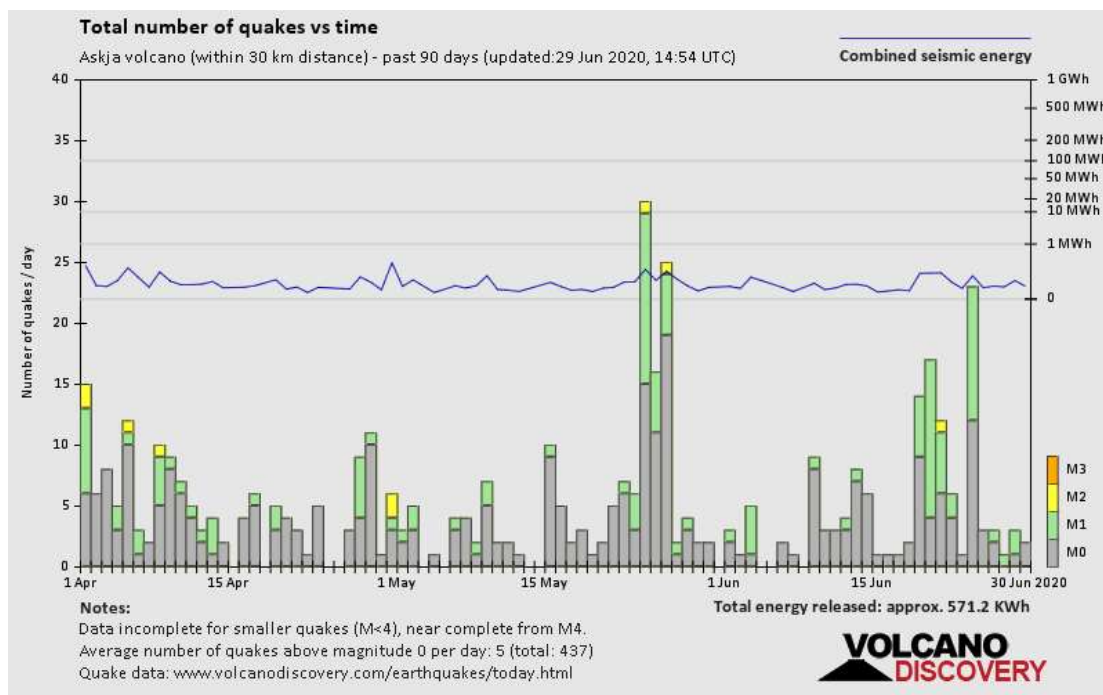
Sopka, která se nachází ve středu ostrova na rozhraní litosférických desek (Severoamerické a Euroasijské desky) v pohoří Dyngjufjöll. Vnitrozemí Islandu je nehostinná a nebezpečná lokalita. Většina obyvatelstva proto žije u moře, kde je teplo od Golfského proudu. Proto do vnitrozemí zavítají jen turisté. Čeká na ně neustálý poryv větru a s šedočernou monotónní krajinou. To byl i jeden z důvodů, proč si sopku vybrala americká NASA pro výcvik svých astronautů, aby si vyzkoušely podobný povrch, kterému budou čelit ve vesmíru. (Brož, 2019)

Sopečný systém Askja je aktivní nejméně 200 000 let, ale podrobnosti nejsou známe. Teprve až po raném holocénu. Historie erupce je založena na tephrochronologických záznamech z půdních profilů a hromadou s písemných dokumentů za posledních 1000 let. V posledních 7000 letech došlo na vulkanickém systému k nejméně 200 erupcím.

Do roku 1875 byla fakticky neznámou malou sopkou. Askja se naplno probudila k životu v noci z 28. na 29. března 1875. „Předehra“ sopečné erupce byla patrná už od 70.let devatenáctého století. Časté zemětřesení v blízkosti sopky. Vytvořilo spletitou síť prasklin, po kterým se magma dostávalo k povrchu. Erupce (VEI 4) trvala jen 17 hodin. Velké množství sopečného popela a prachu. Které po výbuchu putovalo nad kontinentální Evropu. Můžeme v tom vidět stejný scénář jako u sopky Laki v roce 1783.

Díky výbuchu vzniklo i jezero Öskjuvatn. Které se nachází na úpatí kráteru v hloubce 50 metrů. Dno tvoří modrá hladina o ploše přibližně 12 km². Jezero Öskjuvatn je nejhlubší jezero na Islandu s hloubkou 217 metrů, přitom do roku 1875 neexistovalo.

Další erupce se stali v rocích 1919, 1921, 1922, 1923, 1924, 1926, 1938, 1961.



Obr. 11: Graf zemětřesení v okolí sopky Askja za 90 dní (duben až červen 2020)

Zdroj: (<https://www.volcanodiscovery.com/askja-earthquakes.html>)

Z grafu na Obr. 11 je patrné že se aktivita u sopky Askja začíná zvyšovat, což může naznačovat blížící se činnost sopky a ohrožení lidstva v blížících se letech.

4. Záznamy o historické aktivitě

4.1. Eldgjá

Sopka Eldgjá, se nachází v oblasti Laki. Její exploze byly datovány z informací získaných z analýzy dat z letokruhů stromů a ledových jader. Tyto informace jsou získané pro severní polokouli. Záznamy naznačují, že erupce proběhla mezi lety 934 až 940 n.l. Bez moderní technologie by tato událost nebyla nikdy datována. V islandské kronice "Landnámabók" z 12. století jsou dokumentovány jen následky erupce Eldgjá, ne však přesné datování.

Zde na obrázku 12 můžeme vidět rekonstrukce teplotních anomálií z dvou stromových chronologií. Porovnávají se zde dvě velké erupce sopek Eldgjá a Laki, která bude popsána podrobněji v dalších kapitolách této diplomové práce.

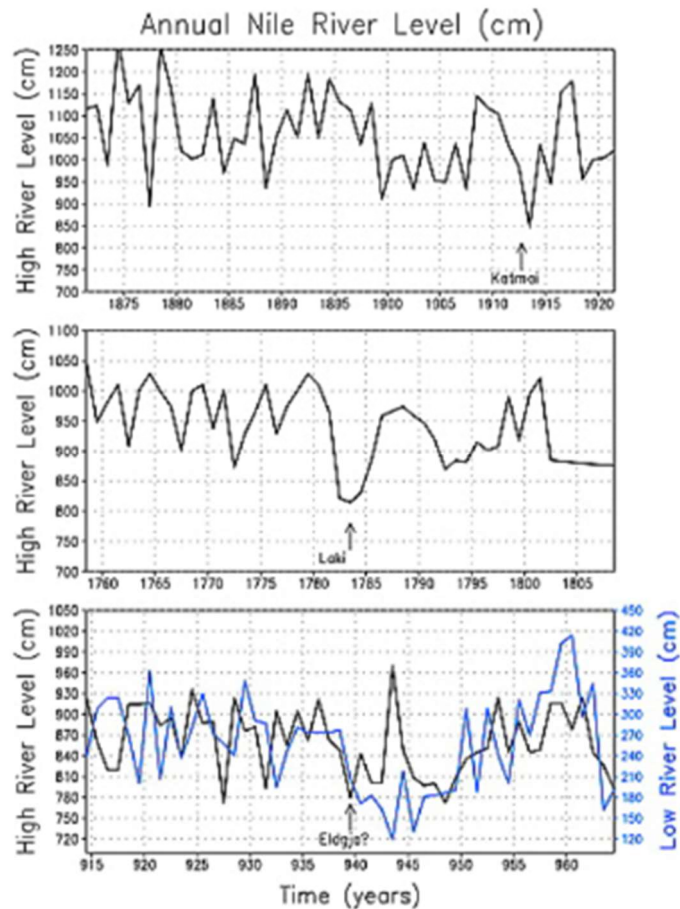
Z analýzy letokruhů vyplývá, že ochlazení, které přišlo po erupci, bylo v jedné sérii měření o 0.7 °C a druhé 1.5 °C teplota nižší než dlouhodobý průměr teplot na Islandu, což je z jedné teplotní řady druhé nejchladnější letní období na ostrově.

Síla VEI 4, typ erupce byla trhlínová. Rozsáhlá trhlina měřila 75 km a vyprodukovala 19,5 km³ lávy (magmatu) na rozloze 781 km². Sopky pokryly lávou Island objemem 14,7km³ tufy. Tyto informace jsou však jen odhady. Sopka Eldgjá je spojená se sopkou Katla, která je aktivní i v dnešní době. (volcano.edu)

Kroniky a zprávy, které vypovídají a usvědčují sopku z výbuchu, nalezneme v různých zemích. Kronika z Irska "Chronicon Scotorum", tj, z ostrova s Islandem, líčí Slunce zbarvené do krve. Podobné sdělení nacházíme také v římských zápiscích "Annales Casinates". Zde nacházíme srovnatelné zápisky o obdobném zbarvení slunce a také další informaci o menší intenzitě Slunce, jak z hlediska světla, tak i tepla. V Německu rovněž. (Oppenheimer, 2018)

Zima po erupci byla mimořádně tuhá, v Irsku zamrzaly řeky i jezera, srovnatelné události zaznamenali i obyvatelé vzdálené Asie. Mezi dalšími extrémní podmínkami jsou důkazy o 50 dnů nepřetržitého sněžení. (Oppenheimer, 2018)

Tato událost se dotkla i severní Afriky, kde nejspíše popel a sopečné plyny v atmosféře zapříčinily oslabení letních monzunových srážek, a tudíž nízkou hladinu Nilu v oblasti Káhiry. (Oman et. al., 2006)



Legenda : High River Level- horní hladina řeky

Low River Level- dolní hladina řeky

Obr. 12: Měření hladiny na řece Nil

Zdroj: (Oman et. al., 2006)

Z obrázku 12 je patrné že událost s nízkou hladinou Nilu se opakovala u třech erupcí.

Doklady o hladomorech a nedostatku potravy nalezneme napříč Evropou i Asií. Sicílie, jako obilnice Evropy, popisují katastrofální krizi, která vedla k dezerci a opuštění pevností. Celá Itálie je zdevastovaná nedostatkem jídla. Hladomory propukly i v oblasti Beneluxu, Švýcarska, Francie a Německa. (Oppenheimer, 2018)

Erupce se promítla do dobových básní s apokalyptickou tematikou.

5. Popis erupce sopky Laki

5.1. Aktivity téhož roku

V roce 1783 se přihodilo více přírodních jevů, jako například zemětřesení v ne tak seismických aktivních oblastech, které začalo v květnu na území Německa, v červenci ve Francii a na konci léta v srpnu ve Velké Británii. (Soukupová, 2013)

Velké zemětřesení zaznamenala i Itálie v jižní části, přesněji v oblasti “zúžení nártu kalábrijského chodidla” dále postupovalo přes Messinskou úžinu až na severovýchodní část Sicílie. z Italských záznamů vyplývá, že v roce 1783 se odehrála jen část celé řady silných zemětřesení. Tato řada započala 1780 a poslední dozvy otřesů zaznamenali 1793. Hlavní otřesy vrcholily v roce 1783, přesněji v únoru a březnu. Zemětřesení zasáhlo město Oppido (Obr.13), které se už nikdy po zemětřesení neobnovilo.

Pohled na město po zemětřesení zaznamenali architekti Pompeo Schiantarelli a Ignazio Stile. Další dochovaný obraz zachycuje rozbořenou Messinskou úžinu.

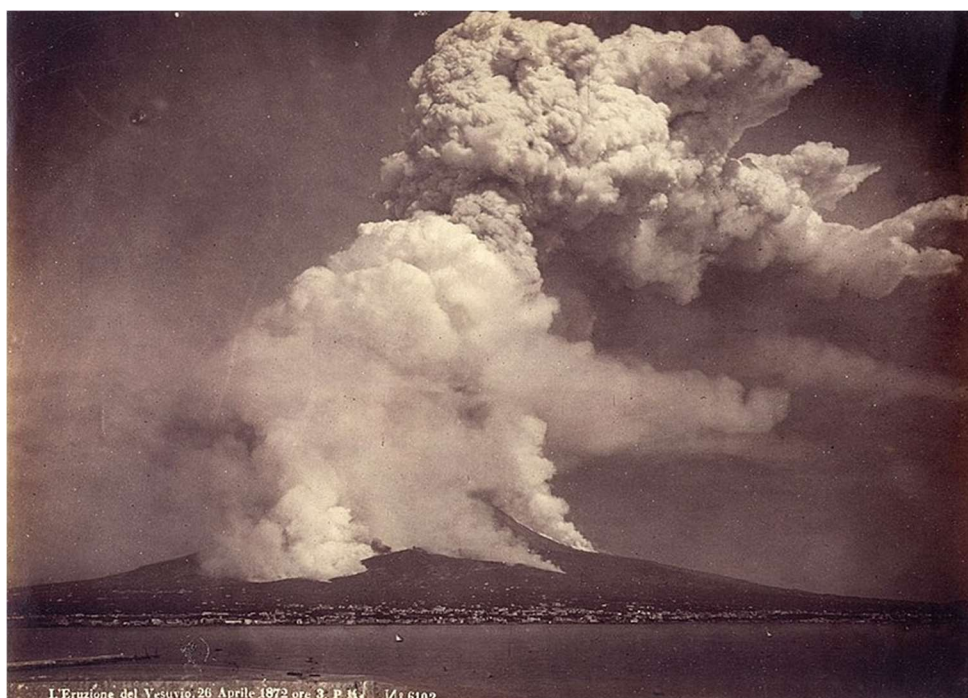


Obr. 13: Obraz od Chereau J., který zachycuje pohled na město Oppido po zemětřesení ze dne 5. února 1783

Zdroj: (<http://www.libreriaperini.com/it/vedute-di-citta-/italia/calabria-basilicata/la-ville-d-oppido-comme-elle-a--t--endommag-e-mais-non-pas-entierement-detruite-par-le-terrible-tremblement-de-terre-le-5-fevrier-1783-la-plus-part-des-villes-de-la-calabre-ulteriere-/3263/dcm>)

Význačné byly i sopečné aktivity, které se projevily na jaře v Japonsku sopkou Asama, vulkanickou činností na stupnici VEI číslem 4. Podle vědců z Japonska tato událost velmi napomohla změně klimatu a na severní polokouli, protože do atmosféry stejně jako Laki vypustila spoustu prachových částic. V Japonsku to byla největší erupce s takovým spadem prachových částic vůbec. (Svoboda 1998, Zielinski 1994)

Sopečná aktivita se projevila v srpnu lávovými proudy, které se vylévaly z vulkánu Vesuv v Itálii.



Obr. 14: Dobový obrázek výbuchu Italské sopky Vesuv

Zdroj:

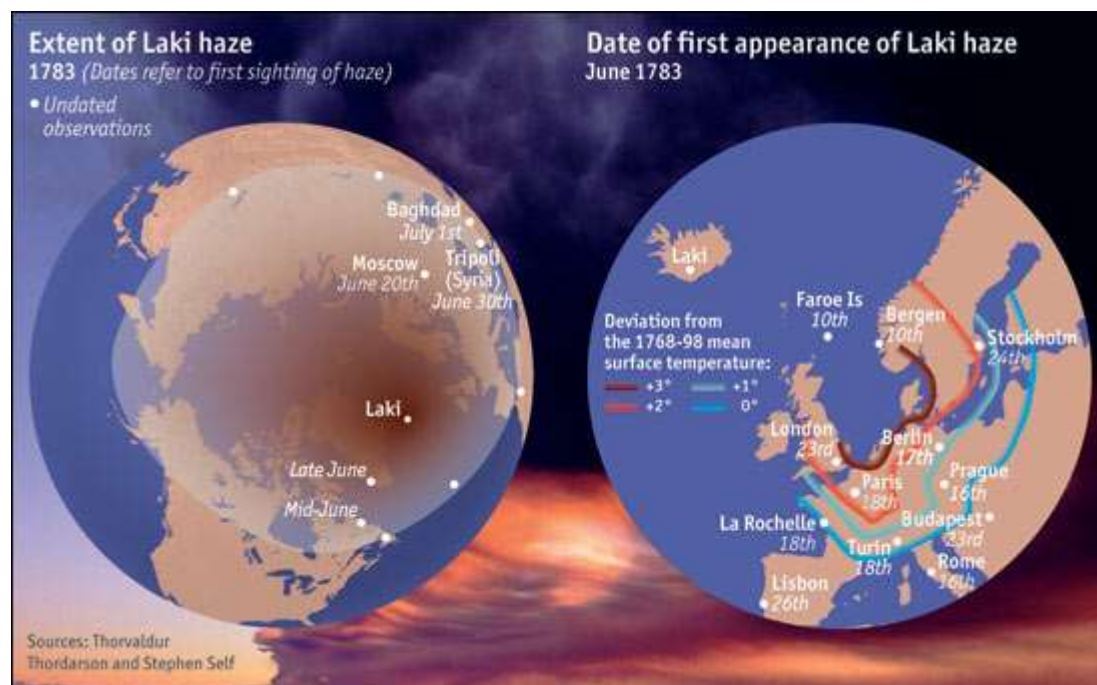
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Vesuivio_Eruzione_26.04.1872.jpg

Na Islandu však nebyla sopka Laki jedinou aktivní toho roku, erupce nastaly také u dalších tří, podmořské sopky Nyey a pevninských sopek Reykjanes a Grímsvotn. (Soukupová 2013)

5.2. Erupce Laki

Vulkán Laki se nachází v jižní části ostrovu Island a dosahuje výšky 828 m. Předzvěst erupce obyvatelé Islandu pocítili už v druhé polovině dubna a celý květen. Od půlky května lidé u Skaftártunga báli a pro ochranu svých životů spali na otevřených polích ve stanech. Od té doby se intenzita a frekvence jen rostla. V zápisech ze začátku června nacházíme že díky zemětřesení se zhroutil statek Ásarve Skaftártunga. Celý červen pocítovali zemětřesení v okresech Síða, Landbrot, Meðalland, Áltaver, západní část Mýrdalur a východně na Öraefi. V polovině téhož měsíce se začali objevovat požáry, zápach síry a zemětřesení, které zbouralo několik statků.

Erupce začala v ranních chvílích okolo 9 hodin 8. června 1783. Laki je zapojena do složitého systému kanálů spojující několik sopek. Při explozi vznikla trhlina Lakagígar. Začala řetězová reakce, kdy se v délce 25 km z asi 130 sopečných kuželů začala vylévat láva a vypouštět stovek miliónů tun sopečných plynů, viz obr. 15.

