ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE

VLIV ISLANDSKÝCH SOPEK NA KLIMA EVROPY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

Bakalant: Marika Zahradníčková

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marika Zahradníčková

Aplikovaná ekologie

Název práce

Vliv islandských sopek na klima Evropy

Název anglicky

The influence of Icelandic volcanoes on the climate of Europe

---

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je analýza dostupných dat a informací týkajících se na jedné straně erupcí islandských sopek a na straně druhé změn klimatu v Evropě, které by mohly s erupcemi souviset. Výstupem bude potvrzení, zda tyto erupce skutečně ovlivňují evropské klima, a pokud ano, tak v přibližně v jakém rozsahu.

Metodika

Nejprve bude studentka analyzovat data a informace související s erupcemi islandských sopek a klimatických jevů na území Evropy ve stejných obdobích a obdobích následujících po erupcích. Porovná klimatické jevy následující erupce s klimatem ve stejném ročním období v jiných letech (kdy nedocházelo k erupcím) za účelem potvrzení či vyvrácení, že jde skutečně o klimatický jev, který není v dané části roku a na daném území běžný. Dále popíše, v čem se klima oproti normálu liší. Data a informace budou čerpány z dostupných zdrojů (literatura, databáze, webové stránky).

Osnova:

1. Úvod

2. Island – vznik a geologie

3. Klima (klimatické faktory, typy počasí, srážky, vlhkost, teploty, vítr, větrné bouře)

4. Sopečná činnost (indexy charakterizující sopečnou činnost, energie sopečné činnosti, produkty sopečné činnost – magma, pyroklastický materiál, sopečné plyny)

5. Vliv sopečné erupce na klima a počasí (vulkanismus, sopky, vliv erupcí na počasí (NAO, AMO, AO, způsob pozorování)

6. Sopky na Islandu a historie jejich erupcí

7. Klima na území Evropy v obdobích následujících erupce

8. Obvyklé klima na území Evropy

9. Porovnání změn klimatu
10. Vyhodnocení výsledků
11. Závěr
12. Seznam zdrojů
13. Přílohy

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

Island, sopka, erupce, klima, Evropa

Doporučené zdroje informací

GLOBAL VOLCANISM PROGRAM [online]. Washington D.C. (Spojené státy Americké) : Smithsonian Institution, Department of Mineral Sciences, National Museum of Natural History – 2013. Dostupný z WWW: https://volcano.si.edu

JERRAM, Dougal; SCARTH, Alwyn; TANGUY, Jean-Claude. Volcanoes of Europe. Dunedin Academic Press. 2017. ISBN 1780460422

JOVANELLY, Tamie J. Iceland: Tectonics, Volcanics, and Glacial Features. Amer Geophysical Union. 2020. ISBN 9781119427094

NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION [online]. Washington D.C. (Spojené státy Americké) : National Oceanic and Atmospheric Administration – 2013 Dostupný z WWW: https://www.ncei.noaa.gov

SIEBERT, Lee; SIMKIN, Tom; KIMBERLY, Paul. Volcanoes of the World. University of California Press. 2011. ISBN: 9780520268777

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 5. 12. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 01. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vliv Islandských sopek na klima Evropy vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou 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 bakalářské 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 verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 29.3. 2023

Zahradníčková

.....

Marika Zahradníčková

Poděkování

Děkuji Ing. Janě Soukupové, Ph.D. za odborné vedení a připomínky při zpracování mé bakalářské práce a za všechny materiály a podněty, které mi poskytla. Dále pak děkuji mé rodině, a především manželovi za podporu.

Abstrakt

Má práce pojednává o možném vlivu erupcí islandských sopek na změny klimatu v Evropě. V první části popisuji Island z hlediska geografie, historie, demografie a geologie. Dále se zabývám klimatologickými pojmy, které je potřeba znát ke zkoumání dat v praktické části práce, a popisuji klima na Islandu a v Evropě.

V praktické části této bakalářské práce porovnávám vývoj teplot a srážek na základě dat z meteorologických stanic v Praze a Edinburghu. Abych dokázala potvrdit či vyvrátit vliv erupcí na Islandu, porovnávám data z období těchto erupcí s daty z předchozích a následujících let. Data jsou zpracována do grafů. Závěrem analýzy je stanovisko, zda a případně do jaké míry ovlivňují erupce sopek na Islandu evropské klima.

Klíčová slova

Sopečná činnost, vulkán, klima, erupce

Abstract

My thesis discusses the possible influence of Icelandic volcanic eruptions on climate change in Europe. In the first part, I describe Iceland in terms of geography, history, demography and geology. Furthermore, I deal with climatological concepts that need to be known to examine the data in the practical part of the work, and I describe the climate in Iceland and Europe.

In the practical part of this bachelor's thesis, I compare the development of temperatures and precipitation based on data from meteorological stations in Prague and Edinburgh. In order to confirm or refute the influence of eruptions in Iceland, I compare data from the period of these eruptions with data from previous and following years. The data is processed into graphs. The conclusion of the analysis is an opinion on whether and to what extent volcanic eruptions in Iceland affect the European climate.

Keywords

Volcanic activity, volcano, climate, eruptin

Obsah

ÚVOD **1**

2. ISLAND 2

2.1. Vznik Islandu *3*

3. KLIMA 5

3.1. Klimatické faktory *6*

3.2. Počasí *8*

3.2.1. Srážky 9

3.2.2. Teplota 9

3.3. Klima na Islandu *10*

3.4. Klima v Evropě *10*

4. SOPEČNÁ ČINNOST 11

4.1. Indexy *13*

4.1.1. Index vulkanické aktivity (VEI) 13

4.1.2. Index prachového závoje (DVI) 14

4.2. Produkty sopečné činnosti *14*

5. ERUPCE A JEJICH VLIV NA EVROPSKÉ KLIMA 15

5.1. Laki *15*

5.1.1. Erupce 8.6.1783 – 7.2.1784 15

5.2. Eyjafjallajökull *17*

5.2.1. Erupce 19.12.1821 – 1.1.1823 18

5.2.2. Erupce 20.3. – 23.6.2010 20

5.3. Katla *23*

5.3.1. Erupce 26.6.-23.7.1823 23

5.3.2. Erupce 8.5.-27.5.1860 27

5.3.3. Erupce 12.10.-4.11.1918 29

5.4. Hekla *31*

5.4.1. Erupce 2.9.1845-5.5.1846 31

5.4.2. Erupce 29.3.1947-21.4.1948 33

5.4.3. Erupce 5.5.-5.7.1970 35

5.4.4. Erupce 17.1.-11.3.1991 38

5.4.5. Erupce 26.2.-8.3.2000 40

5.5. Grímsvötn 43

5.5.1. Erupce 8.1.1873-8/1873 43

5.5.2. Erupce 18.12.-28.12.1998 45

5.5.3. Erupce 21.5.-28.5.2011 48

5.6. Askja 50

5.6.1. Erupce 1.1.-17.10.1875 50

6. DISKUSE 52

7. ZÁVĚR 54

Úvod

Island svou krajinou láká mnoho z nás za dobrodružstvím, která tato země nabízí. Může na nás působit jako krajina z filmů s prehistorickou tématikou. Island a sopky patří neodmyslitelně k sobě. Od pevninské Evropy je tento ostrovní stát poměrně vzdálený (cca 1000 km od Norska) a proto jsem se rozhodla zkoumat, zda sopečná činnost, ke které na Islandu dochází, má vliv na evropské klima, a pokud ano, tak jak velkého rozsahu tyto změny jsou.

V teoretické části se zaměřuji na charakteristiku základních pojmů, které nás budou provázet celou bakalářskou prací. Seznámíme se s Islandem, jeho geografií, demografickými údaji a samozřejmě nás budou zajímat především informace z oblasti geologie.

Za účelem zpracování dat musíme znát také základní meteorologickou terminologii. Povíme si něco o tom, co je to klima, co jsou klimatické změny a co pro nás znamenají. Rozvedeme podrobněji konkrétní pojmy, které nás budou celou prací a zejména její praktickou částí doprovázet.

Praktická část mé práce se bude zabývat analýzou sopečné činnosti na Islandu a klimatických změn v Evropě. Cílem totiž je ověřit, zda existuje vztah mezi těmito jevy. Z dostupných databází budu čerpat informace o potvrzených erupcích. Záměrně vybírám erupce historicky starší i ty novodobější. Následně si vyhledám dostupná data týkající se klimatu v Evropě z období těchto erupcí a také před nimi a krátce po nich.

Abych mohla potvrdit a vyvrátit, zda v důsledku vulkanické činnosti na Islandu došlo ke klimatickým změnám v Evropě, bude zapotřebí porovnat data z období erupcí s daty ze stejného období v jiných letech. Touto cestou si ověřím, zda se nejedná o běžné klima spojené s daným obdobím.

2. Island

Island je severský ostrovní stát. Je považován za součást evropského kontinentu, i přesto, že nejbližší pevninou je Grónsko, které je z mnoha hledisek (např. historie, politika atd.) považováno také za součást Evropy, ale geograficky se bere za součást Severní Ameriky. Z evropské strany, tedy z východní, jsou k Islandu nejblíže Faerské ostrovy.

„Island nemá původní obyvatelstvo. Od počátku osídlení, které se datuje cca do devátého století našeho letopočtu, pochází obyvatelé Islandu většinou ze severní Evropy.“[1] Hlavním městem je Reykjavík. Pro porovnání měl v roce 2022 Reykjavík podle islandského národního statistického úřadu Hagstofa Íslands 135 688 obyvatel, Praha má dle posledních informací Českého statistického úřadu 1 281 219 obyvatel. Co se týká obyvatelstva celé země, Island má 372 520 obyvatel a Česká republika 10 526 937. Vzhledem k rozlohám obou zemí (Island cca 103 125 m^2, Česká republika cca 78 870 m^2) je patrné, že hustota osídlení je velmi rozdílná. V rámci samotného Islandu je hustota zalidnění nerovnoměrně rozprostřená po celém území země. Většina obyvatelstva se soustřeďuje do hlavního města a jeho okolí.

„Klíčová odvětví islandského průmyslu stojí z velké části na udržitelnosti. Jsou využívány přírodní mořské a energetické zdroje. Island celkový energetický rozpočet zahrnuje ve srovnání s jinými zeměmi nejvyšší podíl obnovitelné energie. Převedeme-li si to do čísel, tak cca 85 % všech dodávek energie pochází z domácích obnovitelných zdrojů a cca 90 % islandských domácností je vytápěno za pomoci využití geotermální vody.“[2] Je to pro Island logické a v kontextu současné doby velmi důležité, že jsou energie získávány způsobem, který šetří životní prostředí.

„Zároveň jsou geotermální zdroje cílem turistů a turismus je jeden z pilířů islandské ekonomiky. Před rokem 2020, kdy zasáhla celý svět pandemie COVID-19, tvořil turismus 35 % celkového exportu zboží a služeb Islandu. V roce 2021 klesl podíl

[1] Iceland [online]. Tromsø, Norsko: Arctic Council Secretariat, ©2023, [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: https://arctic-council.org/about/states/iceland/

[2] Iceland [online]. Tromsø, Norsko: Arctic Council Secretariat, ©2023, [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: https://arctic-council.org/about/states/iceland/

na 17 %. Mezi lety 2010 a 2018 vrostl počet turistů o více než 400 %.“ [3] Dá se očekávat, že s koncem nebo spíš s ústupem pandemie zájem turistů o tuto lokalitu opět poroste.

Islandská ekonomika stojí celkem na třech pilířích. Turismus jsem již zmínila. Dalšími jsou zpracování hliníku a rybolov. *„Island je čistý vývozce ryb a rybích produktů. Podle OECD tvořil v roce 2018 podíl islandského rybolovu na objemu celosvětové produkce cca 1,5 %.“* [4] Ryby samozřejmě tvoří velkou část islandské gastronomie. Známým islandským pokrmem je Hákarl, což je v podstatě zkvašené žraločí maso, které prý velmi silně zapáchá.

Orientace na rybolov byla nevyhnutelná díky prostředí, které není příliš přátelské k zemědělství. Není náhodou, že se Islandu říká země ohně a ledu. Pojďme si tedy říct něco k jeho vzniku.

2.1. Vznik Islandu

Geologický vznik Islandu předpokládáme cca před sedmnácti miliony let. Různé zdroje se tímto údajem liší v řádu jednotek milionů let. Díváme-li se na tento údaj v kontextu vývoje planety Země, je Island velmi mladý. Vznik Země datujeme přibližně před 4,6 miliardami let. I přesto, že výše uvádím, že se Island považuje za součást Evropy, ve skutečnosti leží na hranici dvou tektonických desek, a to Severoamerické a Euroasijské. Lze si tedy představit, proč je země tak zajímavá z hlediska sopečné činnosti. *„Island je často považován za příklad vynořeného středooceánského hřbetu. Tato zvláštnost má za následek umístění horké skvrny (tzv. hot spotu) pod hřbetem. Tyto dva jevy vytvářejí vysokou magmatickou produktivitu, která umožňuje vynoření oceánského hřbetu*.[5]“

---

[3] Market Overview [online]. Washington, D.C., USA: The International Trade Administration, U.S. Department of Commerce, 03.10.2021, poslední změna 08.06.2022 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/iceland-market-overview

[4] Fisheries and Aquaculture in Iceland [online]. Paříž, Francie: Organisation for Economic Co-operation and Development, leden 2021, str. 2 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: https://www.oecd.org/agriculture/topics/fisheries-and-aquaculture/documents/report_cn_fish_isl.pdf

[5] DAUTEUIL, O. a BERGERAT, F. Interactions between magmatism and tectonics in Iceland: a review. Geodinamica Acta [online]. Taylor & Francis, LLC, 2012, vol. 18, issue 1, str. 1-9 [cit. 2022-12-

„Stejně tak jako při jeho vzniku, i nadále je díky svému umístění bodem pro geologickou aktivitu, jako jsou zemětřesení, sopečné erupce a gejzíry, které Islandu dodávají již zmíněnou geotermální energii.“[6] Před sedmnácti miliony let započal proces, který nám dal tento ostrov, ale vzhledem k množství a intenzitě geologické aktivity, je patrné, že tento proces není u konce.

Islandské vulkány o sobě dají čas od času vědět, proto to označení země ohně, ale Island je také zemí ledu. *„Ledovce pokrývají okolo 11 % povrchu Islandu. Ty největší se nachází uprostřed a v jižní části ostrova. Konkrétně tím největším je Vatnajökull, který má rozlohu přibližně 7 900 km^2 a objem 3 000 km^3.“*[7] Island vlastně znamená doslova „ledová země“. Ledovce často ukrývají vulkány, které bývají aktivní, což v případě erupce může vést k uvolnění velkého množství vody a následně k záplavám. Na druhou stranu má Island díky ledovcům velkou zásobu pitné vody.

Z hlediska vzniku pevniny na základě vulkanické činnosti je zajímavý ostrov Surtsey, který je přibližně 30 km jižně od Islandu. Vznikl až v roce 1963 a bez zvláštního povolení není možné na něj vstoupit. Již dva roky po vzniku byl prohlášen přírodní rezervací. Jde o kus země, kde se teprve život vyvíjí a dává nám příležitost tento vývoj sledovat v reálném čase. Ovšem je otázkou, zda časem tento ostrov zase nepohltí moře. *„Když ostrov vznikl, jeho plocha činila 2,6 km^2. Nejvyšší bod se nacházel cca 170 m nad mořem. Jeho plocha se ale postupně snižuje. Od roku 2012 se snížila až o 50 % na 1,4 km^2. Měření v roce 2007 ukázalo, že nejvyšší bod má už jen 155 m.“*[8] Musíme doufat, že se vlivem zvyšující se hladiny moře a vlastního usedání se ostrov neztratí pod hladinou a bude dál sloužit jako živá laboratoř. Mohl by v budoucnu přiblížit to, jak vznikal samotný Island.

26]. ISSN 2766-9645. Dostupné z https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.3166/ga.18.1-9?needAccess=true&role=button

[6] THOMPSON, A. How Did Iceland Form? [online]. New York, New York: Future US, Inc., 22.03.2010, [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: https://www.livescience.com/8129-iceland-form.html

[7] Glaciers [online]. Garðabær, Island: Icelandic Institute of Natural History, ©2023, [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: https://www.ni.is/en/geology/water/glaciers

[8] BYRD, D. a GONZAGA, S. A new island is born [online]. Austin, Texas: EARTHSKY COMMUNICATIONS INC., 14.11.2021, [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: https://earthsky.org/earth/surtsey-and-the-birth-of-new-islands/

3. Klima

Co je to klima? Často ho zaměňujeme s pojmem počasí. Počasí je ale stav v určitý moment na určitém místě. Může být velmi proměnlivé, a i když se ho meteorologové snaží předpovídat, ne vždy to zcela funguje. Existuje mnoho faktorů, které mají na změny počasí vliv. Například směr větru, rychlost větru, déšť, kroupy, sníh, vlhkost vzduchu, teplota vzduchu atd.

Klima je stav dlouhodobějšího rázu a bývá charakteristické pro určitá území. V češtině se setkáme také s pojmem podnebí. Tím se dostáváme k podnebným pásům. Základní rozdělení zahrnuje pásy polární, mírný, subtropický a tropický. Také známe podrobnější rozdělení, do kterého patří ještě subpolární pásmo.

Podnebí je pro nás zásadní a má na náš život obrovský vliv. Od toho, v jakém pásmu žijeme, se odvíjí naše kultura, zemědělství, způsob výstavby budov i volba materiálů. Tradiční pokrmy jsou připravovány z plodin, které lze v našem podnebí vypěstovat či z masa zvířat, která v daném pásu mohou žít. V současné době se samozřejmě tato závislost na podnebí do jisté míry snižuje díky globalizaci a mezinárodnímu obchodu. Není problém připravovat pokrmy z potravin, které u nás nelze vůbec vypěstovat.

Věda, která zkoumá klima, se nazývá klimatologie. Klimatologové provádí řadu výzkumů, v rámci nichž pracují s tzv. proxy daty. „*Tato proxy data jsou uchované fyzikální vlastnosti prostředí, které můžou zastoupit pro přímá měření. Paleoklimatologové shromažďují proxy data z přirozených záznamů klimatické proměnlivosti jako jsou letokruhy, ledová jádra, fosilní pyl, oceánské sedimenty, korály a historická data. Analýzou záznamů získaných z těchto a dalších proxy zdrojů mohou vědci rozšířit naše chápání klimatu daleko za hranice instrumentálních záznamů.*[9]“

[9] What Are Proxy Data? [online]. Asheville, North Carolina: National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2016, poslední změna 24.8.2018 [cit. 2022-12-28]. Dostupné z: https://www.ncei.noaa.gov/news/what-are-proxy-data

3.1. Klimatické faktory

Jakým způsobem se klima vyvíjí, je, jak už jsem výše zmínila, závislé na mnoha faktorech. Jedním z nich je zeměpisná šířka, což v podstatě znamená, do kterého klimatického pásma daná oblast spadá. *„Nejvíce přímého slunečního záření se dostává do oblasti rovníku, takže zde bývá přirozeně tepleji a čím dále půjdeme od rovníku, tím chladnější oblasti potkáme. Rovnou se můžeme podívat na další faktor ovlivňující klima, a to je vzdálenost určité oblasti od vody. Oblasti poblíž vody, např. oceánu či moře, zažívají mírnější změny teploty během roku. Oceán ale také může produkovat silné větry a srážky."*[10]

Oceány ovlivňují globální klima, a to více než si nejspíš většina z nás představuje. Jejich zásluhou dochází k regulaci klimatu. *„Přepravují ohřátou vodu od rovníku směrem k pólům a obráceně zase chladnou vodu od pólů směrem k rovníku. Pomáhají tak omezovat nerovnoměrné rozložení slunečního záření, které dopadá na Zemi. Pokud by se tak nedělo, měli bychom u rovníku extrémně horko a jak bychom se přibližovali k pólům, naráželi bychom na extrémně mrazivé podnebí. V důsledku by byly tyto části naší planety neobyvatelné a lidstvu by zbyla mnohem menší plocha pro život."*[11]

Georeliéf neboli tvar zemského povrchu je také jedním z faktorů, které mají vliv na klima. Rozlišujeme několik druhů georeliéfů, které si přiblížíme.

Georeliéf podle sklonu:

- rovinné plochy se sklonem 0-2°,
- mírně skloněné plochy 2-5°,
- značně skloněné plochy 5-15°,
- příkře skloněné plochy 15-25°,

[10] COLEMAN, E. What Are the Climate Zones in Europe? [online]. Washington, D.C., USA: Icelandic The World Bank Group, ©2003-2023, poslední změna 29.12.2021 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: https://study.com/learn/lesson/europe-climate-zones-classifications.html

[11] How does the ocean affect climate and weather on land? The ocean influences weather and climate by storing solar radiation, distributing heat and moisture around the globe, and driving weather systems. [online]. Asheville, North Carolina: National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration, 21.06.2013, poslední změna 06.07.2022 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://www.ncei.noaa.gov/news/what-are-proxy-data

- velmi příkře skloněné plochy 25-35°,
- srázy se sklonem 35-55°,
- stěny se sklonem více než 55°

Georeliéf podle orientace na světové strany není třeba příliš rozvádět. Buďto použijeme základní rozdělení na čtyři světové strany nebo na osm, do kterých zahrneme i severovýchod, severozápad, jihovýchod a jihozápad. Nezahrnujeme akorát plochy, které mají menší sklon než 2°. Podle orientace svahu pak dokážeme odvodit kdy a jak dlouho bude na dané území dopadat sluneční záření. V běžném životě hraje orientace ke světovým stranám roli např. i při návrhu dispozic v domě. Obytné místnosti, ve kterých chceme mít co nejdéle světlo a tím pádem i teplo, se snažíme obvykle orientovat na jih.

Rozlišujeme také tvary, a to ploché, konkávní nebo konvexní, tedy vhloubené nebo vypuklé. Mezi vhloubené řadíme kotliny, brázdy, brány a úvaly. Vypuklé se ještě dále rozdělují. Ty nejmenší nazýváme pahorky. Konvexní tvary do výšky 150 m dělíme na kupy, kužele a hory. Nejvyšší s výškou do 600 m a velkými sklony jsou vrch, velehora, štít, hřbet a hřeben. Nakonec i ploché tvary dělíme na plošiny a planiny. Soubory těchto tvarů tvoří celky, které nazýváme typy reliéfů.[12]

Důležitým faktorem je i vegetace. V závislosti na tom, jak bohatá je vegetace v daném místě, bývá vysoká míra např. vlhkosti či oblačnosti. Jako příklad použijme deštné pralesy. Ty dokáží zadržet velké množství vody. Jejím odpařováním vzniká více oblačnosti, a to vede i k většímu množství srážek. Tím se do této oblasti voda zase vrací.

Všechny tyto faktory existují a jsou na Zemi od jejího počátku, ale s vývojem lidské populace se stává člověk významným faktorem, který do jisté míry ovlivňuje některé výše zmíněné faktory a tím se stává příčinou změn klimatu. Právě třeba vegetaci dokáže přizpůsobovat svým potřebám velmi dobře a děje se to již dlouho. Už od pravěku lidé vypalovali lesy, aby získali pole. Stromy absorbují oxid uhličitý, ale

[12] GRYGAR, R.; JELÍNEK, J. Geomorfologie pro technické obory, Základy klasifikace georeliéfu [online]. Ostrava: Institut geologického inženýrství, Technická univerzita Ostrava, ©2023, [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/prednasky/2_kapitola.htm

odstraňováním lesů se tento množství oxidu uhličitého v atmosféře zvyšuje. Lesy obecně ustupují různým zájmům, ať už kvůli těžbě dřeva, potřebám orné půdy nebo stavebních parcel. Tím neměníme pouze vegetační pokrytí planety, ale také její reliéf. Ke změně georeliéfu a úbytku vegetace dochází i těžbou nerostných surovin nebo výstavbou.

Farmařením také zatěžujeme životní prostředí. Lidská populace neustále roste a zvedá se poptávka po potravinách, mezi které patří i maso. Lidstvo spotřebuje spoustu masa, ale hospodářská zvířata, která za tím účelem chováme, vyprodukují obrovské množství metanu. Společně s oxidem uhelnatým patří mezi tzv. skleníkové plyny, jejichž hromadění v atmosféře vede ke globálnímu oteplování.

3.2. Počasí

Počasí naše životy ovlivňuje každý den. Snažíme se ho předpovídat, abychom mohli plánovat pracovní či volnočasové aktivity. Sledujeme především teplotu, oblačnost, srážky, vítr a tlak. V první řadě jsou všechny tyto faktory počasí definovány do jisté míry klimatem dané oblasti. Ale dochází i k výkyvům, které pro jistou oblast nebývají obvyklé.

To, v jakých klimatických podmínkách se nacházíme, má vliv na to, jaké počasí v dané oblasti můžeme očekávat. Klimatické pásmo, jinými slovy vzdálenost určitého území od rovníku, je spjato zcela jistě s teplotou. Místa na rovníku a v jeho blízkosti, tedy v tropickém pásmu, se vyznačují vysokými teplotami a místa blížící se k polárním pruhům naopak velmi nízkými teplotami. Při vysokých teplotách dochází k silnějšímu odpařování vodních par, a to vede k tomu, že bývá v teplejších oblastech vyšší vlhkost vzduchu. Navíc díky náklonu zemské osy dochází během roku k větším rozdílům v délkách dne a noci tím, čím jsme dál od rovníku. Tento jev známe jako polární dny a noci. To má vliv na místní vegetaci, která dostává po určitý čas méně tepla a světla. V mírném klimatickém pásmu jsme zvyklí na čtyři roční období. Každé je specifické typem počasí. Léta bývají teplá, zimy relativně mírné a jaro s podzimem jsou taková přechodná období.

Problematika počasí se nedá omezit jen podle zeměpisné šířky. I v rámci jednotlivých podnebných pásem jsou rozdíly v počasí. Vzdálenost od oceánu hraje

svou roli. Místa, která se nachází při pobřeží bývají deštivější, ke srážkám dochází pravidelně. S tím souvisí také častá oblačnost. Ve vnitrozemí bývá naopak menší oblačnost a méně srážek.

Již zmíněná vegetace samozřejmě rovněž ovlivňuje počasí. Místa s hustou vegetací mají schopnost zadržovat více vody. V těchto oblastech pak bývá častější oblačnost než v místech, kde je vegetace řídká. To má vliv i na množství srážek. Podle toho by se dalo odvodit, jak dokáže člověk lokálně ovlivnit počasí a klima tím, že vykácí les.

Georeliéf, i ten má svůj podíl na počasí. Výše položené oblasti bývají chladnější. Jsou také bohatší na srážky, ať už jde o déšť nebo sníh. V nížinách, které mohou být obklopeny horami zase budou mírnější povětrnostní podmínky.

Klimatické faktory a jejich nejrůznější kombinace nám přibližně určují typ počasí v daném místě a v daný čas. Ale může nastat situace, kdy silný vítr vanoucí z teplejší krajiny přinese teplý vzduch nebo naopak studený z chladnějších míst a tím počasí pozmění.

3.2.1. Srážky

Srážky jsou jedním z faktorů, které budu blíže zkoumat v praktické části této práce, za předpokladu, že se bude jednat o období, ke kterému tato proxydata jsou k dispozici. Srážky mají mnoho forem – déšť, sníh, kroupy, mrznoucí déšť atd. Jak jsem již zmínila, závisí množství srážek obvykle na vzdálenosti od oceánu, na zeměpisné šířce, nadmořské výšce, vegetaci atd.

3.2.2. Teplota

Rozhodně to bude nejsledovanější faktor, ze všech zkoumaných. Stejně jako množství srážek je ovlivněna zeměpisnou šířkou, nadmořskou výškou, vzdáleností od oceánu atd.

3.3. Klima na Islandu

„Island leží na jih od severního polárního kruhu. Měli bychom tedy předpokládat, že teploty zde budou nižší, ale je tomu naopak. Zimy jsou poměrně mírné a léta chladnější. Průměrná teplota se v lednu pohybuje mezi -3 a 3°C a v červenci mezi 8 a 15 °C.“[13] Náhlé změny počasí nejsou na Islandu ničím překvapivým. I během jednoho zažijete různé typy počasí. *„Přesto, že název napovídá, že jde o zemi ledu, ve skutečnosti se nejedná o zmrzlý kus země. Hlavní důvody jsou dva. První je Golfský proud, který přináší teplo z Karibiku. Druhý důvod je vlastně na první pohled jasný. Island leží na místě, kde se setkávají dvě tektonické desky a kde dochází ke spoustě geotermální aktivity.“*[14]

Vidíme, že počasí nelze odvozovat na základě jednoho kritéria. Podle zeměpisné šířky bychom čekali tuhé zimy, ale k tomu nedochází vlivem oceánu a geotermálních aktivit.

3.4. Klima v Evropě

Evropský kontinent se rozpíná na území, které protíná několik klimatických pásem, a to subtropické, mírné, a nakonec i subpolární či polární. Evropa je z velké části obepínána oceánem či mořem, ale je tu samozřejmě i vnitrozemí. Co se týká nadmořské výšky, tak jde od nuly po vrchol nejvyšší evropské hory Mont Blanc, tedy 4808 m n. m.

Jih Evropy je teplejší, v létě se tam teplota pohybuje kolem 30 °C a v zimě lehce nad nulou. Na severu Evropy je léto chladnější a teplota dosahuje cca 15 °C a během zimy se teploty drží pod nulou kolem -10 °C, ale s tím, jak se přiblížíme k severnímu pólu, jdou teploty níž. Střední Evropa je poměrně mírná. V létě se teplota drží kolem 24 °C a v zimě v průměru mezi 0 °C a 5 °C.

---

[13] Iceland [online]. Washington, D.C., USA: Icelandic The World Bank Group, ©2021, [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iceland/climate-data-historical

[14] GUNNARSDÓTTIR, N. Iceland’s Weather, Climate, and Temperature Year-Round [online]. Reykjavík, Island: Guide to Iceland, 08.11.2012, poslední změna 25.01.2023 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: https://guidetoiceland.is/travel-info/climate-weather-and-northern-lights-in-iceland

4. Sopečná činnost

Sopečná činnost je fascinující jev, i když obvykle pro lidstvo nepříznivý. Sopka během erupce nabízí nebývalou podívanou, která sebou nese také velké riziko pro člověka i pro životní prostředí. Jak si erupce vysvětlovali první lidé, kteří se stali svědky takového úkazu, nevíme. Můžeme ale předpokládat, že si to mohli vysvětlovat např. nepřízní bohů. Od té doby uběhla dlouhá doba a postupem času se vyvinul vědní obor, který nazýváme vulkanologií. Vulkanologové sledují činnost sopek za pomoci moderního technologického vybavení, ale i přesto nedokážeme přesně předpovědět, zda u sledovaných sopek dojde k erupci či nikoliv. Vulkanologové sledují řadu signálů, které mohou předcházet následné erupci, ale stává se i to, že sopka „vybuchne" bez předchozích náznaků. Vulkanologie spojuje mnoho vědních oborů. *„Fyzikální vulkanologové studují procesy a ložiska sopečných erupcí. Geofyzici studují seismologii, gravitaci, magnetiku a další geofyzikální měření. Geodeti se specializují na studium změny tvaru země související se sopečnou činností neboli deformací. Geochemici studují produkty vulkanické činnosti, jako jsou kameny, plyny a láva. Pak tu máme vědce, kteří se specializují na dálkový průzkum za pomoci satelitů a kamer, matematické modelování vulkanických procesů, mapování geografických informačních systémů, vývoj elektroniky, programování a studium rizik."*[15]

Dnes již dokážeme přesně popsat, co to sopka neboli vulkán je a k čemu dochází, když k erupci dojde. Laicky lze říct, že se jedná o díru zemskou kůrou do nižších vrstev naší planety, kterou se na povrch dostává roztavená hornina. Obvykle si každý sopku představí jako vysokou horu s otvorem na vrcholu. Samozřejmě to není jediná podoba sopek, jak je můžeme na Zemi vidět. Dle tvaru a stavby rozdělujeme sopky na několik druhů.