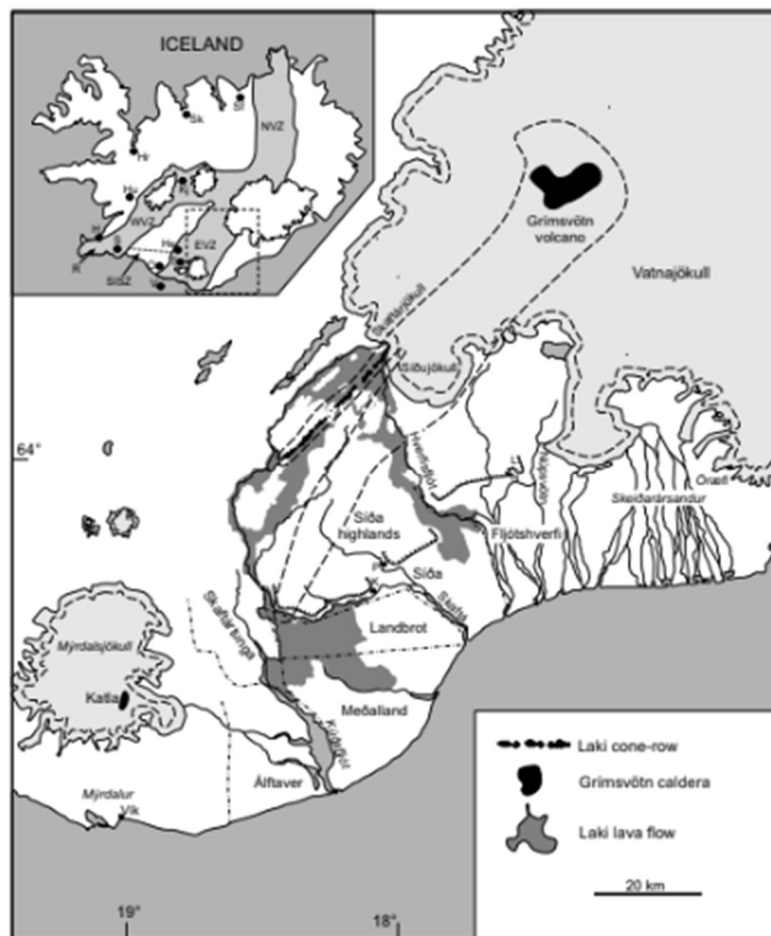


Obr. 15 – Rozptyl popela

Zdroj: Twiter pub. 7.3.2018 Katarin Kleemann

Trhlina se táhne rozdělila na dvě větve. Jihozápadní část trhliny chrlila lávu do výšky 30 m v době od prvních náznaků aktivity 8. června do 29. července. Při takto rozsáhlém výlevu žhavé lávy vznikl v okolí značný žár, voda se při styku s lávou a její blízkosti vypařovala. Tento lávový proud zaplnil celou ledovcovou řeku Skaftá, z vody vznikl oblak páry a koryto řeky zaplnila láva, která přetékala i přes břehy a zaplavovala nejbližší okolí. Řeka nasměrovala tok lávy přímo k moři, proud urazil za jediný den vzdálenost 14,5 km, což je nevídaná rychlost. Lávový proud dosáhl 80 km délky a v moři do které se vylil, vytvořil vějířovitý útvar o průměru 20 až 25 km. Druhá severovýchodní část trhliny začala produkovat lávu až od 29. července, také zalila lávou řeku Hverfisfljot a její řečiště, tento tok vede paralelně s řekou Skaftá. Podle naměřených dat byla v prvních 50 dnech rychlost výlevu lávy 5000 m³ za sekundu. Celkové množství vyprodukované hmoty činilo cca 19 km³ a vědecké odhady tvrdí, že bylo jedno z největších výlevných erupcí od poslední doby ledové. (Svoboda 1998; Soukupová 2013)

Nejvíce hmoty bylo vyprodukováno za první dny erupce. Vulkány produkovaly spoustu lávy, prachu a popela. Hustota popela v atmosféře bylo tak vysoká, že na celém ostrově musela svítit pouliční světla přes celý den. Popel samozřejmě pokryl většinu povrchu ostrova a dostal se i za hranice ostrova. Spad byl zaznamenán i ve Skotsku a na Skandinávském poloostrově. (Svoboda 1998, Thordarson 2003)



Legenda: Laki cone-row – řada kuželů

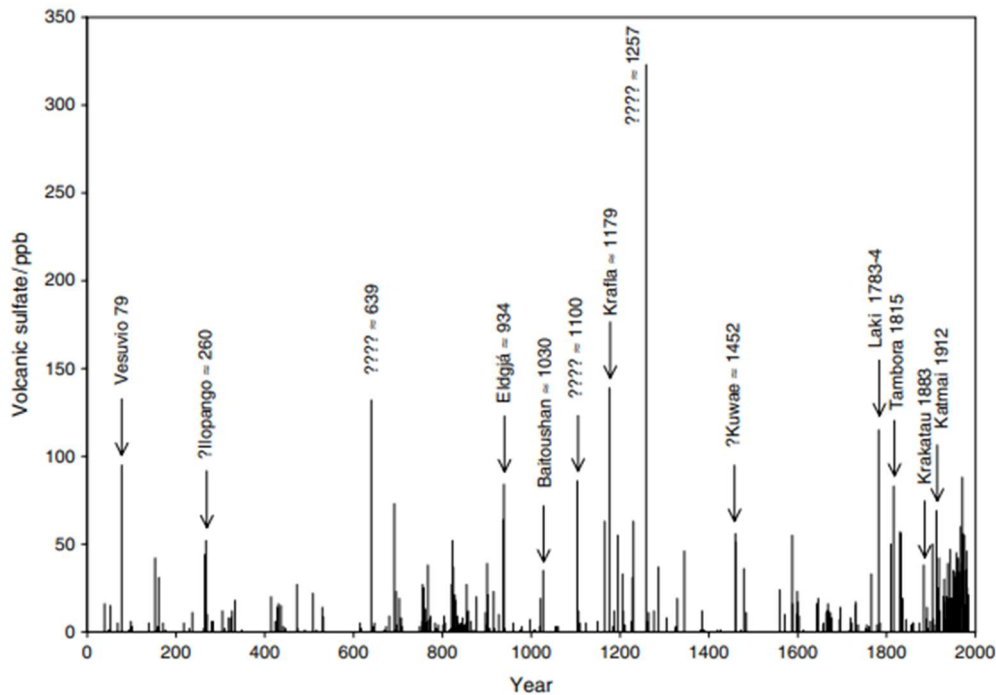
Grimsvötn caldera – kráter Grimsvötn

Lava - láva vyprodukovaná při erupci v roce 1783

Obr. 16: Vyznačení sopky Laki na ostrově Island a vyznačení území zaplavené lávou

Zdroj: (Thordarson a kol. 2003)

Výbuch byl tak silný, že důkazy o existenci výbuchu nalezneme i ve vrtech v Grónsku. Podle EOF5 jde o vynikající sopečný marker, které má každá sopka velmi osobitý. Proto lze každý výbuch snadno přiřadit. Jeden z těchto vrtů můžeme vidět na obrázku č. 15 jako graf s přiřazenými sopkami.



Obr. 17: Záznam sopečného sulfátu v jádru GISP2 odvozený aplikací analýzy empirických ortogonálních funkcí (EOF) na celý glaciochemické časové řady v dvouletém rozlišení. Zde je uveden EOF5, vynikající sopečný marker (Zielinski et al., 1994). Několik velké anomálie nebyly vysledovány k odpovídajícím sopkám, včetně prominentního vrcholu AD 640. Údaje poskytnuté národním Středisko dat o sněhu a ledu, University of Colorado v Boulderu, a WDC-A pro paleoklimatologii, NGDC, Boulder, CO, USA

Laki vyprodukovala 15km³ lávy, takovéto množství by pro představu celý Londýn zalilo vrstvou 10 m vysokou. Láva putovala údolím, kterým prochází korytem řeky Skaftá.

6. Mortalita



Obr. 18: Dobový obrázek meteoritu v roce 1783

Zdroj: (<http://www.phenomena.org.uk/features/features/fireof1783.html>)

6.1. Počet mrtvých na Islandu

Ze statistik, které jsou na Islandu digitálně zpracovávány, můžeme vidět, viz tabulka č.2, že mortalita nad natalitou přerůstala přes 3 roky po době výbuchu. V tom můžeme spatřit, že lidé neumírali přímo při následky samotného výbuchu, ale spíše na jeho následky, zamoření ovzduší a nedostatek úrody. Na ostrově trpěla hlavně zvířata, pro které nebylo krmivo a v některých literárních zdrojích se dočteme, že zemřelo až 75 % dobytka na ostrově. (Diamond (2005), Schmidt et al (2001))

Dánská vláda, pod kterou Island patřil, v té době zvažovala i úplnou evakuaci obyvatelstva z ostrova.

Population - key figures 1703-2018

	Population 1 January	Population increase, %	Population increase	Net immigration	Natural increase	Statistical adjustment
1780	50,630	-0.62	-312	..	-312	..
1781	50,318	-1.41	-707	..	-707	..
1782	49,611	0.00	-2	..	-2	..
1783	49,609	0.29	144	..	144	..
1784	49,753	-8.69	-4,325	..	-4,325	..
1785	45,428	-11.11	-5,047	..	-5,047	..
1786	40,381	-2.95	-1,191	..	-1,191	..
1787	39,190	0.77	300	..	300	..
1788	39,490	0.50	199	..	199	..
1789	39,689	0.91	362	..	362	..
1790	40,051	1.54	616	..	616	..

Tab.1 – Mortalita na Islandu mezi roky 1780-1790

Zdroj: https://px.hagstofa.is/pxen/pxweb/en/Ibuar/Ibuar_mannfjoldi_1_yfirlit_yfirlit_mannfjoldi/MAN00000.px/

6.2. Počet mrtvých na území Českých zemí

V následujících grafech a tabulkách můžeme sledovat, zda sopka Laki ovlivnila mortalitu populace také v oblasti dnešní České republiky. Přesné údaje o českém obyvatelstvu jsou omezeny pouze na počet občanů, který se po roce 1783, rok výbuchu, jen zvyšoval. (obrázky v přílohách) Mortalita v ČR je na statistickém úřadě zpracována jen od roku 1785. Zmapovat tento problém v celé republice by byl úkol na několik let a pro celý tým lidí.

Já jsem našla několik prací zabývajících se o demografií, ale pouze na územích malých obcí. Výsledné grafy z prací, na kterých je vidět mortalita v námi zkoumaných pracích jsou k nalezení v přílohách.

Jediná velmi komplexní práce dokumentuje město Kouřim a její tvůrkyní je Jana Beránková. V dané práci nalezneme tabulku zabývajících se přímo mortalitou, dále rozdělenou i na ženy a muže. Tak můžeme rok po erupci pozorovat mírný nárůst zemřelých.

Tabulka 2 Přirozený pohyb obyvatelstva Kouřimí v letech 1651-1849

Období	Sňatky	Narození			Zemřelí			Přir. přír. růstek	Index maskulinity	Počet nar. na 1 sň.
		cel.*	m	ž	cel.*	m	ž			
1651-1659	76	211	110	99	131	70	59	80	1111	2,8
1660-1669	49	211	120	91	181	106	71	30	1319	4,3
1670-1679	83	269	137	132	166	59	57	103	1038	3,2
1680-1689	113	418	220	198	531	249	268	-113	1111	3,7
1690-1699	72	353	166	183	167	81	85	186	907	4,9
1700-1709	94	426	219	207	229	108	119	197	1056	4,5
1710-1719	145	586	308	275	466	245	221	120	1120	4,0
1720-1729	125	673	359	314	631	318	313	42	1143	5,4
1730-1739	125	632	329	303	560	277	283	72	1085	5,1
1740-1749	146	699	359	340	711	345	358	-12	1056	4,8
1750-1759	120	731	376	355	845	460	376	-114	1059	6,1
1760-1769	109	695	348	347	614	288	318	81	1003	6,4
1770-1779	123	756	378	377	795	413	380	-39	1003	6,1
1780-1789	164	874	443	431	713	385	327	161	1028	5,3
1790-1799	153	786	394	392	726	365	361	60	1005	5,1
1800-1809	136	772	410	361	726	353	371	46	1136	5,7
1810-1819	129	714	359	355	670	318	352	44	1011	5,5
1820-1829	130	843	419	424	623	287	335	220	988	6,5
1830-1839	136	843	437	406	765	392	373	78	1076	6,2
1840-1849	167	866	449	417	711	350	360	155	1077	5,2
1651-1699	393	1462	753	703	1176	565	540	286	1098	3,7
1700-1749	635	3016	1574	1439	2597	1293	1294	419	1094	4,7
1750-1799	669	3842	1939	1902	3693	1911	1762	149	1019	5,7
1800-1849	698	4038	2074	1963	3495	1700	1791	543	1056	5,8
1651-1849	2395	12358	6340	6007	10961	5469	5382	1397	1055	5,2

* včetně osob, u nichž nebylo určeno pohlaví

Rok	Narození			z toho nem.	Zemřelí		Sňatky	Přiroz. přír.	
	chlapeč	dívky	celk.*		muži	ženy			
1771	39	41	80	5	46	39	85	5	-5
1772	29	23	52	.	105	76	181	18	-129
1773	42	37	79	.	36	23	59	13	20
1774	38	43	81	.	19	23	42	15	39
1775	31	38	69	.	49	48	97	8	-28
1776	50	36	86	.	39	28	68	11	18
1777	31	41	72	.	18	27	45	9	27
1778	34	38	72	.	29	35	65	10	7
1779	38	37	75	.	35	42	78	21	-3
1780	54	38	92	.	33	30	63	27	29
1781	43	41	84	.	27	21	48	17	36
1782	46	40	86	.	51	43	94	10	-8
1783	34	41	75	.	45	31	76	20	-1
1784	51	46	97	.	57	45	102	19	-5
1785	43	39	82	.	35	37	72	21	10
1786	40	45	85	.	29	41	71	17	14
1787	53	55	108	.	28	26	54	15	54
1788	50	53	103	.	43	27	70	7	33
1789	29	36	65	.	37	26	63	11	2
1790	35	32	67	.	51	45	96	12	-29
1791	41	51	92	.	40	44	84	16	8
1792	39	41	80	.	49	44	93	23	-13
1793	49	41	90	.	41	38	79	9	11
1794	38	37	75	.	36	48	84	15	-9
1795	35	30	65	.	34	35	69	13	-4
1796	44	51	95	.	32	24	56	15	39
1797	31	31	62	.	19	27	46	16	16
1798	51	45	96	.	26	24	50	12	46
1799	31	33	64	.	37	32	69	22	-5
1800	52	40	92	.	29	29	58	9	34
1801	40	28	68	.	24	30	54	7	14
1802	43	48	91	.	23	32	55	11	36
1803	45	32	77	.	43	54	97	18	-20
1804	44	34	78	.	28	15	43	23	35
1805	34	45	79	.	30	36	66	9	13
1806	36	27	63	.	57	50	109	14	-46
1807	45	40	85	.	29	38	67	20	18
1808	35	30	65	.	38	42	80	14	-15
1809	36	38	74	.	52	45	97	11	-23
1810	33	33	66	.	43	50	93	6	-27

* včetně osob bez udání pohlaví

Tab. 2 a 3 – Přirozená měna obyvatelstva
Zdroj: (Beránková, 1994)

Na statistickém úřadě mají údaje o úmrtí až od roku 1785. V publikaci V. Srba (2004) máme alespoň procentuální roční přírůstek obyvatel českých zemí.

Tabulka č. 12: Roční přírůstky obyvatelstva v českých zemích v letech 1754-1810 v promile

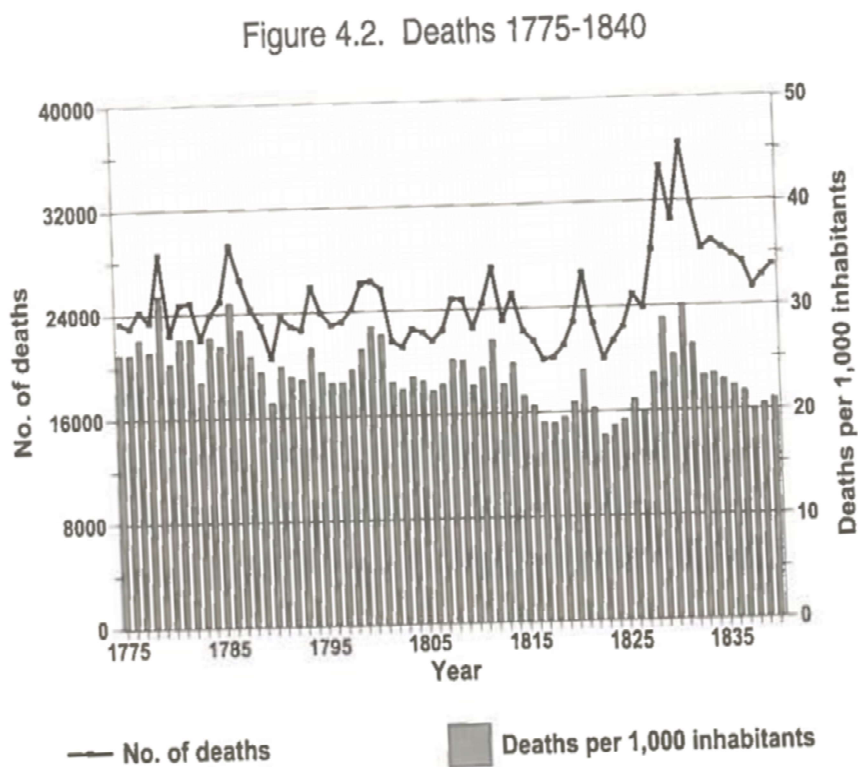
	1754-1780	1780-1790	1791-1800	1801-1810
Čechy	9,4	10,2	4,6	3,8
Morava a Slezsko	7,3	7,7	2,5	3,6
české země	8,6	9,3	3,9	3,8

Pramen: Srb, V., 1000 let obyvatelstva českých zemí, Praha 2004, s. 24-25.

6.3. Počet mrtvých v Evropě

Dánsko:

Ze statistického úřadu mi byla poskytnuta tato data, ve kterých můžeme vidět velký skok mezi roky.



Obr. 19: Počet zemřelých v rozmezí roků 1775-1840

Zdroj: (Hans, 2002)

Skandinávie:

Data jsou převzaté ze statistických národních stránek. Můžeme v nich vypořadovat značný nárůst úmrtí, ale až dva roky po výbuchu. Velmi pravděpodobné je nalomení zdraví lidí. (Statistic Norway (2018), Statistic Sweden (2018)),

Tabulka mortality pro Norsko a Švédsko				
rok	Norsko	Procenta	Švédsko	Procenta
1780	19523	98	45731	78
1781	16051	81	54313	92
1782	17563	88	58247	99
1783	19353	97	60213	102
1784	18825	95	63792	108
1785	26144	132	60770	103
1786	19164	96	55951	95
1787	18034	91	51998	88
1788	20834	105	58320	99
1789	24315	122	72583	123
1790	18731	94	66598	113

Tab.4: Mortalita mezi roky 1780-1790 pro Norsko a Švédsko
Zdroj: (Malá, 2017)

Anglie

Ostrov, na kterém se dnes rozkládá Spojené království také zasáhl mrak s páchnoucí sítou. Roky 1783-1884 v populačním vývoji Anglie se nazývají "krizovými roky". Anglická data o úmrtnosti se dají interpretovat ve světle klimatologických záznamů a pozorování oblaků znečišťujících látek, které byly nad velkou částí západní Evropy.

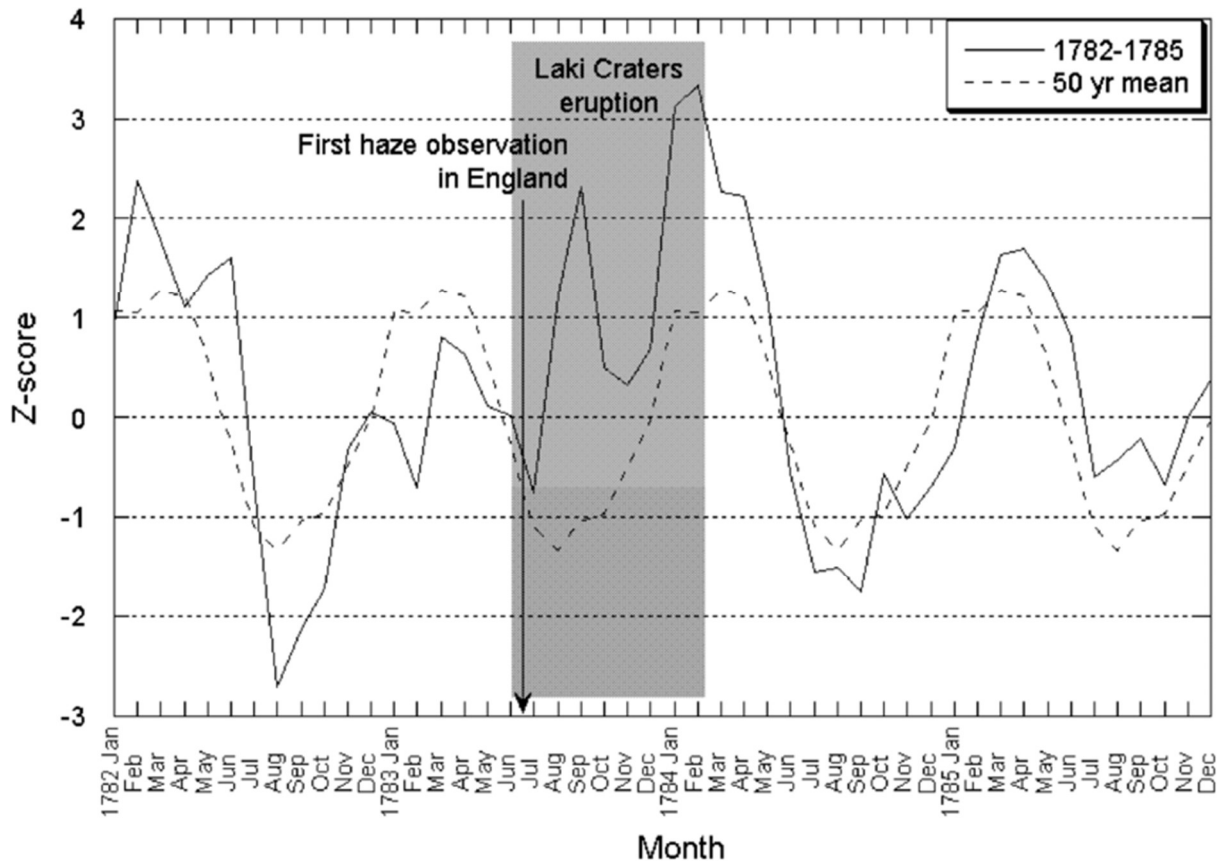
Vrcholy úmrtí byly dva, a to v létě a zimě, přesněji srpen/září 1783 a leden/únor 1784. Je však zvláštní, že nemáme důkazy o nedostatku potravin. Můžeme tedy odhadnout, že úroda byla minimálně průměrná.

Sopečný mrak se nad obyvateli Anglie objevil 12.června a zůstal několik týdnů. Velmi silný zápach síry shodný s oparem mohl u obyvatelstva ostrova způsobit respirační problémy a kardiovaskulární choroby, v důsledku tedy mohli být lidé náchylnější na vliv teploty. Vlny úmrtnosti jsou, jak je patrné, shodné s teplotními vrcholy. Díky tomu vypuklo několik epidemií jako je tyfus, úplavice, horečky, kde tyto nemoci byly uvedeny jako příčiny úmrtí.

Epidemie jako tyto byly v 18. století zcela běžné. K dalšímu urychlení přenosu a rozšíření nemocí přispěl návrat vojáků z Americké války o nezávislost, která skončila Versailleským mírem dne 3. září 1783. Muži mohli do země zavléct i úplně nové nemoci.

Z deníkových záznamů víme, že zima 1783/1784 byla velmi krutá, a léto naopak zase parné, což napomáhalo šíření nejrůznějších chorob. Nemůžeme tedy průkazně říct, že počet 20 000 úmrtí nad průměr byl zapříčiněn přímo erupcí sopky, ta tomu však mohla velmi napomoci. Hlavně aerosoly, které mohou lidem nalomit zdraví a způsobit tak větší náchylnost k sekundárním nemocem. Vysoké letní teploty také zapříčinily častější kontaminaci masa. Záznam: "All the time the heat was so intense that butchers' meat could hardly be eaten on the day after it was killed; and the flies swarmed so in the lanes..." (Wood 1984). Můžeme tedy

předpokládat, že komáři přenášeli nákazu malárie. Tento úkaz je hlavně v okrese Kent, kde se vyskytují bažiny.



Obr. 20: Mortalita v Anglii
Zdroj: (Witham, Oppenheimer, 2004)

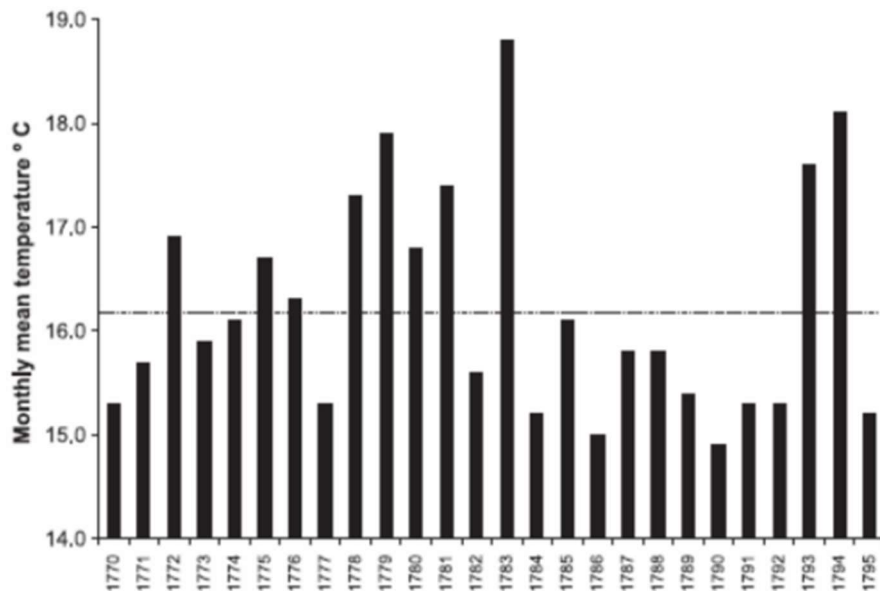


Fig. 3. Central England temperature record: July mean temperatures (dotted line: 1770–1795 mean).

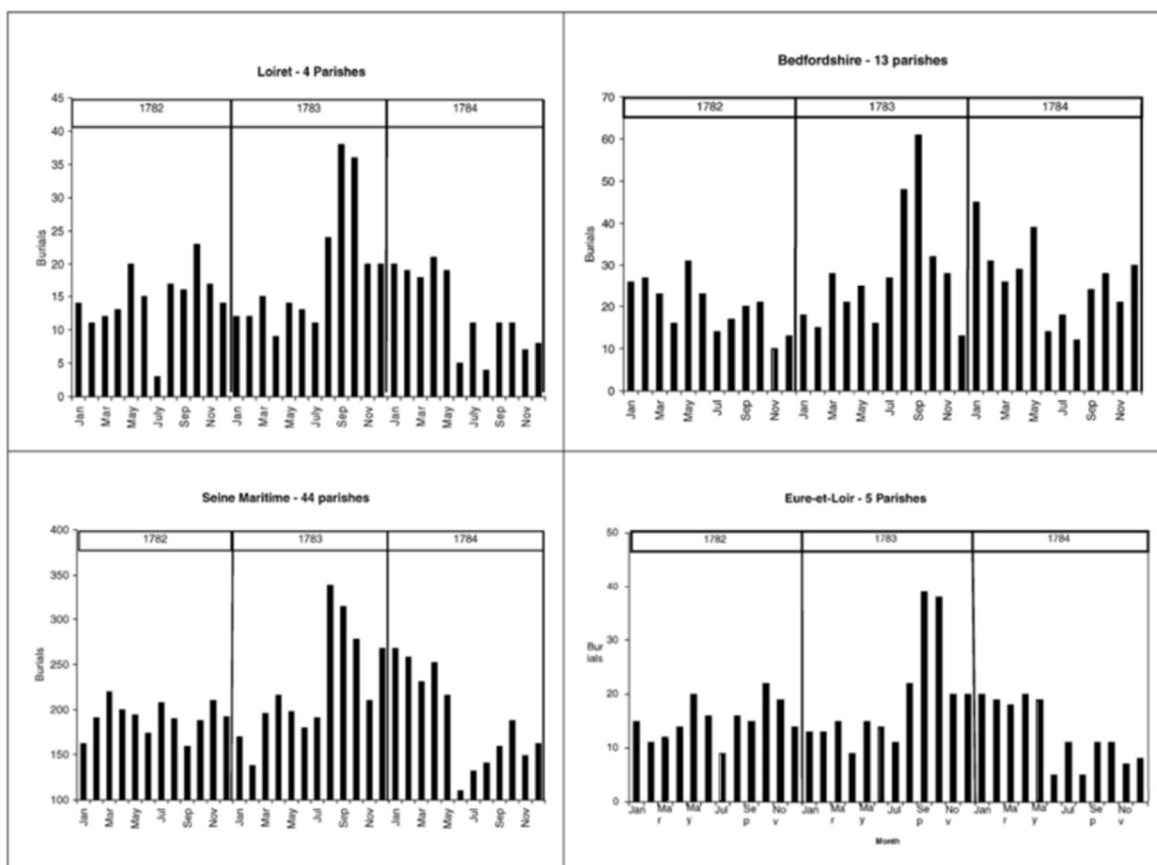
Obr. 21: Teplota centrální Anglie v červnu mezi roky 1770-1795
Zroj: (Grattan, Brayshay, 1995)

Francie

Výzkum J. Grattan a kolektivu (2005) shromáždil údaje z třech regionů a 4 farností z Loiretu, 44 farností ze Seiny-Mariti a 5 v Eureet-Loir ve Francii. Poslední farnost se nachází na okraji Bedfordshire v Anglii pro porovnání. (obr 2) (Grattan a spol. 2005)

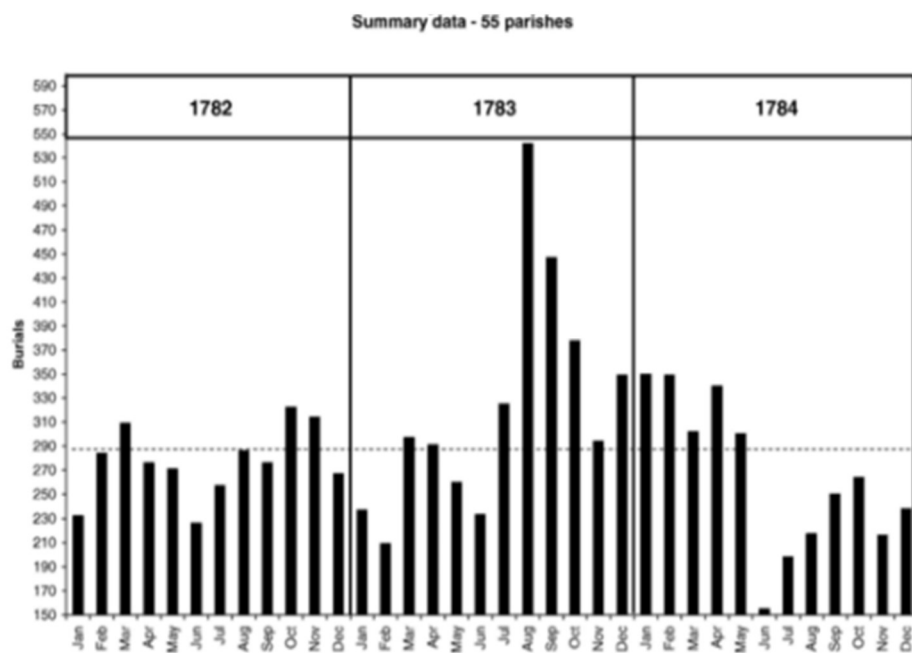
Zvýšená úmrtnost nejčastěji zasahuje tu část obyvatelstva, která je nemocná, stará nebo slabá. Nemoc nebo environmentální stres tedy mohou vést k úmrtí zranitelných osob. Tento jev pozorujeme i v kraji Seiny-Maritime, kde pozorujeme o zvýšení mortality o 45 % než v roce 1782. Z toho můžeme vvodit jasnou souvislost mezi znečištěním ovzduší a mortalitou. (Grattan a spol. 2005)

Výsledkem statistické analýzy všech farností je, že v období mezi srpnem a říjnem 1783 se mortalita zvedla o 38 % a mezi srpnem 1783 a květnem 1784 o 25% nad průměr. (obr.3) Celkový počet obětí ve Francii se v daném období pohybuje okolo 16 000 obyvatel. (Grattan a spol. 2005)



Obr. 22: Mortalita v regionech Anglie a Francie mezi roky 1782-1784

Zdroj: (Grattan a spol., 2005)



*Obr. 23: Shrnutí dat z 53 farností ve Francii mezi roky 1782-1784
Zdroj: (Grattan a spol., 2005)*

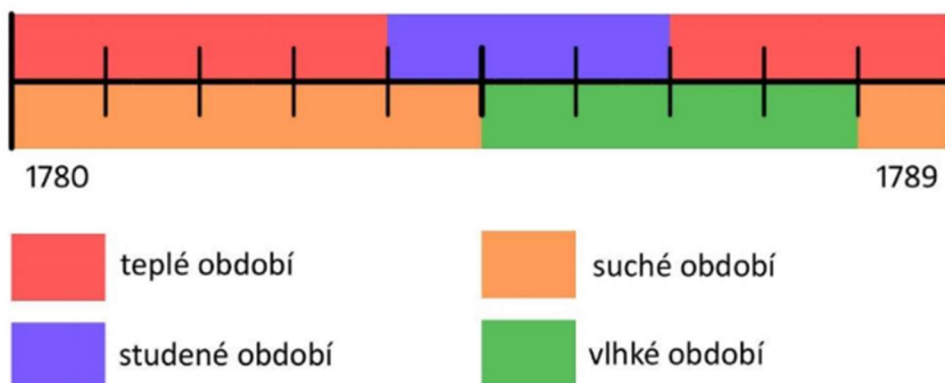
6.4. Počet mrtvých Afrika

Kvůli narušení monzunů nad Afrikou propukl v Káhiře hladomor a v lednu 1785 1/3 obyvatelstva Egypta buďto zemřela nebo opustila město. Monzuny přerušily každoroční cyklus záplavy polí. (Oman a spol., 2006)

7. Počasí po erupci

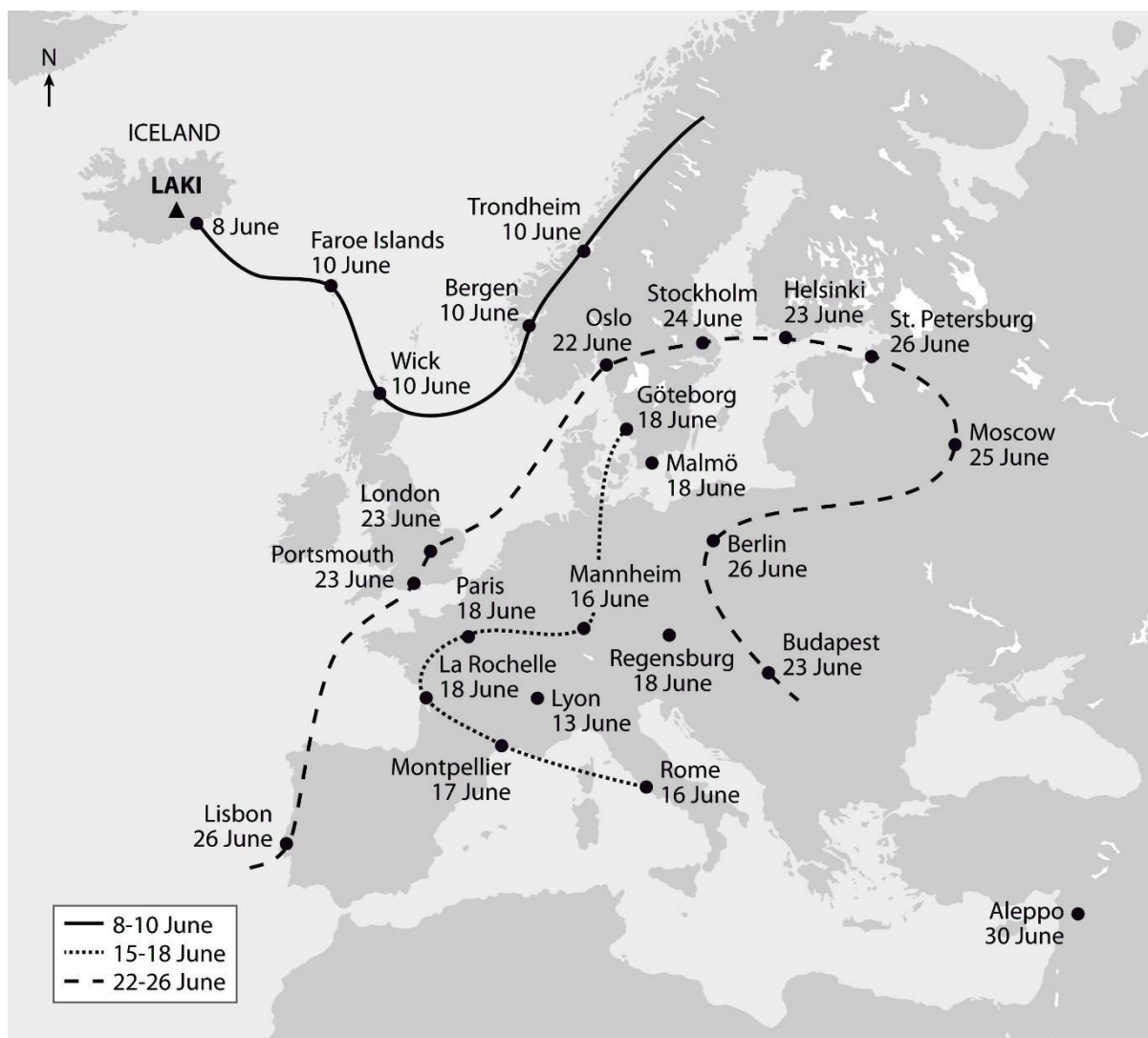
Období, ve kterém vybuchla sopka, tedy 80 léta 18. století. Z dlouhodobého hlediska byly roky lehce teplotně nadprůměrné, toto teplé období setrvalo už od roku 1772. Po výbuchu nastalo tříleté studené období a následně nastalo opět období příznivé.