Sopka, kterou jsem zmínila výše a lze si ji snadno představit jako vysokou horu, nazýváme stratovulkán. Setkáme se i s pojmem kompozitní sopka, jelikož je tvořena

[15] Information About Volcanologists By Cascades Volcano Observatory [online]. Reston, Virginia: United States Geological Survey, ©2023, [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: https://www.usgs.gov/observatories/cascades-volcano-observatory/information-about-volcanologists

z více rozmanitých vrstev. Mezi nejznámější stratovulkány v Evropě se řadí italské sopky Etna, Vesuv a Stromboli. Vesuv většina z nás zná díky katastrofě, při které před téměř dvěma tisíci let došlo ke zničení Pompejí. V mé práci se ale zaměřuji na činnost islandských sopek a mezi zástupce stratovulkánů z této oblasti patří např. Bárðarbunga, Eyjafjallajökull, Hekla či nejvyšší sopka Islandu Öræfajökull.

Další významnou kategorií sopek jsou štítové vulkány. Na Islandu se mezi ně řadí Katla, Hofsjökull, Loki-Fögrufjöll, Prestahnukur, Laki a Fagradalsfjall. Právě poslední zmíněná je i dle dostupných informací zároveň naposledy činnou islandskou sopkou. Informace jsou dostupné v databázi Programu globálního vulkanismu (Global Volcanism Program), který spravuje Smithsonův Institut (The Smithsonian Institution) sídlící v Oddělení nerostných věd Národního přírodovědeckého muzea (Department of Mineral Sciences, National Museum of Natural History) ve Washington, D.C. Štítová sopka se od stratovulkánů liší tvarem. *„Jedná se o velké kopulovité hory vytvořené z proudů lávy. Název dostaly na základě toho, že připomínají válečný štít ležící lícem nahoru. Mají svah v mírném sklonu okolo 6° a vrcholy jsou téměř ploché.“*[16]

Jakým způsobem a zda vůbec mají erupce islandských sopek vliv na klima v Evropě budu zkoumat především porovnáním dostupných meteorologických dat. Ta čerpám z webové stránky https://www.ecad.eu, která nabízí poměrně obsáhlý archiv dat z meteorologických stanic z celé Evropy. V případě nedávných erupcí je výhodou množství druhů dat.

Atributy, na které se budu zaměřovat, jsou zejména teplota a srážky. Cílem je zjistit, zda se v důsledku erupcí na Islandu, některé z těchto hodnot mění, a pokud ano, pak jak je změna významná.

Evropa se rozkládá na území tří podnebných pásů. Největší část se nachází v mírném pásu. Jih Evropy je součástí subtropického pásu a sever kontinentu zasahuje až do polárního pásu. Používat průměrné hodnoty za celý kontinent nemá podle mě správnou vypovídací hodnotu. Bylo by ale zajímavé porovnávat data např.

[16] DECKER, R. W., DECKER, B. B., Volcano, Volcanic landforms [online]. Chicago, Illinois, The Britannica Group, ©2023, [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: https://www.britannica.com/science/volcano/Stratovolcanoes

ze všech hlavních měst Evropy. Budu porovnávat vývoj možných klimatických změn alespoň ve dvou bodech. Může nastat situace, že bude erupcemi na Islandu ovlivněn např. víc sever Evropy než zbytek území anebo naopak. Zástupcem přímořské části Evropy je město Edinburgh ve Velké Británii. Jako zástupce mírného pásu a střední Evropy jsem si zvolila Prahu v České republice.

4.1. Indexy

V souvislosti se sopečnou činností se setkáme s indexem vulkanické aktivity (VEI – Volcanic Explosivity Index) a indexem prachového závoje (DVI – Dust Veil Index).

4.1.1. Index vulkanické aktivity (VEI)

Tento index vznikl v roce 1982 a autory jsou Chris Newhall a Stephen Self. *„Index vulkanické aktivity funguje u sopečných erupcí podobně jako Richterova stupnice u zemětřesení. Pro přiřazení VEI je potřeba posoudit několik faktorů, jako je objem erupce tefry (vulkanický popel nebo jiný vyvržený materiál). Dále se posuzuje výška, do které se v atmosféře sopečný popel dostal. A v neposlední řadě také typ erupce. Číselná řada je v rozmezí od 1 (malá erupce) do 8 (největší erupce v historii Země).“*[17]

Můžeme se setkat i s VEI o hodnotě 0. Tento jev nazýváme efúzí, tedy vyvěráním lávy na povrchu Země. Nejedná se o erupci v pravém významu. Nicméně je to poměrně častý jev. Na opačné straně stupnice jsou erupce s VEI 8, ale mezi erupcemi zkoumanými v rámci této práce žádná taková nebude. Dokonce na ní nenarazíme vůbec v novodobé historii. Poslední taková erupce se odehrála před více než dvaceti šesti tisíci lety.

[17] Global Volcanism Program, 2016. Eruptions, Earthquakes & Emissions [online]. Washington, D.C., USA, Smithsonian Institution, ©2023, [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: https://volcano.si.edu/E3/

Zkoumané erupce se nachází na škále VEI mezi 2 a 5, ale většina z nich mají index 3 či 4. Záměrně jsem vybírala ty silnější erupce, u kterých je vyšší pravděpodobnost, že ovlivní větší území a tím spíš zasáhnou i pevninskou Evropu.

4.1.2. Index prachového závoje (DVI)

Index prachového závoje nám říká, jak má prachový závoj, vzniklý konkrétní sopečnou erupcí, během nadcházejících let velký vliv na energetickou bilanci. DVI je takový předchůdce VEI. Dnes se již nepoužívá.

4.2. Produkty sopečné činnosti

Během sopečné aktivity dochází k uvolňování celé řady vulkanických produktů. První, co nás napadne, je určitě láva, tedy roztavené horniny vyvěrající na zemský povrch. Často se pletou termíny magma a láva. Laicky řečeno, láva se od magmatu liší tím, že je to v podstatě magma vyvřelé na zemský povrch.

Při erupci vrhá vulkán do atmosféry různě velké produkty. Nejmenší částečky tvoří sopečný popel. O něco větší jsou lapilli. *„Lapilli bývají většinou pórovité, struskovitého vzhledu, o velikosti udávané např. 2 až 64 mm.“*[18] Největší z vulkanických těles jsou sopečné pumy. Setkáme se i s označením sopečné bomby. Všechny tyto typy nazýváme pyroklastickými horninami, které při dopadu a usazování na zemském povrchu vytváří tzv. tefru.

Na povrch se dostává také množství plynů. Obvykle mezi nimi mají velké zastoupení vodní pára a oxid uhličitý, ale je tam celá řada dalších plynů, např. oxid siřičitý, chlorovodík, metan atd. Z hlediska mé bakalářské práce jsou významnější než láva či sopečné pumy. Klima v Evropě bude ovlivněno něčím, co dokáže na její území doputovat, a to jsou právě plyny či drobné částečky v podobě sopečného prachu. Během některých erupcí byla prokazatelně viditelná žlutá mlha na území Evropy, která byla zapříčiněná oxidem siřičitým.

[18] PETRÁNEK, J. Popis geologických termínů z encyklopedie geologie [online]. Reykjavík, Česká geologická služba, ©1993 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?pyroklasticke_horniny#

5. Erupce a jejich vliv na evropské klima

5.1. Laki

Laki patří do kategorie štítových sopek. Budete-li hledat informace o nejrozsáhlejších, nejničivějších či nejsmrtelnějších erupcích, řekněme, v novodobé historii, určitě mezi ně patří Laki. Datuje se do let 1783 a 1784. Vlastně nešlo pouze o jednu sopku. *„Začalo to 8. června 1783 na vrchovině na jihovýchodě Islandu vybuchla sopka. Krajinou se protrhla 27 km dlouhá puklina a začala erupce, která trvala do 7. února 1784.“*[19]

V souvislosti s touto konkrétní erupcí existuje mnoho článků a prací zaměřených na její vliv na Evropské, ale i na světové klima. Podíváme se na porovnání dostupných údajů, stejně jako u ostatních sledovaných erupcí, ale spíš jako praktický důkaz toho, o co se již vzniklé práce opírají.

Laki byla devastující pro občany Islandu. Dánsko, pod které v té době Island spadal, zvažovalo dokonce kompletní odsun obyvatel z Islandu. Mnoho jich na následky erupce zemřelo. Pomřelo spoustu hospodářských zvířat. Jedovaté plyny a následné kyselé deště pustošily krajinu. Následky erupce byly zřejmé i v Evropě. Některé historické prameny říkají, že v letech následujících po erupci byla velmi chladná léta.

5.1.1. Erupce 8.6.1783 – 7.2.1784

Ke sledování potenciálních změn evropského klimatu využívám data zaznamenávající průměrnou denní teplotu v pražském Klementinu a Královské observatoři v Edinburghu, případně Královské botanické zahradě v Edinburghu, která jsou k dispozici na webových stránkách http://www.ecad.eu. Součástí této práce je příloha s tabulkami, kde jsou hodnoty použité pro graf, které zobrazují, jak vypadala

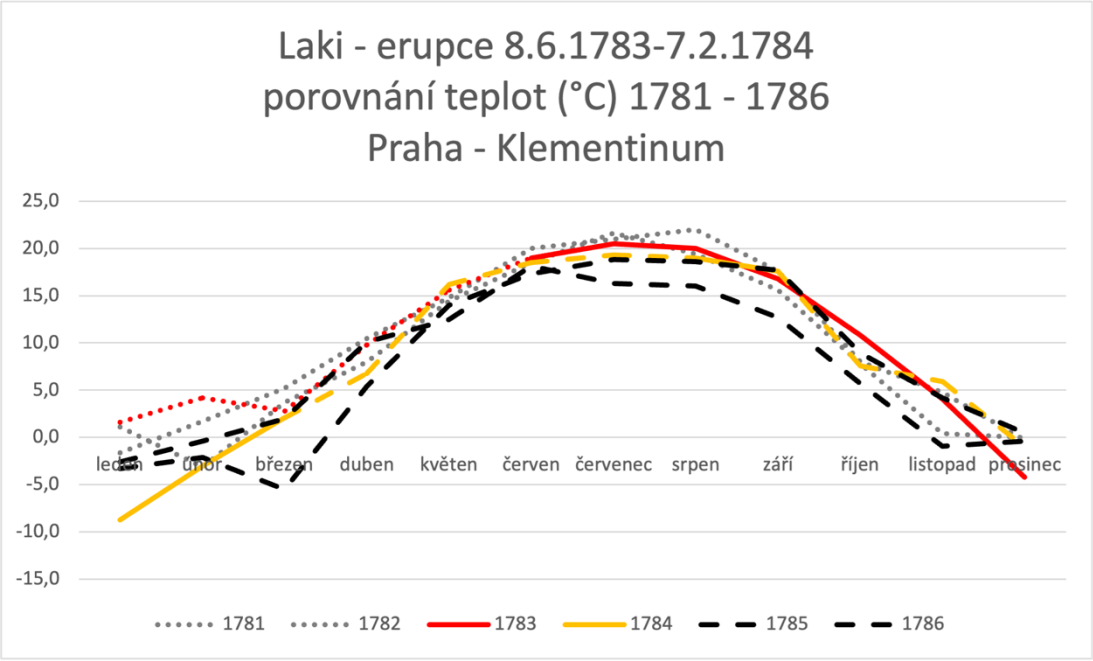
[19] KLEEMAN, K. Tha Laki Fissure eruption, 1783-1784 [online]. Reykjavík, Island: Guide to Iceland, 14.01.2020, Encyklopédie de l’Environment, [cit. 2023-02-24]. ISSN2555-0950 Dostupné z: https://www.encyclopedie-environnement.org/en/society/laki-fissure-eruption-1783-1784/

průměrná denní teplota v Praze a Edinburghu dva roky před erupcí, během ní a dva roky po erupci.

Intenzita erupce Laki dosáhla indexu vulkanické aktivity 4. Červená čára zobrazuje rok 1783, kdy erupce začala a žlutá čára následující rok 1784, kdy ještě erupce pokračovala. Nicméně v únoru toho roku skončila. Řadí se tím mezi nejdéle trvající erupce, které v rámci této práce zkoumám.

Nejdřív se pojďme podívat, jak se vyvíjela teplota v Praze. Erupce začala v červnu, ale k zásadnímu teplotnímu výkyvu došlo až o několik měsíců později. Zima na přelomu let 1783 a 1784 byla výrazně mrazivější, než bylo obvyklé. Do té doby bylo běžné, že se průměrná teplota v prosinci držela blízko nuly. Během, v té době již několik měsíců trvající, erupce Laki byla průměrná prosincová teplota -4,3 °C. Ten největší skok přišel v lednu 1784, kdy teplota klesla na -8,8 °C.

Během let, které přišli po erupci Laki, byla průměrná teplota nižší. Na grafu vidíme tyto roky jako černé přerušované čáry. Mohla to zapříčinit erupce, díky které se v atmosféře držel prach, který bránil pronikání slunečního záření.

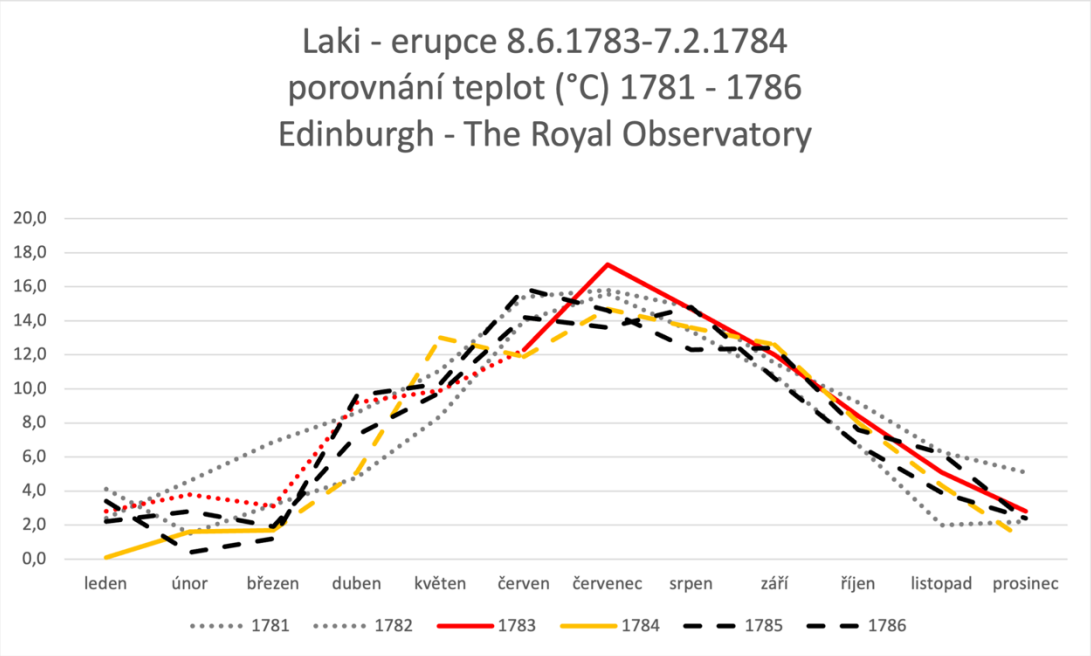


Graf 1 – Erupce Laki 1783-1784, teploty, Praha-Klementinum

Jaká byla situace v Edinburghu? Skotsko je k Islandu blíž než území České republiky, ale na první pohled je zřejmé, že nedošlo k zásadnímu náhlému výkyvu či

dlouhodobé změně v teplotách. Červenec 1783, který byl krátce po vypuknutí erupce, byl nadprůměrně teplý. Teplota dosahovala 17,3 °C.

Stejně jako v Praze, i v Edinburghu byla zima chladnější. Obvyklý leden přinášel teploty mezi 2 °C a 4 °C. Leden v roce 1784 se držel na 0,1 °C. Pokud se podíváme na průměrné teploty vždy za celý rok, tak ty skotské se nevymykaly svému normálu. Celoroční průměrné teploty byly víceméně průměrné. Mluvím o průměru, jelikož rok před erupcí, tedy rok 1782, byl v průměru ještě chladnější než roky erupce i roky po ní. Je tedy těžké určit, zda zmíněný pokles teplot po erupci měl jednoznačnou spojitost s ní.



Graf 2 - Erupce Laki 1783-1784, teploty, Edinburgh – The Royal Observatory

Z hlediska srážek v případě Laki nemáme srovnání. Data z tohoto období nejsou, alespoň ve sledovaných oblastech, k dispozici.

5.2. Eyjafjallajökull

Eyjafjallajökull je stratovulkán ležící na jižní straně Islandu. *„Má protáhlý tvar a je pokryt ledem. Na vrcholu se nachází cca 2,5 km široká kaldera.“*[20] Je jen o něco

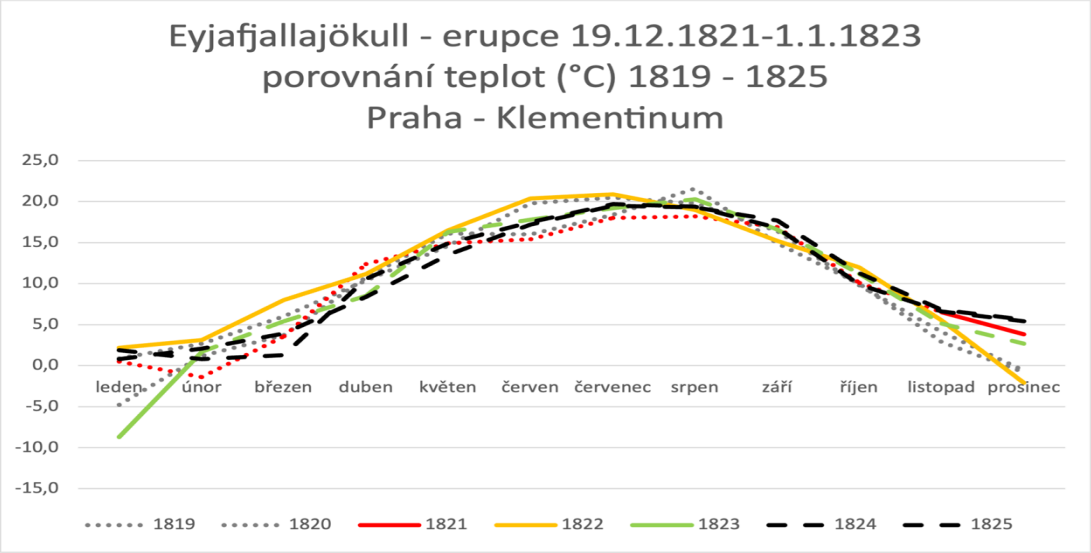
[20] Eyjafjallajökull [online]. Washington, D.C., USA, Smithsonian Institution, ©2023, [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=372020

málo vyšší než Sněžka, a to 1666 m n. m. Nedaleko Eyjafjallajökull (cca 25 km) se nachází sopka Katla, která je mnohem aktivnější a budu se jí v dalších kapitolách také věnovat.

Eyjafjallajökull vybuchla již několikrát. Dohledáme data celkem k pěti potvrzeným erupcím. Nejstarší z nich proběhly zhruba v letech 550 a 920, následovala erupce v roce 1612 a poté erupce trvající v období 19. prosince 1821 až 1. ledna 1823. Poslední z nich se odehrála od 20. března do 23. června 2010. Pro svůj výzkum jsem si zvolila právě ty poslední dvě. Důvod je především předpoklad, že k těmto erupcím budu mít dostatek relevantních dat ke zpracování.

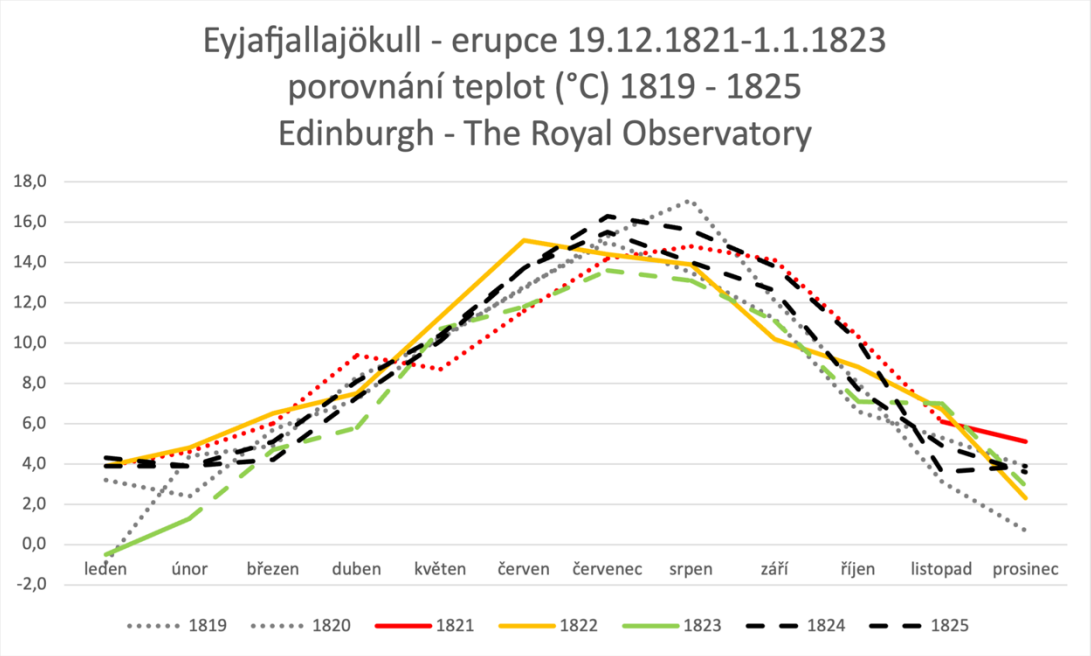
5.2.1. Erupce 19.12.1821 – 1.1.1823

Více než rok trvala erupce v letech 1821 až 1823. Index vulkanické aktivity (VEI) dosáhl hodnoty 2. Více než svou intenzitou je erupce zajímavá pro můj výzkum délkou trvání. Začátek erupce evidujeme k 19. prosinci 1821. Rok 1821 byl, co se teploty týká, lehce pod průměrem, ale erupce ho ještě nestihla zásadně ovlivnit. Hlavní období je pro nás rok 1822, kdy byl vulkán aktivní, po celý rok. Během něj se držely teploty nad průměrem. Zejména první polovinu léta bylo horko. Vidíme to v grafu v podobě žluté čáry. V závěru erupce došlo k významnému ochlazení. V lednu 1823 se průměrná denní teplota dostala až na -8,7 °C. Obvyklá teplota v tomto období bývala kolem 1 °C.



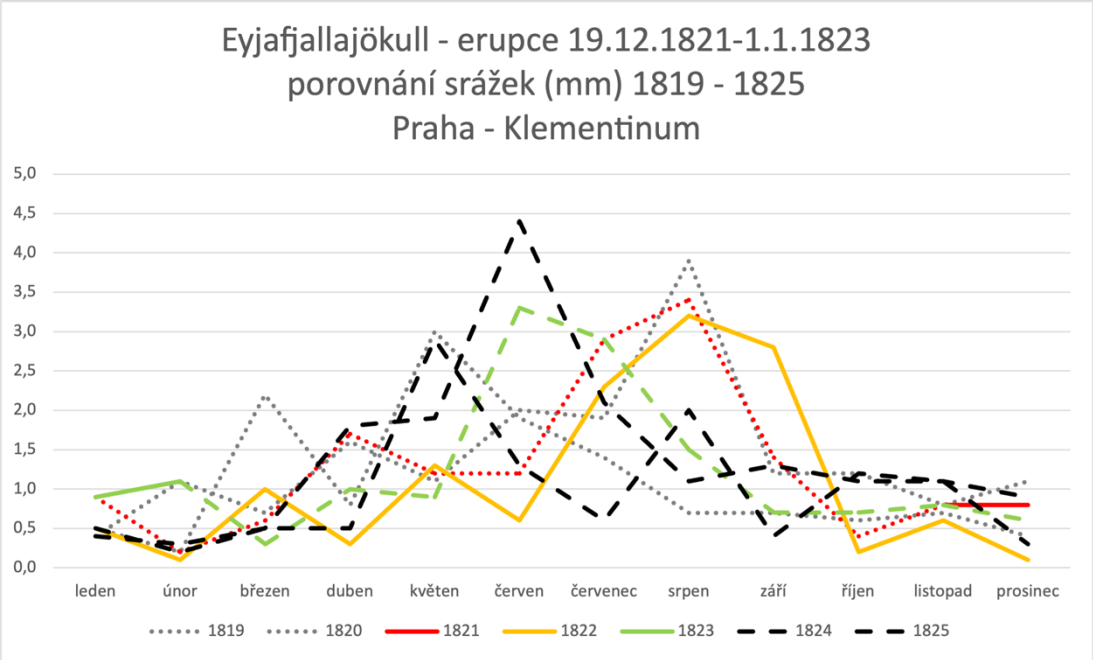
Graf 3 - Erupce Eyjafjallajökull 1821-1823, teploty, Praha - Klementinum

Ve skotském Edinburghu se situace vyvíjela trochu jinak. Rok 1821, na jehož konci erupce vypukla, byl nadprůměrně teplý. Nemohla to ovlivnit tato konkrétní sopečná činnost, ale pro naše pozorování je to důležité, jelikož výchozí klimatické podmínky se lišily od těch v Praze. Nicméně stejně jako v Praze, i v Edinburghu došlo k nadprůměrně teplému nástupu léta v roce 1822 a vlastně celý rok byl teplotně nadprůměrný. V kontrastu s Prahou zde ale došlo k poklesu teplot oproti předchozímu velmi teplému roku 1821. Leden 1823 byl stejně jako v Praze chladnější, než bylo obvyklé.



Graf 4 - Erupce Eyjafjallajökull 1821-1823, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Data zaznamenávající množství srážek se mi podařilo získat pouze z pražského Klementina. Na první pohled vidíme na grafu, že hledání nějakých vzorců vývoje je u srážek mnohem obtížnější než u počasí. Zjevně dochází k větší tvorbě srážek obvykle mezi březnem a říjnem. Období během erupce Eyjafjallajökull jsem neshledala jako neobvyklé. V roce 1822 přetrvávalo srážkové období až do září, což se v předchozích ani následujících letech nedělo, ale zbytek roku se obešel téměř bez srážek. Když se podíváme na průměrný úhrn srážek za celý rok, byl rok 1822 téměř průměrný a rok 1823 dokonce dosáhl naprostého průměru. Průměr ročních srážek jsem pro potřeby své práce počítala vždy ze zkoumaného období. V tomto případě tedy z období 1819 až 1825.



Graf 5 - Erupce Eyjafjallajökull 1821-1823, srážky, Praha - Klementinum

Data zaznamenávající srážky z tohoto období v Edinburghu se mi nepodařilo sehnat, i přesto, že jsem prošla data z více stanic.

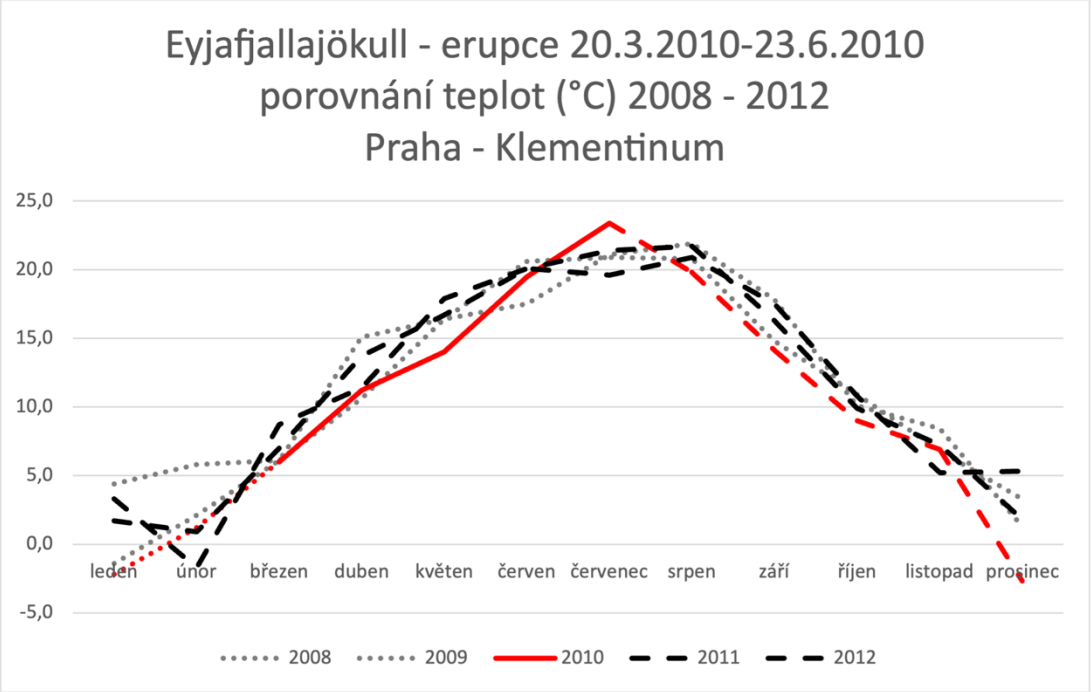
5.2.2. Erupce 20.3. – 23.6.2010

Erupce vulkánu Eyjafjallajökull v roce 2010 byla natolik zásadní, že se projevila do životů mnoha Evropanů. Průběh erupce se datuje od 20.3. do 23.6.2010. Hodnota VEI byla 4. Na internetu dohledáme množství článků z tohoto období, které se týkají omezení leteckého provozu v Evropě či evakuací islandského obyvatelstva z postižených oblastí.

Problémem pro Evropu byl mrak obsahující množství sopečného popela, který znemožnil letecký provoz zejména v západní části Evropy. Pojďme se podívat na meteorologická data, která by měla ukázat, zda se množství popela v atmosféře projevilo i na evropské klima. Zajímavá data budou především z Edinburghu, který byl dle informací, o již zmíněném leteckém provozu zasažen víc než Praha, která leží ve střední Evropě. Z tohoto období máme k dispozici údaje o teplotách a srážkách z Edinburghu a teplotách z Prahy.

První graf zobrazuje vývoj teplot právě v Praze. Celkově to byl chladnější rok. Obvyklá průměrná roční teplota přesahovala 11 °C, ale v roce 2010 klesla na 10 °C.