V následujícím obrázku nalezneme přehled teplotních a hydrometeorologických změn v celém průběhu 80. let na časové ose.



*Obr.24: Časová osa znázorňující průběh 80. let 18. století z teplotního a hydrometeorologického hlediska
Zdroj: (Kašpírek, 2017)*

První viditelná známka sopečné aktivity se objevila na obloze, ve formě oparu. Putoval přes Skandinávii (Bergen – 10. června), Česko (Praha – 16. června), Německo, Francii (18.června) a nakonec i v Anglii (23.června). Názorně je vidět kam doletěl popel Obr.15 v kapitole 3. Na Obr.25 můžeme vidět mapu Evropy kde jsou názorně vidět data prvního pozorování mlhy v různých městech.



Obr.25– Mapa Evropy s daty, dny se v různých městech objevila suchá mlha po výbuchu poprvé.
Zdroj: Twitter:pub. 10.2.2018 Alexadra witze

7.1. Léto 1783

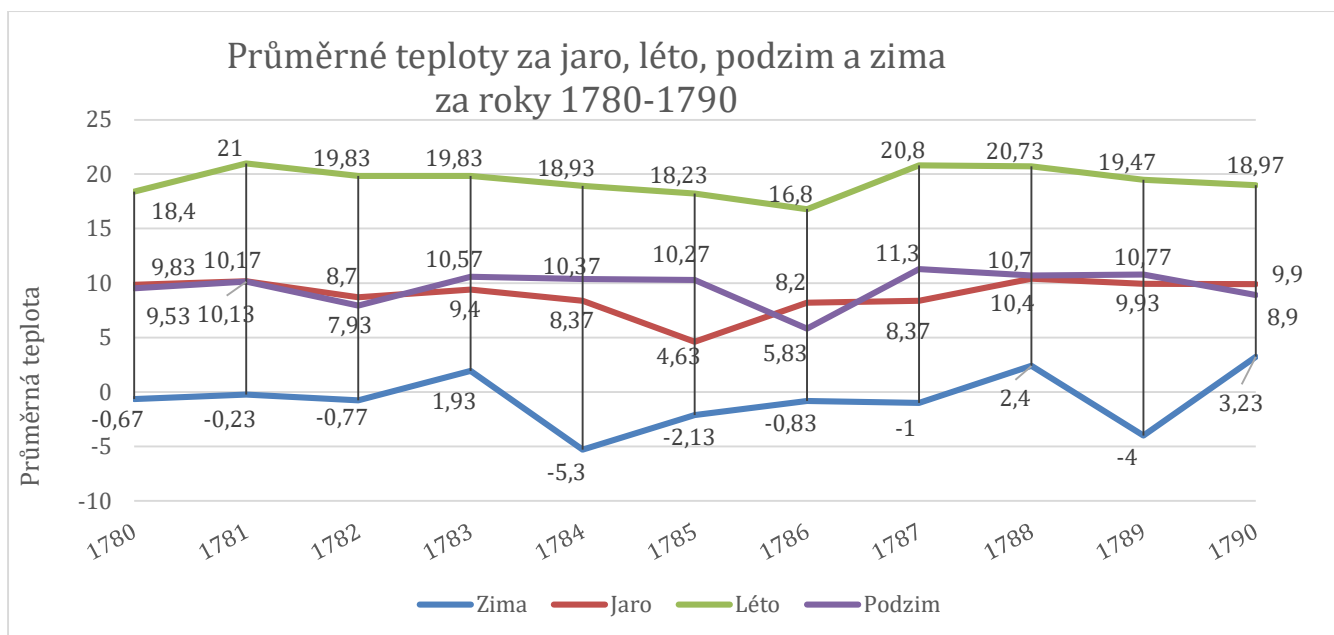
Produkce vína je ovlivňována teplotou i srážkami. Proto je produkce vína dobrým ukazatelem těchto změn. Podle dochovaných údajů z let 1780 až 1785 výnos z jednoho jitra dosahoval 8,5 vědra, což je asi 480 litrů vína (Hanák, 1922). To bylo považováno za nadprůměrný výnos. I záznamy v kronikách z města Pavlov na Moravě hlásí významná sklizeň. „Byla bohatá úroda hroznů. Obec zaznamenala celkem 12.507 věder vína“. „Veliký a vysoce proslavený růst vína v tomto meteorologicky podivuhodném roce (téměř jedinečném) v 18. století, který přinesl vulkanické výbuchy, připravil zuřivé zemětřesení v Kalabrii, vysoké povětrí bez dosud žádné podobnosti, potom nastoupivší "hohenrauch" nad téměř celou Evropou od června až do poloviny srpna, trval velmi neuvěřitelně. Vzduch byl silný z neustálých požárů. Drahocenné víno z roku 1783 mělo od roku 1746 až do roku 1811 takovou pověst, že za celých 65 let lepší a jemnější nebylo“

Ve Francii hlásí sklizeň už 16. září. Celé léto bylo pozoruhodně teplé, bylo popsáno velmi důkladně Francouzem Arago's *Sämmtliche Werke*. Celé léto by se dalo charakterizovat horkými, velmi horkými a extrémně horkými dny. Léto 1783 mělo skóre následující: horkých dnů nastalo 30, velmi horkých 5 a jeden extrémně horký den. Tyto dny jsou definovány takto: horké dny jsou dny s teplotou od 25 ° C (77 ° F) do 31 ° C (87,8 ° F). Velmi horké dny jsou dny s teplotou od 31 ° C (87,8 ° F) do 35 ° C (95 ° F). A extrémně horké dny jsou dny s teplotami nad 35 ° C nebo vyšší. (Marusek, 2010)

Výčet teplot v měsíci červnu:

Seurre, France (102.2° F, 39.0° C)
Chinon, France (100.6° F, 38.1° C)
Constantinople (Istanbul), Turkey (100.6° F, 38.1° C)
Cambrai, France (99.5° F, 37.5° C)
Liège, Belgium (98.6° F, 37.0° C)
Bordeaux, France (97.7° F, 36.5° C)
Orléans, France (97.3° F, 36.3° C)
Oloron, France (97.3° F, 36.3° C)
Vienna, Austria (96.6° F, 35.9° C)
Arles, France (95.7° F, 35.4° C)
Arras, France (95.2° F, 35.1° C)
Lille, France (95.0° F, 35.0° C)
Saint-Malo, France (95.0° F, 35.0° C)
Montdidier, France (95.0° F, 35.0° C)
La Rochelle, France (95.0° F, 35.0° C)
Mulhouse, France (94.8° F, 34.9° C)
Stockholm, Sweden (92.8° F, 33.8° C)
Amsterdam, the Netherlands (92.1° F, 33.4° C)
Saint-Brieuc, France (88.3° F, 31.3° C)
Laon, France (86.5° F, 30.3° C)
Düsseldorf, Germany (86.0° F, 30.0° C)
(Marusek, 2010)

Počasí v České republice bylo už sledováno v Klementině v Praze. Data jsou zaznamenávána již od roku 1774. Stanice sleduje průměrné denní teploty a také minimální a maximální teploty z každého dne. Z těchto hodnot jsem sestavila graf č.1. na kterém můžeme pozorovat, že se v zimních měsících od výbuchu sopky na dva roky značně ochladilo. Tendenci mírného poklesu můžeme sledovat i v ostatních ročních obdobích.



Graf 1: Průměrné teploty za jaro, léto, podzim a zima za roky 1780-1790

Zdroj: Pozorování v Klementýnu zpracováno diplomantkou

Další informace, které jsou velice užitečné, je počet bouřek. Bouřky jsou způsobovány částicemi v troposféře. Jeden z producentů těchto částí je sopečná činnost, jelikož při výbuchu je vyprodukováno velké množství prachových i jiných částic. Tyto události jsou zaznamenány v kronikách v podobě více zmínek o velkých bouřkách. (Tab.5)

Rok	Jaro	Léto	Celý rok
1775	2	0	2
1776	5	2	12
1777	2	2	6
1778	0	3	4
1779	0	0	2
1780	3	2	5
1781	0	11	15
1782	3	9	12
1783	6	24	34
1784	3	20	27
1785	2	7	9
1786	4	8	13
1787	7	11	19
1788	-	-	-
1789	1	0	1
1790	1	0	2

Tab. 5: Počet bouřek za roky 1775-1790

Zdroj: (Svoboda, 1998)

Česku existovala tradice s náboženskými i pohanskými kořeny „zvonění na mraky“. Během této tradice zvoníci při ohlašování příchodu bouřky vystoupali k místu se zvoničkou, nejčastěji na kopci nebo na vyvýšeném místě. Zvoníci byly nejvíce ohroženou skupinou lidí při bouřce. Při intenzivním počtu bouřek se tedy není čemu divit, že se v denním tisku začalo objevovat čím dál více úmrtí spojených s tímto povoláním. Monarchie nařídila zákaz zvonění na bouřky už roku 1772. Nebyly však žádné tresty a ani lidé, které by toto nařízení kontrolovali, takže bylo nařízení ignorováno.

Dalším z následků bouří byly požáry založené bleskem. Nejvíce ohroženými budovami byly sýpky, stodoly, hospodářská obydlí a kostely.

7.2. Zima 1783/1784

Ve Spojených státech byla zima roku 1783 dlouhá a těžká. Dochovali se tyto záznamy:

V Thompsonu ve státě Connecticut ve Spojených státech došlo k první sněhové bouři již dne 21. listopadu sezóny v roce 1783. Nasněžilo 6 palců (15 cm).

Řeka Delaware se uzavřela ledem již 28. listopadu a pokračovala v tom až do 18. března. Rtuť byla několikrát pod nulou (0,0 ° F, -17,8 ° C).

Zima byla známá jako dlouhá zima i v Nové Anglii ve Spojených státech. První sněžení sezóny pokrylo východní pobřeží od New Jersey až po Maine, už z kraje listopadu (12. až 13. listopadu 1783). Morristown, New Jersey (dvacet pět mil od New Yorku). Záznamy ukazují 7 sněhových bouřek v listopadu a prosinci, a nakonec následovala velká sněhová bouře 30-31. prosince. Sněhová pokrývka dosahovala 20 palců, tedy 51 centimetrů. V lednu udeřily další tři velké sněhové bouře. Nejsilnější nastala ve dnech 26. až 27. ledna, kdy nasněžilo 18 palců (46 centimetrů) sněhu za 24 hodin. Celková akumulace sněhu v Morristownu během těchto 3 měsíců byla 83,5 palce (212 centimetrů) sněhu. Sněhové bouře pokračovaly do března a dubna. Philadelphie, Pennsylvánie zaznamenala 9. února teplotu -11 ° F (-24 ° C). Hartford, Connecticut, zaznamenal 14. února 277 teplotu -20 ° F (-29 ° C).

V roce 1784 Joseph Clark, architekt, který postavil kupoli státního domu v Annapolis, Maryland ve Spojených státech, bruslil do tohoto města z Baltimoru, obě města se totiž nacházejí v Chesapeacké zátocce. Což znamená, že celou zátoku pokrýval led.

Ve Falmouthu (nyní Portland, Maine) ve Spojených státech citace z kroniky: „V roce 1783 13. listopadu - hluboký sníh. 28. listopadu - velká bouře. Prosinec - první polovina měsíce mírná, druhá chladná a bouřlivá. V roce 1784 31. ledna - první týden v tomto měsíci byl mírný, ale zbytek hrozně chladné, bouřlivé a zasněžené počasí. Únor - chladný měsíc a chladná zima skrz celý; nejdelší a nejchladnější, co kdy bylo známo. March byl umírněný a ne tak větrný jako obvykle. 6. dubna - včera sněžilo a dnes odešlo. 17. dubna - toto je třetí den chladného, deštivého, zasněženého počasí. (Willis, 1849)

Přesouváme se do Evropy. Řeka Seina ve Francii úplně zamrzlá. Zima nejvíce zasáhla severní Francii. Astronom Le Gentil (1725-1792) z Královské observatoře v Paříži zmínil tuto zimu jako jeden z nejtěžších za jeho život. Teploměr se držel šedesát devět po sobě jdoucích dní pod bodem mrazu. (Fuster, 1846) Zamrazili i další řeky ve Francii Loire, Oise, Marne a Aisne. (Werke, 1860)

V extrémním období let 1783 až 1784 vydal Louis XVI z Francie zákaz zakládání ohňů ve městě Paříž. Rozdělení ohňů by nejspíše pomohlo hlavně chudému obyvatelstvu, které v

osudném roce v městě přibylo kvůli špatné sklizni. Venkované se tedy kvůli špatné úrodě stahovali do měst, věřili, že v městských sýpkách bude dost jídla pro všechny. Dav postavil sochu vyrobenou ze sněhu představující Jeho Veličenstvo a na podstavci napsal následující řádky:

„Louisi, chudí chráněni tvou laskavostí,

Může postavit jen pomník sněhu;

Ale ať to přitahuje mnohem více k vašemu velkorysému srdci,

Než socha z mramoru, mokrá se slzami z očí nešťastných.“ (Gioja, 1837)

[Možná také proto, že nerozuměl ničivému účinku extrémního chladu na chudé a hladovějící, byl v roce 1793. francouzský král Louis XVI. popraven gilotinou.]

Francouzští historici uvádějí velkou úmrtnost zvířat kvůli chladu v zimě 1783-84. (Gioja, 1837)

Mráz v Británii trval 89 dní, to znamená že se 89 dní teplota nevyšplhala nad 0. Dokumentární prameny popisují toto: Počasí v listopadu bylo neobvykle mírné. V městě Montrose v severovýchodním Skotsku 4. listopadu „skot hledá stín v poledne před teplem.“ 17. listopadu ukazoval teploměr v interiérech a venku 13 ° C. Ve dnech 23. a 24. listopadu přišla změna, ledové počasí. 30. listopadu ještě mráz přitvrdil.

Ve dne 6. ledna nacházíme v záznamech toto: „*Temže nezmrzla úplně, ale lodní dopravu led zastavil.*“ Mráz pokračoval přes měsíce leden a únor, a dokonce až do března. Sníh a studený vítr byl každodenní záležitostí pro celé britské ostrovy. Mráz byl obzvláště silný od 10. do 20. února. V posledních únorových dnech se počasí změnilo a venku začalo jaro. Venku byly jarní květiny a ptáci zpívali. V březnu však opět vrátil a nastal mráz, sníh a hustý led. Hluboký sníh v Hampshire pokračoval až do 3. dubna. Temže zamrzla a bylo ji možné na mnoha místech překročit i koňským povozem. (Stanford, 1878), (Walford, 1878)

Další svědectví o počasí máme z města Selborne v Anglii, kde od 23. září do 12. listopadu bylo počasí suché a mírné. Až do 18. prosince bylo jen několik dešťových přeháněk, žádné zimní počasí. Od 18. prosince 1783 do 19. února 1784 však přišly silné mrazy. Během tohoto období se během dvou dnů (14. ledna a 5. února) přišla obleva. Od 19. do 28. února bylo mírné mokré počasí s mlhami. Do 10. března se počasí opět změnilo na zimní a začalo zase vydatně sněžit. Do 2. dubna se tam sníh udržel i se silným mrazem. (Proctor, 1893) Ve Skotsku se sněhové srážky prodloužily téměř o měsíc, než je obvyklé. (Stanford, 1878)

Nejnižší pozorovaná teplota v různých evropských městech byla:

Stockholm, Sweden (-28.7° F, -33.7° C) in January

Ibid. (-22.0° F, -30.0° C) on 15 February

Siebenbürgen, Romania (-20.9° F, -29.4° C)

Prague, Czech Republic (-18.9° F, -28.3° C) on 7 January

Frankfurt, Germany (-15.2° F, -26.2° C) on 30 December

St. Petersburg, Russia (-13.2° F, -25.1° C)

Mannheim, Germany (-9.6° F, -23.1° C) on 30 December

Regensburg (Ratisbon), Germany (-9.4° F, -23.0° C) on 31 December

Delft, the Netherlands (-8.5° F, -22.5° C) on 31 December

Vienna, Austria (-6.2° F, -21.2° C) on 7 January

Munich, Germany (-6.2° F, -21.2° C) on 15 January

Amsterdam, the Netherlands (-4.0° F, -20.0° C) on 30 December

Hamburg, Germany (-4.0° F, -20.0° C) on 8 January

Troyes, France (-3.3° F, -19.6° C) on 31 January

Paris, France (-2.4° F, -19.1° C) on 30 December

Strasbourg, France (-1.7° F, -18.7° C) on 30 December

Chartres, France (-1.7° F, -18.7° C) on 30 December

Pontarlier, France (0.5° F, -17.5° C) on 31 January

Brussels, Belgium (2.7° F, -16.3° C) on 31 December

Tournai, Belgium (2.8° F, -16.2° C)
Lons-le-Saunier, France (7.3° F, -13.7° C) on 31 January
Montluçon, France (7.3° F, -13.7° C) on 30 December
Grenoble, France (10.8° F, -11.8° C) on 26 January
Montpellier, France (25.2° F, -3.8° C) in January
Perpignan, France (32.0° F, 0.0° C) on 31 January
(Marusek, 2010)

Můžeme tedy prohlásit, že silné mrazy zasáhly celou Evropu, která nás zajímá nejvíce. Tyto mrazy ohrožovaly nejvíce chudé lidi a hospodářská zvířata. Většina mrazů přišla velmi zprudka, takže nacházíme ve starých pramenech záznamy o lidech umrzlých po cestě z vesnice do vesnice.

7.2.1. Povodně v zimě 1783/1784

Povodním předcházela velmi nelítostná zima, jak už víme z předešlé kapitoly. Z dobových záznamů pro české území umíme převyprávět a nastínit charakter celé zimy. Ledových dnů (tedy dnů, kdy se teplota nevyhoupla nad nulu) bylo v rozmezí mezi listopadem 1783 a březnem 1784 celkem 73. To byl druhý nejhojnější výskyt těchto dnů v celém pozorování na observatoři v pražském Klementinu. Druhý parametr, určování nejtuzší zimy, je počet dnů s průměrnou teplotou vzduchu, která je záporná. Toto číslo je také druhé v žebříčku tuhých zim. V zimě 1783/1784 bylo těchto dnů 93, jen o dva dny méně než v zimě v Česku 1829/1830. (Elleder, Munzar, 2004)

Mnoho povodní v zasáhlo západní Evropu, střední Evropu a jejich průběh zaznamenali i na Balkánském poloostrově, kde se rozkládala osmanská říše. Nebyla to nejedna velká povodeň v celé Evropě, nýbrž můžeme sledovat v poměrně krátkém časovém úseku několik intenzivních povodní za sebou. Povodně měly společné rysy, rychlý nástup a ledová zima způsobila špatnou infiltraci vody do půdy, což je velmi rizikovým faktorem.