Od počátku erupce, která začala 20. března, se držela teplota nízko, a především květen byl neobvykle chladný, což by mohlo být z důvodu vlivu erupce. Během června se teploty vrátily na své obvyklé hodnoty. Mohlo tomu tak být díky slábnoucí intenzitě činnosti Eyjafjallajökull. Erupce skončila 23. června. Červenec byl ovšem nadprůměrně teplý, a to celkem významně. Po zbytek roku 2010 se držely teploty nízko a prosinec byl neobvykle chladný. Shrneme-li to, rok 2010 přinesl velmi horké léto a velmi chladnou zimu. To mohlo být výsledkem erupce Eyjafjallajökull.

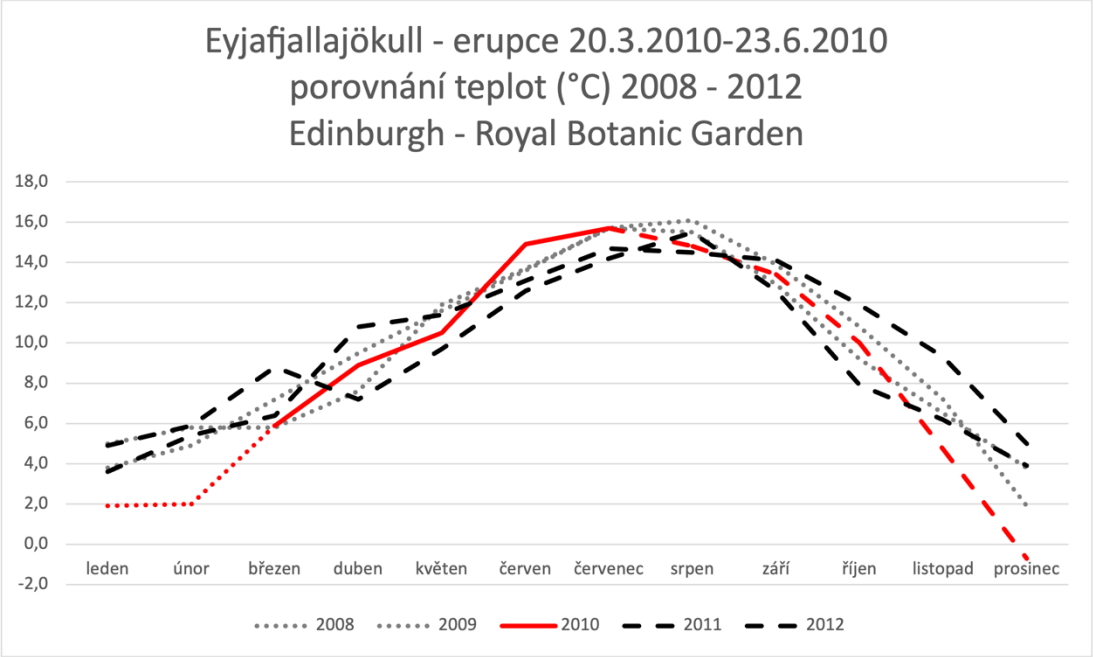


Graf 6 - Erupce Eyjafjallajökull 2010, teploty, Praha - Klementinum

Data o teplotách z Edinburghu jsou tentokrát zaznamenána v jiné stanici, a to v Královské botanické zahradě. Data z Královské observatoře se mi nepodařilo získat, ale obě stanice nejsou od sebe moc vzdálené, takže by výsledky měly být při nejmenším velmi podobné.

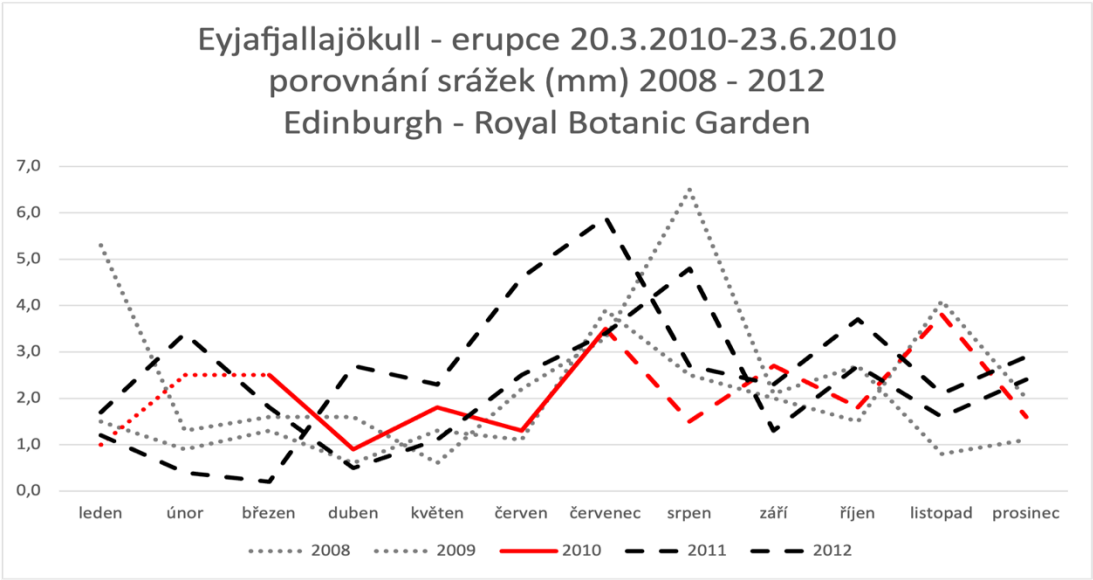
Hned na začátek bych ráda vyzdvihla fakt, že křivka přímo v období erupce od března do června má podobný vývoj jako ta pražská. Je tu ovšem jeden rozdíl. V Praze došlo mezi začátkem a koncem erupce k významnějšímu skoku teplot. V Edinburghu byl vývoj umírněnější. Ze začátku erupce se teploty držely v mantinelech průměru, a i když s nástupem léta průměr překonaly, bylo to za prvé dřív než v Praze, a za druhé nebyl ten výkyv tak výrazný. Dřívější příchod teplotního výkyvu si snad můžeme

vysvětlit vzdáleností od Islandu. Nicméně by vliv sopečné erupce na skotské podnebí byl slabší než to české, jinými slovy by byl západ Evropy dotčen méně než její střed.



Graf 7 - Erupce Eyjafjallajökull 2010, teploty, Edinburgh - Royal Botanic Garden

Záznamy o množství srážek v jednotlivých měsících dokládají, že celkově šlo o rok průměrně bohatý na srážky. Dva údaje naznačují možnou souvislost s erupcí Eyjafjallajökull. Březen 2010, kdy erupce začala, byl deštivější, než březen v Edinburghu bývá. Srpen téhož roku byl zase neobvykle suchý. Jde o období krátce po erupci, takže zde vliv erupce mohl být patrný.



Graf 8 - Erupce Eyjafjallajökull 2010, srážky, Edinburgh - Royal Botanic Garden

Data o srážkách z pražského Klementina se mi nepodařilo z této doby získat. Přesto, že dostupné datové soubory toto období evidují, záznamy o srážkách chybí.

5.3. Katla

Katla se nachází na jižní straně Islandu a je jednou z nejaktivnějších islandských sopek. Její vrchol se tyčí v nadmořské výšce 1512 metrů a zakrývá ho ledovec. Tato ledovcová čepice se nazývá Myrdalsjökull. Poslední potvrzená erupce této sopky proběhla na podzim roku 1918. Později existují ještě záznamy o nepotvrzených erupcích v letech 1955 a 1999.[21]

Katla patří mezi tzv. subglaciální sopky. Můžeme ještě použít více české označení, a to ledovcová sopka. Takové sopky se vyznačují právě tím, že jsou z velké části zakryté ledovcem a můžou být zakryté i kompletně celé. Tím jsou specifické i během erupcí, kdy dochází k tání ledovce, takže může dojít k povodním. Velké množství vody se také odpařuje a vzniká tak velký sopečný mrak.

Přesně z těchto důvodů považujeme Katlu za velkou hrozbu, a to především pro Island. Pokud by došlo k erupci, uvolnil by její kráter, který má průměr přibližně 10 km, velké množství vody i magmatu.

Zaměříme se podrobněji na tři erupce. Ta nejstarší se odehrála v období od 26. června do 23. července 1823. Další zaznamenaná erupce proběhla jen o pár let později, a to od 8. do 27. května 1860. Poslední zkoumaná erupce je z období od 12. října do 4. listopadu 1918.

5.3.1. Erupce 26.6.-23.7.1823

Erupce, která dosáhla indexu vulkanické aktivit o velikosti 3. Řadí se tak spíš mezi podprůměrné erupce Katly. Nejdříve se podíváme, zda se během erupce či po ní nějakým způsobem změnila teplota v Evropě.

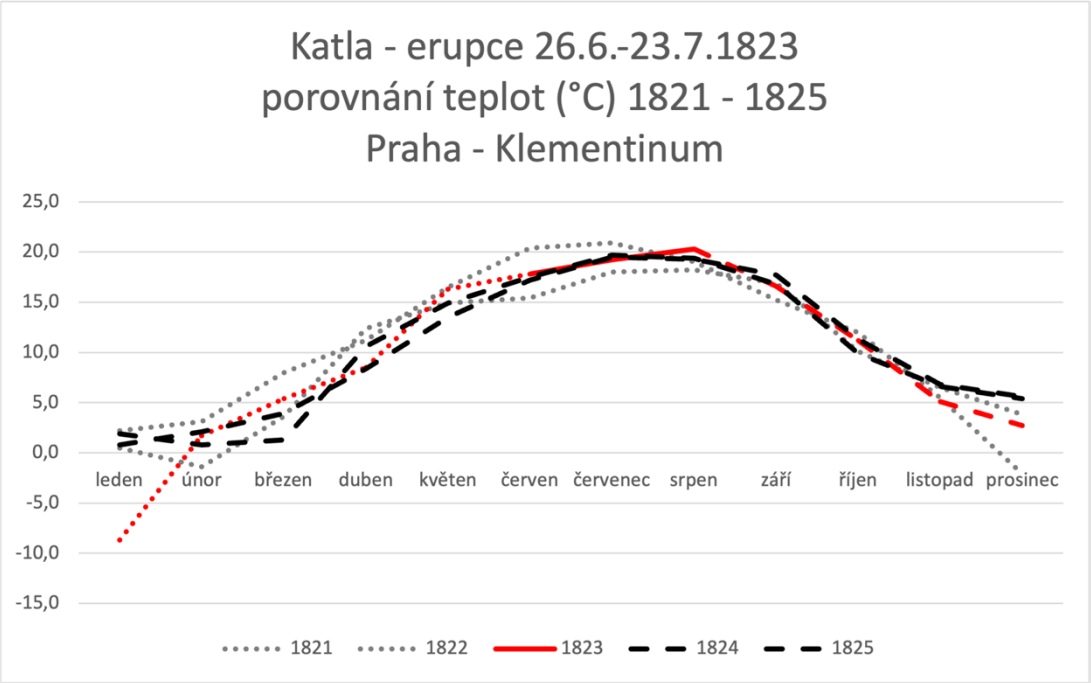
[21] - THORDARSON, T.; LARSEN, G., Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history [online]. Journal of Geodynamics 43 (2007) 118 152, s 134. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.jog.2006.09.005

Na prvním grafu máme záznam průměrných měsíčních teplot v průběhu dvou let předcházejících roku 1823, kdy k erupci došlo. Tyto roky jsou zakresleny tečkovanými šedivými čárami jako v předchozích případech. Rok 1823 je znázorněn červeně a následují dva roky po erupci znázorněné černými přerušovanými linkami.

Nejvýznamnější teplotní výkyv zaznamenaný v Praze s naší erupcí nejspíš nesouvisí. Odehrál se v zimě 1822-1823, která erupci předcházela. Ale připomeňme si erupci Eyjafjallajökull, která právě začátkem roku 1823 skončila a trvala více než jeden rok. Psala jsem již v kapitole týkající se této erupce, že chladná zima mohla být zapříčiněna tímto vulkánem. Obvykle se v předchozích i nadcházejících zimách držela teplota necelý stupeň nad nulou, ale v lednu 1823 klesla průměrná teplota až na -8,7 °C.

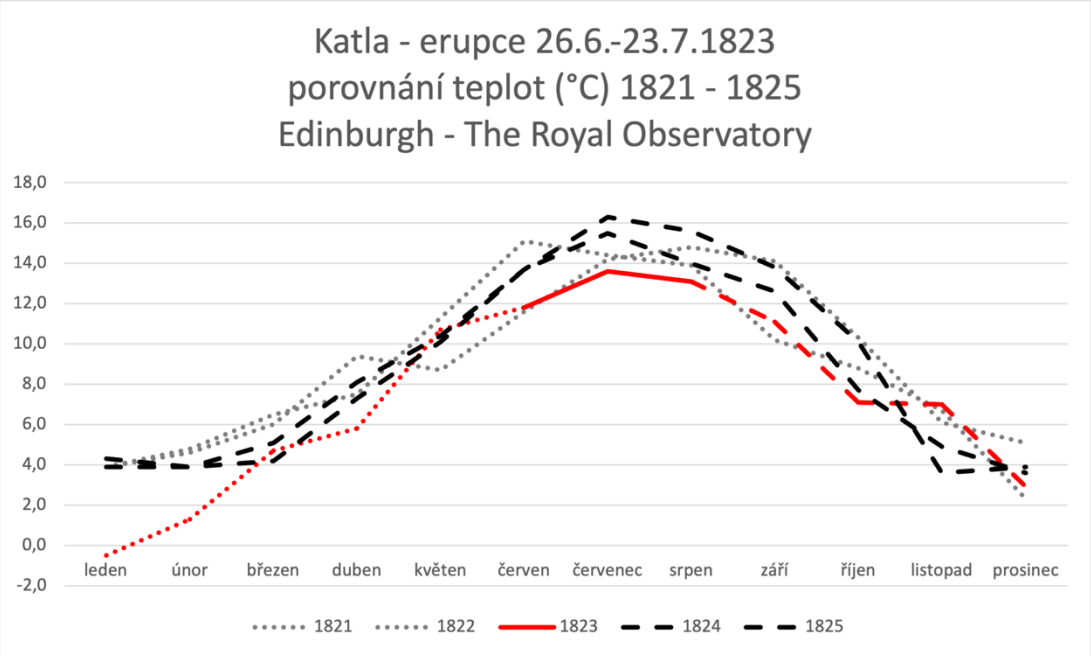
Jinak vidíme, že průměrné teploty jak v roce 1823, tak i v letech 1824 a 1825 se držely přibližně na hodnotách jako v letech před erupcí. Buďto tyto dvě na sebe téměř navazující erupce pozměnily klima natolik, že se ustálilo a trvalo i v nadcházejících letech nebo naopak ten vliv není významný, ani trvalý.

Srpen 1823, tedy nejbližší měsíc po skončení erupce, byl i v Praze nejteplejším srpnem ze všech pěti sledovaných let. Nicméně porovnáme-li celkovou průměrnou teplotu za každý rok, byl rok 1823, tedy rok erupce Katly, nejchladnějším rokem. Velký podíl na tom ale má již zmíněná nadprůměrně chladná zima, a tím pádem i erupce Eyjafjallajökull. Můžeme nicméně brát v úvahu, že v důsledku erupce se i u nás teplota krátkodobě zvýšila. Jak se ovšem můžeme přesvědčit z grafu či dostupných dat, výkyv cca o 1 °C není neobvyklý.



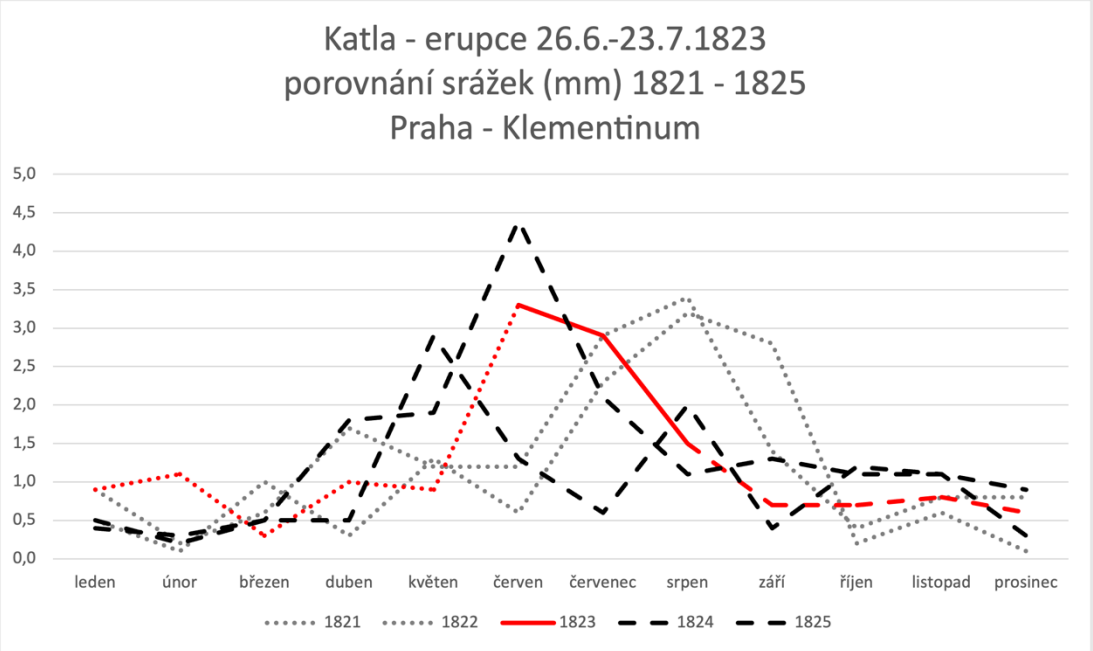
Graf 9 - Erupce Katla 1823, teploty, Praha - Klementinum

Stejně jako v Klementinu, i v Královské Observatoři v Edinburghu naměřili v roce 1823 oproti průměru nižší teploty. V tomto případě je ale zřetelné, že k zásadnímu propadu teplot došlo během erupce samotné. Léto roku 1823 bylo opravdu chladné. Po skončení erupce se teploty začaly vracet k normálu a v dalších letech se již držely na průměrných hodnotách.



Graf 10 - Erupce Katla 1823, teploty, Edinburgh – The Royal Observatory

Údaje o srážkách máme zmapované pouze z Prahy. Na grafu vidíme, že došlo k zajímavému posunu v čase. Před erupcí Katly dosahovalo srážkové období svého vrcholu ke konci léta, obvykle v srpnu. Se začátkem erupce došlo k přesunutí tohoto intervalu na červen, tam se udržel i v roce 1824, kdy se navíc množství srážek zvětšilo. Nakonec v roce 1825 došlo k posunu až na květen, ale zároveň se množství srážek zmenšilo a tentýž rok přišlo další deštivé období opět v srpnu, jak tomu bývalo před erupcí Katly. Jelikož jsem zpracovala data i z let 1820 a 1819 při analýze vlivu erupce Eyjafjallajökull, v grafu v předchozí kapitole, že v těchto letech se vrchol srážkového období také přeléval mezi jarem a koncem léta. Celé to připomíná vlnu, která cestuje mezi dvěma obdobími a když na jedno narazí, začne se přesouvat zpět k tomu druhému. Určitý vzorec v tom lze vidět, ale s ohledem na délku zkoumaného období to vypadá na jev, ke kterému dochází bez ohledu na vulkanickou činnost na Islandu.



Graf 11 - Erupce Katla 1823, srážky, Praha - Klementinum

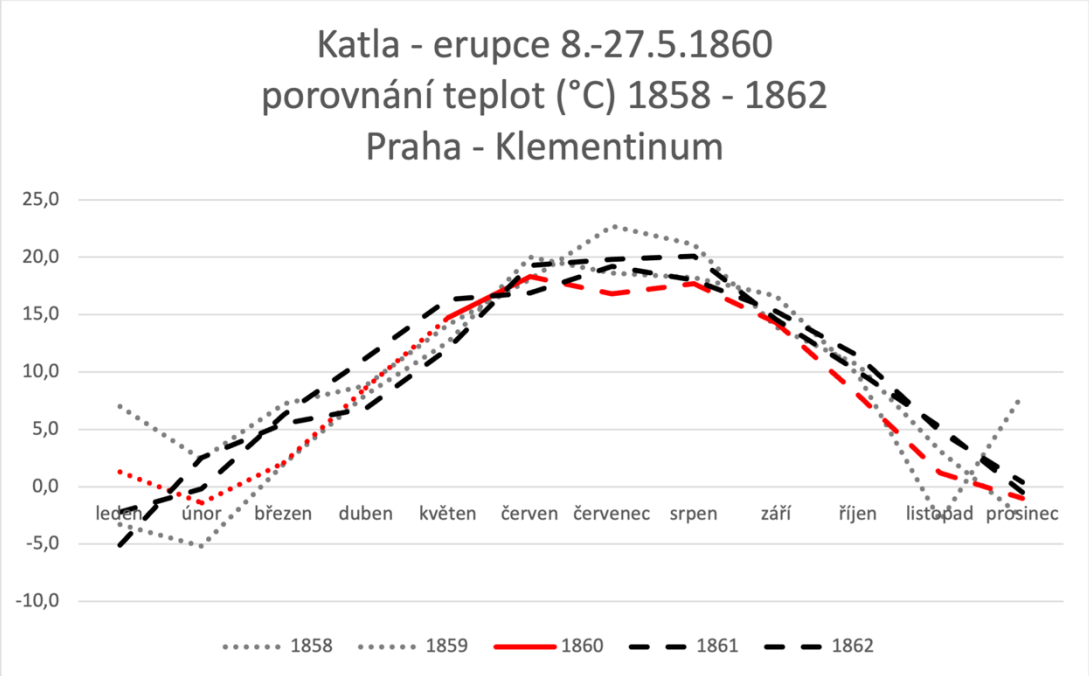
Z let 1821 až 1825 se mi podařilo získat data týkající se srážek pouze z Klementina.

5.3.2. Erupce 8.5.-27.5.1860

Katla byla činná devatenáct květnových dnů v roce 1860 a dosáhla svou erupcí hodnoty 4 indexu vulkanické aktivity. Jde tedy o celkem silnou erupci, ale v rámci aktivity této sopky se jedná spíše o obvyklou intenzitu.

V pražském Klementinu naměřili během erupce naprosto průměrné teploty pro květen. Je to takový malý paradox, jelikož rok 1860 byl v průměru chladnější než v ostatních letech. Nicméně, když erupce ustala, došlo k ochlazení, které je i velmi dobře vidět v grafu. Červenec 1860 byl chladnější než stejný měsíc v letech před erupcí i po erupci. Následně se přiblížila zpátky k průměru, ale přesto se po zbytek roku držela těsně pod ním.

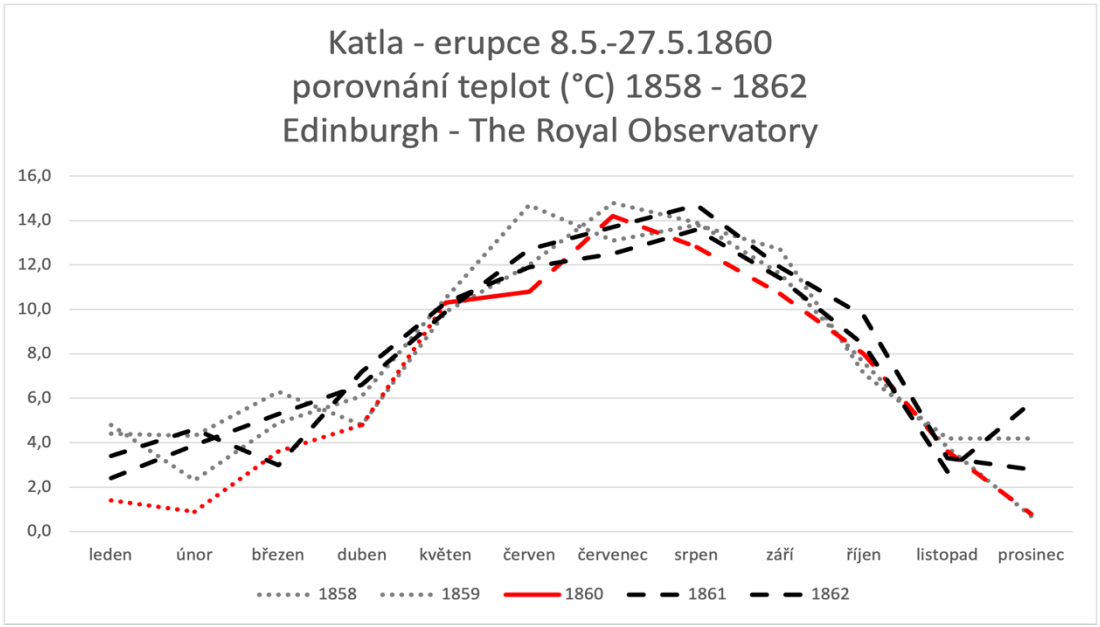
Data lze číst i tak, že do erupce se rok 1860 nejevil nijak zvláštně a držel vcelku běžné teploty. Po erupci došlo k ochlazení, které vydrželo do zimy a následně se teploty začaly přibližovat průměrným hodnotám.



Graf 12 - Erupce Katla 1860, teploty, Praha - Klementinum

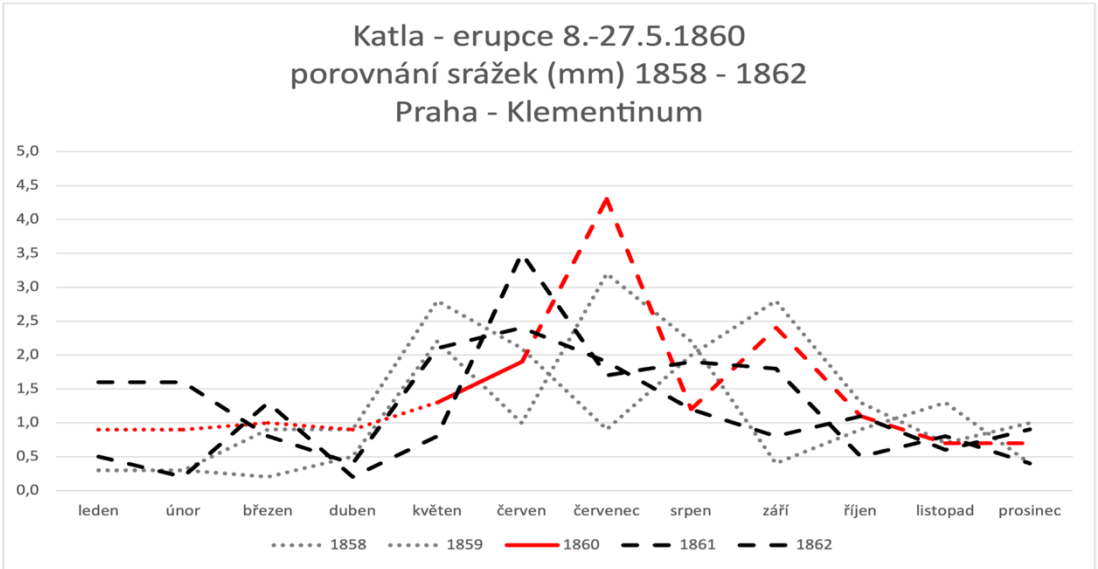
Stejně jako v Praze, i v Edinburghu byl rok 1860 podprůměrně teplý, dokonce také nejchladnější ze zájmového období. Když si porovnáme grafy s teplotami z obou míst, je vidět podobný jev jako na grafech dokumentujících erupci Eyjafjallajökull v roce 2010. Zatímco v Praze dosáhla teplota svého vrcholu během erupce a následně

došlo k ochlazení, tak v Edinburghu se v období erupce oteplovalo pomaleji, jako by erupce omezovala růst teplot. Po erupci teplota naopak vzrostla. Vzhledem k tomu, že je území ČR od Islandu dál, potenciální vliv erupcí by mohl mít zpoždění.



Graf 13 - Erupce Katla 1860, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Data o srážkách z Klementina ukazují, že v roce 1860 zažila Praha velmi deštivý červenec. Pro nás je tato informace důležitá z toho důvodu, že jde o období těsně po erupci. Buďto tedy jde o důsledek erupce Katly nebo naopak byl takto deštivý měsíc příčinou poklesu teplot, který jsme viděli na grafu porovnání teplot v Klementinu.



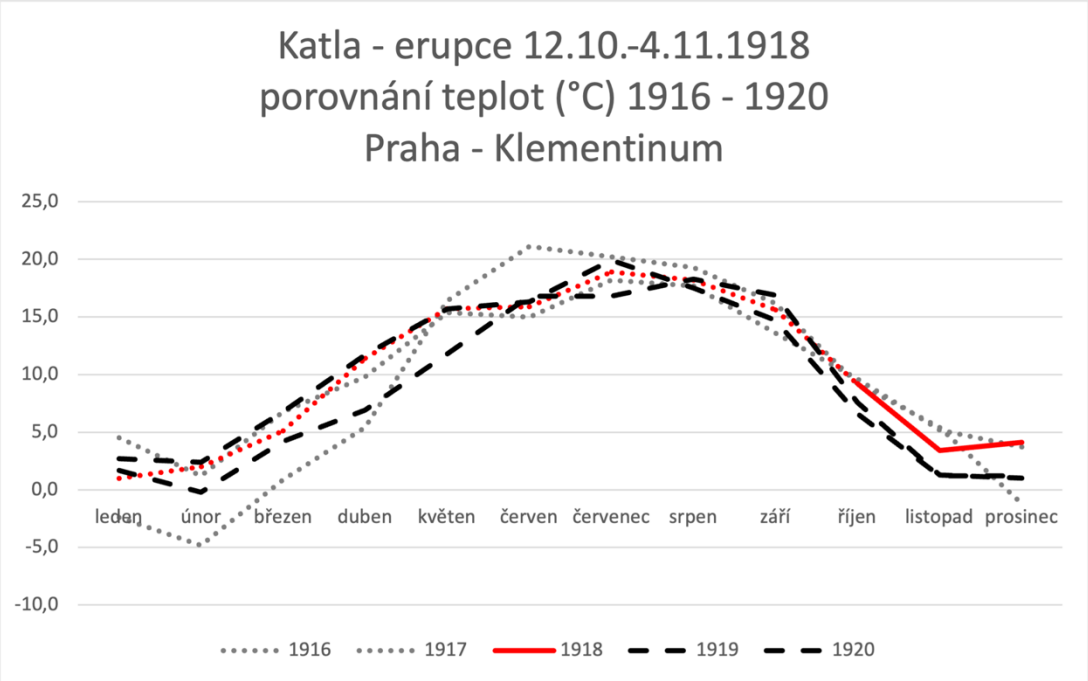
Graf 14 - Erupce Katla 1860, srážky, Praha - Klementinum

Data o srážkách z tohoto období v Edinburghu nebyla dostupná.