Této povodni se zabývalo množství autorů i díky tomu, že se dochovalo značné množství dokumentárních pramenů. Od těchto autorů jsem i čerpala mnoho informací pro tuto kapitolu. S. T. McCloy (1941) oblasti Francie. R. Glaser a H. Hagedorn (1990) popsali a zhodnotili průběh povodně v povodí Mohanu. Z naší krajiny se o povodně v povodí Vltavy a Labe zajímali L. Elleder a J. Munzar (2004). V obsáhlém přehledu historických povodní v českých zemích se k této povodni vyjádřili i R. Brázdil et al. (2005). Velmi detailní a obsáhlou studii, která přibližuje a vyhodnocuje průběh počasí a povodňových situací v na území Belgie a jejího blízkého okolí, popsal G. R. Demarée (2006) jedná se o povodích řek Somme, Šeldy a Masy. Průběh počasí a případy povodní zimního období 1783/84 na oblasti bývalých Uher popsala A. Kiss (2007). N. Macdonald (2007) popsal extrémně tuhou zimu 1783/84 na britských ostrovech, kde se nicméně žádné povodně neobjevily.

Průběh počasí v Evropě v 80. letech 18. století důkladně zpracoval O. Gislér (1985). Podobný způsob zvolil i J. Kington (1988), který s pomocí dostupných časných instrumentálních dat vytvořil cenný přehled denních synoptických map období v 1781–1785 pro celý evropský kontinent. Všechny synoptické mapy najdete v přílohách.

V průběhu sledovaného zimního počasí se vyskytlo několik povodňových situací způsobených vpádem mořských polárních vzduchových hmot, se kterými souvisely vydatné dešťové

preháňky. Nastaly i takové záplavy, jež lze pojmenovat za ryze ledové (tj. způsobené ledovými bariérami v korytech vodních toků). Z celkového pohledu se jako mimořádné co do intenzity a prostorového rozsahu jeví především povodně, které se v Evropě vyskytovaly od druhé poloviny února do počátku března.

7.2.2. Povodně v intervalu prosinec 1783–leden 1874

V tomto období se záplavy ve větším měřítku omezily na západní Evropu hlavně v povodí řeky Másy a Šeldy. Jednalo se o povodně zimního typu. Další postiženou oblastí byly tehdejší oblasti Uher.

Podrobný popis situace z Uher přináší s pomocí dobových periodik (Presspúrske noviny, Pressburger Zeitung, Magyar Hírmondó, Wiener Zeitung) A. Kiss (2007). Jednou z hlavních příčin byly vydatné sněhové srážky, které ve druhé polovině prosince 1783 udeřily téměř celé Uhry, obzvláště však s hornatou Transylvánií, dnešní Rumunsko. Dne 26. prosince 1783 bylo mrazivé počasí se sněhovými srážkami vystřídáno výraznou oblohou, které doprovázely dešťové srážky a mírný jižní vítr. Tyto faktory vyvolaly velmi rychlé rozpouštění sněhu, takže zprávy o začínajících vzrůstajících hladinách v povodí nacházíme v tisku již následující den. Zvýšená vodní hladina byly pozorována na všech tocích, včetně Dunaje a Sávy. Největší rozsah a největších materiálové ztráty dosáhly povodně v povodí Tisy (levostranné přítoky Someș, Körös, Mureș, Begej) a Dunaje (levostranný přítok Timiș). Zatímco z povodí řeky Körös a jejich přítoků Crișul Repede a Crișul Alb byly hlášeny pouze bezvýznamné škody, jelikož došlo k nevýraznému rozlivu, v povodí Someș v horní části povodí Tisy byla zaplavena řada obcí a došlo k velkým škodám na několika mostech, včetně mostu v dnešním Satu Mare (KISS, A. 2007, 2). Za katastrofální lze označit průběh povodní v povodí řeky Mureș. Z mnoha míst Transylvánie (dnešní Rumunsko) byly hlášeny materiální škody nebývalých rozměrů.

Dalšími ze zemí postižených povodněmi bylo území dnešních států Belgie, Nizozemská a část severní Francie. Tuto oblast propojuje povodní řeky Šeldy, kterou zasáhla první vlna povodně už v prosinci. Jednalo se, jako v Rumunsku, o charakteristickou zimní povodeň, způsobenou rychlým oteplením a následným táním sněhu ve velkém a ledu v řekách. (Kolář, 2008)

V sousedním povodí Másy byla situace ve druhé polovině prosince 1783 stejná. Podle kronikářského záznamu z Maaseiku (cit. DEMARÉE, G. R. 2006, 891–892): „13. prosince 1783 začalo mrznout, řeka Mása zamrzla a zůstala tak do 17. prosince. Během následujícího dne až dvou zámraz hladiny povolil a hladina toku se vzdula; nicméně chladné počasí pokračovalo a Mása tudíž opět zamrzla. 27. prosince přišla velká voda, avšak řeka zůstala stále zamrzlá; tavné vody proudily nad ledovým příkrovem nebo pod ním, ledová celina zůstala neporušená.“

Svědectví z belgického města Louvain, které se nachází na řece Dijle, byla v dobovém tisku líčena následovně (cit. DEMARÉE, G. R. 2006, 886–887): „Po období silných mrazů nastoupilo první den letošního roku oteplení, které spolu s táním sněhu v oblasti Walloon Brabant způsobilo v neděli 4. ledna 1784 vzduší řek, až se rozlily do svého okolí. Většina domů, zejména pak jejich přilehlých sklepů, byla zaplavena, což způsobilo řadu škod. Velké množství ulic bylo neprůjezdných. Z dominikánského kláštera se stal ostrov; většina církevní stavby [Grand Beguinage] byla rovněž zaplavena; všechna pole za místní zahradou spolu s těmi na mokřadech okolo Bílého domu vypadala jako moře, kam až oko dohlédlo. Když se opět vrátilo mrazivé počasí, začala být tato místa často navštěvována bruslaři, přestože se hladina řeky během tří dnů po kulminaci citelně snížila. Tak velká voda nebyla nikým z Louvain v uplynulých dvaceti letech pamatována.“

Dobové zápisky kněze Van Postel z nizozemského města Venlo (cit. DEMARÉE, G. R. 2006, 892): „29. prosince 1783 byla řeka Mása sevřena ledem. 5. ledna 1784 se led na řece rozlámal a vážně poškodil lodě v přístavu a na pláži, zejména pak v okolí Blericku.“

Komplikace a škody byly spíše způsobeny ledovými krami v korytě toku než výrazným zvýšením průtoku v důsledku tání sněhu, jak už víme byla nadprůměrná. Ledový materiál se nashromáždil i u mostu ve městečku Maastricht, který se po povodni z důsledků havarijního stavu musel strhnout. Takové povodně nikdo místní nepamatoval v celé oblasti. Voda v městečku dosahovala až ke střechám domů. Dle dobových kontinuálních měření byla zima v západní Evropě jedna z nejtěžších.

7.2.3. Povodně v intervalu únor–březen 1874

Oteplení v únoru doprovázely také vydatné srážky. To zapříčinilo rozvodnění většiny západoevropských, jihovýchodo-evropských i středo-evropských řek v krátkém časovém intervalu. Země byla po dlouhém chladném období zmrzlá, tudíž byly vsakovací schopnosti půdy omezeny. Povodňová vlna zastihla povodí Loiry, Seiny, Šeldy, Masy, Rýna, Emže, Wesery, Labe, Odry, Dunaje a dalších řek. Souhrn míst, která byla postihnuta povodněmi shrnuje ve své diplomové práci P. Kolář (obr.24)



Obr.26: Evropa a zasažená místa povodní v roce 1785

Zdroj: (Kolář, 2008)

Města na povodí řeky Loiry byla jedněmi z nejpostiženějších, zvláště Orleans, Blois a Tours. V povodí se prothřlo mnoho hrází na korytu řeky, které chránily města před velkou vodou.

Nacházíme svědectví z města Amiens, kterým v severní Francii protéká řeka Somme (cit. DEMARÉE, G. R. 2006, 892): „Všichni si budou dlouho pamatovat záplavu z roku 1784, kdy po souvislém období mrazů trvajícím 70 dní a po 24 dnech sněžení začalo tání, které bylo 22. února urychleno vlivem jemného a mírného deště. 24. února přišla z údolí Conty taková povodeň, že došlo k zaplavení Hautoie a silnice z Hemu. Všechny přechodné zahrady nad Amiens byly zpuštěny; odhadované ztráty činily 100 000 franků. [...] Zaplavena byla i botanická zahrada a vodárenská věž. Proud vody byl ve městě velmi rychlý a hladina toku se zvýšila o 12 stop. Předtím zde byly více než tři stopy sněhu.“

V ostatních městech na (obr.24) jsou pořád ty samé informace. Velké škody na majetku, rychlý nástup a zhoršení odtoku vody kvůli ledovým masám.

Následující grafy, které jsou přiložené v přílohách. Můžeme díky P. Koláře souhrnně podívat na dramatické oteplení, díky kterému došlo k těmto katastrofickým povodním.

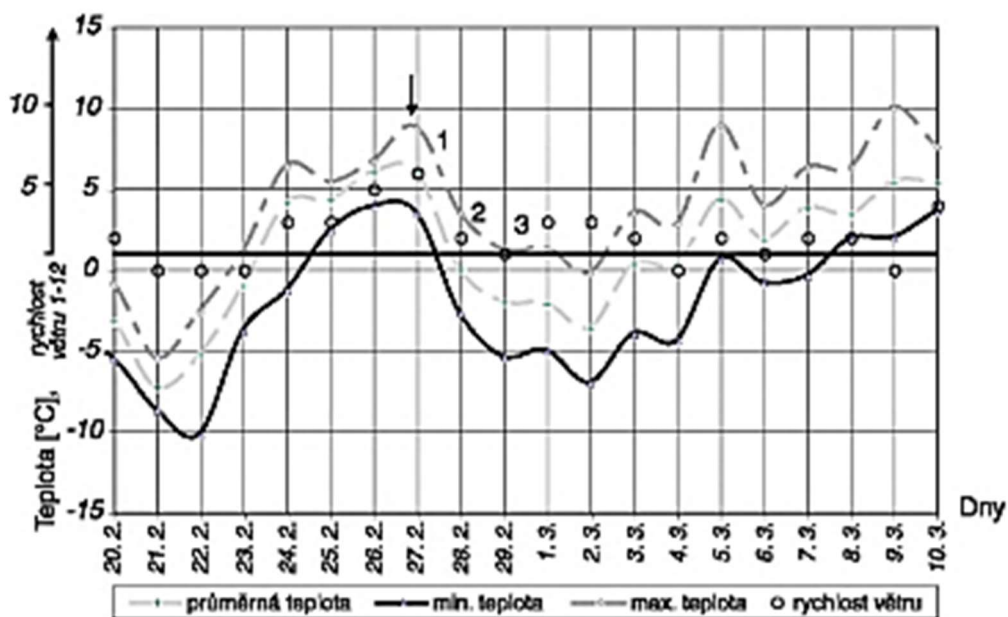
7.2.3.1. Povodně v Českých zemích

V následující kapitole se zaměříme na průběh povodní na českém území. Této problematice se u nás věnuje profesor na Masarykově univerzitě v Brně, dalšími autory, kteří publikovali články o povodních v roce 1784 orientované na povodí Labe a Vltavy jsou L. Elleder a J. Munzar.

Začneme úryvkem, který subjektivně popisuje pozorování zimy 1783/1784. Nabízí nám ho milčický rychtář Vavák z Nymburska: „...nejstarší lidé se té zimě diví a že jakživ takovou neviděli jistí...“, a s ohledem na své hospodářské zájmy máme naprosto přesné údaje i s výčtem dnů, kdy nemrzlo: „...mrzlo 5 měsíců a 12 dní mimo 4 dny (27. 2., 19. 3., 11.-12. 4.) ...“,“ započítává i návrat mrazů po povodních v únoru. (Skopec, 1910)

Následující záznamy z kronik jen potvrzují parametry druhé nejtěžší zimy za dobu záznamů v Klementinu. Dočteme se o zamrzlých řekách, přes které byli schopni jezdit povozy s nákladem. Tuto informaci máme od Václava Hodka z Ouholic, kde k tomuto docházelo na řece Vltavě u Mělníka. Podle odborníků musela být ledová ... tlustá okolo 1 m. Toto tvrzení potvrzuje i Kronika města Sadské v Polabí, kde je zmínka o 2 lokty silném ledu., což je po přepočtu asi 120 cm. Z mnoha jiných zpráv zmiňme i líčení kronikáře Velebila z Městce Králové: „Roku 1784 byla veliká zima; začalo mrznout hned 1783 po sv. Martinu (11. 11.) a po Vánocích tak hojnost sněhu napadlo, že na rovině víc než 1 loket ho leželo a mrazy takový, že jich od 50 let staří nepamatovali. Led byl na rybnících tlustej 2 a 1/4...“, (Jelínek, 1912) (Robek, 1978) (Robek, 1974)

Klementinské pozorování:



Obr. 27: Průběh teplot a rychlosti větru v Praze-Klementinu od 20. února do 10. března 1784. 1 — Dešťová srážka v Klementinu (ca 40 mm), silný vítr (6) a postupný nástup povodně na Otavě, horní Berounce a Vltavě. 2 — Kulminace v Praze. 3 — Kulminace v úseku mezi Mělníkem a saskou hranicí.

Zdroj: (Elleder, Munzar, 2004)

Od 20. února můžeme pozorovat průběh teploty a rychlosti větru (obr. 27) se slovním popisem písmáka a rychtáře F.J. Vaváka, který zapsal vývoj počasí následovně: „Zima se sněhem a mrazy držela až do 24. února, kteréhožto dne konec masopustu i též konec trvanlivého sněhu byl. Na den sv. Matěje a spolu na Popelec (25. února) již vlhnouti začalo, nato ve čtvrtek, 26. téhož (měsíce) odpoledne až do večera hojně přšelo i tu celou noc na pátek a hned vody ouprkem ze všech stran se valily, luka, pole, obce zatopily, a sice taková voda sem pod Milčice přišla a onde i onde na polích stála, že jsme to ještě, kteří tu rozeni jsme, nikdy neviděli. V pátek (27. února) ráno již záhony dobře znáti bylo a sních všecken v vodu obrácen byl, ač ho dobře na loket ztloušti bylo.“

Povodně po velkém oteplení pozorovali v Plzni na soutoku řek. Dále byly vzestupem hladin řek postiženy České Budějovice a Český Krumlov Podrobnou mapku zasažených měst najdeme na obrázku č. 28.

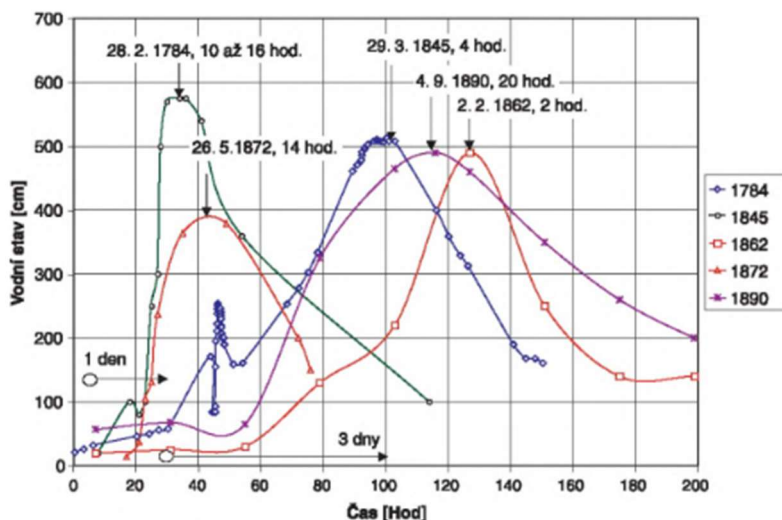


Obr. 28: České republiky s popisem povodí a čísly, které zachycují hlavní
Zdroj: (Elleder, Munzar, 2004)

Povodeň za sebou zanechala velké škody, především na mostech ve Strakonících, kde s sebou velká voda vzala zbrusu nový most, který byl postaven jen 2 roky před událostí. Další zmínka o mostu, který nezvládl nápor vody s ledovými krami, je od historika A. Sedláčka „Velké neštěstí zastihlo Písek léta 1784 dne 27. února dřenicí a zátopou. Oboje přišlo tak náhle, že se proti nim opatření činiti nemohlo. Proražen most, učiněny velké škody na mlýnech a stoupy koželužské u drátovny odplaveny.“ Útržky z kronik se opakuje velmi rychlý nástup. Zajímavostí je, že to nebyla jediná povodeň toho roku, o měsíc později přišla velká voda znovu a pak ještě přišly mrazy a sněhová nadílka, která se i v nížinách držela do května.

Detailní popis povodně přináší Strnadova pozorování na Klementinu. Dne 27. února v raných hodinách došlo k rozrušení ledové krusty a hladký otok. Hodinu před půlnocí nastal rychlý sestup hladiny. Za 3 hodiny voda zaplavila přilehlé domy u řeky, za další 2 hodiny už hladina dospěla do stoletého průtoku (Q_{100}), odhadem. Hlavním důvodem, proč si tuto povodeň celá Praha pamatuje je zničení Kamenného, dnes Karlova, mostu. V raných hodinách z mostu spadla strážnice s vojáky. (Elleder, 2004))

Na dalším obrázku můžeme porovnat další 4 povodně ve dvou profilech na řece Vltavě v Praze. Lze názorně vidět, že povodeň po výbuchu Laki má nejrychlejší čas a největší kulminaci povodňové vlny. „Kulminační průtok v Praze byl pro povodeň 1784 odhadnut na 4 580 $m^3 \cdot s^{-1}$, tedy jen nepatrně větší než roku 1845 (4 500 $m^3 \cdot s^{-1}$). Doplňme ještě, že v r. 2002 vystoupila proti povodni r. 1784 hladina nad Karlovým mostem výše o ca 45 cm a pod ním o ca 60 cm, přičemž průtok byl vyhodnocen na 5 160 $m^3 \cdot s^{-1}$.“ (Elleder, 2004) Následující den 28. února se počasí zase obrátilo a teploty klesly pod nulu. Dobové rytiny opravy Karlova mostu najdete v příloze.