5.3.3. Erupce 12.10.-4.11.1918

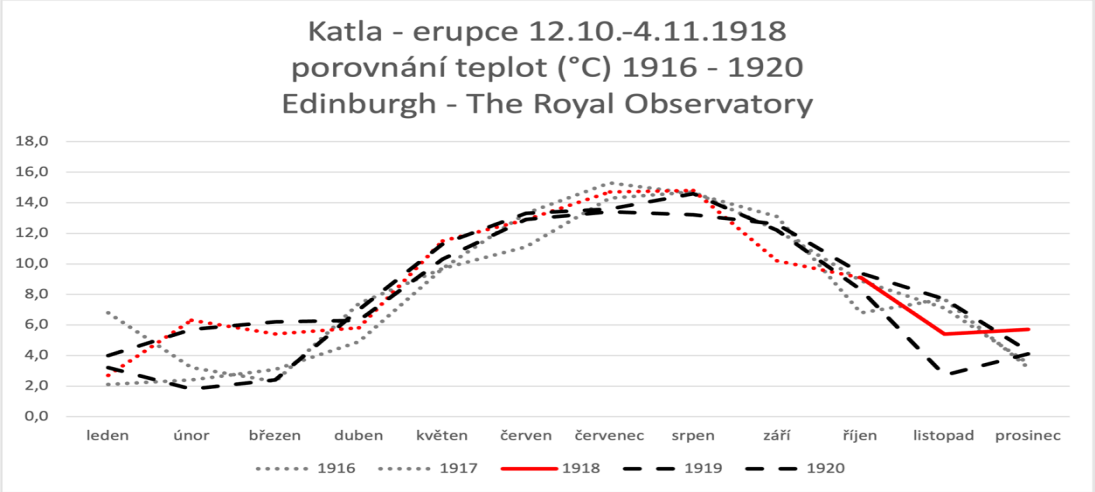
Další erupce Katly, která dosáhla VEI 4. Byla jen o pár dní delší než erupce v roce 1860. Intenzita byla ale přibližně stejná, takže její vliv na evropské klima by mohl být podobný.

Celoroční průměrná teplota vyšší než průměr, ale ne zásadně. Na grafu vidíme, že se červená křivka téměř ztrácí mezi šedivými a černými, které mapují předchozí a následující roky. Prosinec 1918, který přišel krátce po erupci, byl teplejší, než obvykle prosinec býval. Podobné teploty ale téměř dosáhl i prosinec v roce 1916. Rok 1919 byl nejchladnějším rokem, který na grafu vidíme, a můžeme předpokládat, že má ochlazení souvislost s erupcí. Ovšem rok 1917, tedy rok před erupcí, byl skoro stejně chladný. V roce 1920 se teplota opět vrátila téměř na úroveň průměru.



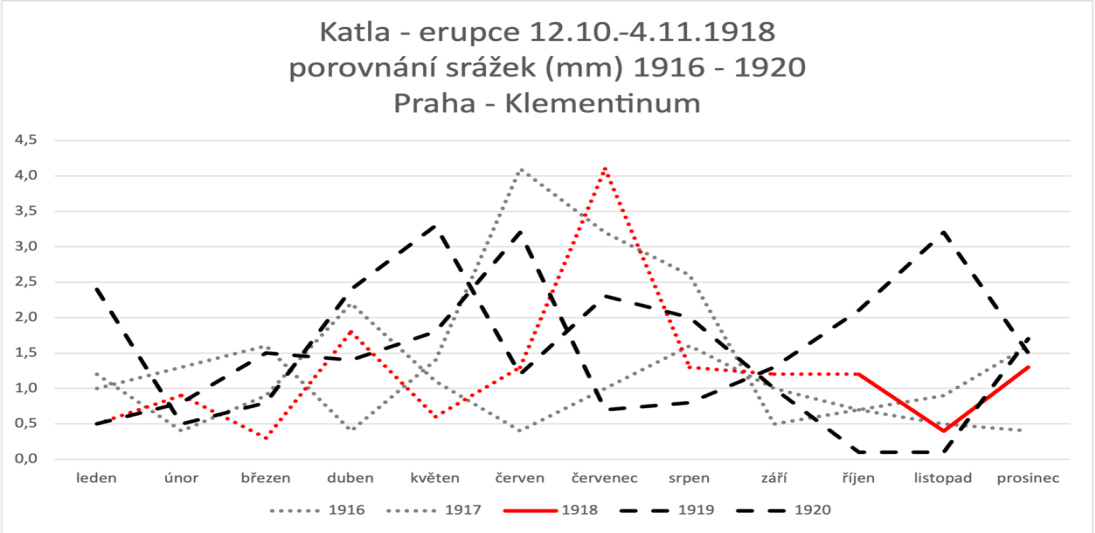
Graf 15 - Erupce Katla 1918, teploty, Praha - Klementinum

Vývoj teplot ve Skotsku připomíná ten v České republice. Prosinec roku 1918 byl nadprůměrně teplý. Celý nadcházející rok 1919 byl nejchladnějším rokem ze sledovaného období. Rok 1920 ale přinesl zpět průměrné teploty. Oproti Klementinu zde došlo k větším rozdílům v teplotách na začátku jednotlivých let, ale jde o teploty, které se v cyklech opakují, takže důvodem nejspíš nebude vulkanická činnost.



Graf 16 - Erupce Katla 1918, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Když jsem postupně procházela data k množství srážek, nabývala jsem čím dál většího dojmu, že bude velmi těžké najít souvislost mezi činností sopek na Islandu a množstvím srážek v Evropě. Jak vidíme v grafu, každý rok přišlo období, které bylo výrazněji zásobeno srážkami než zbytek téhož roku. Nicméně se toto období s každým dalším rokem posouvá dokonce do jiného ročního období. Během erupce kleslo množství srážek pod průměr, ale rozhodně nešlo o extrémní výkyv. O tom by se dalo mluvit, pokud by došlo k situaci, jako o rok později, kdy množství srážek v listopadu vystoupalo výrazně nad průměr. Celkově se rok 1918 řadí mezi sušší roky. V roce 1919 přišlo srážkové období dřív, a to již v květnu. Při srovnání se záznamy o srážkách u předchozích kapitol víme, že se tato srážková období přesouvají vcelku běžně a pravděpodobně nebude erupce islandské sopky důvodem.



Graf 17 - Erupce Katla 1918, srážky, Praha - Klementinum

5.4. Hekla

Hekla je stratovulkán, který považujeme za jeden z nejznámějších islandských vulkánů. Nachází se přibližně jihozápadním směrem od středu ostrova. Aktivní je velmi často. Jenom během dvacátého století jsme zaznamenali sedm potvrzených erupcí. Mnoho z nich dosáhlo indexu vulkanické aktivity 3, pak tu bylo několik erupcí s VEI 2 i ty silnější s VEI 4.

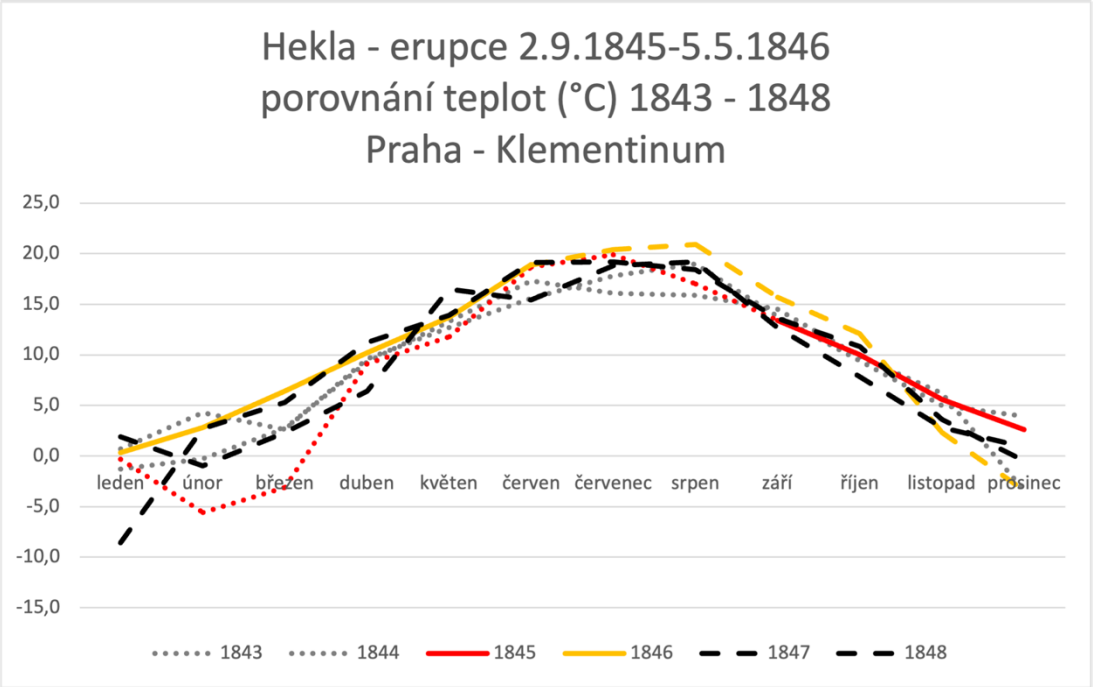
Pro účely mé práce jsem zvolila co nejintenzivnější erupce z období 1845 - 2000. Hekla zažila i silnější erupce, které dosahovali indexu vulkanické aktivity 5, ale pro nás jde o velmi vzdálené erupce, ke kterým bych neměla relevantní data. Dají se zkoumat jinými metodami, např. analýzou ledu a hornin.

5.4.1. Erupce 2.9.1845-5.5.1846

Nejstarší zkoumanou erupcí je ta z roku 1845. Byla klasifikována indexem vulkanické aktivity 4, takže jde o poměrně silnou erupci. Trvala cca osm měsíců, takže by její vliv mohl být značný.

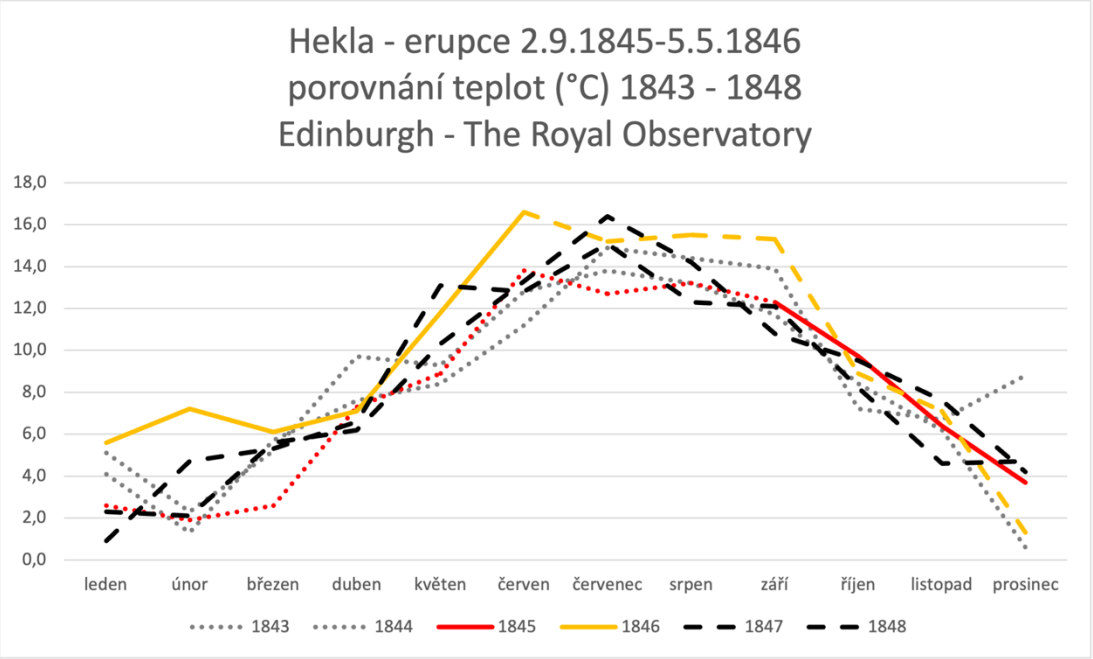
Z hlediska průměrných ročních teplot, byl rok 1845, kdy erupce začala, podprůměrný, ale naopak rok 1846, kdy ještě erupce trvala, byl nadprůměrně teplý. Dokonce natolik, že byl nejteplejším rokem v grafu. Vidíme, že téměř po celou dobu lemuje žlutá křivka horní hranu znázorněných teplot. Počátek tohoto jevu je vidět už koncem roku 1845, který je zobrazen červenou křivkou, kdy s přicházejí zimou neklesají průměrné teploty tak jako v ostatních letech.

Erupce skončila v květnu 1846 a první zima, která po erupci přišla, byla velmi chladná. Nicméně obdobně chladná zima byla v této oblasti i rok před erupcí.



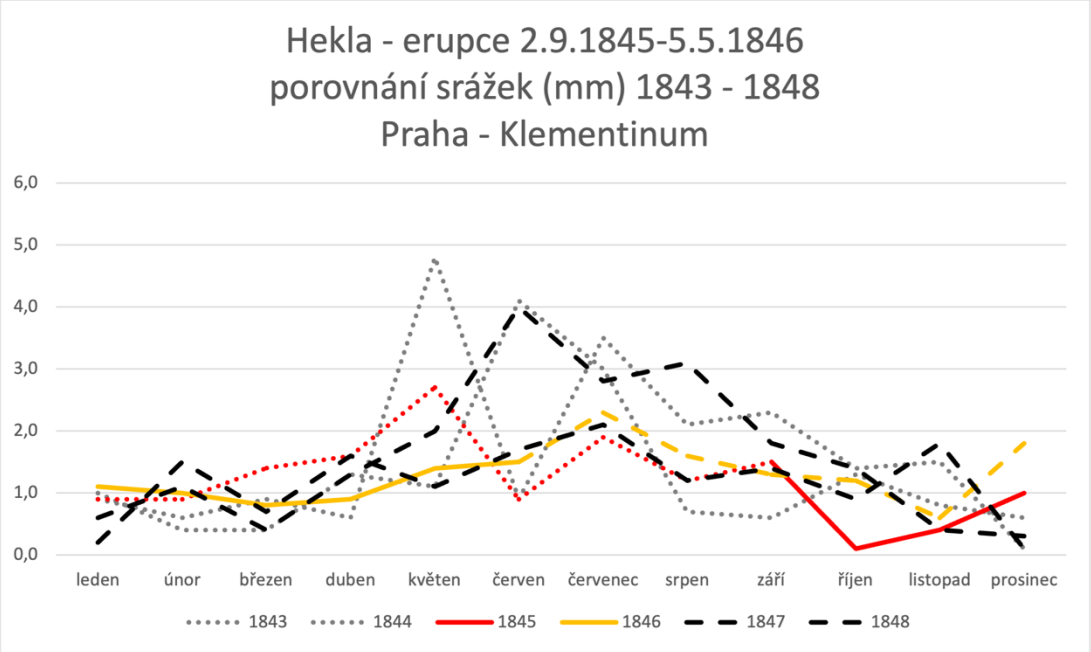
Graf 18 - Erupce Hekla 1845-1846, teploty, Praha - Klementinum

Podobně jako v Klementinu, naměřili v Edinburghu teploty dokazující, že rok 1845 byl podprůměrně teplý a naopak rok 1846 výrazně nadprůměrný. Velmi podobný je vývoj během roku 1845, kdy erupce začala. Od začátku roku přetrvávaly nižší teploty a se začátkem erupce se začaly zvedat. První zima po erupci je rovněž poměrně chladná, stejně jako tomu bylo v Praze.



Graf 19 - Erupce Hekla 1845-1846, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Oba roky erupce hodnotím jako podprůměrné z hlediska množství srážek. Nejedná se o extrémní odchylku vůči průměru, ale je vidět i v grafu, že v Praze konkrétně v období erupce ke srážkám příliš nedocházelo. Tento trend přetrval v podstatě až do června roku 1847.



Graf 20 - Erupce Hekla 1845-1846, srážky, Praha - Klementinum

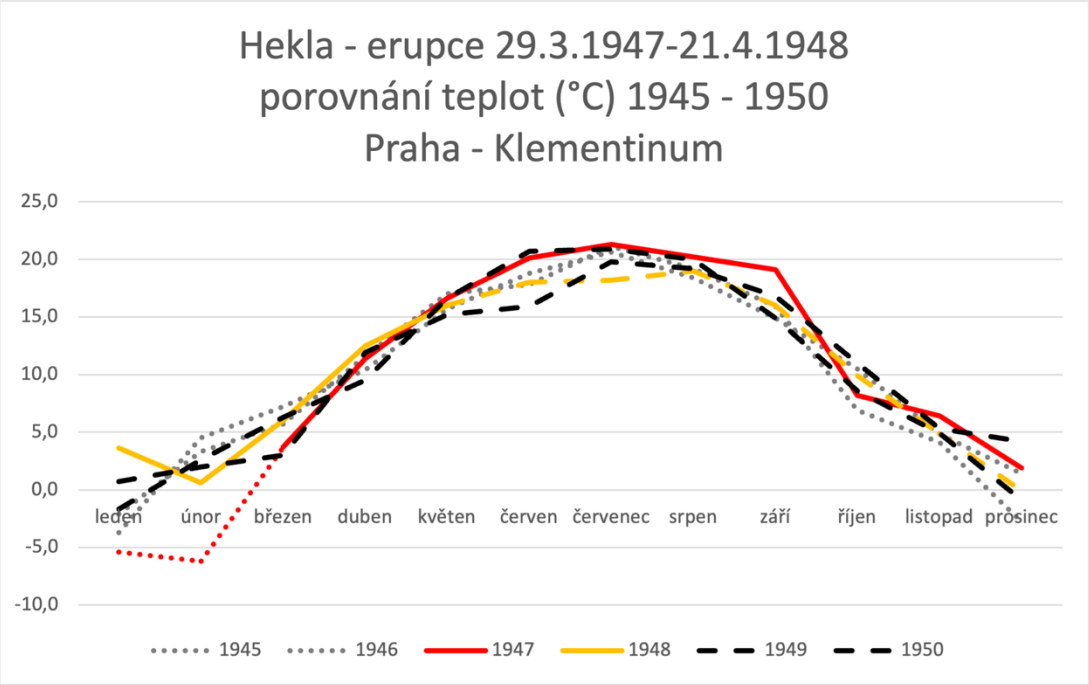
Ani v tomto případě nebyla data o množství srážek v Edinburghu k dispozici.

5.4.2. Erupce 29.3.1947-21.4.1948

Erupce v letech 1947 a 1948 dosáhla, stejně jako ta předchozí, indexu vulkanické aktivity 4. Tentokrát byla Hekla aktivní ještě o něco déle, a to téměř třináct měsíců.

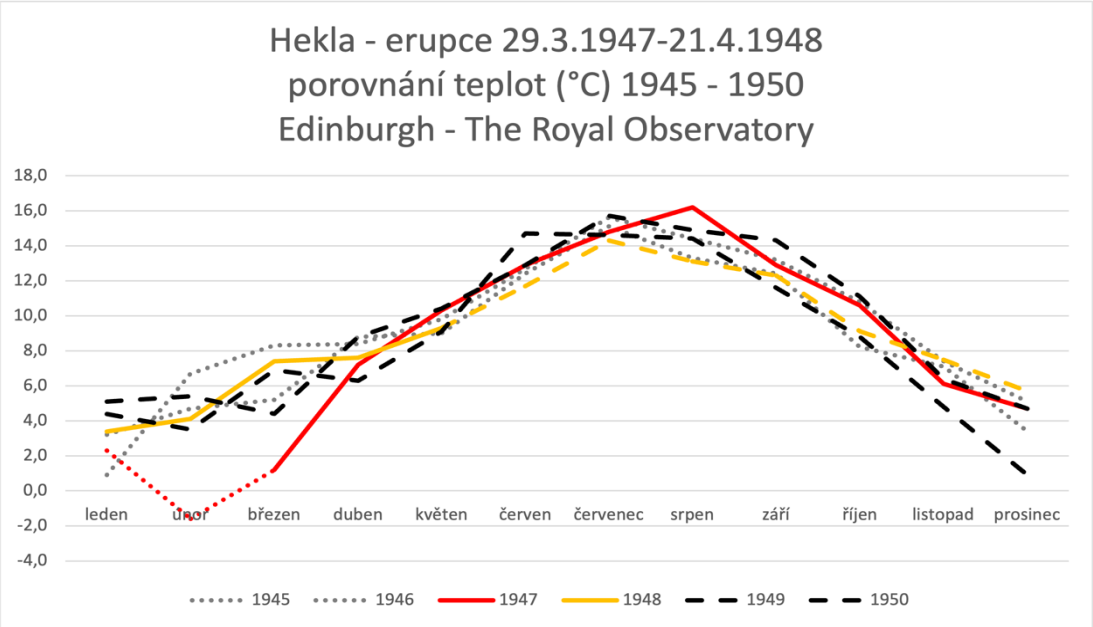
Zajímavé je, že stejně jako u předchozího případu, byl rok, kdy erupce začala, podprůměrně teplý, ale především díky tomu, že bylo velmi chladno před erupcí. Po tom, co erupce začala, i průměrná teplota vzrostla. Nepředpokládám, že by došlo k jevu, kdy erupci na Islandu předchází studená vlna, která se šíří po Evropě. Nicméně je možné, že kdyby nedošlo k erupci, bude celý rok ještě chladnější. Tedy pokud došlo k oteplení skutečně v důsledku erupce.

V tomto případě opět platí, že první zima po erupci byla chladná. Ovšem nešlo o tak výrazné ochlazení jako například u předchozí erupce v letech 1845 a 1846.



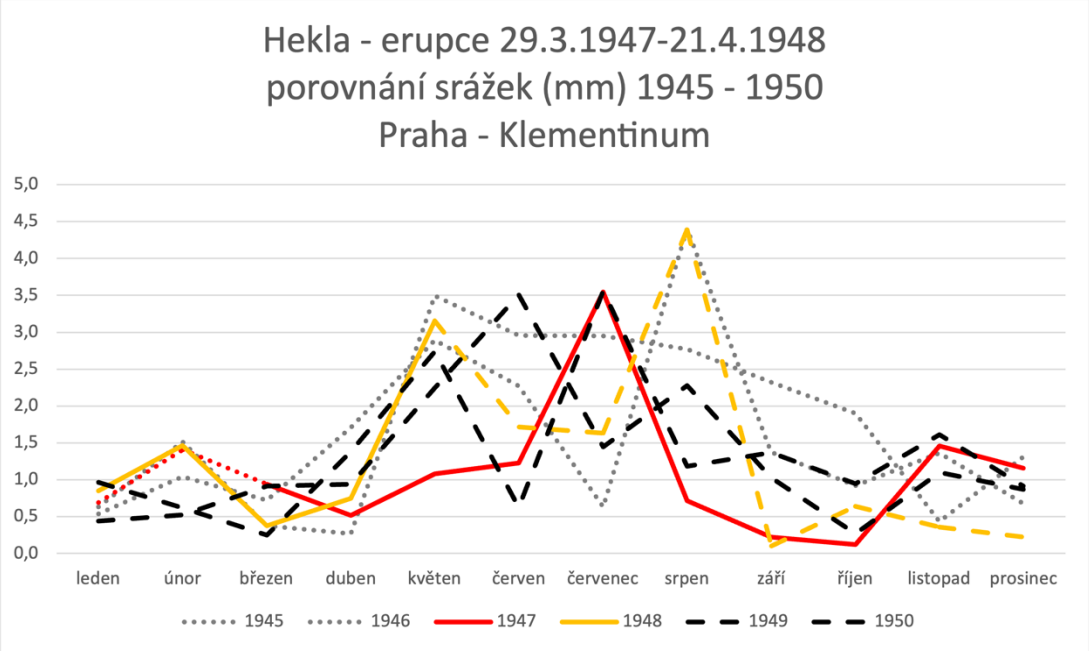
Graf 21 - Erupce Hekla 1947-1948, teploty, Praha - Klementinum

Edinburgh nepotvrzuje stav chladné první zimy po erupci. Tam byla naopak nadprůměrně teplá. Největších teplot během erupce bylo dosaženo v srpnu 1947. Tou dobou již v Praze průměrné teploty pomalu klesaly. Podstatné ale je, že klesaly opravdu pomalu až do září a pak přišel strmý pád. Během erupce Hekly mohlo dojít k procesům, které zapříčinily růst teplot v září v Edinburghu a se zpožděním udržet o něco teplejší klima i na území České republiky.



Graf 22 - Erupce Hekla 1947-1948, teploty, Ediburgh - The Royal Observatory

Během roku 1947, kdy erupce začala a trvala až do zimy, bylo naměřeno v pražském Klementinu podprůměrné množství srážek. Následující roky, včetně roku 1948, kdy ještě erupce trvala, udržely roční průměrný úhrn srážek naprosto shodný a víceméně průměrný. Období erupce nepřineslo výjimečné stavy související s množstvím srážek, ani rozložením srážkových období v roce.



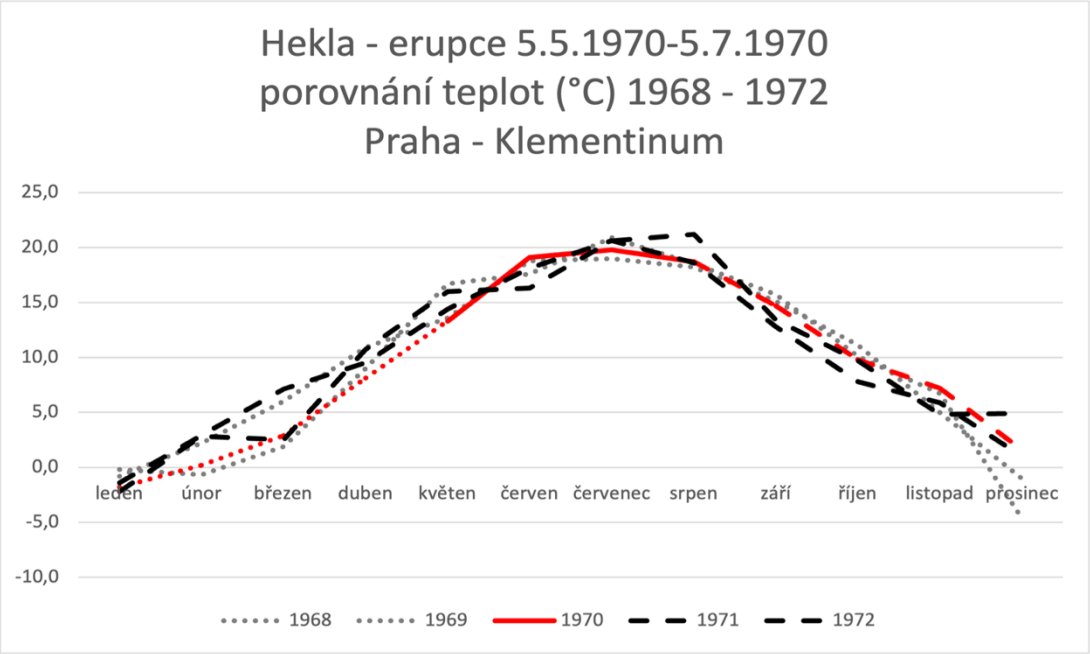
Graf 23 - Erupce Hekla 1947-1948, srážky, Praha - Klementinum

Porovnání množství srážek s Edinburghem nebylo k dispozici.

5.4.3. Erupce 5.5.-5.7.1970

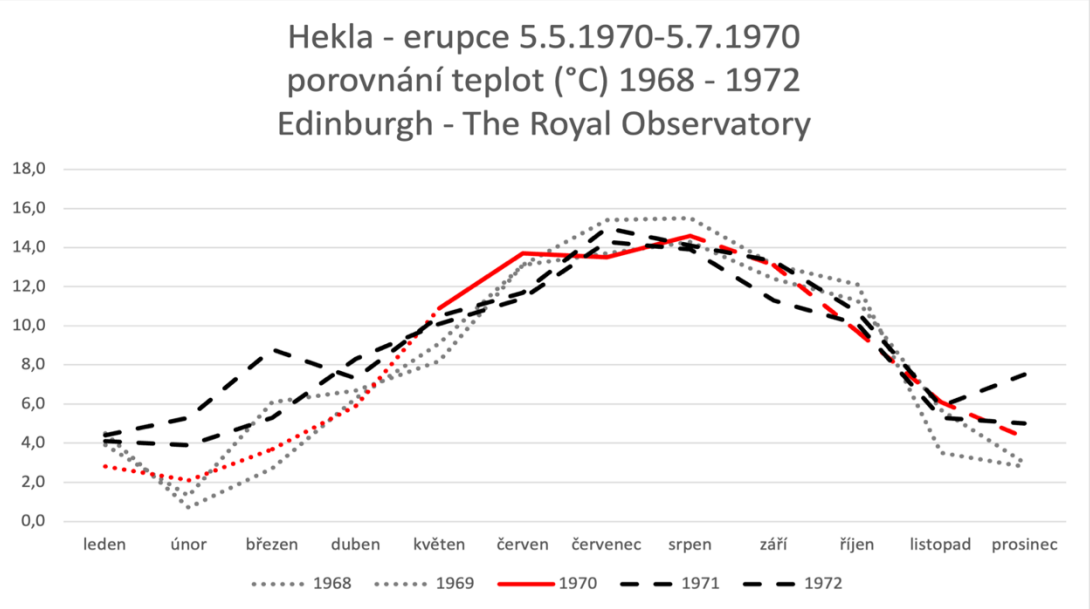
Dostáváme se blíže k současnosti s erupcí, která trvala přesně dva měsíce od května do července roku 1970. Index vulkanické aktivity byl o stupeň nižší než u předchozích dvou erupcí vulkánu Katla, a to 3.

Po celých pět let, které mapuje tento graf, nedocházelo k zásadním změnám či náhlým výkyvům. Dobře viditelný je srpen roku 1971, tedy rok po erupci, který byl nadprůměrně teplý, ale následující září vrací teploty zpět mezi ty obvyklé. První zima po erupci není tentokrát jednoznačně chladnější ani teplejší, ale teplota spíš kolísala.



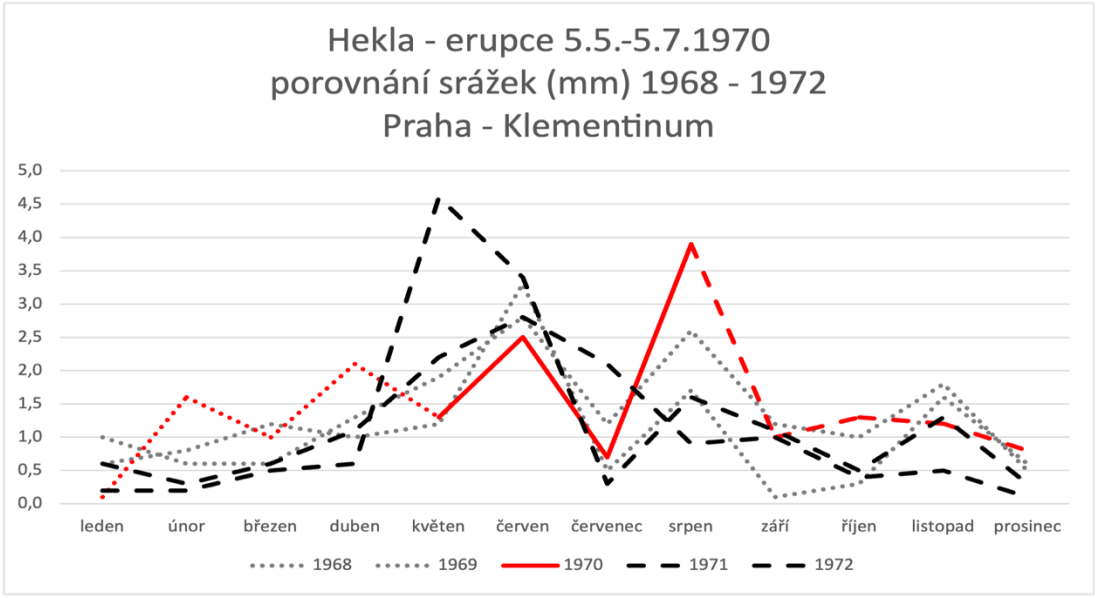
Graf 24 - Erupce Hekla 1970, teploty, Praha - Klementinum

Oproti Praze, v Edinburghu vystoupaly teploty od začátku erupce nad průměr o tolik, že květen a červen roku 1970 byly nejteplejšími mezi všemi evidovanými roky kolem této erupce. Pak ale teplota klesla tak, že červenec byl naopak nejchladnějším červencem, a dál byly teploty již průměrné. Potenciálně se mohl vliv erupce projevit tím, že teploty rozkolísal. Následující jaro roku 1971 prošlo teplotním výkyvem a bylo o několik stupňů Celsia teplejší. Zbytek roku byl průměrný až do zimy. Prosinec byl podobně jako jaro mnohem teplejší než v jiných letech.