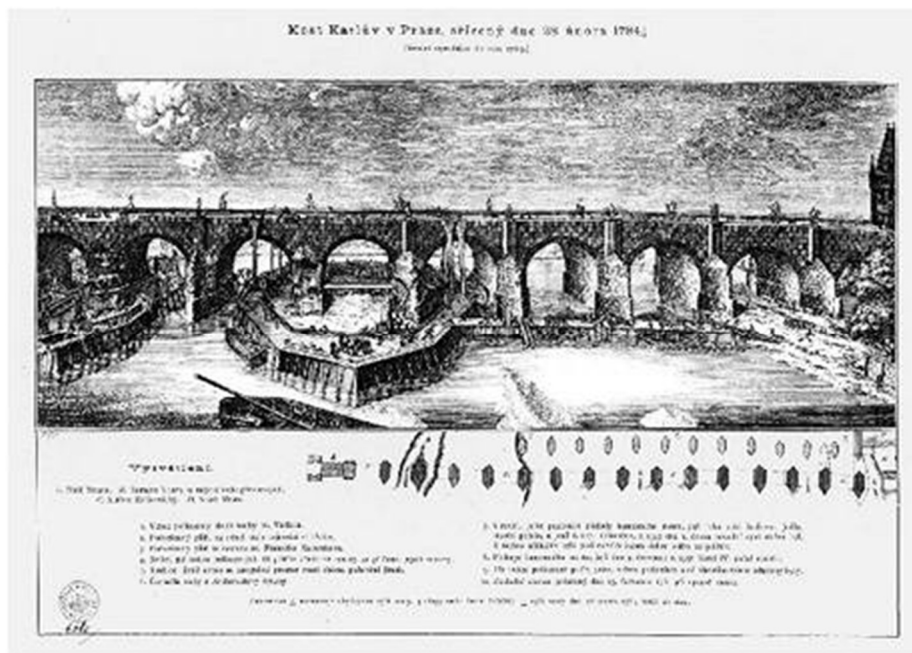


Obr. 29: Porovnání povodňové vlny, které se prohnaly Prahou v různých letech.
Zdroj: (Elleder, Munzar, 2004)

Shrnutí hlavních příčin extrémních povodní: Velké množství sněhové pokrývky, která ve středních a nižších polohách byla okolo 50 cm na celém území. Dalším důvodem velkých záplav, který jsem již několikrát zmínila, je hluboký zámraz půdy. Další přítěží při zvýšení hladiny řek byly ledové krusty, které byly na všech tocích a jejich mocnost se odhaduje na 0,5 až 1,5 m. Ledové zácpy ničily mosty a utvořily na toku velkou bariéru.



Obr. 30: Vyobrazení Karlova mostu při záplavách v roce 1784
Zdroj: https://www.lidovky.cz/relax/veda/revoluce-hladomor-y-zaplavy-v-praze-islandska-sopka-nicila-svet-v-18-stoleti.A100418_152634_ln_veda_mpr



Obr.31: Vyobrazení Karlova mostu při záplavách v roce 1784

Zdroj: https://www.lidovky.cz/relax/veda/revoluce-hladomory-zaplavy-v-praze-islandska-sopka-nicila-svet-v-18-stoleti.A100418_152634 In veda mpr

Diskuse

Klima je důležitou, neoddělitelnou součástí našich životů a ovlivňuje naši existenci v mnoha ohledech. Kromě jiného je i příčinou začátku migrace lidských společenství v dávné minulosti. Často, když se v historii měnilo klima, začaly se národy právě kvůli významným změnám klimatu stěhovat. Nakonec, to samé můžeme pozorovat i v dnešní době. Mezi klimatology se tento jev nazývá „klimatická válka“.

Dobrým příkladem může být situace, kterou v roce 2016 popsal známý český geolog a klimatolog Václav Cílek:

„Typická situace je v povodí Nilu, kde žije asi 400 milionů lidí a během 20 let jich má být až 700 milionů. Přitom už teď je to na hranici udržitelnosti. Například Saúdská Arábie, která měla 4 miliony obyvatel, má dnes okolo 30 milionů a brzy bude mít kvůli jedné z nejvyšších porodností na světě 50 milionů obyvatel. Přitom nemá ornou půdu a prakticky žádné zásoby vlastní vody, takže si vytváří zemědělské farmy v Etiopii. Kvůli zavlažení dalších částí země se tam plánuje výstavba 6 nebo 8 přehrad. To znamená regulaci na celém Modrém Nilu“....

Zpět k vulkanické činnosti. Výzkumy v oblasti geologické historie Země potvrzují, že některé velké stratovulkány, tedy ty, jejichž činnost má podstatný vliv na zemské klima, byly v minulosti aktivní vícekrát. Např. exploze na Sibiři před 250 mil. lety známá jako Permské vymírání zapříčinila tehdy ztrátu ozonové vrstvy celé planety, vyhubila 96 % všech mořských organismů i 70 % živočichů žijících mimo moře. Jiný z historických momentů s mimořádně rozsáhlou vulkanickou činností na Dekánské plošině zapříčinil mnohem později vymírání dinosaurů. Vyhynuli při tom velcí mořští i létaví plazi, stejně jako mnoho suchozemských plazů s výjimkou krokodýlů, ještěřů, želv a hadů. (Acot, 2005)

Přikláním se tedy k názoru, že riziko extrémních sopečných erupcí roste, ale zatím lze jen stěží přesně odhadnout, kdy a kde k nim dojde. Výzkumy odhalují, že v opakování erupcí dochází ke zpoždování, a tedy přesná predikce v podstatě není možná. Nejsme schopni odhadnout kdy a jakou silou „zaútočí“ další sopka. Nepomáhá ani moderní technologie. Důkazem toho je výbuch sopky sv. Helena v roce 1980, kde v důsledku neodhadnutí situace zahynula celý vědecký tým, který sopku pozoroval.

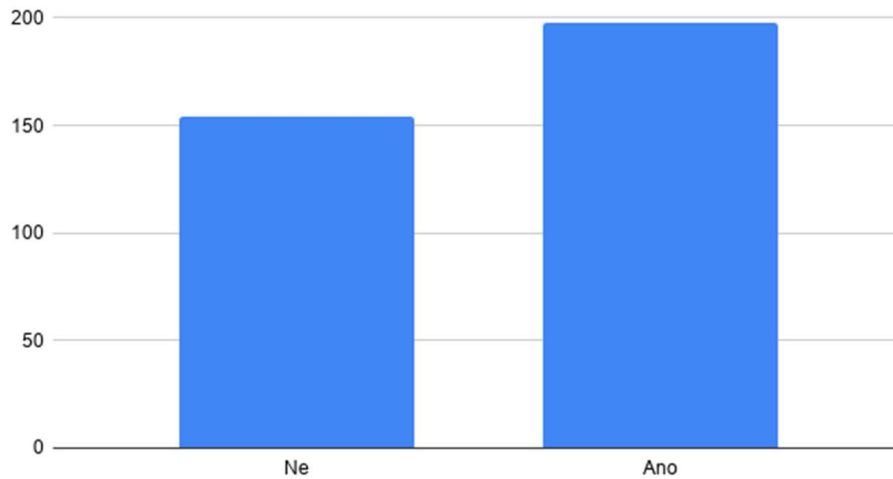
A tak, s ohledem na to, že geologický čas oproti lidskému plyne mnohem pomaleji (pracuje se zcela jinými, mnohem delšími časovými úseky), jediným zdrojem informací pro nás zatím zůstává geologický průzkum. Příkladem tohoto časového rozporu a důkazem, že jediným zdrojem je pouze zmíněný průzkum, může být např. Supervulkán v Yellowstonském parku. Je to jeden z největších supervulkánů na planetě, činná sopka, která za poslední dva miliony let vybuchla hned několikrát. Pokud by došlo dnes k jejímu výbuchu, tak jako v minulosti, zastínilo by to slunce na několik let a množství magmatu by pokrylo celou S. Ameriku 5 cm tlustou vrstvou lávy.

K závěru jsem dala na sociální sítě malou anketu o sopkách abych se dozvěděla, jestli jsou občané obeznámeni s touto problematikou.

Zde přikládám výsledky ankety:

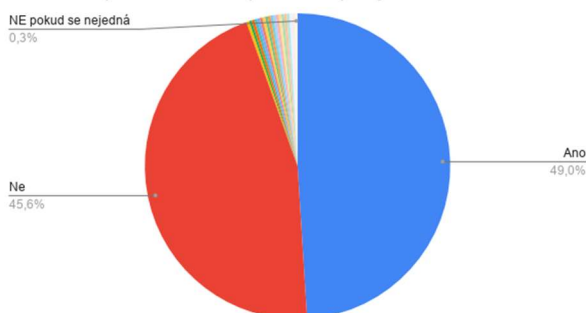
První graf je vyobrazení na otázku, jestli se lidé obecně bojí globálního oteplování

Počet sloupce Obáváte se globálního oteplování?

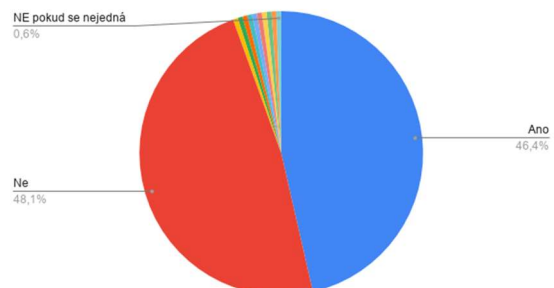


Další otázka, jestli vnímají sopečné erupce jako velké riziko?

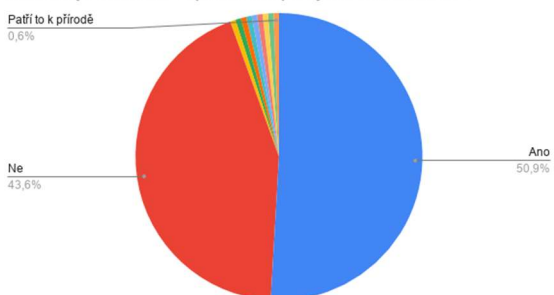
Počet sloupce Vnímáte sopečné erupce jako velké riziko??



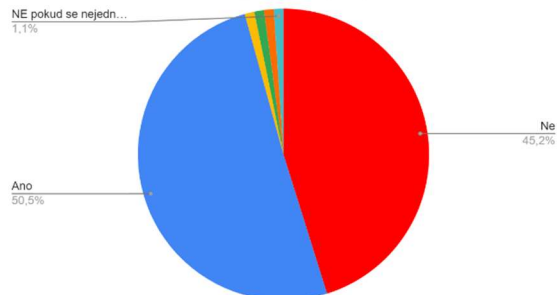
Jen muži: Vnímáte sopečné erupce jako velké riziko??



Jen ženy: Vnímáte sopečné erupce jako velké riziko??

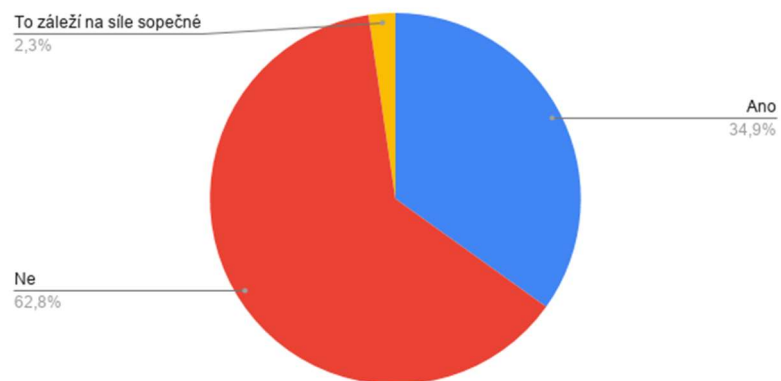


Lidé nad 46let: Vnímáte sopečné erupce jako velké riziko??



Zde u čtveřici grafů, která se mění jen nepatrně, můžeme vidět, že nezáleží na pohlaví ani věku. A rozložení názorů se velice nemění.

Lidé, kteří viděli sopečnou erupci: Vnímáte sopečné erupce jako velké riziko??



U jediného typu lidí se graf mízně změnil. A to na opačnou stranu, než jsem soudila.

Závěr

Z pohledu dnešní lidské společnosti lze definovat i jiná rizika, jež by sebou přinesly další velké sopečné exploze. Např. by došlo k výraznému omezení mobility na úrovni letecké dopravy. Jednotlivé země, ale i kontinenty na Zemi jsou dnes propojeny hustou leteckou dopravou. A právě následky rozsáhlého sopečného výbuchu by představovaly pro letadla riziko velkého ohrožení. Příkladem takové situace (i když v mnohem menším měřítku, a sice VEI 3) je erupce sopky Eyjafjallajökull na Islandu v roce 2010. I přes tak nízkou intenzitu, zastavila celou leteckou dopravu nad Evropou na týden. (Soukupová 2013).

Z toho je patrné, že vliv na změnu klimatických podmínek na Zemi je přímo úměrný velikosti (síle) výbuchu. Ne každý sopečný výbuch mění klima. Každý den vybuchne na Zemi několik sopek. Výbuchy sopek menší intenzity (VEI 0 až VEI 3), tj. charakterem havajské, strombolské a mírné pelejské erupce, nijak významně světové klima neovlivňují. Katastrofické jsou především těžko předvídatelné ultra piliánské erupce a erupce stratovulkánů. Rovněž je důležité, v jakém klimatickém pásmu se sopečná erupce odehraje. Je totiž rozdíl mezi sopečným výbuchem a jeho následky v subtropickém pásmu (např. Indonésie, Filipíny) a výbuchem a jeho následky v polárních oblastech.

Jeden z nejhrošších scénářů po výbuchu sopky, je zastínění slunce mrakem vulkanického popela. To by mělo za následek velmi malá nebo žádnou úrodu. Popel by znečistil ovzduší a dráždil dýchací cesty. Tento problém byl již popsán v kapitole 6. Tuto situaci by odnesli asi nejvíce lidí s respiračními obtížemi např. astmatici, kterých se odhaduje v české republice na více než 5 %, což je okolo jednoho milionu lidí

Tak jako tak, každý sopečný výbuch zanechává nějaké následky. Jednou větší, jindy menší. Otázkou je, zda člověku dnes veškeré moderní vybavení a dostupné technologie umožňují být lépe připraven další sopečné erupce a jejich následky. Zdá se, že ne. Dost možná, že naopak. Množství populace na Zemi a s tím spojené otázky výživy, míra závislosti na globální ekonomice, zdroje nutné pro každodenní život, nepřipravenost populace na takové situace apod. tuto situaci neulehčují. Nezbyvá zřejmě, než se dále pomocí usilovného a pečlivého zkoumání historie naší planety a za pomoci stále modernější techniky a nových forem simulace pokoušet lépe předpovídat velké erupce a to, jak jim čelit...

Shrnutí důsledků exploze

Zatímco v Evropě způsobily tyto aerosoly nesnesitelná horka a ničivé letní bouřky, celkově jejich přítomnost ve vyšších částech atmosféry způsobila ochlazení na celé planetě. Na jaře 1784 postihli, v důsledku tuhé zimy s velkým množstvím sněhu, velké opakované povodně. Odhaduje se, že vlivem exploze Laki poklesly průměrné teploty na severní polokouli o 1,3 °C a nižší teploty vydržely po několik let.

Citace:

ACOT, P., 2005. *Historie a změny klimatu: od velkého třesku ke klimatickým katastrofám*. Praha: Karolinum. Galileo. ISBN 80-246-0869-3.

Beránková J., 1994: Demografický vývoj města Kouřimi v letech 1650 - 1850. *Historická demografie* Roč. 18, , s. 69-104

Benoist M., 1848: *Dictionnaire de Géographie Sacrée et Ecclésiastique (Volume 3)*, Paris,

BROŽ, P. 2019: Sopka Askja – místo, kde je Island trhán vedví. *Vesmír* [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2019/05/sopka-askja-misto-kde-je-island-trhan-vedvi.html>

BROŽ, P. a Závada P. 2019: Laki – sopka, která pomohla zažehnout Velkou francouzskou revoluci. *Vesmír* [online]. 2019 [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2019/05/laki-sopka-ktera-pomohla-zazehnout-velkou-francouzskou-revoluci.html>

ČÍLEK, Václav. *Co se děje se světem?: kniha malých dobrodiní v časech velké proměny Země*. Praha: Dokořán, 2016. ISBN 978-80-7363-761-3.

Cornelius Walford 1878, *The Insurance Cyclopaedia, Volume V*, London,

Český statistický úřad, 1978: *Obyvatelstvo českých zemí v letech 1754 – 1918. Díl I. 1754 – 1865*. Praha 1978

Danish population history 1600-1939, Hans Chr. Johansen , University Press of Southern Denmark, 2002

DEMARÉE, G. R. 2006 : The catastrophic floods of February 1784 in and around Belgium – a Little Ice Age event of frost, snow, river ice ... and floods. *Hydrological Sciences Journal.*, vol. 51, no. 5, p. 878–898. ISSN 0262-6667.

Elleder L., Munzar J., 2004: Extrémní povodeň na Vltavě a Labi v únoru 1784 jako následek mimořádných hydrometeorologických podmínek. *Meteorologické zprávy* 57, 11 s.

Brayshay, M.a, Grattan, J., 1999: Environmental and social responses in Europe to the 1783 eruption of the Laki fissure volcano in Iceland: a consideration of contemporary documentary evidence, *Geological Society Special Publication Volume 161*, , Pages 173-187

Fuster Joseph-Jean-Nicolas, 1845: Des Changements dans le Climat de la France, Histoire de ses Révolutions Météorologiques, Paris,

Franz Arago's Sämmtliche Werke (Volume 8), Verlag von Otto Wigand, Leipzig, 1860

GISLER, O. Das Wetter zu Ende des 18. Jahrhunderts. Geographica Helvetica. 1985, Jg. 40, Nr. 4, S. 205–222.

Globální program sopek, 2013. Sopky světa, v. 4.9.0 (4. června 2020). Venzke, E (ed.). Smithsonian Institution. Staženo 29. května 2020.

Grattan, John & Rabartin, Roland & Self, Stephen & Thordarson, Thorvaldur. 2005: Volcanic air pollution and mortality in France 1783–1784. Comptes Rendus - Geoscience. 337. 10.1016/j.crte.2005.01.013.

Grattan J, Brayshay M 1995: An amazing and portentous summer: environmental and social responses in Britain to the 1783 eruption of an Iceland volcano. Geogr J 161:125–134

Grattan, J., 1999): Extensive respiratory health effects of volcanogenic dry fog in 1783 inferred from European documentary sources. Environmental Geochemistry and Health.

Grattan, John & Rabartin, Roland & Self, Stephen & Thordarson, Thorvaldur, 2005): Volcanic air pollution and mortality in France 1783–1784. Comptes Rendus - Geoscience. 337. 10.1016/j.crte.2005.01.013.

GLASER, R., HAGEDORN, H. 1990: Die Überschwemmungskatastrophe von 1784 im Maintal. Eine Chronologie ihrer witterungsklimatischen Voraussetzungen und Auswirkungen. Die Erde., Jg. 121, Nr. 1, S. 1–14. ISSN 0013-9998.

Hans Chr. Johansen 2002 : Danish population history 1600-1939 Publisher: University Press of Southern Denmark Year: 245 pages. Series: University of Southern Denmark studies in history and social sciences, vol. 254 ISBN: 87-7838-725-6

JELÍNEK, V., 1912: Sadská: Popis dějepisný, místopisný a statistický. 37 s.

Keller G. A kol. 2012: Volcanism, impacts and mass extinctions. The Geological Society of London, Geoscientist. 22, 10-15 s.

Kašpárek A., 2017: Klimatické extrémny v průběhu 18. století. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha. 100 s. (diplomová práce)

Kolář P., 2008: Počasí a povodně ve střední a západní Evropě v zimě 1783/84. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno. 66 s. (bakalářská práce)

KISS, A. 2007: Winter floods of 1783-1784 in the areas of historical Hungary (rukopis).

[Budapest],. 9 s.