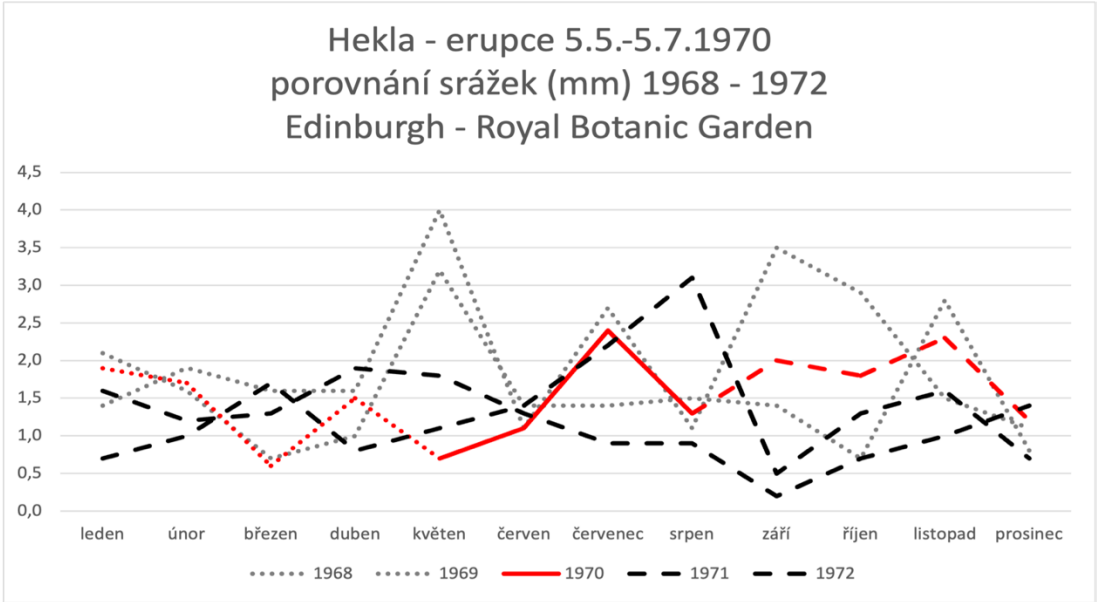
Graf 25 - Erupce Hekla 1970, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Konečně se dostáváme k případům erupcí, kdy můžeme analyzovat srážková data z Prahy i Edinburghu. Celkově byl rok erupce 1970 pro Prahu nadprůměrně deštivý. Nejvíce srážek bylo naměřeno v srpnu, tedy po tom, co erupce skončila. Byl to neobvykle deštivý srpen.



Graf 26 - Erupce Hekla 1970, srážky, Praha - Klementinum

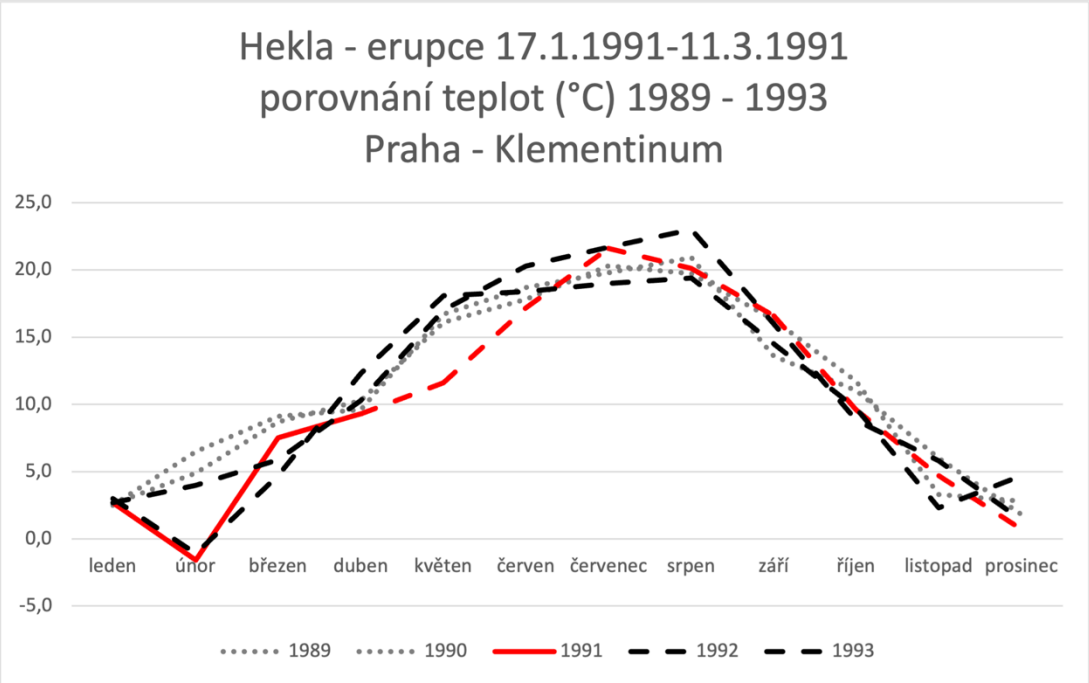
V Královské botanické zahradě v Edinburghu naměřili srážky s jiným trendem vývoje. Tam naopak došlo po skončení erupce k poklesu. Následující dva roky po erupci byly podprůměrné, co se množství srážek týká, ale tento klesající trend začal již před erupcí samotnou.



Graf 27 - Erupce Hekla 1970, srážky, Edinburgh - Royal Botanic Garden

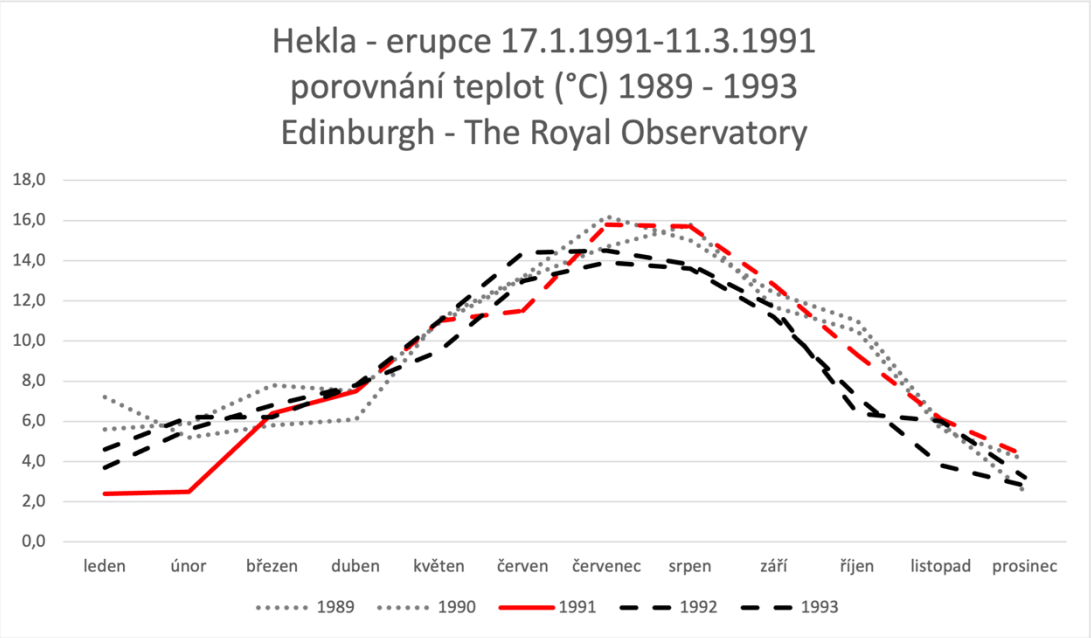
5.4.4. Erupce 17.1.-11.3.1991

VEI 3 je intenzita, které dosáhla Hekla svou aktivitou v roce 1991. V tomto roce bylo v pražském Klementinu opět chladno. S nástupem erupce přišla chladná zima a jaro. Přesto, že roky 1992 a 1993 byly celkově teplejší než rok 1991, trend chladnějšího začátku roku přetrval. Po erupci se oteplovalo pomaleji než v jiných letech, ale nakonec se teploty vrátily v druhé polovině roku ke svému průměru.



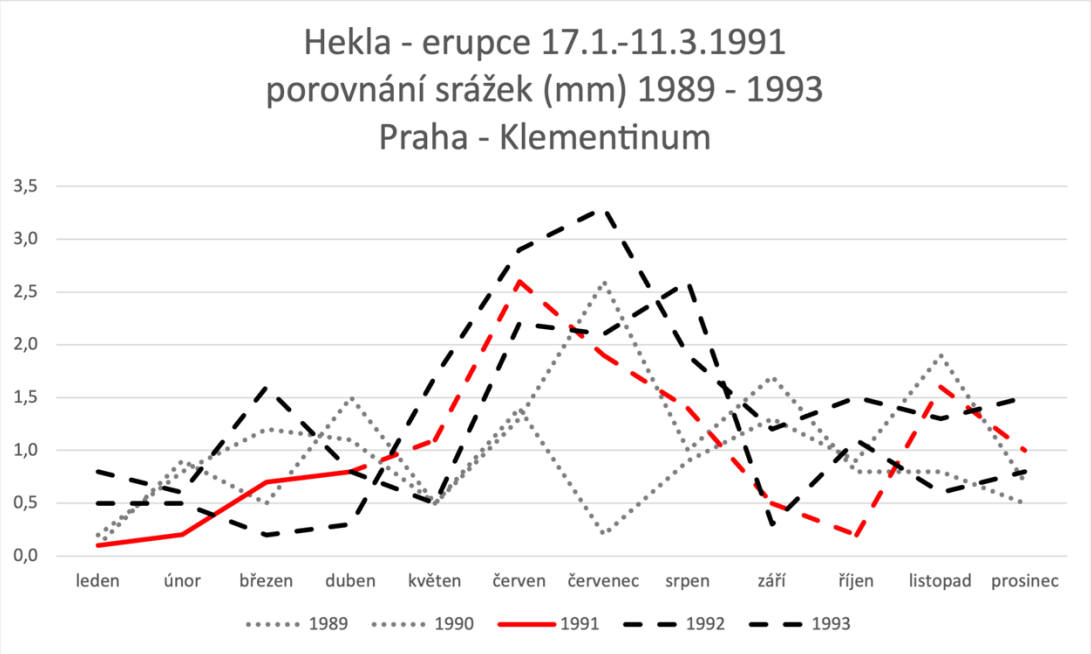
Graf 28 - Erupce Hekla 1991, teploty, Praha - Klementinum

Edinburgh zaznamenal chladnější nástup roku stejně jako Praha. Teploty se ale s koncem erupce vrátili zpět k obvyklým hodnotám. Jak ale vidíme v grafu, v následujících dvou letech byla vždy druhá polovina roku chladnější, než tomu bylo před erupcí.



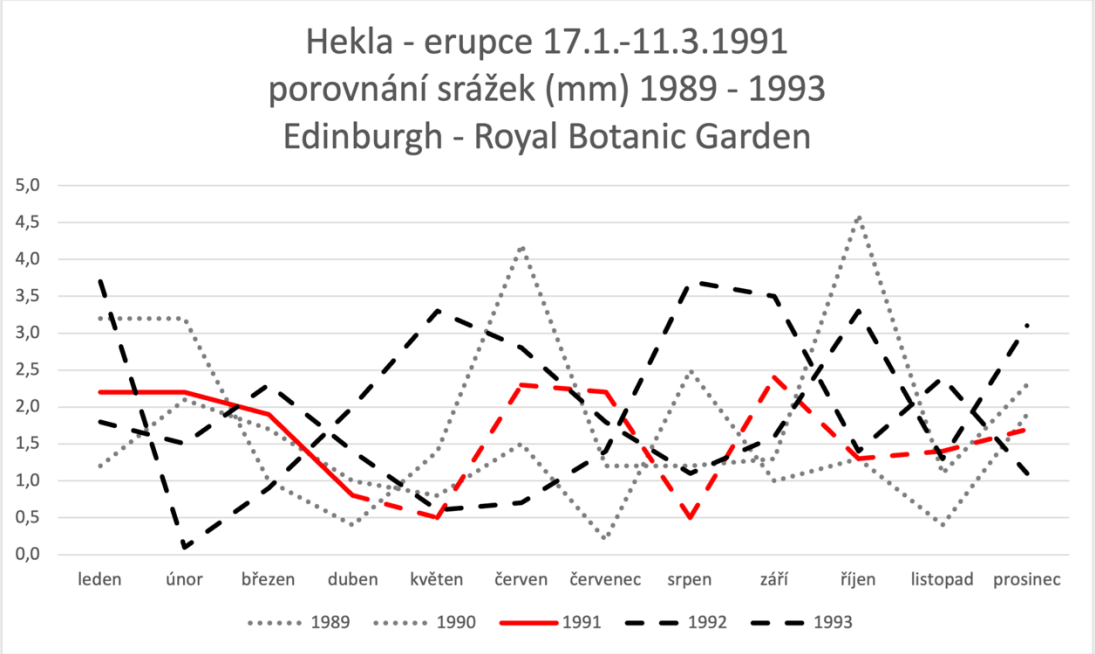
Graf 29 - Erupce Hekla 1991, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Když erupce skončila, pomalu v Praze nastupovalo období srážek. Běžný jev, který se v podstatě opakoval každý rok v létě nebo v období kolem léta. Množství srážek nebylo extrémně velké ani malé. Během erupce byl ale nástup srážek pozvolnější, než tomu bylo v jiných letech. Vypadá to jako by důsledkem erupce došlo k regulaci výkyvů.



Graf 30 - Erupce Hekla 1991, srážky, Praha - Klementinum

Srážky ve Skotsku obvykle vypadají jinak než v České republice. Bývají více rozložené do celého roku. Zatímco v záznamech z Klementina se opakuje vzorec, který ukazuje, že během zimy jsou u nás srážky poměrně slabé, a naopak velké množství dopadne na povrch Země během léta, tak ve Skotsku nebývá neobvyklé, že je více srážek v zimním období. Nicméně těch srážkových období bývá během roku víc a každá křivka zobrazující jednotlivé roky je velmi rozkolísaná. Během erupce docházelo k poklesu naměřeného množství srážek.

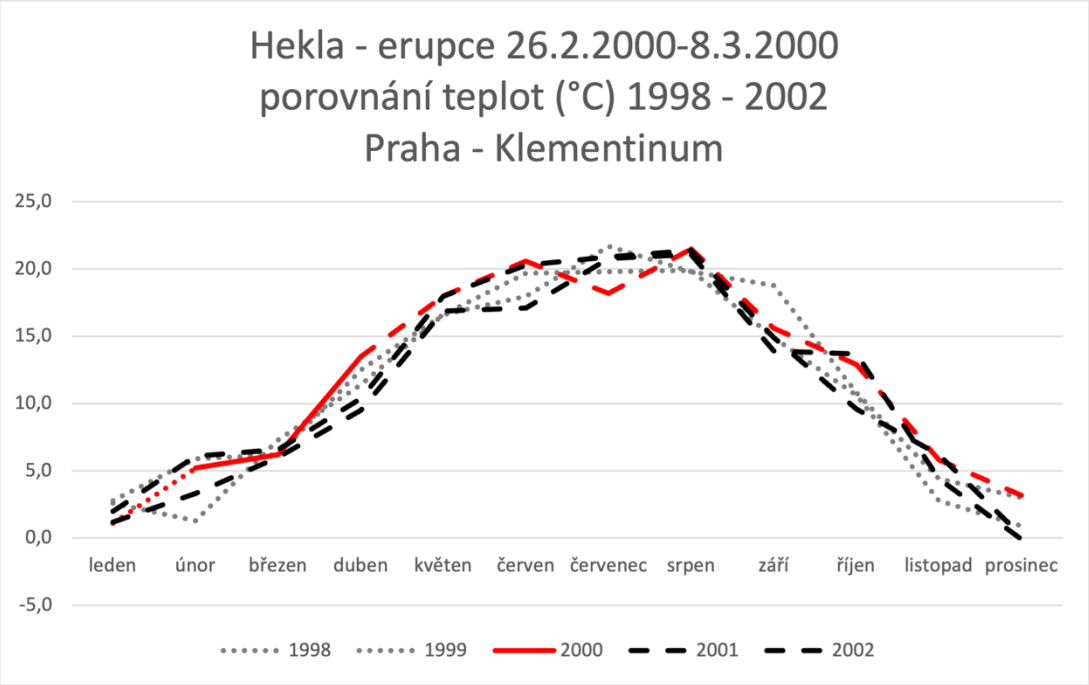


Graf 31 - Erupce Hekla 1991, srážky, Edinburgh - Royal Botanic Garden

5.4.5. Erupce 26.2.-8.3.2000

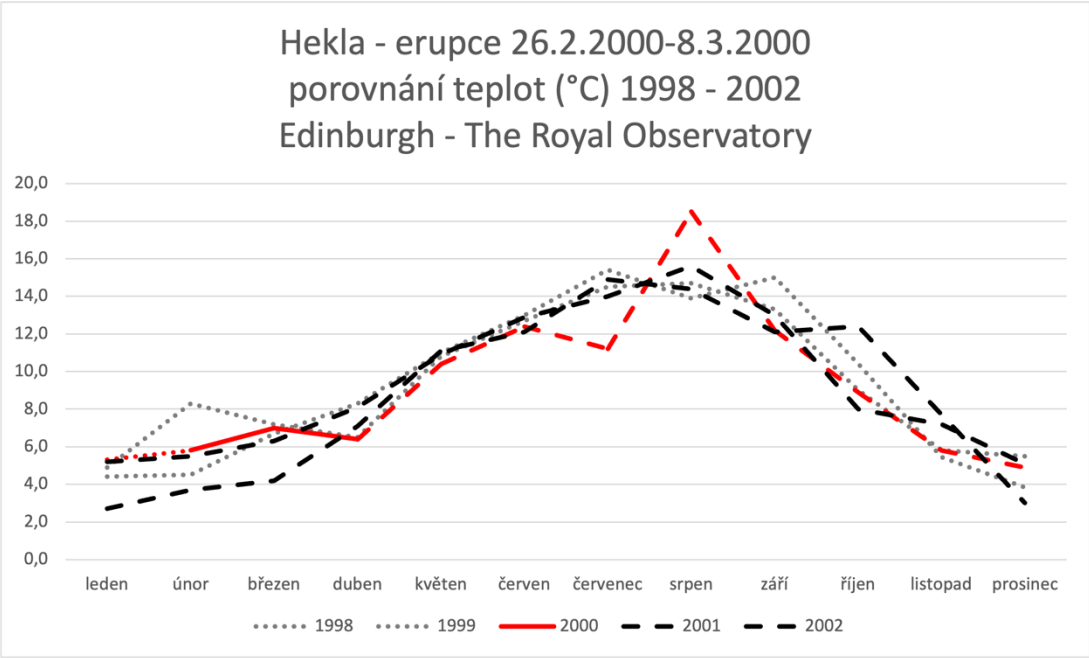
Erupce Hekly v roce 2000 je jedna z historicky nejnovějších erupcí, které ve své práci zkoumám. V dalších kapitolách se podíváme ještě na erupci Grímsvötn z roku 2011. Nicméně tato erupce dosáhla indexu vulkanické aktivity 3. Jedná se tedy o podobnou intenzitu, jakou byly klasifikovány dvě předchozí erupce vulkánu Hekla.

Rok 2000 byl pro pražské Klementinum nadprůměrně teplý, ale pak přišel rok 2001, který byl v porovnání s ostatními chladnější. Jinak v tomto případě není znatelný zásadní zlom v teplotách. První zima po erupci patří rozhodně mezi chladnější, ale například rok před erupcí dosahovala zima ještě nižších teplot.



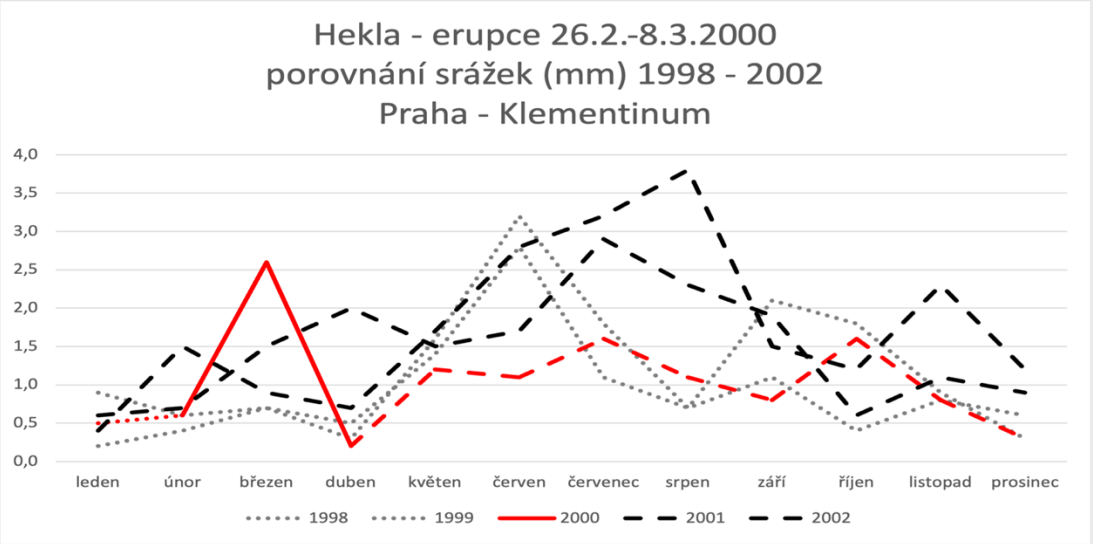
Graf 32 - Erupce Hekla 2000, teploty, Praha - Klementinum

V Edinburghu kolísaly teploty o poznání více. Teploty se po erupci držely spíš pod průměrem a v červenci se dostaly velmi nízko. Pak ale přišel velký skok z extrémně chladného července do extrémně horkého srpna. Po zbytek roku se držely teploty v průměrných hodnotách.



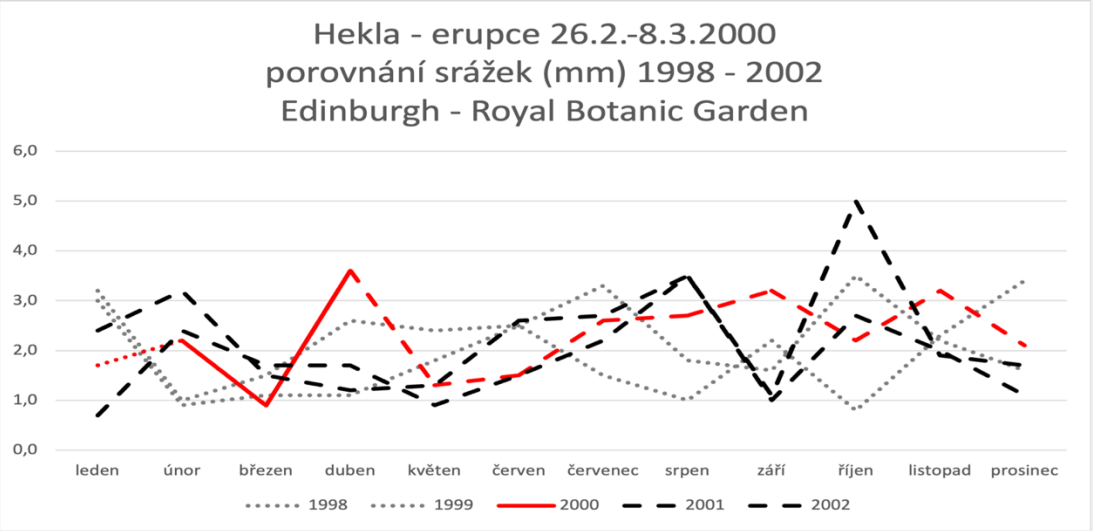
Graf 33 - Erupce Hekla 2000, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Data o srážkách přináší jeden jev, který se vymyká. V době erupce došlo během března k prudkému nárustu množství srážek. Pro toto období neobvyklé. Následoval zbytek roku, kdy se srážky držely na nižších hodnotách. V letech před a po erupci přicházelo období srážek obvykle až v létě.



Graf 34 - Erupce Hekla 2000, srážky, Praha - Klementinum

V datech z Edinburghu vidíme podobný jev. K nárustu množství srážek došlo sice až v dubnu, ale i když jsou srážky jako obvykle u záznamů z Edinburghu více rozprostřené do celého roku, tento výkyv je velmi dobře vidět. Dále se nic významného během erupce či po ní nestalo. Říjnový vzestup srážek, který vidíme v grafu v podobě černé přerušované křivky, nastal více než dva roky po erupci, takže souvislost s ní vylučuji.



Graf 35 - Erupce Hekla 2000, srážky, Edinburgh - Royal Botanic Garden

5.5. Grímsvötn

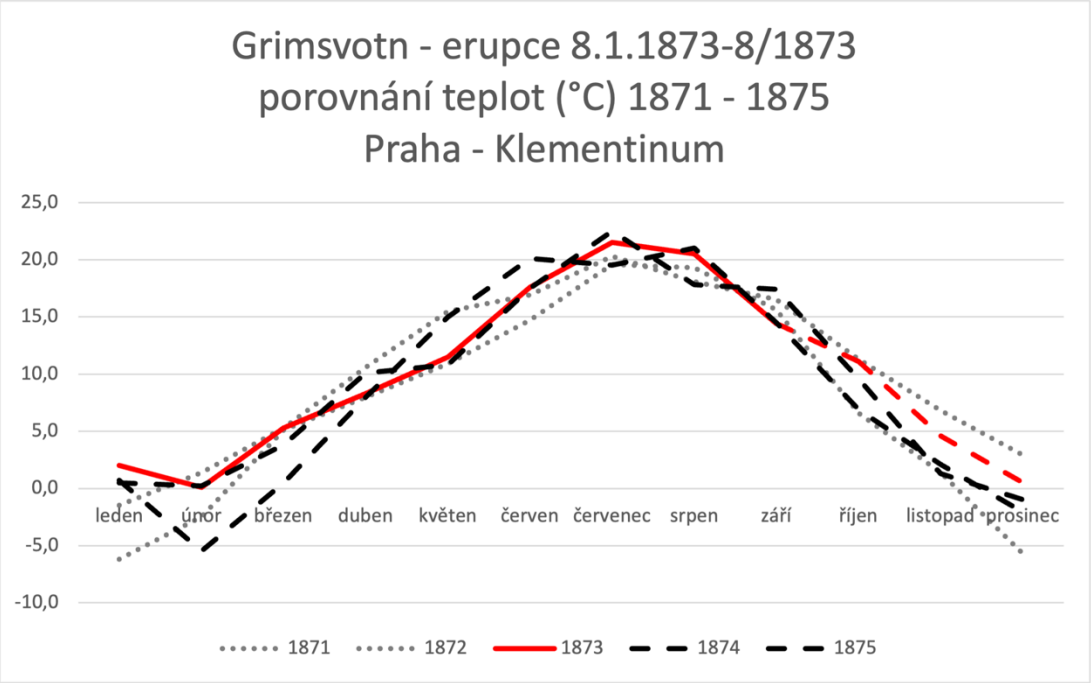
Grímsvötn jsem zahrnula do výběru zkoumaných vulkánů, jelikož je velmi aktivní. Za posledních sto let došlo k mnoha potvrzeným erupcím a zároveň i mnoho nepotvrzeným. Zatím poslední potvrzená erupce proběhla v roce 2011 a budu se jí věnovat ve své práci. Podrobně se podíváme na erupce z let 1873, 1998 a 2011.

Grímsvötn je sopečná kaldera, která je zaplavená a krytá ledem o síle dvě stě metrů. Okrytý je pouze jižní okraj. Erupce jsou potenciálním rizikem, jelikož rozpouští led, a to může vést k záplavám. O tomto problému jsem psala již v případě vulkánu Katla.

5.5.1. Erupce 8.1.1873-8/1873

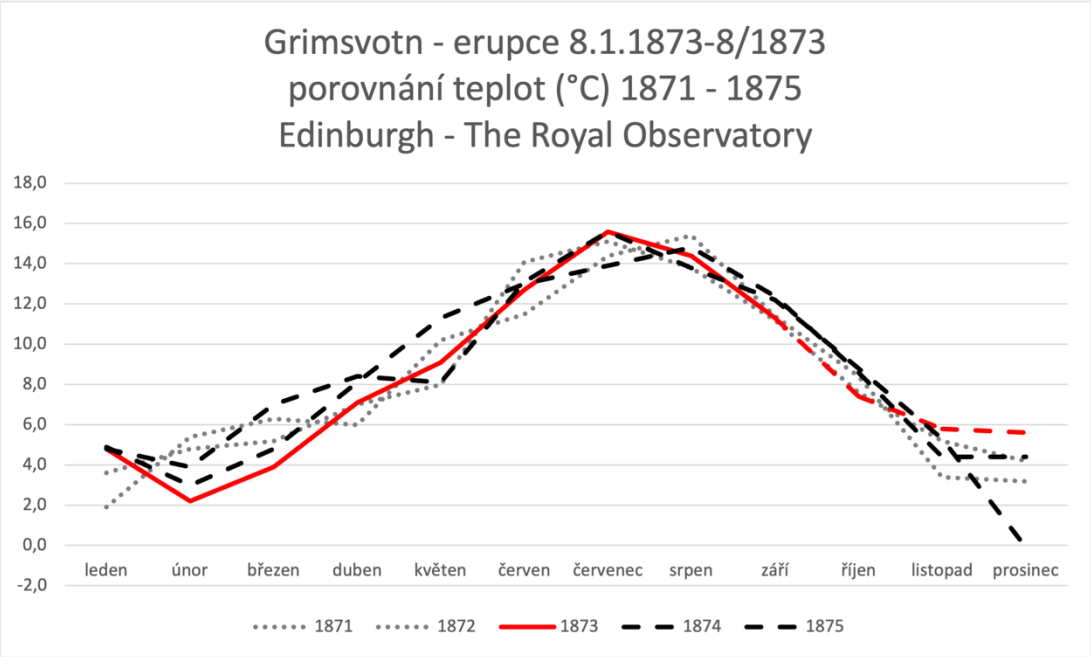
Vulkanická aktivita byla označena indexem 4. Erupce trvala přibližně osm měsíců, ale konkrétní den, kdy skončila, neznáme.