Knott Thomas R. et al. Discovery of two new super-eruptions from the Yellowstone hotspot track (USA): Is the Yellowstone hotspot waning?, *Geology* (2020). DOI: 10.1130/G47384.1

KISS, A. Winter floods of 1783-1784 in the areas of historical Hungary (rukopis). [Budapest], 2007. 9 s.

Larsen, G. & Guðmundsson, M.T. (2016 March 7). Katla. In: Oladottir, B., Larsen, G. & Guðmundsson, M. T. Catalogue of Icelandic Volcanoes. IMO, UI and CPD-NCIP. Retrieved from <http://icelandicvolcanoes.is/?volcano=KAT>

Malá K., 2017: Dopad erupce Laki na klima ve Skandinávii. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha. 65 s. (diplomová práce)

MARUSEK, James A., 2010. *A Chronological Listing of Early Weather Events*.

MACDONALD, N. The perspective of the United Kingdom in 1783-84 (rukopis). [Liverpool], 2007. 4 s.

McCLOY, S. T. Flood relief and control in eighteenth-century France. *The Journal of Modern History*. 1941, vol. 13, no. 1, p. 1–18. ISSN 00222801.

Melchiorre Gioja (1837) *Filosofia Della Statistica Esposta*, Presso Gius. Ruggia e Co., Lugano

NOVÁK, J. A. 2011: *Smrtící sopky*. V Praze: XYZ,. ISBN 978-80-7388-418-5.

Oppenheimer, C., Orchard, A., Stoffel, M. a kol. Erupce Eldgjá: načasování, dopady na dlouhou vzdálenost a vliv na křesťanizaci Islandu. *Climatic Change* **147**, 369–381 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2171-9>

OMAN, Luke, Alan ROBOCK, Georgiy L. STENCHIKOV a Thorvaldur THORDARSON. High-latitude eruptions cast shadow over the African monsoon and the flow of the Nile. *Geophysical Research Letters*[online]. 2006, **33**(18), n/a-n/a [cit. 2018-12-13]. DOI: 10.1029/2006GL027665. ISSN 00948276. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1029/2006GL027665>

Proctor Richard A., 1893: *Rough Ways Made Smooth, A Series of Familiar Essays on Scientific Subjects*, Longmans, Green, and Co., London,

Pitková I., 2012: Vliv vulkanické činnosti na chemii atmosféry Země na příkladu vybraných recentních erupcí. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc 45 s. (bakalářská práce)

Peirce Ch., 1847: *A Meteorological Account of the Weather in Philadelphia from January 1, 1790 to January 1 1847*, Lindsay & Blakiston, Philadelphia,

ROBEK, A., 1974: Lidové kronikářství na Kralupsku a Mělnicku. Praha: ÚEF ČSAV.

ROBEK, A., 1978: Lidové kronikářství na Poděbradsku. Praha: ÚEF ČSAV. 200 s.

Self S., Trordarsont T., Widdowson M., 2005: Gas Fluxes from Flood Basalt Eruptions. *Elements*, 1, 283-287

SVOBODA, Jiří, 1998. *Jak to bylo s Atlantidou: nový pohled na starou záhadu*. Praha: NS Svoboda. ISBN 80-205-0559-8.

Stanford Edward, 1878. (Royal) Journal of the Statistical Society, Volume XLI – Year 1878, London,

SKOPEC, J., 1910: Paměti Františka J. Vaváka, souseda a rychtáře milčického z let 1770-1816. Kniha druhá (Rok 1784-1790). Část I. (1784-1786). Praha: Nákladem Dědictví sv. Jana Nepomuckého. 114 s.

Science of The Total Environment Volume 151, Issue 3, 18 July 1994, Pages 241-247
Acid damage to vegetation following the Laki fissure eruption in 1783 — an historical review J.P.GrattanaF.B.Pyattb

Statistic Norway, 2018: Birth and Deaths. Dostupné online:
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveselections.asp> [staženo dne 8.9.2018]

Statistic Sweden, 2018: Population and Population Changes 1749–2016. Dostupné online: <http://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/population/population-composition/population-statistics/pog/tables-and-graphs/yearly-statistics--the-whole-country/population-and-population-changes/> [staženo dne 8.9.2018]

Thordarson T., G. Larsen, 2007: Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history, *Journal of Geodynamics*, Volume 43, Issue 1, 2007, Pages 118-152

Thordarson T. & Larsen, Guðrún & Steinþórsson, Sigurður & Self, Stephen, 2003: The 1783–1785 A.D. Laki-Grímsvötn eruptions II: Appraisal based on contemporary accounts. *Jokull*. 53. 11-48.

Witham CS, Oppenheimer C., 2004: Mortality in England during the 1783–4 Laki Craters eruption. *Bull Volcanol* 67:15–26

Weather Underground, History of Bismarck, North Dakota, URL:
http://www.wunderground.com/history/airport/KBIS/2009/1/1/MonthlyHistory.html?req_city=NA&req_state=NA&req_statena me=NA [cited 14 April 2009]

Wood CA (1984) Amazing and portentous summer of 1783. EOS, Transactions, American Geophysical Union 65(26):410

William Willis, Journals of the Rev. Thomas Smith and the Rev. Samuel Deane, Portland, 1849.

WITHAM, C. S. a C. OPPENHEIMER. Mortality in England during the 1783?4 Laki Craters eruption. Bulletin of Volcanology [online]. 2004, 67(1), 15-26 [cit. 2020-03-14]. DOI: 10.1007/s00445-004-0357-7. ISSN 0258-8900. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00445-004-0357-7>

Zielinski, Gregory & Fiacco, R. & Mayewski, Paul & Meeker, L. & Whitlow, S. & Twickler, Mark & Germani, M. & Endo, K. & Yasui, M.. (1994). Climatic impact of the A.D. 1783 Asama (Japan) Eruption was minimal: Evidence from the GISP2 Ice Core. Geophysical Research Letters - GEOPHYS RES LETT. 21. 2365-2368. 10.1029/94GL02481.

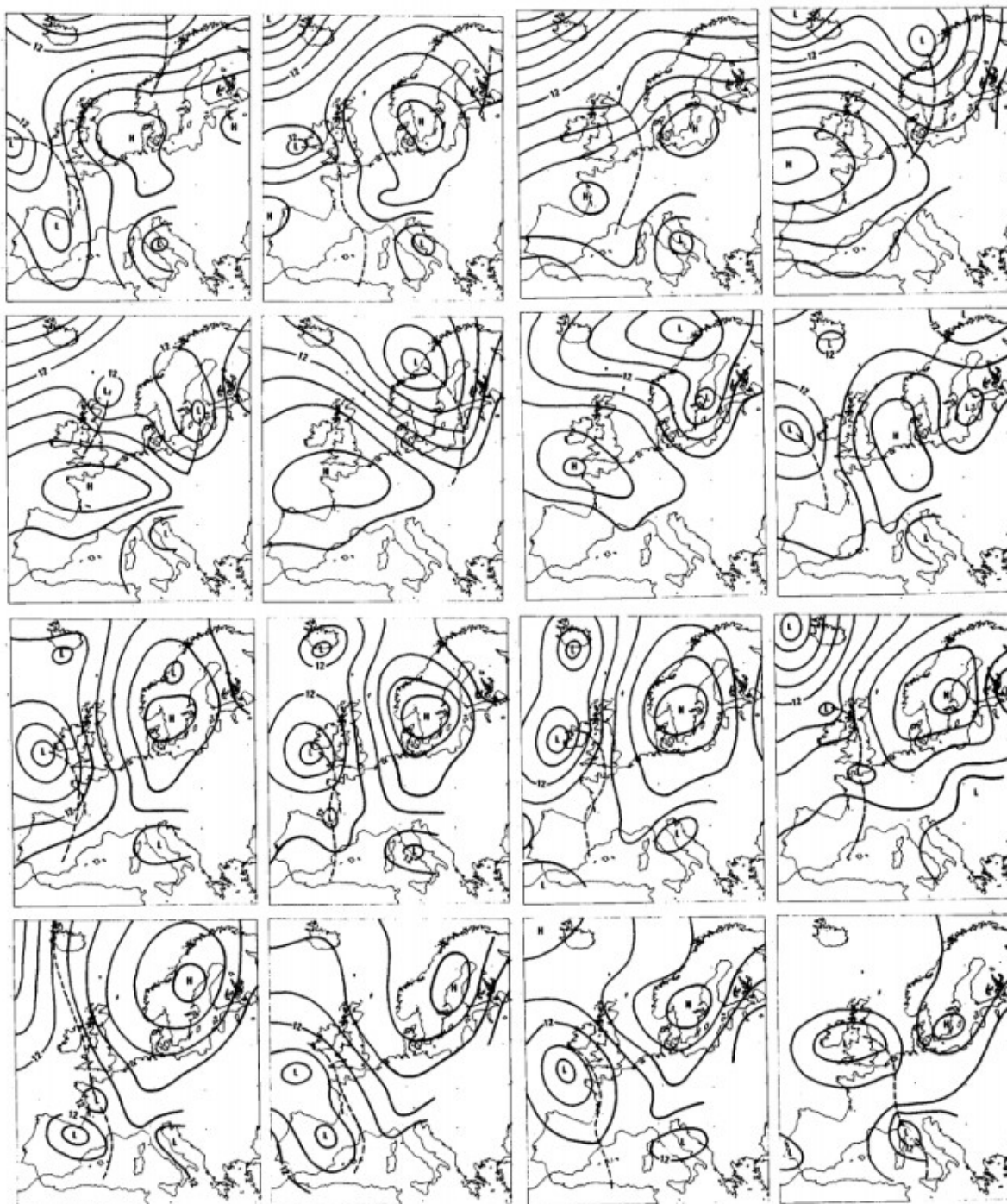
Zajícová J., 2013: Vulkanismus Velkých magmatických provincií v historii Země a jeho možné dopady na globální ekosystém, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha 33 s. (bakalářská práce)

ZEMAN, J. 2002: *Island: ostrov zrozený z ohně*. Praha: Paseka, 2002. ISBN 80-7185-458-

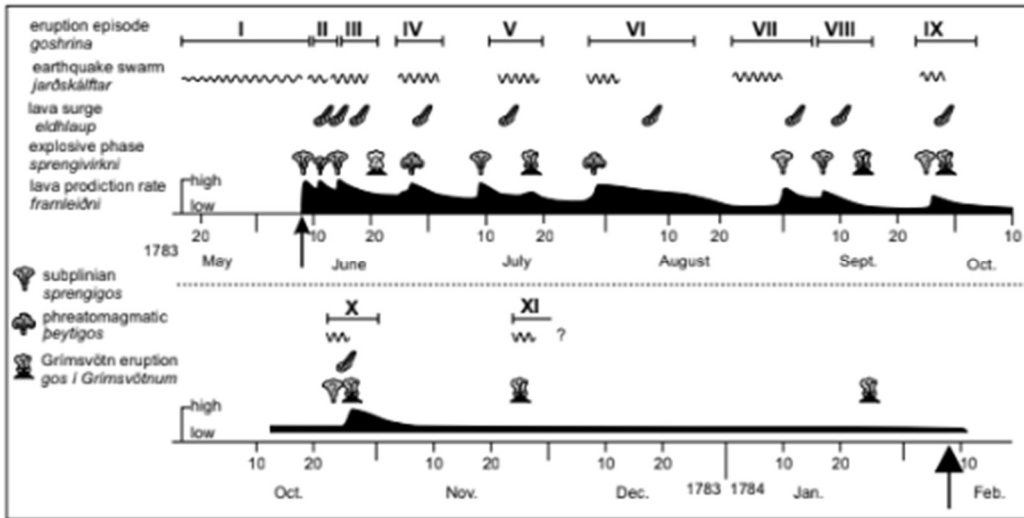
<https://www.cambridge.org/core/books/weather-of-the-1780s-over-europe/0807F6B918B3DDD10B9E6D4B7FFAB611> (kniha počasí 80 léta)

Přílohy

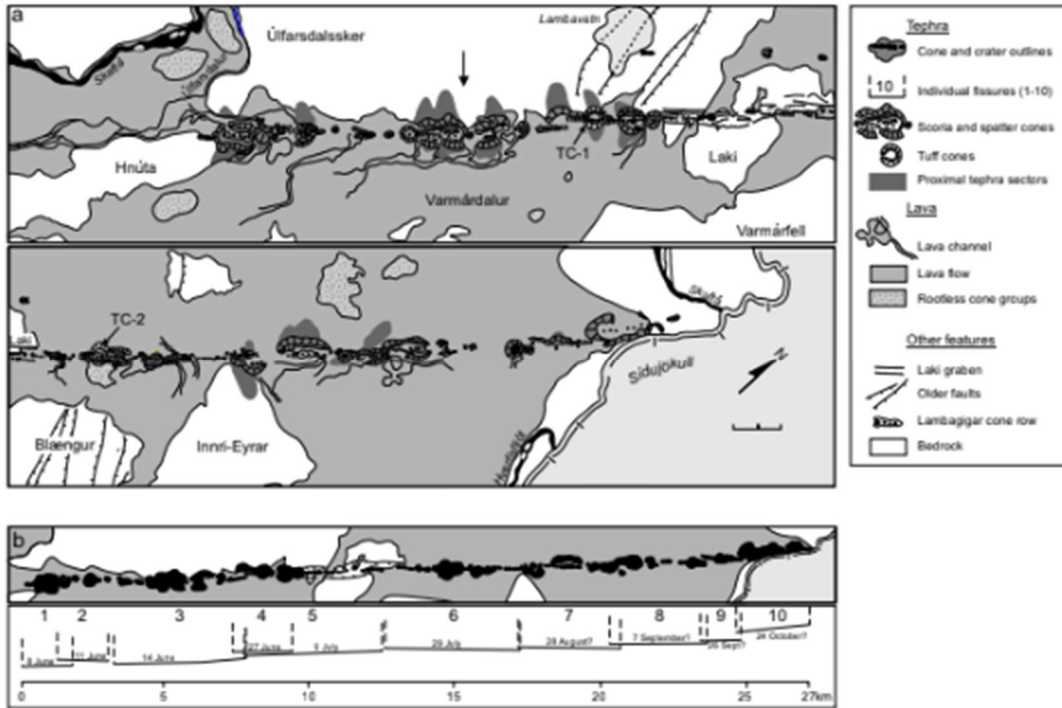
Denní synoptické mapy Evropy v červenci 1783 (upraveno podle: KINGTON, J., 1988)







Zdroj : Thordarson and Self (1993).



Zdroj: Thordarson and Self (1993)

Sopky na Islandu – kompletní seznam

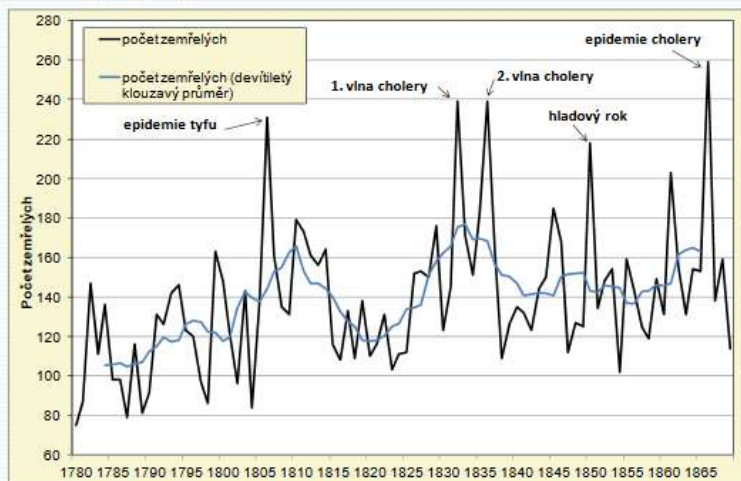
Jméno sopky	Nadmořská výška	Souřadnice	Poslední erupce
Askja	1516 m	65.03°N 16.75°W	1961
Bárðarbunga	2005 m	64.64°N 17.56°W	1903
Brennisteinsfjöll	626 m	63.92°N 21.83°W	1341
Eldfell	279 m	63.43°N 20.25°W	1973
Eldgjá fissure system	800 m	64.24°N 18.37°W	934
Esjufjöll	1760 m	64.27°N 16.65°W	1927
Eyjaflajallajökull	1666 m	63.63°N 19.62°W	2010
Fremrinámur	939 m	65.43°N 16.65°W	cca. 800 př.n.l
Grensdalur	497 m	64.02°N 21.17°W	
Grímsnes	214 m	64.03°N 20.87°W	cca. 3500 př.n.l
Grímsvötn	1725 m	64.42°N 17.33°W	2011
Hekla	1491 m	63.98°N 19.70°W	2000
Hengill	803 m	64.18°N 21.33°W	cca. 90 n.l.
Herðubreið	1682 m	65.18°N 16.34°W	
Hofsjökull	1782 m	64.85°N 19.53°W	
Hrómundartindur	540 m	64.07°N 21.20°W	cca. 10000 př.n.l
Hverfjall	420 m	65.36°N 16.53°W	cca. 500 př.n.l
Hveravellir	1360 m	64.75°N 19.98°W	cca. 950 n.l.
Jólnir	70 m	63.30°N 20.63°W	1966
Katla	1512 m	63.63°N 19.05°W	1918
Kerlingarfjöll	1488 m	64.63°N 19.32°W	
Kolbeinsey ridge	5 m	66.67°N 18.50°W	1999
Kollóttadyngja	1177 m	65.22°N 16.55°W	
Krafla	650 m	65.73°N 16.78°W	1984
Krýsuvík	379 m	63.93°N 22.10°W	cca. 1340
Krakatindur	300 m	63.55°N 19.30°W	
Kverkfjöll	1920 m	64.65°N 16.72°W	1968
Laki	1725 m	64.06°N 18.22°W	1783
Langjökull	1360 m	64.75°N 19.98°W	cca. 925 n.l.
Loki-Fögrufjöll	1570 m	64.48°N 17.80°W	1910
Ljósufjöll	988 m	64.87°N 22.23°W	cca. 960 n.l.
Lýsuhöll	540 m	64.87°N 23.25°W	
Órafajökull	2119 m	64.00°N 16.65°W	1727
Prestahnúkur	1386 m	64.60°N 20.60°W	cca. 7550 př.n.l.
Reykjanes	230 m	63.88°N 22.50°W	1879
Reykjanes hryggur	-80 m	63.67°N 23.33°W	1970
Snafellsjökull	1448 m	64.80°N 23.78°W	cca. 200 n.l.
Surtsey	174 m	63.30°N 20.62°W	1963
Theistareykjarbunga	564 m	65.88°N 16.83°W	cca. 750 př.n.l.
Thordarhyrna		64.12°N 17.0°W	1910
Thórólfsfell	574 m	63.72°N 19.67°W	
Tindfjallajökull	1463 m	63.78°N 19.57°W	
Tjörnes fracture zone	-150 m	66.30°N 17.10°W	1868
Torfajökull	1259 m	63.92°N 19.17°W	1477
Tungnafellsjökull	1535 m	64.73°N 17.92°W	
Vatnafjöll	1235 m	63.92°N 19.67°W	cca. 750

Tab. 1 - Kompletní seznam sopek na Islandu

Zdroj: (<https://katla.cz/sopky-na-islandu/>)

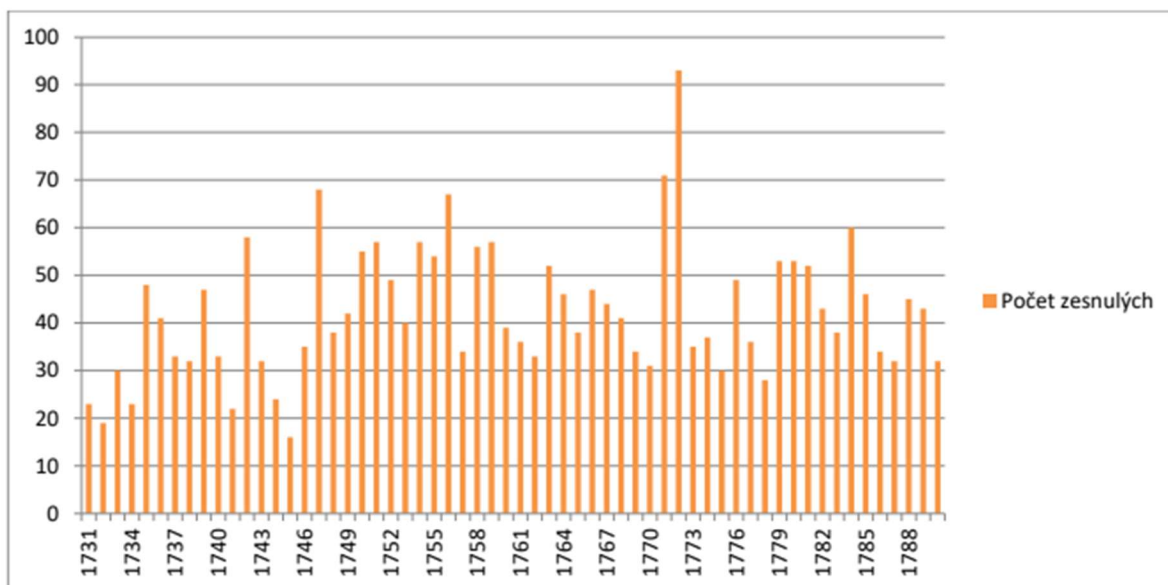
Počet zemřelých na panství Škvorec v letech 1780–1869

- výrazné výkyvy

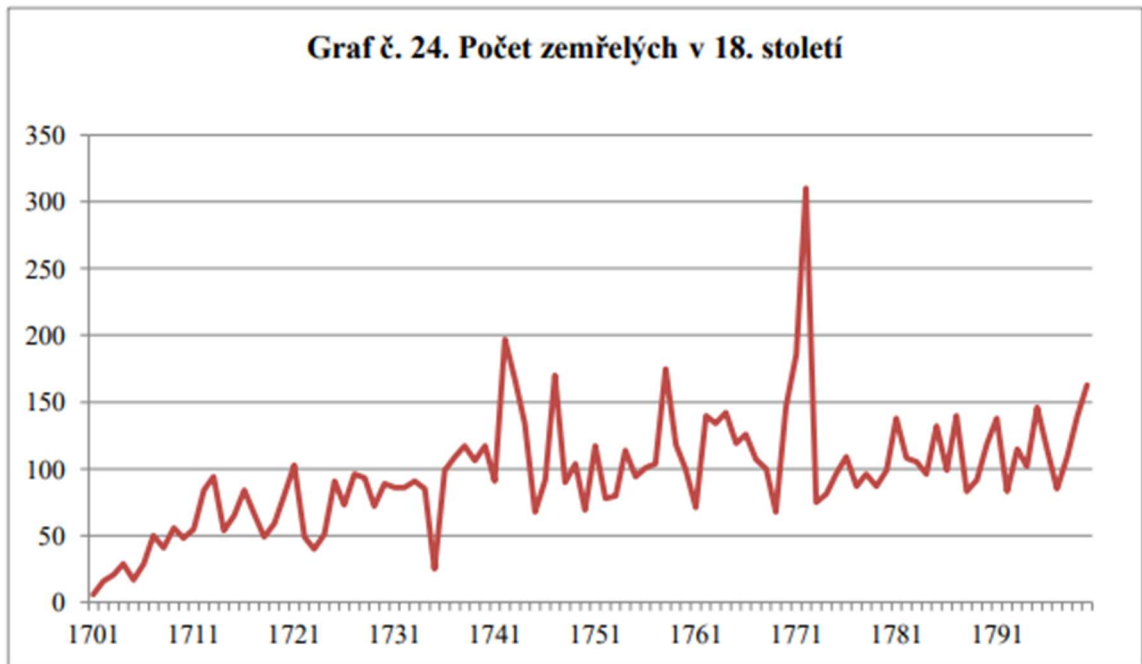


Barbora Kuprová: Obyvatelstvo na panství Škvorec v 18. a 19. století

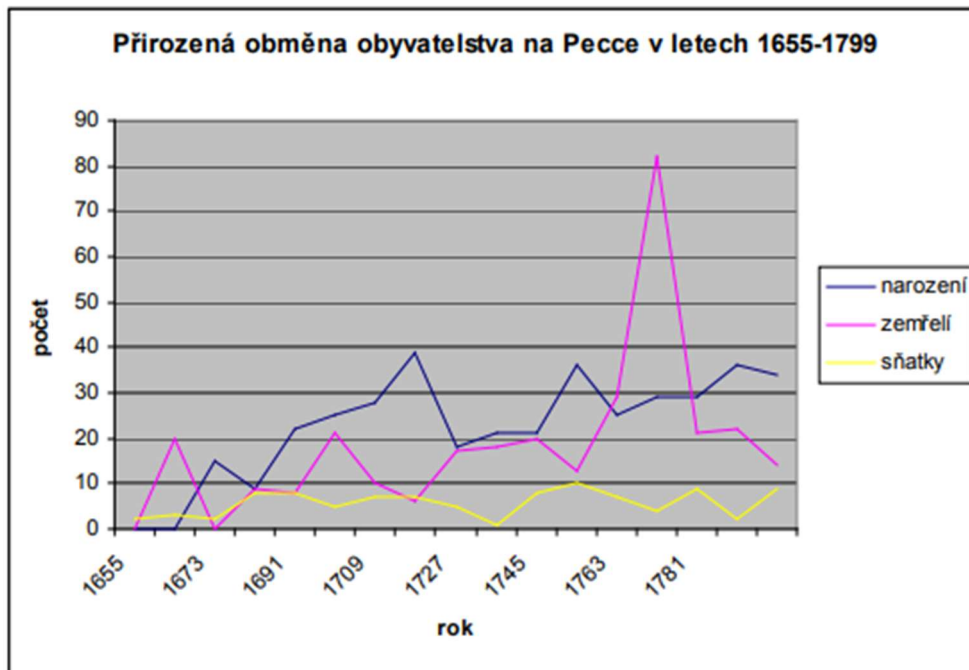
Obyvatelstvo Horažďovice (Diplomová práce - Bc. Zuzana Martínková)



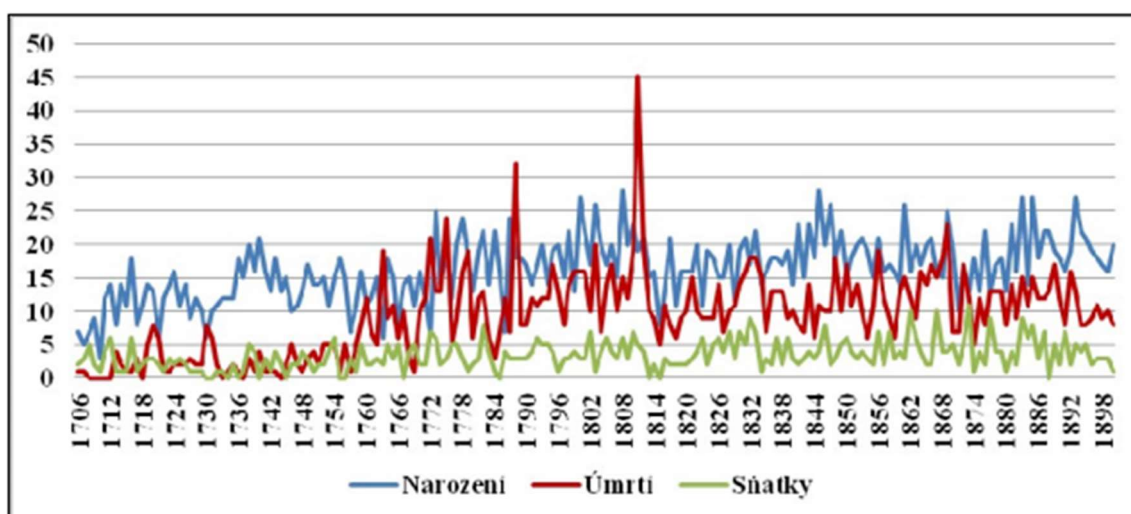
Lucie Večerníková - Diplomová práce - Sociální a demografický vývoj na panství Blatná v 17.-19. století



Petra Vondroušová - Diplomová práce - Demografický vývoj městečka Pecka

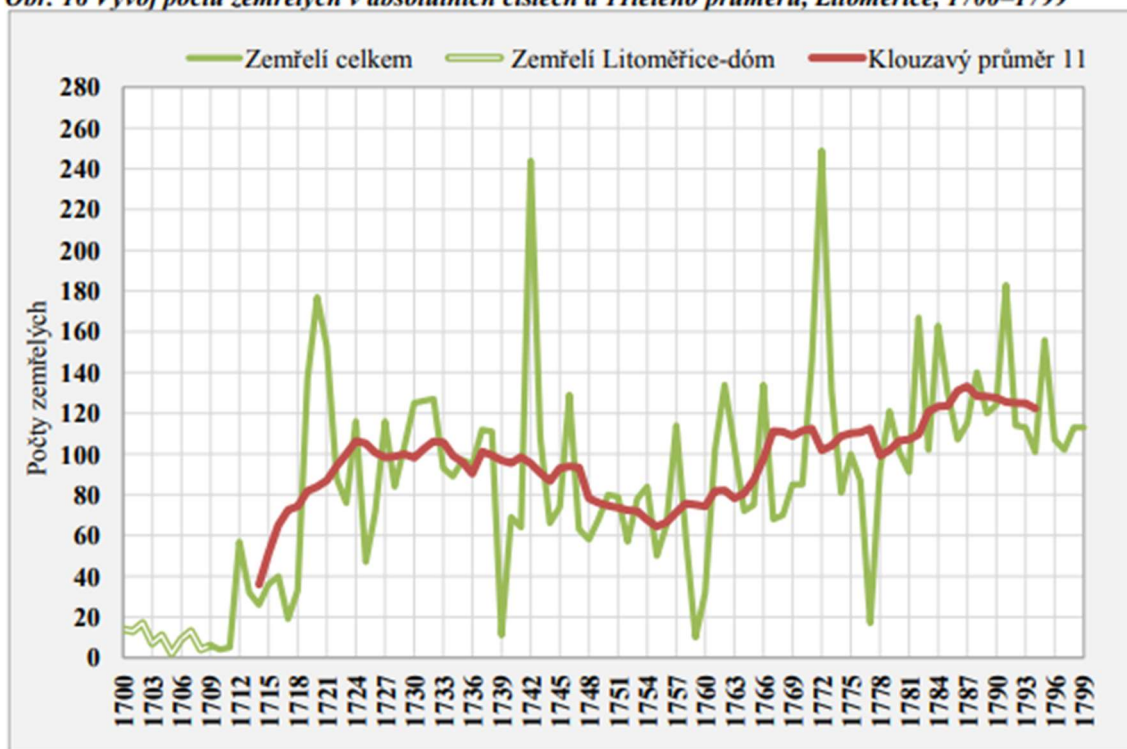


Graf 9. Narození, sňatky a úmrtí v obci Lesonice v 18. a 19. století



Bc. Vendula Moszová – Diplomová práce - Demografický vývoj obyvatelstva na území města Litoměřic v letech 1700–1799

Obr. 16 Vývoj počtu zemřelých v absolutních číslech a 11letého průměru, Litoměřice, 1700–1799



Český statistický úřad, 1978 – údaje poskytnuty

Tab. 13 SÚPISY OBVAŠTĚNÝCH VĚKŮ 1782 – 1893

a) domáci a přitomné obvaštěné

Rok, země	Domáci obvaštěné			Z domácních mužů bytí nepřítomní		K tomu přítomní						Přítomní		Přítomné ženy			Přítomné obvaštěné na počtu na rohu				
	muži	ženy	úhrnem	v této zemi	mimo zemi	neznámo kde	celkem	domáci muži	z této země	z jiných zemí	z ciziny	celkem	muži	domáci	z jiných zemí	z ciziny	celkem	ženy	domáci	z jiných zemí	z ciziny
1782	1 316 784	491 714	2 808 478	14 665	9 164	6 446	30 275	1 346 499	9 784	1 209	3 339	14 332	1 360 821	1 491 714	216	1 004	1 492 934	2 853 755	1 592 409	1 361 346	1 361 346
M.S.I.	1 316 784	491 714	2 808 478	14 665	9 164	6 446	30 275	1 346 499	9 784	1 209	3 339	14 332	1 360 821	1 491 714	216	1 004	1 492 934	2 853 755	1 592 409	1 361 346	1 361 346
Č.	1 316 784	491 714	2 808 478	14 665	9 164	6 446	30 275	1 346 499	9 784	1 209	3 339	14 332	1 360 821	1 491 714	216	1 004	1 492 934	2 853 755	1 592 409	1 361 346	1 361 346
1790	2 143 012	822 217	4 592 465	20 801	13 071	10 784	46 116	2 103 497	14 298	3 332	6 892	12 565	2 129 027	2 313 301	216	1 966	2 316 267	4 445 764	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 143 012	822 217	4 592 465	20 801	13 071	10 784	46 116	2 103 497	14 298	3 332	6 892	12 565	2 129 027	2 313 301	216	1 966	2 316 267	4 445 764	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 143 012	822 217	4 592 465	20 801	13 071	10 784	46 116	2 103 497	14 298	3 332	6 892	12 565	2 129 027	2 313 301	216	1 966	2 316 267	4 445 764	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1791	2 145 157	824 113	4 476 664	18 464	14 449	9 760	42 673	2 182 484	10 827	3 114	6 314	20 255	2 182 739	2 331 507	190	2 580	2 333 894	4 455 631	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 145 157	824 113	4 476 664	18 464	14 449	9 760	42 673	2 182 484	10 827	3 114	6 314	20 255	2 182 739	2 331 507	190	2 580	2 333 894	4 455 631	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 145 157	824 113	4 476 664	18 464	14 449	9 760	42 673	2 182 484	10 827	3 114	6 314	20 255	2 182 739	2 331 507	190	2 580	2 333 894	4 455 631	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1792	2 151 581	827 825	4 498 864	18 013	13 423	9 114	41 179	2 112 419	11 435	2 577	6 254	21 120	2 113 538	2 343 267	111	2 288	2 345 726	4 479 264	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 151 581	827 825	4 498 864	18 013	13 423	9 114	41 179	2 112 419	11 435	2 577	6 254	21 120	2 113 538	2 343 267	111	2 288	2 345 726	4 479 264	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 151 581	827 825	4 498 864	18 013	13 423	9 114	41 179	2 112 419	11 435	2 577	6 254	21 120	2 113 538	2 343 267	111	2 288	2 345 726	4 479 264	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1793	2 190 353	832 750	4 593 989	17 585	13 333	8 500	39 303	2 151 050	10 927	2 482	6 054	20 372	2 171 428	2 350 645	184	1 275	2 172 603	4 514 389	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 190 353	832 750	4 593 989	17 585	13 333	8 500	39 303	2 151 050	10 927	2 482	6 054	20 372	2 171 428	2 350 645	184	1 275	2 172 603	4 514 389	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 190 353	832 750	4 593 989	17 585	13 333	8 500	39 303	2 151 050	10 927	2 482	6 054	20 372	2 171 428	2 350 645	184	1 275	2 172 603	4 514 389	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1794	2 192 071	838 977	4 591 875	18 446	14 034	9 198	43 344	2 146 727	9 315	2 166	7 402	18 727	2 164 508	2 394 432	132	1 154	2 165 662	4 581 629	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 192 071	838 977	4 591 875	18 446	14 034	9 198	43 344	2 146 727	9 315	2 166	7 402	18 727	2 164 508	2 394 432	132	1 154	2 165 662	4 581 629	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 192 071	838 977	4 591 875	18 446	14 034	9 198	43 344	2 146 727	9 315	2 166	7 402	18 727	2 164 508	2 394 432	132	1 154	2 165 662	4 581 629	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1795	2 198 936	838 977	4 594 369	18 584	14 315	11 256	44 135	2 150 731	9 312	2 891	7 402	18 727	2 150 731	2 394 432	114	1 154	2 151 885	4 581 629	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 198 936	838 977	4 594 369	18 584	14 315	11 256	44 135	2 150 731	9 312	2 891	7 402	18 727	2 150 731	2 394 432	114	1 154	2 151 885	4 581 629	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 198 936	838 977	4 594 369	18 584	14 315	11 256	44 135	2 150 731	9 312	2 891	7 402	18 727	2 150 731	2 394 432	114	1 154	2 151 885	4 581 629	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1796	2 229 292	853 119	4 694 571	15 595	12 984	6 004	43 068	2 177 984	8 110	2 114	6 281	16 505	2 184 008	2 463 605	98	1 310	2 185 318	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 229 292	853 119	4 694 571	15 595	12 984	6 004	43 068	2 177 984	8 110	2 114	6 281	16 505	2 184 008	2 463 605	98	1 310	2 185 318	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 229 292	853 119	4 694 571	15 595	12 984	6 004	43 068	2 177 984	8 110	2 114	6 281	16 505	2 184 008	2 463 605	98	1 310	2 185 318	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1797	2 231 190	853 119	4 692 387	15 788	14 345	5 043	43 068	2 177 984	8 110	2 114	6 281	16 505	2 184 008	2 463 605	102	1 310	2 185 318	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 231 190	853 119	4 692 387	15 788	14 345	5 043	43 068	2 177 984	8 110	2 114	6 281	16 505	2 184 008	2 463 605	102	1 310	2 185 318	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 231 190	853 119	4 692 387	15 788	14 345	5 043	43 068	2 177 984	8 110	2 114	6 281	16 505	2 184 008	2 463 605	102	1 310	2 185 318	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
1798	2 228 210	853 119	4 707 095	16 662	12 170	8 167	45 262	2 184 008	7 415	2 098	5 992	16 960	2 200 988	2 463 605	102	1 310	2 202 018	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
M.S.I.	2 228 210	853 119	4 707 095	16 662	12 170	8 167	45 262	2 184 008	7 415	2 098	5 992	16 960	2 200 988	2 463 605	102	1 310	2 202 018	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271
Č.	2 228 210	853 119	4 707 095	16 662	12 170	8 167	45 262	2 184 008	7 415	2 098	5 992	16 960	2 200 988	2 463 605	102	1 310	2 202 018	4 648 095	2 585 506	2 116 271	2 116 271

1. pokračování