Erupci předcházelo pár teplejších měsíců, takže viditelný teplý leden může být důsledkem erupce nebo také jen pokračování oteplení, které přišlo před erupcí. Během erupce, i po ní, byly v Praze naměřeny velmi standardní hodnoty teplot vzduchu. Po podrobnějším prozkoumání průměrných teplot si myslím, že erupce se odehrála zrovna uprostřed vlny, která přinesla oteplení. Tato vlna se začala zvedat už v roce 1872 a s erupcí začala zase klesat. Erupce by ale mohla být důvodem, proč teploty dál nerostly.



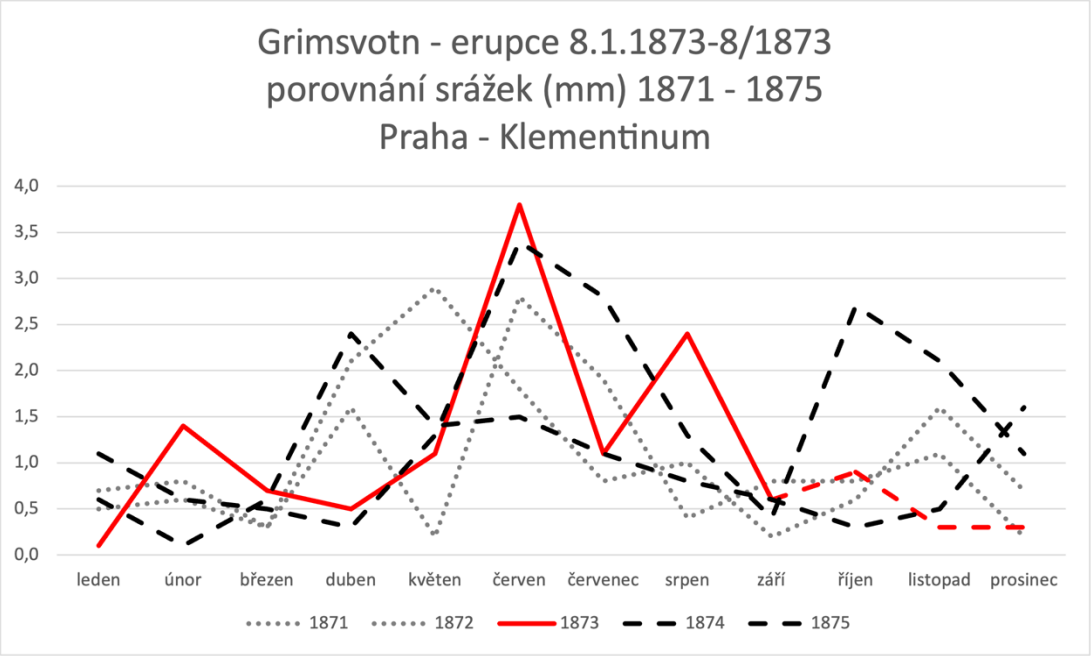
Graf 36 - Erupce Grímsvötn 1873, teploty, Praha - Klementinum

Edinburgh byl zrovna v procesu oteplování, které začalo v letech před erupcí a pokračovalo i po ní. Mluvím o průměrných ročních teplotách. Začátek roku 1873 byl chladný až do dubna, pak během roku byly teploty průměrné a konec roku přinesl teplý prosinec.



Graf 37 - Erupce Grímsvötn 1873, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Roční úhrn srážek byl v Klementinu průměrný. Zjevně se ale odehrála tato erupce v období, kdy se srážková období rozprostřela více do celého roku a tím trochu připomíná srážky v Edinburghu. Během erupce byl výjimečně deštivý únor, pak extrémně deštivý červen, a nakonec přišlo ještě jedno deštivé období v srpnu. Zbytek roku byl již velmi mírný a tím nejspíš stáhl roční průměr na obvyklou hodnotu. Neobvykle velké množství, až o polovinu, bylo naměřeno během roku 1875, ale to už bychom se dostali do období dva roky po erupci. Mezitím uplynul rok 1872, kde není vidět žádná návaznost mezi erupcí a extrémně deštivým rokem 1873.



Graf 38 - Erupce Grímsvötn 1873, srážky, Praha - Klementinum

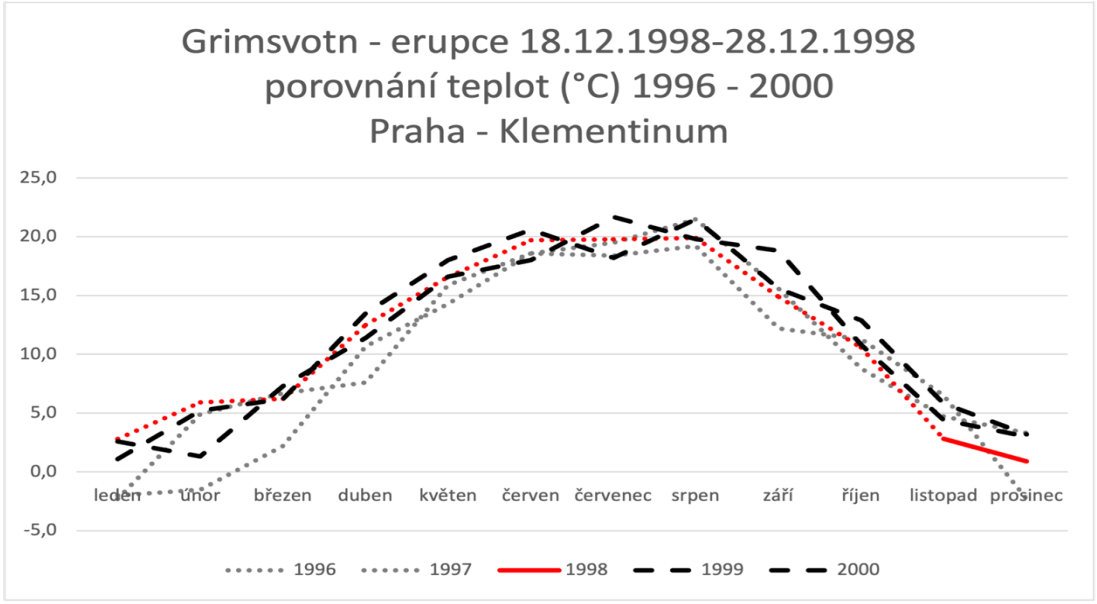
Data z Edinburghu se mi k této erupci nepodařilo získat.

5.5.2. Erupce 18.12.-28.12.1998

Tato erupce byla slabší a dosáhla VEI 3. Odehrála se na konci roku 1998, takže v grafech uvidíme i roky 1999 a 2000. Právě v roce 2000 se odehrála erupce vulkánu Hekla, které jsem se ve své práci také věnovala.

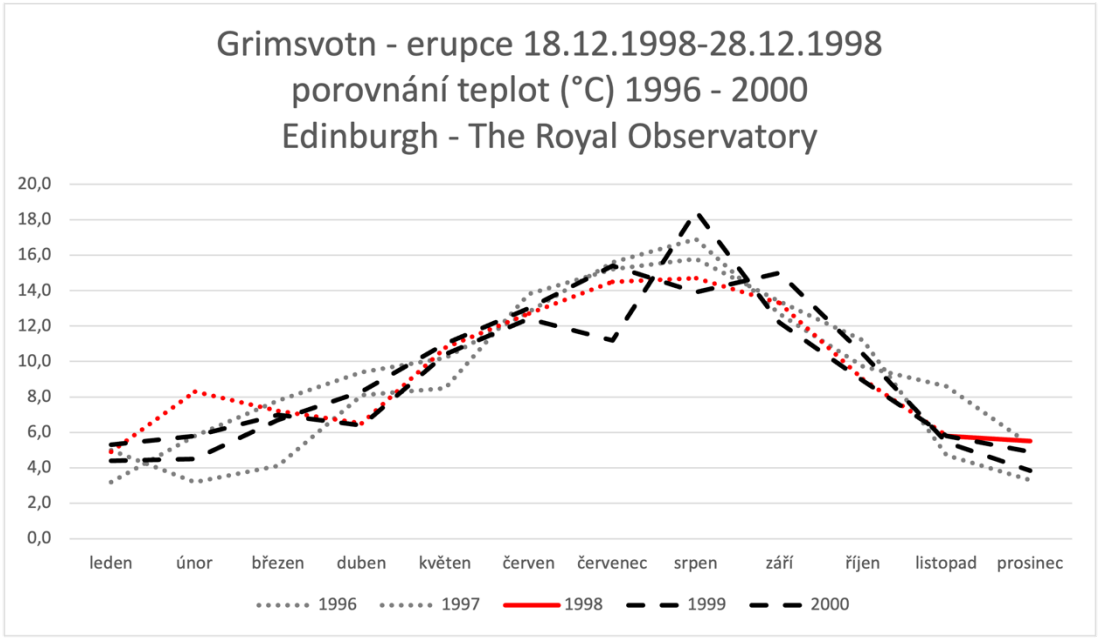
Erupce trvala pouze deset dní a příliš zásadní informace jsem z dat o teplotách nezískala. Relevantních dat byl dostatek, ale jak vidíme v grafu, nedocházelo k prudkým výkyvům, ani ke změnám dlouhodobých trendů. Zřejmý je výkyv na začátku roku 1996. Toto období sice předcházelo téměř o tři roky naší erupci, ale

v roce 1996 došlo také k erupci Grímsvötn. Ta přišla a v září 1996, takže ani jejím vlivem ke změně teplot nedošlo. Mohla být ovšem příčinou chladné zimy mezi lety 1996 a 1997.



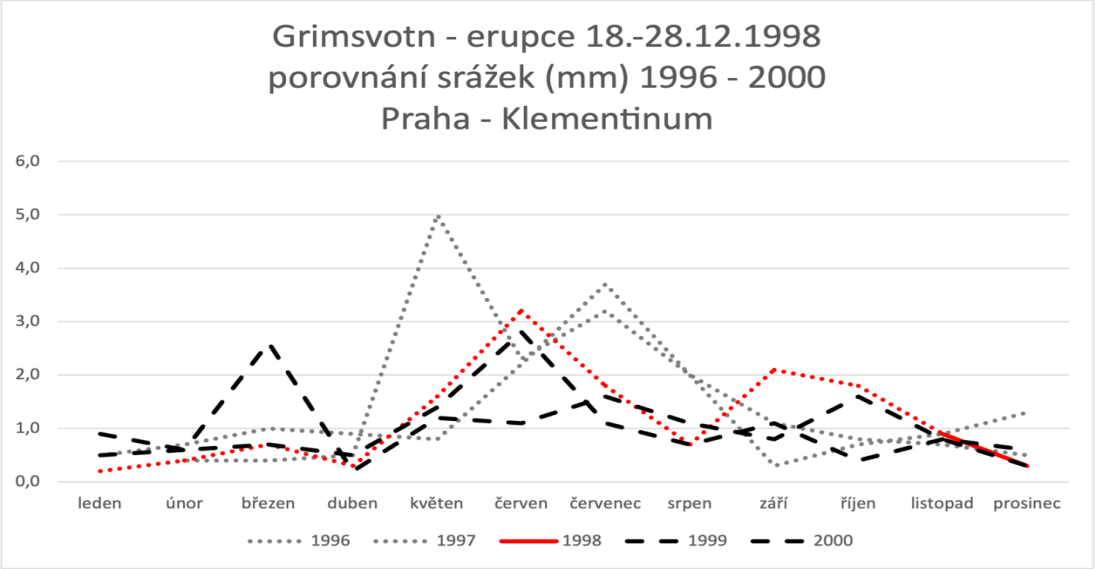
Graf 39 - Erupce Grímsvötn 1998, teploty, Praha - Klementinum

Pro Edinburgh byl rok 1998 nadprůměrně teplý, ale nepřinesl značné výkyvy. Teploty se během roku plynule zvýšily v období léta a zase pomalu klesly s přicházející zimou. Za zmínku stojí snad to, že ochlazování před zimou bylo pozvolnější než obvykle.



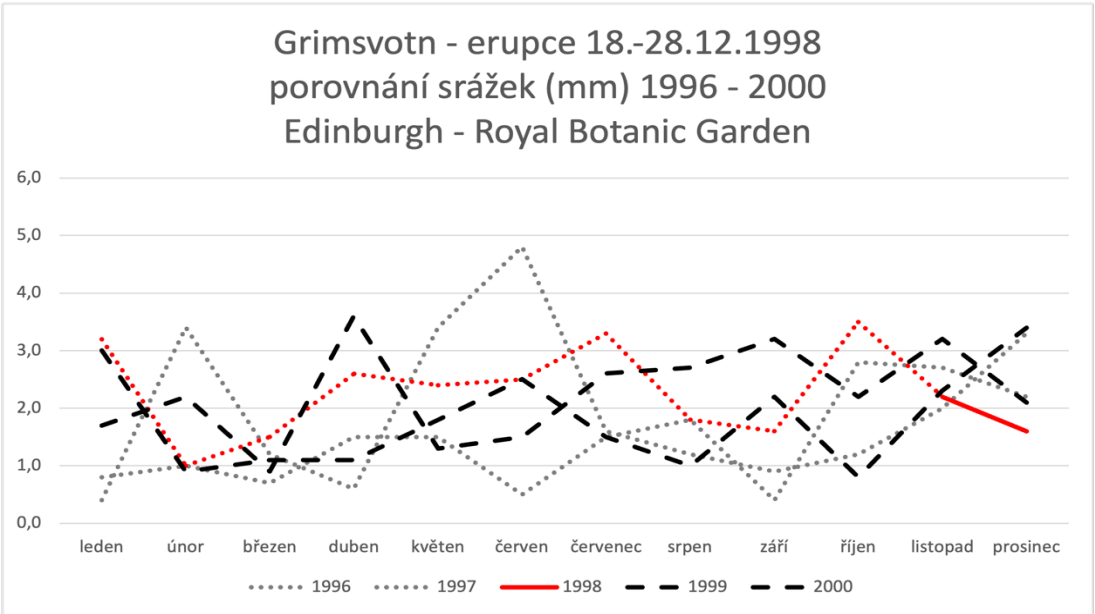
Graf 40 - Erupce Grímsvötn 1998, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Rok 1998 působí jako součást dlouhodobějšího poklesu ročního množství srážek. Od roku 1996 do roku 2000 postupně v Praze srážek ubývalo. Prosinec 1998 nepřinesl žádnou změnu, a dokonce ani během následujících měsíců nedošlo k ničemu neobvyklému.



Graf 41 - Erupce Grímsvötn 1998, srážky, Praha - Klementinum

Edinburgh si procházel naprosto opačným trendem. Ročních srážek mezi lety 1996 a 2000 spíš přibývalo. Ovšem k jednomu výkyvu došlo. V roce 1999, tedy v roce po erupci, srážek ubylo. Leden hned po erupci byl velmi deštivý, ale zbytek roku byl podprůměrný, co se množství srážek týká.

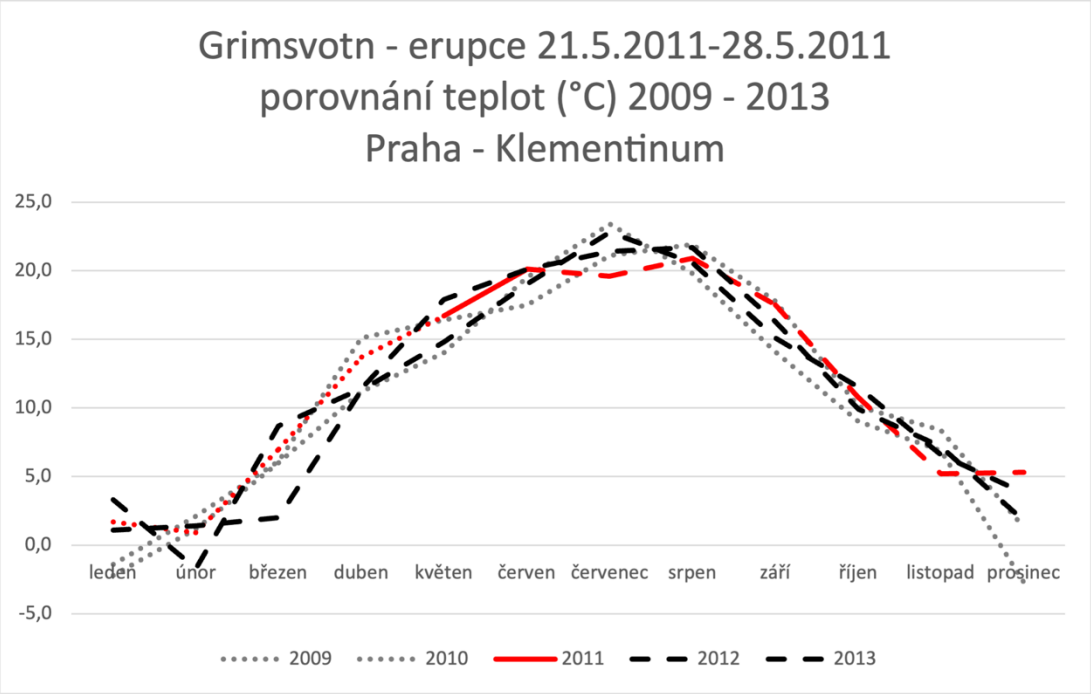


Graf 42 - Erupce Grímsvötn 1998, srážky, Edinburgh - Royal Botanic Garden

5.5.3. Erupce 21.5.-28.5.2011

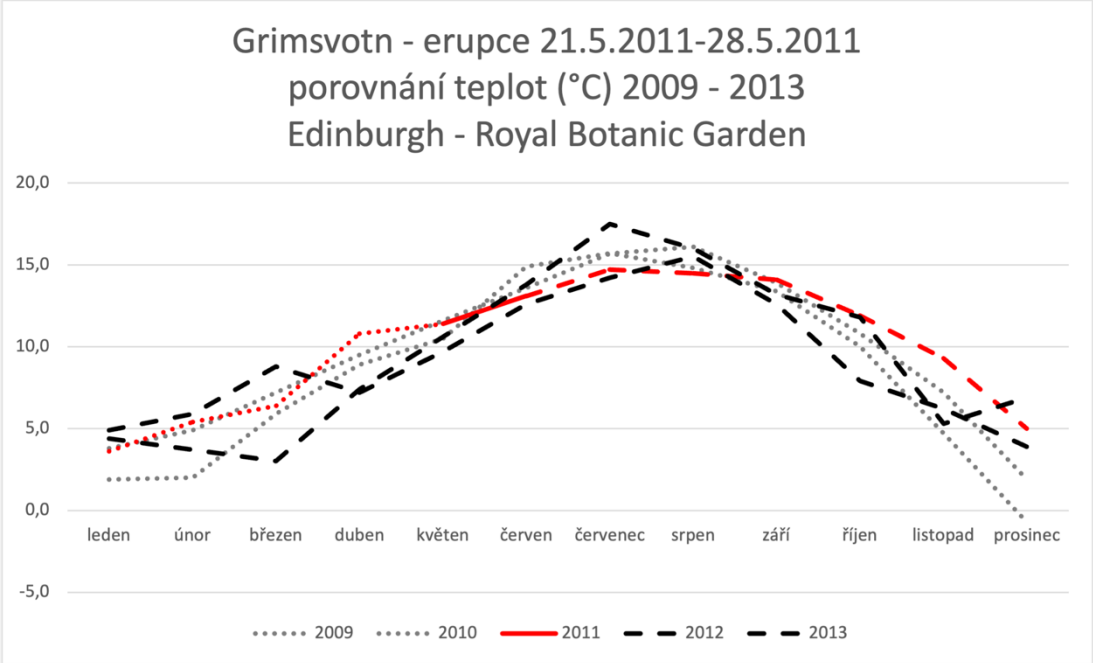
Dostáváme se k poslední erupci Grímsvötn , které se v této práci věnuji. Index vulkanické aktivity dosáhl úrovně 4. Byla to krátká, ale velmi intenzivní erupce. Trvala pouhý týden. Tato erupce omezila letecký provoz na Islandu. Prokazatelně se dostal oblak sopečného prachu a popela nad území Skotska již 24. května 2011.

Přesto, že šlo o silnou erupci, v Čechách se příliš neprojevila. Rok 2011 byl nadprůměrně teplý, ale ne tak významně. Po erupci přišel chladnější červenec a pak se teploty opět začaly zvedat.



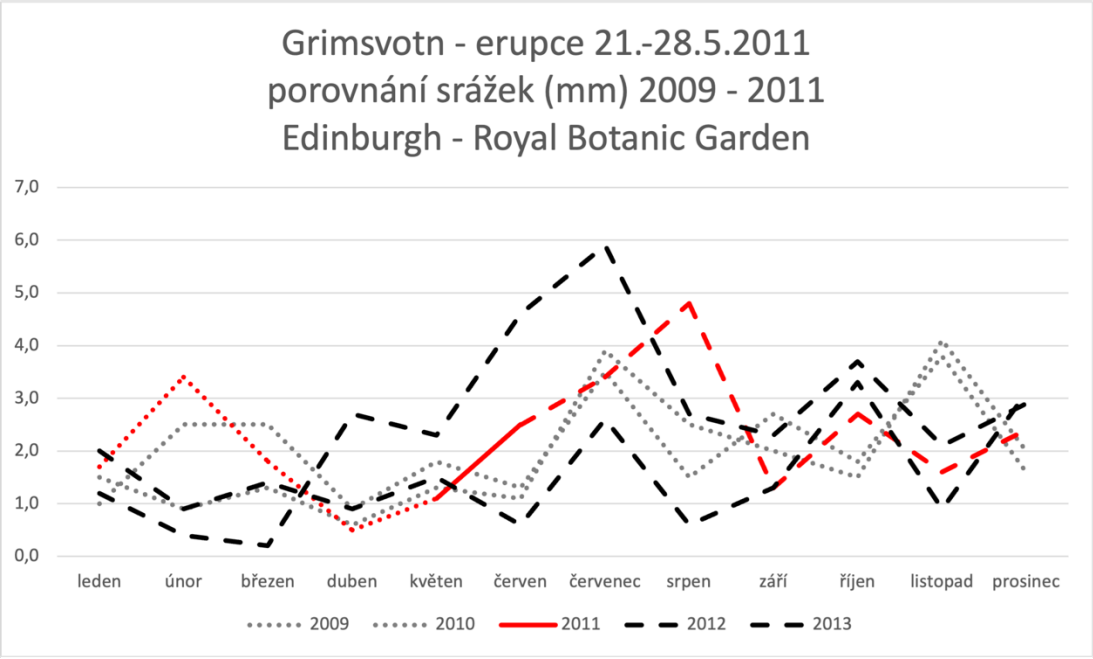
Graf 43 - Erupce Grímsvötn 2011, teploty, Praha - Klementinum

Edinburgh by měl vzhledem k okolnostem přinést mnohem uspokojivější závěr. Vidíme, že s koncem erupce se začal zpomalovat růst teplot v období přicházejícího léta. Nicméně s příchodem podzimu začaly být teploty nadprůměrně teplé, a to vydrželo v podstatě až do března 2012. Zbytek roku 2012 byl spíš chladnější.



Graf 44 - Erupce Grímsvötn 2011, teploty, Edinburgh - Royal Botanic Garden

Během erupce začalo v Edinburghu přibývat srážek a nárust trval až do srpna. Celý rok 2011 byl nadprůměrně deštivý. Následující rok byl ještě bohatší na srážky. Potenciálně mohl být vyvolán nárust v roce 2011 erupcí, jelikož s jejím začátkem přišlo toto srážkové období.



Graf 45 - Erupce Grímsvötn 2011, srážky, Edinburgh - Royal Botanic Garden

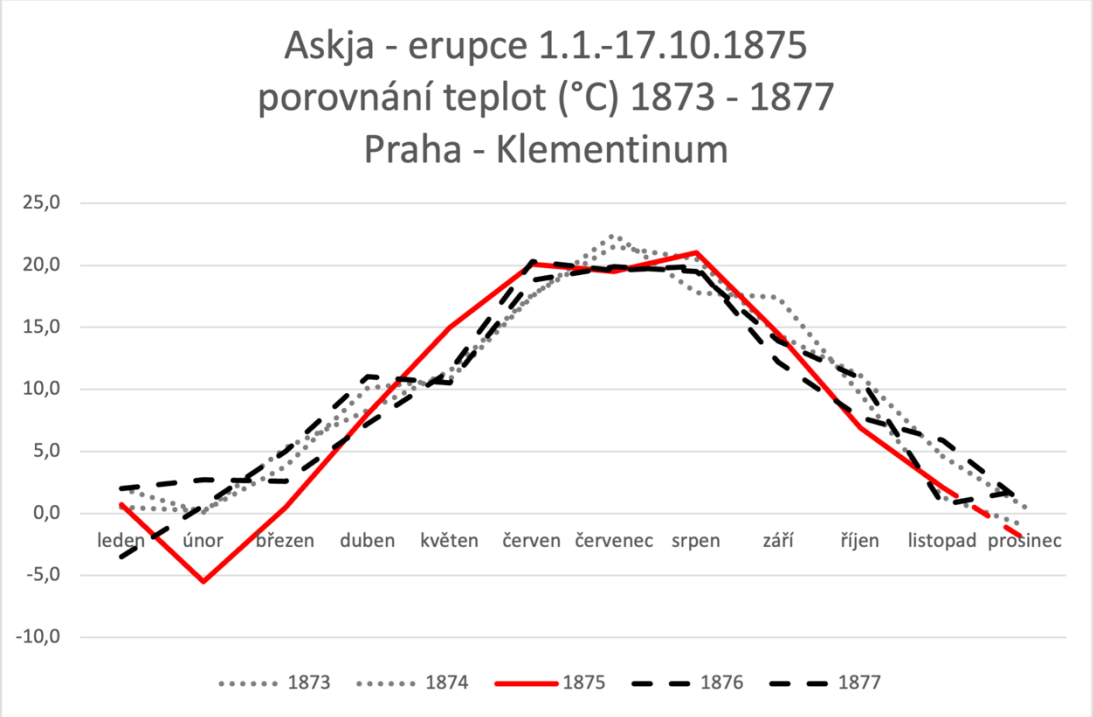
Data z Klementina se mi z tohoto období nepodařilo sehnat. Údaje o srážkách v dostupných souborech chybí.

5.6. Askja

Askja se řadí mezi stratovulkány a pro porovnání, je skoro o tisíc metrů nižší než Sněžka. Naposledy došlo k erupci v roce 1961, ale my se podíváme na erupci z roku 1875, která trvala déle a dosáhla větší intenzity.

5.6.1. Erupce 1.1.-17.10.1875

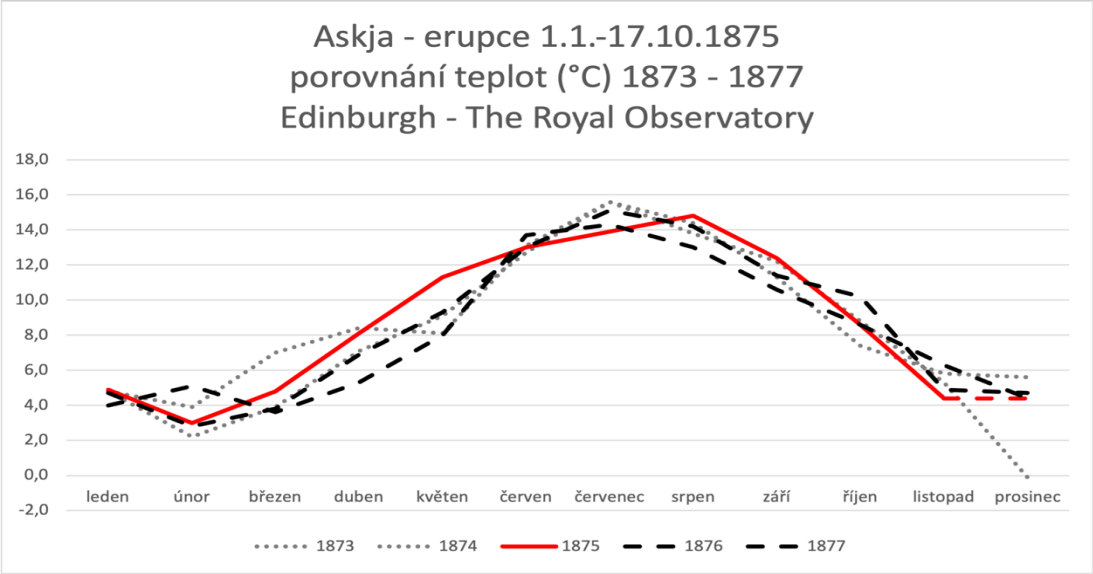
VEI této erupce je 5, což jí řadí mezi ty nejsilnější erupce, které v této práci zkoumám. Rok 1875 byl dle naměřených teplot celkově chladný. Zajímavá je zejména první polovina roku, kdy teploty nejdřív klesly výrazně pod nulu a pak lineárně, ale celkem prudce stoupaly, až v květnu překročily výrazně obvyklé teploty a dosáhly vrcholu v červnu. Přišel ještě teplý srpen a pak teploty začaly celkem strmě klesat, až přišla mrazivá zima. O poznání chladnější než obvykle. V dalších letech se vrátily teploty ke svému normálu.



Graf 46 - Erupce Askja 1875, teploty, Praha - Klementinum

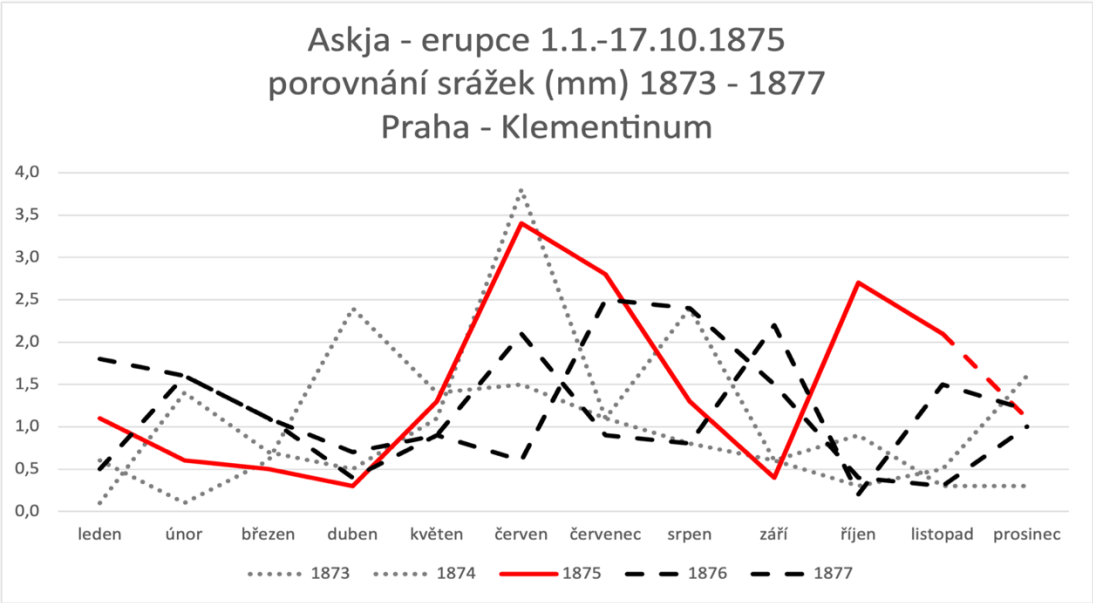
Tvar křivky vývoje průměrných teplot v Edinburghu poměrně věrně připomíná křivku vývoje teplot v Praze. Nicméně na rozdíl od Prahy, v Edinburghu naměřili roku

1875 nadprůměrně teplý rok. Ani na nadcházející zimu neměl zřejmě erupce takový vliv.



Graf 47 - Erupce Askja 1875, teploty, Edinburgh - The Royal Observatory

Pražské Klementinum naměřilo téměř o 40 % více srážek než v přechozích a následujících letech. První velmi deštivé období přinesl červen 1875 a druhé v říjnu téhož roku. Tou dobou bývaly srážky obvykle velmi slabé. Graf s hodnotami z Klementina připomíná spíš grafy z Edinburghu. Srážková období se nekoncentrují pouze v období léta, ale jsou rovnoměrněji rozprostřeny i do dalších ročních období.



Graf 48 - Erupce Askja 1875, srážky, Praha - Klementinum

Data z Edinburghu nebyla k dispozici.

6. Diskuse

Existují data, která jsou mnohem podrobnější a studie, které jsou víc do hloubky problematiky, které se v práci věnuji. Kromě tvrdých dat se dají čerpat informace i z kronik.[22] Z období některých velkých erupcí se můžeme dočíst, jak byly vnímány obyvatelstvem Evropy, dokonce i přímo na území dnešní České republiky. Například erupce Laki přinesla do Evropy žlutou mlhu oxidu siřičitého.

Jevy jako vulkanická činnost byly z globálního hlediska mnohem více exponované. Postupem času začal mít větší vliv lidský faktor. V této rovině se ztotožňuji s výrokem klimatologa Rudolfa Brázdila. *„Klima je totiž silně ovlivněno přírodními faktory, jako jsou změny sluneční aktivity, vulkanické činnosti nebo projevy interní variability systému, zejména interakce oceánu a atmosféry. Těmito faktory bylo klima výrazně ovlivňováno do doby, než se začal globálně projevovat vliv člověka.“*[23]

V současnosti se lidskou činností dostává do atmosféry mnoho plynů a dalších částic, které mají potenciálně velký vliv na změnu klimatu. Silná erupce některé ze sopek, a nejenom na Islandu, vyvolává silné reakce svého okolí. Drobnější erupce se můžou mezi ostatními zdroji škodlivých plynů ztrácet. Samozřejmě i u takových erupcí je potřeba přijímat bezpečnostní opatření, ale pouze na omezeném území.

U silnějších erupcí pak závisí jejich vliv na jednom faktoru, kterým je velikost sopečných produktů. Vztahem mezi velikostí částic sopečného prachu a vzdáleností, kterou urazí po erupci, se zabývá profesor Islandské Univerzity Thor Thordarson. Ve své práci společně se svými kolegy zkoumá usazeniny po islandských erupcích na území Evropy. V jejich výzkumu se zabývají i erupcemi, které jsem zařadila do mé bakalářské práce a dokazují, že produkty sopečné činnosti z Islandu putují až do Evropy. *„Ukládání islandské kryptotefry v Evropě je dobře charakterizováno*

[22] - GUILLET, S.; CORONA, C.; LUDLOW, F.; OPPENHEIMER, C.; STOFFEL, M., Climatic and societal impacts of „fogotten“ cluster of volcanic eruptions in 1108-1110 CE [online]. Scientific report 10, 6715 (2020). Dostupné z: https://www.nature.com/articles/s41598-020-63339-3

[23] POVOLNÝ, D.; BRÁZDIL, R. Brázdil: Změnu klimatu vyčtete i ze starých kronik [online]. Brno, Masarykova univerzita 22.4.2019, [cit. 2023-03-28]. ISSN 1801-0814. Dostupné z: https://www.em.muni.cz/veda-a-vyzkum/11618-brazdil-zmenu-klimatu-vyctete-i-ze-starych-kronik

devetenácti kryptoteframi z období posledních tisíc let (údaj k roku 2011). Malé erupce jako Eyjafjallajökull 2010, Grímsvötn 2011 a Hekla 1510 uložily zrna o délce až 110, 80 a 70 µm (mikrometrů) ve Spojeném království (800–1500 km od zdroje). Nejdál rozšířené vrstvy popela lze identifikovat v Rusku a Slovinsku, více než 2500 km od zdroje."[24] Zdůrazňují také, že je podstatné, o jak velkou erupci se jedná. U těch opravdu velkých (VEI 7 a 8) se samozřejmě dostanou dál od vulkánu i větší kusy.

Na Islandu se dlouho tak silné erupce neprojevily, ale jako příklad můžeme zmínit erupci filipínského vulkánu Pinatubo, který dosáhl indexu vulkanické aktivity 6. Přesto, že je sopka Pinatubo od Evropy mnohem vzdálenější než Island, nezmiňuji ji náhodou. Sopka vyvrhla obrovské množství magmatu a CO2. Připravila o život téměř tisíc lidí. *„Odhaduje se také, že výbuch sopky Pinatubo ovlivnil i globální klima po následující 2–3 roky a vedl k mírnému poklesu globální teploty o cca 0,5 °C (tzv. sopečná zima)."* [25] Připomíná to erupci Laki a i přes velkou vzdálenost ovlivnila Pinatubo klima i v Evropě.

[24] STEVENSON, J.A.; MILLINGTON, S.C.; BECKETT, F.M.; SWINDLES, G.T.; THORDARSON, T., Big grains go far: understanding the discrepancy between tephrochronology and satellite infrared measurements of volcanic ash [online]. Atmos. Meas. Tech., 8, 2069-2091, 19.5.2015, [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: https://amt.copernicus.org/articles/8/2069/2015/

[25] Sopka Pinatubo [online]. Sopky.eu, ©2011-2022, [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: https://sopky.eu/sopka-pinatubo/

7. Závěr

Pracovala jsem s údaji z období erupcí šesti různých islandských sopek – Laki, Eyjafjallajökull, Katla, Hekla, Grímsvötn a Askja. Celkem jsem zpracovala data z období patnácti erupcí s indexy vulkanické aktivity od 2 do 5. Mezi nimi byly historicky vzdálenější erupce až z roku 1783, ale i mnohem mladší z roku 2011. Výhodou mladších erupcí je dostupnost dat, na základě, kterých je možné posuzovat a vyhodnocovat jejich vliv na změny klimatu v Evropě.

Z hlediska změn teplot vzduchu se mi podařilo posoudit potenciální vliv všech erupcí na území dvou evropských zemí, a to České republiky a Velké Británie. Data jsem čerpala, v případě České republiky, z meteorologické stanice Klementinum v Praze, a v případě Velké Británie se jednalo o dvě stanice v Edinburghu – Královské observatoři a Královské botanické zahradě.

Závěr je z mého pohledu na výsledky porovnání dat nejednoznačný. Existují vzorce, které se dají poměrně často ve vývoji teplot či srážek na území Evropy vysledovat, pokud dojde k erupci některé z islandských sopek. Jedním z nich je, že po erupci bývá první zima obvykle chladnější, ale neplatí to vždy. Dochovali se záznamy v kronikách, které nám říkají, že např. po erupci Laki se v Evropě velmi ochladilo. To skutečně potvrzují i výsledky mé práce. Toto pravidlo lze uplatnit u erupcí s indexem vulkanické činnosti alespoň o velikosti 4.

Jelikož tento vzorec neplatí na všechny případy, samozřejmě nastává otázka, zda jsou tedy případné změny opravdu důsledkem sopečné činnosti. Abychom si tuto otázku mohli zodpovědět, musel by být výzkum mnohem podrobnější. Bylo by zapotřebí porovnat a vyhodnotit veškerá dostupná data z území Evropy a podrobně zohlednit další faktory. Například množství jednotlivých plynů, které se během erupce uvolnily.

Při porovnávání údajů o množství srážek je vidět, že jsou čísla velmi proměnlivá i bez přičinění sopečných erupcí. O to těžší je v nich najít body, které by mohly s erupcemi souviset. Analýza dat k jednotlivým erupcím ukázala snad všechny možné varianty vývoje. Nastaly případy, kdy došlo k nárustu srážek po erupci, ale i takové, kdy došlo k poklesu srážek, ale alespoň se v daný moment trend ubral

prudce některým směrem. Pak tu byly i případy, kdy se zkrátka nic významného nestalo. Nejspíš jedinou erupcí, která působí tak, že mohla skutečně ovlivnit množství srážek, byla Askja v roce 1875. V tomto roce došlo k enormnímu nárustu a po erupci se vrátily hodnoty zpět k normálu.

Na základě analýzy dat v této práci věřím, že erupce islandských sopek mají vliv na evropské klima, ale je to podmíněno intenzitou erupce a nejedná se o trvalou změnu. Klima se vždy začne vracet ke stavu před erupcí.

Odborné články a literatura

- BYRD, D. a GONZAGA, S. A new island is born [online]. Austin, Texas: EARTHSKY COMMUNICATIONS INC., 14.11.2021, [cit. 2023 02 22]. Dostupné z: https://earthsky.org/earth/surtsey-and-the-birth-of-new-islands/

- COLEMAN, E. What Are the Climate Zones in Europe? [online]. Washington, D.C., USA: Icelandic The World Bank Group, ©2003-2023, poslední změna 29.12.2021 [cit. 2023 02 23]. Dostupné z: https://study.com/learn/lesson/europe-climate-zones-classifications.html

- DAUTEUIL, O. a BERGERAT, F. Interactions between magmatism and tectonics in Iceland: a review. Geodinamica Acta [online]. Taylor & Francis, LLC, 2012, vol. 18, issue 1, str. 1-9 [cit. 2022-12-26]. ISSN 2766-9645. Dostupné z https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.3166/ga.18.1-9?needAccess=true&role=button

- DECKER, R. W., DECKER, B. B., Volcano, Volcanic landforms [online]. Chicago, Illinois, The Britannica Group, ©2023, [cit. 2023 02 28]. Dostupné z: https://www.britannica.com/science/volcano/Stratovolcanoes

- Fisheries and Aquaculture in Iceland [online]. Paříž, Francie: Organisation for Economic Co operation and Development, leden 2021, str. 2 [cit. 2023 02 22]. Dostupné z: https://www.oecd.org/agriculture/topics/fisheries-and-aquaculture/documents/report_cn_fish_isl.pdf

- GRYGAR, R.; JELÍNEK, J. Geomorfologie pro technické obory, Základy klasifikace georeliéfu [online]. Ostrava: Institut geologického inženýrství, Technická univerzita Ostrava, ©2023, [cit. 2023 02 23]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/prednasky/2_kapitola.htm

- GUILLET, S.; CORONA, C.; LUDLOW, F.; OPPENHEIMER, C.; STOFFEL, M., Climatic and societal impacts of „fogotten" cluster of volcanic eruptions in 1108-1110 CE [online]. Scientific report 10, 6715 (2020). Dostupné z: https://www.nature.com/articles/s41598-020-63339-3

- GUNNARSDÓTTIR, N. Iceland's Weather, Climate, and Temperature Year-Round [online]. Reykjavík, Island: Guide to Iceland, 08.11.2012, poslední změna 25.01.2023 [cit. 2023 02 23]. Dostupné z: https://guidetoiceland.is/travel-info/climate-weather-and-northern-lights-in-iceland

- JERRAM, D.; SCARTH, A.; TANGUY, J. Volcanoes of Europe. Dunedin Academic Press. 2017. ISBN 1780460422

- JOVANELLY, T.J. Iceland: Tectonics, Volcanics, and Glacial Features. Amer Geophysical Union. 2020. ISBN 9781119427094

- KLEEMAN, K. Tha Laki Fissure eruption, 1783-1784 [online]. Reykjavík, Island: Guide to Iceland, 14.01.2020, Encyklopédie de l'Environment, [cit. 2023 02 24]. ISSN2555-0950

Dostupné z: https://www.encyclopedie-environnement.org/en/society/laki-fissure-eruption-1783-1784/

- PETRÁNEK, J. Popis geologických termínů z encyklopedie geologie [online]. Reykjavík, Česká geologická služba, ©1993 [cit. 2023 03 01]. Dostupné z: http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?pyroklasticke_horniny#

- POVOLNÝ, D.; BRÁZDIL, R. Brázdil: Změnu klimatu vyčtete i ze starých kronik [online]. Brno, Masarykova univerzita 22.4.2019, [cit. 2023 03 28]. ISSN 1801-0814. Dostupné z: https://www.em.muni.cz/veda-a-vyzkum/11618-brazdil-zmenu-klimatu-vyctete-i-ze-starych-kro

- SIEBERT, L.; SIMKIN, T.; KIMBERLY, P.. Volcanoes of the World. University of California Press. 2011. ISBN: 9780520268777

- STEVENSON, J.A.; MILLINGTON, S.C.; BECKETT, F.M.; SWINDLES, G.T.; THORDARSON, T., Big grains go far: understanding the discrepancy between tephrochronology and satellite infrared measurements of volcanic ash [online]. Atmos. Meas. Tech., 8, 2069-2091, 19.5.2015, [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: https://amt.copernicus.org/articles/8/2069/2015/

- SWINGEDOUW, D.; MIGNOT, J.; ORTEGA, P.; KHODRI, M.; MENEGOZ, M.; CASSOU, C.; HANQUIEZ, V., Impact of explosive volcanic eruptions on the main climate variability modes [online]. Global and Planetary Change, Volume 150 (2017), s. 24-45, ISSN 0921-8181.Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.01.006.

- THOMPSON, A. How Did Iceland Form? [online]. New York, New York: Future US, Inc., 22.03.2010, [cit. 2023 02 22]. Dostupné z: https://www.livescience.com/8129-iceland-form.html

- THORDARSON, T.; LARSEN, G., Volcanism in Iceland in historical time: Volcano types, eruption styles and eruptive history [online]. Journal of Geodynamics 43 (2007) 118-152. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.jog.2006.09.005

Zdroj meteorologických dat

- ECA&D Project Team [online]. Praha, Nizozemsko: Royal Netherlands Meteorological Institute. Dostupný z: https://www.ecad.eu

Internetové zdroje

- Český meteorologický slovník [online]. Praha, Česká republika: Česká meteorologická společnost. Dostupný z: http://slovnik.cmes.cz

- Iceland [online]. Tromsø, Norsko: Arctic Council Secretariat, ©2023, [cit. 2022 12 28]. Dostupné z: https://arctic-council.org/about/states/iceland/

- Market Overview [online]. Washington, D.C., USA: The International Trade Administration, U.S. Department of Commerce, 03.10.2021, poslední změna 08.06.2022 [cit. 2023 02 22]. Dostupné z: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/iceland-market-overview

- Glaciers [online]. Garðabær, Island: Icelandic Institute of Natural History, ©2023, [cit. 2023 02 22]. Dostupné z: https://www.ni.is/en/geology/water/glaciers

- What Are Proxy Data? [online]. Asheville, North Carolina: National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2016, poslední změna 24.8.2018 [cit. 2022 12 28]. Dostupné z: https://www.ncei.noaa.gov/news/what-are-proxy-data

- How does the ocean affect climate and weather on land? The ocean influences weather and climate by storing solar radiation, distributing heat and moisture around the globe, and driving weather systems. [online]. Asheville, North Carolina: National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration, 21.06.2013, poslední změna 06.07.2022 [cit. 2023 02 20]. Dostupné z: https://www.ncei.noaa.gov/news/what-are-proxy-data

- Iceland [online]. Washington, D.C., USA: Icelandic The World Bank Group, ©2021, [cit. 2023 02 23]. Dostupné z: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iceland/climate-data-historical

- Information About Volcanologists By Cascades Volcano Observatory [online]. Reston, Virginia: United States Geological Survey, ©2023, [cit. 2023 02 26]. Dostupné z: https://www.usgs.gov/observatories/cascades-volcano-observatory/information-about-volcanologists

- Global Volcanism Program, 2016. Eruptions, Earthquakes & Emissions [online]. Washington, D.C., USA, Smithsonian Institution, ©2023, [cit. 2023 03 01]. Dostupné z: https://volcano.si.edu/E3/

- Eyjafjallajökull [online]. Washington, D.C., USA, Smithsonian Institution, ©2023, [cit. 2023 03 01]. Dostupné z: https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=372020

- Sopka Pinatubo [online]. Sopky.eu, ©2011-2022, [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: https://sopky.eu/sopka-pinatubo/

Seznam grafů

GRAF 1 – ERUPCE LAKI 1783-1784, TEPLOTY, PRAHA-KLEMENTINUM 16
GRAF 2 - ERUPCE LAKI 1783-1784, TEPLOTY, EDINBURGH – THE ROYAL OBSERVATORY 17
GRAF 3 - ERUPCE EYJAFJALLAJÖKULL 1821-1823, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 18
GRAF 4 - ERUPCE EYJAFJALLAJÖKULL 1821-1823, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 19
GRAF 5 - ERUPCE EYJAFJALLAJÖKULL 1821-1823, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 20
GRAF 6 - ERUPCE EYJAFJALLAJÖKULL 2010, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 21
GRAF 7 - ERUPCE EYJAFJALLAJÖKULL 2010, TEPLOTY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 22
GRAF 8 - ERUPCE EYJAFJALLAJÖKULL 2010, SRÁŽKY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 22
GRAF 9 - ERUPCE KATLA 1823, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 25
GRAF 10 - ERUPCE KATLA 1823, TEPLOTY, EDINBURGH – THE ROYAL OBSERVATORY 25
GRAF 11 - ERUPCE KATLA 1823, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 26
GRAF 12 - ERUPCE KATLA 1860, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 27
GRAF 13 - ERUPCE KATLA 1860, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 28
GRAF 14 - ERUPCE KATLA 1860, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 28
GRAF 15 - ERUPCE KATLA 1918, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 29
GRAF 16 - ERUPCE KATLA 1918, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 30
GRAF 17 - ERUPCE KATLA 1918, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 30
GRAF 18 - ERUPCE HEKLA 1845-1846, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 32
GRAF 19 - ERUPCE HEKLA 1845-1846, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 32
GRAF 20 - ERUPCE HEKLA 1845-1846, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 33
GRAF 21 - ERUPCE HEKLA 1947-1948, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 34
GRAF 22 - ERUPCE HEKLA 1947-1948, TEPLOTY, EDIBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 34
GRAF 23 - ERUPCE HEKLA 1947-1948, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 35
GRAF 24 - ERUPCE HEKLA 1970, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 36
GRAF 25 - ERUPCE HEKLA 1970, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 36
GRAF 26 - ERUPCE HEKLA 1970, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 37
GRAF 27 - ERUPCE HEKLA 1970, SRÁŽKY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 37
GRAF 28 - ERUPCE HEKLA 1991, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 38
GRAF 29 - ERUPCE HEKLA 1991, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 39
GRAF 30 - ERUPCE HEKLA 1991, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 39
GRAF 31 - ERUPCE HEKLA 1991, SRÁŽKY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 40
GRAF 32 - ERUPCE HEKLA 2000, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 41
GRAF 33 - ERUPCE HEKLA 2000, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 41
GRAF 34 - ERUPCE HEKLA 2000, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 42
GRAF 35 - ERUPCE HEKLA 2000, SRÁŽKY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 42

GRAF 36 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1873, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 44
GRAF 37 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1873, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 44
GRAF 38 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1873, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 45
GRAF 39 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1998, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 46
GRAF 40 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1998, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 46
GRAF 41 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1998, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 47
GRAF 42 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 1998, SRÁŽKY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 47
GRAF 43 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 2011, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 48
GRAF 44 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 2011, TEPLOTY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 49
GRAF 45 - ERUPCE GRÍMSVÖTN 2011, SRÁŽKY, EDINBURGH - ROYAL BOTANIC GARDEN 49
GRAF 46 - ERUPCE ASKJA 1875, TEPLOTY, PRAHA - KLEMENTINUM 50
GRAF 47 - ERUPCE ASKJA 1875, TEPLOTY, EDINBURGH - THE ROYAL OBSERVATORY 51
GRAF 48 - ERUPCE ASKJA 1875, SRÁŽKY, PRAHA - KLEMENTINUM 51

Seznam tabulek

TABULKA 1 - DATA KE GRAFU Č. 1 62
TABULKA 2 - DATA KE GRAFU Č. 2 62
TABULKA 3 - DATA KE GRAFU Č. 3 63
TABULKA 4 - DATA KE GRAFU Č. 4 63
TABULKA 5 - DATA KE GRAFU Č. 5 63
TABULKA 6 - DATA KE GRAFU Č. 6 64
TABULKA 7 - DATA KE GRAFU Č. 7 64
TABULKA 8 - DATA KE GRAFU Č. 8 65
TABULKA 9 - DATA KE GRAFU Č. 9 65
TABULKA 10 - DATA KE GRAFU Č. 10 66
TABULKA 11 - DATA KE GRAFU Č. 11 66
TABULKA 12 - DATA KE GRAFU Č. 12 67
TABULKA 13 - DATA KE GRAFU Č. 13 67
TABULKA 14- DATA KE GRAFU Č. 14 68
TABULKA 15 - DATA KE GRAFU Č. 15 68
TABULKA 16 - DATA KE GRAFU Č. 16 69
TABULKA 17 - DATA KE GRAFU Č. 17 69
TABULKA 18 - DATA KE GRAFU Č. 18 70
TABULKA 19 - DATA KE GRAFU Č. 19 70
TABULKA 20 - DATA KE GRAFU Č. 20 71
TABULKA 21 - DATA KE GRAFU Č. 21 71
TABULKA 22 - DATA KE GRAFU Č. 22 72

TABULKA 23 - DATA KE GRAFU Č. 23 72
TABULKA 24 - DATA KE GRAFU Č. 24 73
TABULKA 25 - DATA KE GRAFU Č. 25 73
TABULKA 26 - DATA KE GRAFU Č. 26 74
TABULKA 27 - DATA KE GRAFU Č. 27 74
TABULKA 28 - DATA KE GRAFU Č. 28 75
TABULKA 29 - DATA KE GRAFU Č. 29 75
TABULKA 30 - DATA KE GRAFU Č. 30 76
TABULKA 31 - DATA KE GRAFU Č. 31 76
TABULKA 32 - DATA KE GRAFU Č. 32 77
TABULKA 33 - DATA KE GRAFU Č. 33 77
TABULKA 34 - DATA KE GRAFU Č. 34 78
TABULKA 35 - DATA KE GRAFU Č. 35 78
TABULKA 36 - DATA KE GRAFU Č. 36 79
TABULKA 37 - DATA KE GRAFU Č. 37 79
TABULKA 38 - DATA KE GRAFU Č. 38 80
TABULKA 39 - DATA KE GRAFU Č. 39 80
TABULKA 40 - DATA KE GRAFU Č. 40 81
TABULKA 41 - DATA KE GRAFU Č. 41 81
TABULKA 42 - DATA KE GRAFU Č. 42 82
TABULKA 43 - DATA KE GRAFU Č. 43 82
TABULKA 44 - DATA KE GRAFU Č. 44 83
TABULKA 45 - DATA KE GRAFU Č. 45 83
TABULKA 46 - DATA KE GRAFU Č. 46 84
TABULKA 47 - DATA KE GRAFU Č. 47 84
TABULKA 48 - DATA KE GRAFU Č. 48 85

Přílohy

Tabulka 1 - data ke grafu č. 1

Laki - erupce 8.6.1783 - 7.2.1784, teplota (°C), Praha - Klementinum						
	1781	1782	1783	1784	1785	1786
leden	-1,6	1,1	1,6	-8,7	-3,3	-2,6
únor	1,7	-3,1	4,2	-3,0	-2,1	-0,4
březen	5,2	3,7	2,8	2,1	-5,5	2,0
duben	10,5	8,0	9,8	6,8	5,4	10,1
květen	14,8	14,4	15,6	16,2	14,0	12,5
červen	20,0	18,5	19,0	18,5	17,3	18,1
červenec	21,0	21,6	20,5	19,3	18,8	16,3
srpen	22,0	19,4	20,0	19,0	18,6	16,0
září	17,6	15,6	16,8	17,6	17,7	12,7
říjen	8,0	7,8	10,8	7,6	8,9	5,7
listopad	4,8	0,4	4,1	5,9	4,2	-0,9
prosinec	-0,3	0,0	-4,2	-1,0	0,5	-0,4
průměr rok	10,3	9,0	10,1	8,4	7,9	7,4

Tabulka 2 - data ke grafu č. 2

Laki - erupce 8.6.1783 - 7.2.1784, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory						
	1781	1782	1783	1784	1785	1786
leden	2,4	4,1	2,8	0,1	3,4	2,2
únor	4,6	1,5	3,8	1,6	0,4	2,8
březen	6,9	3,2	3,1	1,7	1,2	1,9
duben	8,6	4,8	9,2	5,1	9,6	7,3
květen	11,1	8,4	9,9	13,0	10,3	9,8
červen	15,4	14,0	12,3	11,9	15,9	14,2
červenec	15,8	15,6	17,3	14,7	14,6	13,6
srpen	14,8	13,4	14,7	13,6	12,3	14,8
září	11,5	10,8	12,0	12,6	12,4	10,6
říjen	9,2	6,7	8,4	8,0	7,6	6,7
listopad	6,3	2,0	5,1	4,3	6,2	3,9
prosinec	5,1	2,2	2,8	1,1	2,3	2,4
průměr rok	9,3	7,2	8,5	7,3	8,0	7,5

Tabulka 3 - data ke grafu č. 3

Eyjafjallajökull - erupce 19.12.1821 - 1.1.1823, teplota (°C), Praha - Klementinum							
	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825
leden	0,9	-4,8	0,5	2,2	-8,7	0,8	1,9
únor	2,7	1,2	-1,4	3,1	1,7	2,1	0,8
březen	6,0	3,7	3,6	8,0	5,4	3,9	1,3
duben	10,4	10,8	12,4	11,2	8,5	8,4	10,6
květen	14,6	16,1	14,9	16,5	16,3	13,5	14,9
červen	19,8	16,0	15,4	20,4	17,8	17,2	17,5
červenec	20,5	18,4	18,0	20,9	19,2	19,5	19,7
srpen	19,8	21,6	18,2	19,0	20,3	19,3	19,4
září	16,4	14,9	16,9	15,2	16,6	17,7	16,8
říjen	9,8	10,0	10,1	12,0	11,2	11,3	9,9
listopad	4,1	2,9	6,5	5,5	5,1	6,8	6,6
prosinec	-0,6	-0,8	3,8	-2,1	2,7	5,6	5,4
průměr rok	10,4	9,2	9,9	11,0	9,7	10,5	10,4

Tabulka 4 - data ke grafu č. 4

Eyjafjallajökull - erupce 19.12.1821 - 1.1.1823, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory							
	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825
leden	3,2	-0,9	3,9	3,9	-0,5	4,3	3,9
únor	2,4	4,4	4,6	4,8	1,3	3,9	3,9
březen	5,7	4,9	6,0	6,5	4,7	4,2	5,1
duben	7,2	8,3	9,4	7,5	5,8	7,3	8,1
květen	10,3	10,2	8,7	11,3	10,7	10,1	10,4
červen	12,7	12,8	11,6	15,1	11,8	13,7	13,7
červenec	15,3	15,0	14,2	14,4	13,6	15,5	16,3
srpen	17,1	13,5	14,8	13,9	13,1	14,0	15,6
září	12,1	11,2	14,1	10,2	11,1	12,6	13,8
říjen	8,0	6,6	10,3	8,8	7,1	7,7	10,1
listopad	3,1	5,3	6,1	6,7	7,0	4,9	3,6
prosinec	0,7	3,9	5,1	2,3	2,9	3,6	3,9
průměr rok	8,2	7,9	9,1	8,8	7,4	8,5	9,0

Tabulka 5 - data ke grafu č. 5

Eyjafjallajökull - erupce 19.12.1821 - 1.1.1823, srážky (mm), Praha - Klementinum							
	1819	1820	1821	1822	1823	1824	1825
leden	0,4	0,5	0,9	0,5	0,9	0,4	0,5
únor	1,1	0,2	0,2	0,1	1,1	0,3	0,2
březen	0,7	2,2	0,6	1,0	0,3	0,5	0,5
duben	1,6	0,8	1,7	0,3	1,0	1,8	0,5
květen	1,1	3,0	1,2	1,3	0,9	1,9	2,9
červen	2,0	1,9	1,2	0,6	3,3	4,4	1,3
červenec	1,9	1,4	2,9	2,3	2,9	2,1	0,6
srpen	3,9	0,7	3,4	3,2	1,5	1,1	2,0
září	1,2	0,7	1,4	2,8	0,7	1,3	0,4
říjen	1,2	0,6	0,4	0,2	0,7	1,1	1,2
listopad	0,8	0,7	0,8	0,6	0,8	1,1	1,1
prosinec	1,1	0,4	0,8	0,1	0,6	0,9	0,3
průměr rok	1,4	1,1	1,3	1,1	1,2	1,4	1,0

Tabulka 6 - data ke grafu č. 6

Eyjafjallajökull - erupce 20.3. - 23.6.2010, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	2008	2009	2010	2011	2012
leden	4,4	-1,4	-2,2	1,7	3,3
únor	5,8	2,1	1,2	0,9	-1,7
březen	6,1	6,1	6,0	7,0	8,7
duben	10,6	15,1	11,2	13,7	11,4
květen	16,4	16,4	14,0	16,7	17,9
červen	20,6	17,5	19,5	20,1	20,1
červenec	20,9	21,1	23,4	19,6	21,4
srpen	20,8	21,9	19,8	20,9	21,7
září	14,8	17,8	14,1	17,5	16,3
říjen	10,9	10,1	9,0	10,8	9,9
listopad	6,8	8,4	6,9	5,2	7,2
prosinec	3,3	1,3	-2,7	5,3	1,8
průměr rok	11,8	11,4	10,0	11,6	11,5

Tabulka 7 - data ke grafu č. 7

Eyjafjallajökull - erupce 20.3. - 23.6.2010, teplota (°C), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	2008	2009	2010	2011	2012
leden	5,0	3,8	1,9	3,6	4,9
únor	5,8	4,9	2,0	5,4	5,9
březen	5,8	7,2	5,9	6,4	8,8
duben	7,6	9,5	8,9	10,8	7,2
květen	11,9	11,6	10,5	11,4	9,7
červen	13,7	13,6	14,9	13,1	12,6
červenec	15,7	15,7	15,7	14,7	14,2
srpen	15,5	16,1	14,8	14,5	15,5
září	12,9	13,9	13,4	14,1	12,6
říjen	9,2	10,8	10,0	11,9	7,9
listopad	6,5	7,2	4,7	9,3	6,2
prosinec	3,8	1,9	-0,7	5,0	3,9
průměr rok	9,5	9,7	8,5	10,0	9,1

Tabulka 8 - data ke grafu č. 8

Eyjafjallajökull - erupce 20.3. - 23.6.2010, srážky (mm), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	2008	2009	2010	2011	2012
leden	5,3	1,5	1,0	1,7	1,2
únor	1,3	0,9	2,5	3,4	0,4
březen	1,6	1,3	2,5	1,8	0,2
duben	1,6	0,6	0,9	0,5	2,7
květen	0,6	1,3	1,8	1,1	2,3
červen	2,2	1,1	1,3	2,5	4,6
červenec	3,3	3,9	3,5	3,4	5,9
srpen	6,5	2,5	1,5	4,8	2,7
září	2,1	2,0	2,7	1,3	2,3
říjen	2,7	1,5	1,8	2,7	3,7
listopad	0,8	4,1	3,8	1,6	2,1
prosinec	1,1	2,0	1,6	2,4	2,9
průměr rok	2,4	1,9	2,1	2,3	2,6

Tabulka 9 - data ke grafu č. 9

Katla - erupce 26.6. - 23.7.1823, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1821	1822	1823	1824	1825
leden	0,5	2,2	-8,7	0,8	1,9
únor	-1,4	3,1	1,7	2,1	0,8
březen	3,6	8,0	5,4	3,9	1,3
duben	12,4	11,2	8,5	8,4	10,6
květen	14,9	16,5	16,3	13,5	14,9
červen	15,4	20,4	17,8	17,2	17,5
červenec	18,0	20,9	19,2	19,5	19,7
srpen	18,2	19,0	20,3	19,3	19,4
září	16,9	15,2	16,6	17,7	16,8
říjen	10,1	12,0	11,2	11,3	9,9
listopad	6,5	5,5	5,1	6,8	6,6
prosinec	3,8	-2,1	2,7	5,6	5,4
průměr rok	9,9	11,0	9,7	10,5	10,4

Tabulka 10 - data ke grafu č. 10

Katla - erupce 26.6. - 23.7.1823, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1821	1822	1823	1824	1825
leden	3,9	3,9	-0,5	4,3	3,9
únor	4,6	4,8	1,3	3,9	3,9
březen	6,0	6,5	4,7	4,2	5,1
duben	9,4	7,5	5,8	7,3	8,1
květen	8,7	11,3	10,7	10,1	10,4
červen	11,6	15,1	11,8	13,7	13,7
červenec	14,2	14,4	13,6	15,5	16,3
srpen	14,8	13,9	13,1	14,0	15,6
září	14,1	10,2	11,1	12,6	13,8
říjen	10,3	8,8	7,1	7,7	10,1
listopad	6,1	6,7	7,0	4,9	3,6
prosinec	5,1	2,3	2,9	3,6	3,9
průměr rok	9,1	8,8	7,4	8,5	9,0

Tabulka 11 - data ke grafu č. 11

Katla - erupce 26.6. - 23.7.1823, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1821	1822	1823	1824	1825
leden	0,9	0,5	0,9	0,4	0,5
únor	0,2	0,1	1,1	0,3	0,2
březen	0,6	1,0	0,3	0,5	0,5
duben	1,7	0,3	1,0	1,8	0,5
květen	1,2	1,3	0,9	1,9	2,9
červen	1,2	0,6	3,3	4,4	1,3
červenec	2,9	2,3	2,9	2,1	0,6
srpen	3,4	3,2	1,5	1,1	2,0
září	1,4	2,8	0,7	1,3	0,4
říjen	0,4	0,2	0,7	1,1	1,2
listopad	0,8	0,6	0,8	1,1	1,1
prosinec	0,8	0,1	0,6	0,9	0,3
průměr rok	1,3	1,1	1,2	1,4	1,0

Tabulka 12 - data ke grafu č. 12

Katla - erupce 8. - 27.5.1860, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1858	1859	1860	1861	1862
leden	-3,3	7,0	1,3	-5,1	-2,2
únor	-5,2	2,4	-1,4	2,5	-0,2
březen	2,0	7,2	2,1	5,5	6,3
duben	8,0	8,8	8,6	6,8	11,2
květen	12,6	14,1	14,7	12,0	16,3
červen	20,0	18,1	18,3	19,3	16,9
červenec	18,6	22,7	16,8	19,8	19,2
srpen	18,2	21,1	17,7	20,1	18,0
září	16,6	13,9	14,3	14,6	15,3
říjen	9,7	10,6	8,0	10,0	11,4
listopad	-3,0	3,1	1,2	5,2	4,8
prosinec	8,0	-2,7	-1,0	-0,5	0,4
průměr rok	8,5	10,5	8,4	9,2	9,8

Tabulka 13 - data ke grafu č. 13

Katla - erupce 8. - 27.5.1860, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1858	1859	1860	1861	1862
leden	4,8	4,4	1,4	2,4	3,4
únor	2,3	4,3	0,9	3,9	4,6
březen	4,9	6,3	3,6	5,3	3,0
duben	6,1	4,8	4,8	6,6	7,2
květen	10,5	9,9	10,3	9,9	10,3
červen	14,7	12,0	10,8	12,7	11,9
červenec	13,1	14,8	14,2	13,7	12,5
srpen	13,8	13,9	12,8	14,7	13,6
září	12,7	11,6	10,7	11,9	11,4
říjen	7,1	7,6	8,0	9,7	8,4
listopad	4,2	3,8	3,6	3,3	2,7
prosinec	4,2	0,7	0,8	2,8	5,8
průměr rok	8,2	7,8	6,8	8,1	7,9

Tabulka 14- data ke grafu č. 14

Katla - erupce 8. - 27.5.1860, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1858	1859	1860	1861	1862
leden	0,3	0,3	0,9	0,5	1,6
únor	0,3	0,3	0,9	0,2	1,6
březen	0,2	0,9	1,0	1,3	0,8
duben	0,5	0,9	0,9	0,2	0,4
květen	2,2	2,8	1,3	0,8	2,1
červen	1,0	2,1	1,9	3,5	2,4
červenec	3,2	0,9	4,3	1,7	1,9
srpen	2,2	2,0	1,2	1,9	1,2
září	0,4	2,8	2,4	1,8	0,8
říjen	0,9	1,3	1,1	0,5	1,1
listopad	1,3	0,7	0,7	0,8	0,6
prosinec	0,4	1,0	0,7	0,4	0,9
průměr rok	1,1	1,3	1,4	1,1	1,3

Tabulka 15 - data ke grafu č. 15

Katla - erupce 12.10. - 4.11.1918, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1916	1917	1918	1919	1920
leden	4,5	-2,4	1,0	1,7	2,7
únor	1,2	-4,8	2,0	-0,2	2,4
březen	6,8	0,9	5,1	4,2	6,8
duben	9,8	5,4	11,4	6,9	11,7
květen	15,4	16,4	15,7	11,8	15,7
červen	15,0	21,1	15,9	16,8	16,3
červenec	18,2	20,2	18,9	16,8	19,9
srpen	17,7	19,3	18,2	18,3	17,5
září	13,6	16,2	15,6	16,9	14,7
říjen	9,6	9,2	9,2	7,6	6,6
listopad	5,2	5,4	3,4	1,3	1,2
prosinec	3,7	-1,2	4,1	1,0	1,2
průměr rok	10,1	8,8	10,0	8,6	9,7

Tabulka 16 - data ke grafu č. 16

Katla - erupce 12.10. - 4.11.1918, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1916	1917	1918	1919	1920
leden	6,8	2,1	2,7	3,2	4,0
únor	3,2	2,4	6,3	1,8	5,7
březen	2,3	3,1	5,4	2,4	6,2
duben	7,4	4,9	5,8	7,0	6,3
květen	9,7	9,7	11,5	11,3	10,3
červen	11,1	13,3	12,9	13,3	12,9
červenec	14,3	15,3	14,7	13,6	13,4
srpen	14,7	14,6	14,8	14,6	13,2
září	12,2	13,1	10,2	12,2	12,6
říjen	8,9	6,8	9,1	8,3	9,4
listopad	7,1	7,7	5,4	2,7	7,7
prosinec	3,5	3,2	5,7	4,1	4,3
průměr rok	8,4	8,0	8,7	7,9	8,8

Tabulka 17 - data ke grafu č. 17

Katla - erupce 12.10. - 4.11.1918, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1916	1917	1918	1919	1920
leden	1,0	1,2	0,5	0,5	2,4
únor	1,3	0,4	0,9	0,8	0,5
březen	1,6	0,9	0,3	1,5	0,8
duben	0,4	2,2	1,8	1,4	2,4
květen	1,4	1,1	0,6	1,8	3,3
červen	4,1	0,4	1,3	3,2	1,2
červenec	3,2	1,0	4,1	0,7	2,3
srpen	2,6	1,6	1,3	0,8	2,0
září	0,5	1,0	1,2	1,3	1,0
říjen	0,7	0,7	1,2	2,1	0,1
listopad	0,9	0,5	0,4	3,2	0,1
prosinec	1,6	0,4	1,3	1,5	1,7
průměr rok	1,6	1,0	1,2	1,6	1,5

Tabulka 18 - data ke grafu č. 18

Hekla - erupce 2.9.1845 - 5.5.1846, teplota (°C), Praha - Klementinum						
	1843	1844	1845	1846	1847	1848
leden	0,7	-1,3	-0,3	0,3	1,9	-8,6
únor	4,3	-0,3	-5,6	2,8	-1,0	2,7
březen	2,6	2,7	-3,1	6,4	2,3	5,3
duben	9,6	9,3	9,1	10,2	6,4	11,2
květen	12,7	13,3	11,8	13,7	16,5	13,9
červen	15,6	17,3	18,7	18,9	15,4	19,1
červenec	17,8	16,1	19,9	20,4	18,8	19,2
srpen	19,0	15,9	17,0	20,9	19,2	18,4
září	13,8	14,5	13,4	15,7	12,7	13,6
říjen	9,4	9,8	10,0	12,1	7,8	10,8
listopad	5,0	6,2	5,6	2,3	2,8	3,6
prosinec	3,9	-3,4	2,6	-3,4	0,9	-0,5
průměr rok	9,5	8,3	8,3	10,0	8,6	9,1

Tabulka 19 - data ke grafu č. 19

Hekla - erupce 2.9.1845 - 5.5.1846, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory						
	1843	1844	1845	1846	1847	1848
leden	4,1	5,1	2,6	5,6	2,3	0,9
únor	1,3	2,3	1,9	7,2	2,1	4,7
březen	5,7	5,2	2,6	6,1	5,6	5,3
duben	7,6	9,7	7,3	7,1	6,2	6,6
květen	8,4	9,3	8,9	11,8	10,3	13,1
červen	11,2	12,8	13,8	16,6	13,3	12,8
červenec	14,9	13,8	12,7	15,2	16,4	15,1
srpen	14,4	13,2	13,2	15,5	14,2	12,3
září	13,9	11,7	12,3	15,3	10,8	12,1
říjen	7,2	8,4	9,7	8,9	9,5	8,2
listopad	6,7	6,2	6,4	7,1	7,6	4,6
prosinec	8,8	0,6	3,7	1,3	4,2	4,7
průměr rok	8,7	8,2	7,9	9,8	8,5	8,4

Tabulka 20 - data ke grafu č. 20

Hekla - erupce 2.9.1845 - 5.5.1846, srážky (mm), Praha - Klementinum						
	1843	1844	1845	1846	1847	1848
leden	1,0	0,9	0,9	1,1	0,6	0,2
únor	0,4	0,6	0,9	1,0	1,1	1,5
březen	0,4	0,9	1,4	0,8	0,4	0,7
duben	1,3	0,6	1,6	0,9	1,3	1,6
květen	1,1	4,8	2,7	1,4	2,0	1,1
červen	4,1	0,9	0,9	1,5	4,0	1,7
červenec	3,0	3,5	1,9	2,3	2,8	2,1
srpen	0,7	2,1	1,2	1,6	3,1	1,2
září	0,6	2,3	1,5	1,3	1,8	1,4
říjen	1,3	1,4	0,1	1,2	1,4	0,9
listopad	0,8	1,5	0,4	0,6	0,4	1,8
prosinec	0,6	0,1	1,0	1,8	0,3	0,1
průměr rok	1,3	1,6	1,2	1,3	1,6	1,2

Tabulka 21 - data ke grafu č. 21

Hekla - erupce 29.3.1947 - 21.4.1948, teplota (°C), Praha - Klementinum						
	1945	1946	1947	1948	1949	1950
leden	-3,7	-2,1	-5,4	3,6	0,7	-1,7
únor	4,5	3,3	-6,2	0,6	2,0	2,6
březen	7,2	5,7	3,7	6,0	3,0	6,3
duben	10,4	11,6	11,4	12,5	11,9	9,5
květen	15,7	17,0	16,6	16,0	15,2	16,6
červen	18,8	17,8	20,1	18,0	15,9	20,7
červenec	20,6	21,1	21,3	18,2	19,8	20,9
srpen	18,4	19,2	20,2	19,0	19,2	20,0
září	14,9	15,9	19,1	16,0	16,8	14,9
říjen	10,5	6,9	8,2	9,9	11,0	8,6
listopad	4,8	4,1	6,4	4,9	5,3	4,9
prosinec	1,4	-2,8	1,9	-0,1	4,2	-0,9
průměr rok	10,3	9,8	9,8	10,4	10,4	10,2

Tabulka 22 - data ke grafu č. 22

Hekla - erupce 29.3.1947 - 21.4.1948, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory						
	1945	1946	1947	1948	1949	1950
leden	0,9	3,2	2,3	3,4	5,1	4,4
únor	6,7	4,7	-1,6	4,1	5,4	3,5
březen	8,3	5,2	1,2	7,4	4,4	6,9
duben	8,4	8,8	7,2	7,6	8,8	6,3
květen	9,8	9,0	10,3	9,3	10,4	9,1
červen	12,7	12,4	12,9	11,7	12,9	14,7
červenec	15,6	15,1	14,8	14,3	15,7	14,6
srpen	14,4	13,3	16,2	13,1	14,9	14,4
září	13,2	12,4	12,9	12,3	14,3	11,6
říjen	10,8	8,2	10,6	9,1	11,1	8,8
listopad	7,4	7,1	6,1	7,5	6,4	4,8
prosinec	5,1	3,4	4,7	5,7	4,7	0,9
průměr rok	9,4	8,6	8,1	8,8	9,5	8,3

Tabulka 23 - data ke grafu č. 23

Hekla - erupce 29.3.1947 - 21.4.1948, srážky (mm), Praha - Klementinum						
	1945	1946	1947	1948	1949	1950
leden	0,5	0,6	0,7	0,9	0,4	1,0
únor	1,0	1,5	1,4	1,5	0,5	0,6
březen	0,7	0,4	0,9	0,4	0,9	0,2
duben	1,7	0,3	0,5	0,7	0,9	1,4
květen	2,9	3,5	1,1	3,2	2,2	2,7
červen	2,3	3,0	1,2	1,7	3,5	0,6
červenec	0,6	2,9	3,5	1,6	1,4	3,6
srpen	4,4	2,8	0,7	4,4	2,3	1,2
září	1,4	2,3	0,2	0,1	1,0	1,4
říjen	0,9	1,9	0,1	0,6	0,3	0,9
listopad	1,4	0,4	1,5	0,4	1,1	1,6
prosinec	0,7	1,3	1,2	0,2	0,9	0,9
průměr rok	1,5	1,7	1,1	1,3	1,3	1,3

Tabulka 24 - data ke grafu č. 24

Hekla - erupce 5.5. - 5.7.1970, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1968	1969	1970	1971	1972
leden	-0,8	-0,2	-1,8	-2,2	-1,4
únor	2,2	-0,7	0,2	2,8	2,9
březen	6,0	1,9	2,9	2,5	7,1
duben	10,9	9,0	8,1	10,7	9,5
květen	13,6	16,7	13,3	16,0	14,4
červen	18,8	17,6	19,1	16,3	18,1
červenec	19,0	20,9	19,8	20,6	20,6
srpen	18,2	18,5	18,7	21,2	18,6
září	15,1	15,7	14,7	13,4	12,8
říjen	11,1	10,1	9,8	9,7	7,8
listopad	5,0	6,7	7,2	4,8	5,9
prosinec	-1,0	-4,6	1,6	4,9	1,0
průměr rok	9,8	9,3	9,5	10,1	9,8

Tabulka 25 - data ke grafu č. 25

Hekla - erupce 5.5. - 5.7.1970, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1968	1969	1970	1971	1972
leden	3,9	4,5	2,8	4,4	4,1
únor	1,3	0,7	2,1	5,3	3,9
březen	6,1	2,7	3,7	8,8	5,3
duben	6,7	6,3	5,9	7,3	8,3
květen	8,2	9,1	10,9	10,5	10,1
červen	13,1	13,1	13,7	11,7	11,4
červenec	13,7	15,4	13,5	15,0	14,3
srpen	14,3	15,5	14,6	14,1	13,9
září	12,4	13,1	13,1	13,3	11,3
říjen	11,3	12,1	9,7	10,7	10,1
listopad	5,7	3,5	6,1	5,9	5,3
prosinec	3,0	2,8	4,3	7,5	5,0
průměr rok	8,3	8,2	8,4	9,5	8,6

Tabulka 26 - data ke grafu č. 26

Hekla - erupce 5.5. - 5.7.1970, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1968	1969	1970	1971	1972
leden	1,0	0,6	0,1	0,2	0,6
únor	0,6	0,8	1,6	0,2	0,3
březen	0,6	1,2	1,0	0,5	0,6
duben	1,3	1,0	2,1	0,6	1,1
květen	1,9	1,2	1,3	4,6	2,2
červen	2,8	3,3	2,5	3,4	2,8
červenec	1,2	0,5	0,7	0,3	2,1
srpen	2,6	1,7	3,9	1,6	0,9
září	1,2	0,1	1,0	1,1	1,0
říjen	1,0	0,3	1,3	0,5	0,4
listopad	1,8	1,6	1,2	1,3	0,5
prosinec	0,5	0,6	0,8	0,3	0,1
průměr rok	1,4	1,1	1,5	1,2	1,1

Tabulka 27 - data ke grafu č. 27

Hekla - erupce 5.5. - 5.7.1970, srážky (mm), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	1968	1969	1970	1971	1972
leden	1,4	2,1	1,9	0,7	1,6
únor	1,9	1,6	1,7	1,0	1,2
březen	1,6	0,7	0,6	1,7	1,3
duben	1,6	1,0	1,5	0,8	1,9
květen	4,0	3,2	0,7	1,1	1,8
červen	1,1	1,4	1,1	1,4	1,3
červenec	2,7	1,4	2,4	2,2	0,9
srpen	1,1	1,5	1,3	3,1	0,9
září	3,5	1,4	2,0	0,5	0,2
říjen	2,9	0,7	1,8	1,3	0,7
listopad	1,5	2,8	2,3	1,6	1,0
prosinec	1,1	0,8	1,2	0,7	1,4
průměr rok	2,0	1,6	1,5	1,3	1,2

Tabulka 28 - data ke grafu č. 28

Hekla - erupce 17.1. - 11.3.1991, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1989	1990	1991	1992	1993
leden	2,6	2,5	2,7	2,7	3,0
únor	4,9	6,5	-1,6	4,0	-1,1
březen	8,7	9,1	7,5	5,9	4,7
duben	10,3	9,6	9,3	10,3	12,3
květen	16,1	16,7	11,6	17,0	18,1
červen	17,8	18,7	17,2	20,3	18,4
červenec	20,3	19,8	21,6	21,7	19,0
srpen	19,7	20,9	20,1	23,0	19,4
září	16,3	13,6	16,6	16,0	14,5
říjen	11,7	11,0	9,6	8,8	9,7
listopad	3,3	6,0	4,7	5,8	2,3
prosinec	2,8	1,8	0,7	1,4	4,7
průměr rok	11,2	11,4	10,0	11,4	10,4

Tabulka 29 - data ke grafu č. 29

Hekla - erupce 17.1. - 11.3.1991, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1989	1990	1991	1992	1993
leden	7,2	5,6	2,4	3,7	4,6
únor	5,2	5,9	2,5	5,6	6,2
březen	5,8	7,8	6,4	6,8	6,2
duben	6,1	7,5	7,5	7,8	7,8
květen	11,1	10,9	11,0	11,0	9,5
červen	13,2	13,1	11,5	14,4	13,0
červenec	16,2	14,7	15,8	14,5	13,9
srpen	15,0	15,8	15,7	13,8	13,6
září	12,4	11,7	12,8	11,7	11,2
říjen	11,0	10,5	9,3	6,4	7,2
listopad	5,9	5,6	6,1	6,0	3,8
prosinec	2,5	4,1	4,3	3,2	2,8
průměr rok	9,3	9,4	8,8	8,7	8,3

Tabulka 30 - data ke grafu č. 30

Hekla - erupce 17.1. - 11.3.1991, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1989	1990	1991	1992	1993
leden	0,2	0,1	0,1	0,8	0,5
únor	0,8	0,9	0,2	0,6	0,5
březen	1,2	0,5	0,7	1,6	0,2
duben	1,1	1,5	0,8	0,8	0,3
květen	0,5	0,5	1,1	0,5	1,7
červen	1,3	1,4	2,6	2,2	2,9
červenec	2,6	0,2	1,9	2,1	3,3
srpen	1,0	0,9	1,4	2,6	1,9
září	1,7	1,3	0,5	0,3	1,2
říjen	0,8	0,9	0,2	1,1	1,5
listopad	0,8	1,9	1,6	0,6	1,3
prosinec	0,5	0,7	1,0	0,8	1,5
průměr rok	1,0	0,9	1,0	1,2	1,4

Tabulka 31 - data ke grafu č. 31

Hekla - erupce 17.1. - 11.3.1991, srážky (mm), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	1989	1990	1991	1992	1993
leden	1,2	3,2	2,2	1,8	3,7
únor	2,1	3,2	2,2	1,5	0,1
březen	1,7	1,0	1,9	2,3	0,9
duben	1,0	0,4	0,8	1,4	2,0
květen	0,8	1,4	0,5	0,6	3,3
červen	1,5	4,2	2,3	0,7	2,8
červenec	0,2	1,2	2,2	1,4	1,8
srpen	2,5	1,2	0,5	3,7	1,1
září	1,0	1,3	2,4	3,5	1,6
říjen	1,3	4,6	1,3	1,4	3,3
listopad	0,4	1,1	1,4	2,4	1,3
prosinec	1,9	2,3	1,7	1,1	3,1
průměr rok	1,3	2,1	1,6	1,8	2,1

Tabulka 32 - data ke grafu č. 32

Hekla - erupce 26.2. - 8.3.2000, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1998	1999	2000	2001	2002
leden	2,8	2,6	1,1	1,2	2,0
únor	5,9	1,3	5,2	3,3	6,1
březen	6,2	7,3	6,2	6,0	6,6
duben	12,5	11,4	13,5	9,5	10,4
květen	16,6	16,6	18,0	16,9	18,0
červen	19,7	18,0	20,6	17,1	20,3
červenec	19,8	21,7	18,2	20,8	20,9
srpen	19,9	19,8	21,5	21,1	21,4
září	14,9	18,8	15,6	13,9	14,9
říjen	10,6	10,8	12,9	13,7	9,6
listopad	2,8	4,4	5,8	4,4	6,2
prosinec	0,9	3,0	3,2	-0,1	0,2
průměr rok	11,1	11,3	11,8	10,7	11,4

Tabulka 33 - data ke grafu č. 33

Hekla - erupce 26.2. - 8.3.2000, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1998	1999	2000	2001	2002
leden	4,9	4,4	5,3	2,7	5,2
únor	8,3	4,5	5,8	3,7	5,5
březen	7,2	6,7	7,0	4,2	6,3
duben	6,5	8,3	6,4	7,1	8,1
květen	10,8	11,0	10,4	11,1	10,9
červen	12,7	13,0	12,4	12,1	12,9
červenec	14,5	15,4	11,2	14,9	14,0
srpen	14,7	13,9	18,5	14,4	15,6
září	13,3	15,0	12,2	12,1	13,0
říjen	9,0	10,4	8,9	12,4	8,0
listopad	5,8	5,4	5,8	7,7	7,2
prosinec	5,5	3,8	4,9	3,0	5,1
průměr rok	9,4	9,3	9,1	8,8	9,3

Tabulka 34 - data ke grafu č. 34

Hekla - erupce 26.2. - 8.3.2000, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1998	1999	2000	2001	2002
leden	0,2	0,9	0,5	0,6	0,4
únor	0,4	0,6	0,6	0,7	1,5
březen	0,7	0,7	2,6	1,5	0,9
duben	0,3	0,5	0,2	2,0	0,7
květen	1,6	1,4	1,2	1,5	1,7
červen	3,2	2,8	1,1	1,7	2,8
červenec	1,8	1,1	1,6	2,9	3,2
srpen	0,7	0,7	1,1	2,3	3,8
září	2,1	1,1	0,8	1,9	1,5
říjen	1,8	0,4	1,6	0,6	1,2
listopad	0,9	0,8	0,8	1,1	2,3
prosinec	0,3	0,6	0,3	0,9	1,2
průměr rok	1,2	1,0	1,0	1,5	1,8

Tabulka 35 - data ke grafu č. 35

Hekla - erupce 26.2. - 8.3.2000, srážky (mm), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	1998	1999	2000	2001	2002
leden	3,2	3,0	1,7	0,7	2,4
únor	1,0	0,9	2,2	2,4	3,2
březen	1,5	1,1	0,9	1,7	1,5
duben	2,6	1,1	3,6	1,7	1,2
květen	2,4	1,8	1,3	0,9	1,3
červen	2,5	2,5	1,5	1,5	2,6
červenec	3,3	1,5	2,6	2,2	2,7
srpen	1,8	1,0	2,7	3,5	3,5
září	1,6	2,2	3,2	1,0	1,1
říjen	3,5	0,8	2,2	2,7	5,0
listopad	2,2	2,3	3,2	2,0	1,9
prosinec	1,6	3,4	2,1	1,1	1,7
průměr rok	2,3	1,8	2,3	1,8	2,3

Tabulka 36 - data ke grafu č. 36

Grímsvötn - erupce 8.1.1873 - 8/1873, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1871	1872	1873	1874	1875
leden	-6,2	-1,5	2,0	0,5	0,7
únor	-2,5	1,4	0,1	0,2	-5,5
březen	5,1	5,3	5,3	3,8	0,5
duben	8,0	10,6	8,3	10,1	8,0
květen	10,9	15,5	11,5	10,8	15,0
červen	14,7	16,9	17,6	17,5	20,1
červenec	19,6	20,3	21,5	22,5	19,5
srpen	19,3	18,1	20,5	17,8	21,0
září	15,6	16,5	14,4	17,4	14,5
říjen	6,6	11,3	11,1	9,6	6,9
listopad	1,4	6,8	4,6	1,3	2,1
prosinec	-5,7	2,9	0,5	-1,0	-2,1
průměr rok	7,2	10,3	9,8	9,2	8,4

Tabulka 37 - data ke grafu č. 37

Grímsvötn - erupce 8.1.1873 - 8/1873, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1871	1872	1873	1874	1875
leden	1,9	3,6	4,8	4,8	4,9
únor	5,4	4,8	2,2	3,9	3,0
březen	6,3	5,2	3,9	7,0	4,8
duben	6,0	7,0	7,1	8,4	8,1
květen	10,2	8,0	9,1	8,1	11,3
červen	11,5	14,1	12,7	13,1	13,0
červenec	14,4	15,1	15,6	15,6	13,9
srpen	15,4	13,8	14,4	13,8	14,8
září	11,4	11,2	11,3	12,2	12,4
říjen	8,4	7,6	7,4	8,8	8,6
listopad	3,4	5,2	5,8	5,3	4,4
prosinec	3,2	4,2	5,6	-0,1	4,4
průměr rok	8,1	8,3	8,3	8,4	8,6

Tabulka 38 - data ke grafu č. 38

Grímsvötn - erupce 8.1.1873 - 8/1873, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1871	1872	1873	1874	1875
leden	0,7	0,5	0,1	0,6	1,1
únor	0,8	0,6	1,4	0,1	0,6
březen	0,3	0,3	0,7	0,6	0,5
duben	1,6	2,1	0,5	2,4	0,3
květen	0,2	2,9	1,1	1,4	1,3
červen	2,8	1,8	3,8	1,5	3,4
červenec	1,9	0,8	1,1	1,1	2,8
srpen	0,4	1,0	2,4	0,8	1,3
září	0,8	0,2	0,6	0,6	0,4
říjen	0,8	0,6	0,9	0,3	2,7
listopad	1,1	1,6	0,3	0,5	2,1
prosinec	0,2	0,7	0,3	1,6	1,1
průměr rok	1,0	1,1	1,1	1,0	1,5

Tabulka 39 - data ke grafu č. 39

Grímsvötn - erupce 18. - 28.12.1998, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1996	1997	1998	1999	2000
leden	-2,0	-2,3	2,8	2,6	1,1
únor	-1,5	4,9	5,9	1,3	5,2
březen	2,2	6,7	6,2	7,3	6,2
duben	10,7	7,6	12,5	11,4	13,5
květen	14,3	15,9	16,6	16,6	18,0
červen	18,6	18,6	19,7	18,0	20,6
červenec	18,4	19,5	19,8	21,7	18,2
srpen	19,2	21,5	19,9	19,8	21,5
září	12,2	15,6	14,9	18,8	15,6
říjen	11,3	8,8	10,6	10,8	12,9
listopad	6,5	4,7	2,8	4,4	5,8
prosinec	-2,3	3,3	0,9	3,0	3,2
průměr rok	9,0	10,4	11,1	11,3	11,8

Tabulka 40 - data ke grafu č. 40

Grímsvötn - erupce 18. - 28.12.1998, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1996	1997	1998	1999	2000
leden	5,0	3,2	4,9	4,4	5,3
únor	3,2	5,8	8,3	4,5	5,8
březen	4,1	7,8	7,2	6,7	7,0
duben	8,1	9,4	6,5	8,3	6,4
květen	8,5	10,2	10,8	11,0	10,4
červen	13,8	12,8	12,7	13,0	12,4
červenec	15,2	15,6	14,5	15,4	11,2
srpen	15,8	16,9	14,7	13,9	18,5
září	13,4	12,7	13,3	15,0	12,2
říjen	11,2	9,7	9,0	10,4	8,9
listopad	4,7	8,6	5,8	5,4	5,8
prosinec	3,3	5,3	5,5	3,8	4,9
průměr rok	8,9	9,8	9,4	9,3	9,1

Tabulka 41 - data ke grafu č. 41

Grímsvötn - erupce 18. - 28.12.1998, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1996	1997	1998	1999	2000
leden	0,2	0,5	0,2	0,9	0,5
únor	0,4	0,7	0,4	0,6	0,6
březen	0,4	1,0	0,7	0,7	2,6
duben	0,5	0,9	0,3	0,5	0,2
květen	5,0	0,8	1,6	1,4	1,2
červen	2,3	2,2	3,2	2,8	1,1
červenec	3,2	3,7	1,8	1,1	1,6
srpen	2,0	2,0	0,7	0,7	1,1
září	1,1	0,3	2,1	1,1	0,8
říjen	0,8	0,7	1,8	0,4	1,6
listopad	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8
prosinec	0,5	1,3	0,3	0,6	0,3
průměr rok	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0

Tabulka 42 - data ke grafu č. 42

Grímsvötn - erupce 18. - 28.12.1998, srážky (mm), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	1996	1997	1998	1999	2000
leden	0,8	0,4	3,2	3,0	1,7
únor	1,0	3,4	1,0	0,9	2,2
březen	0,7	1,2	1,5	1,1	0,9
duben	1,5	0,6	2,6	1,1	3,6
květen	1,5	3,4	2,4	1,8	1,3
červen	0,5	4,8	2,5	2,5	1,5
červenec	1,5	1,6	3,3	1,5	2,6
srpen	1,8	1,2	1,8	1,0	2,7
září	0,4	0,9	1,6	2,2	3,2
říjen	2,8	1,2	3,5	0,8	2,2
listopad	2,7	2,0	2,2	2,3	3,2
prosinec	2,2	3,3	1,6	3,4	2,1
průměr rok	1,5	2,0	2,3	1,8	2,3

Tabulka 43 - data ke grafu č. 43

Grímsvötn - erupce 21. - 28.5.2011, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	2009	2010	2011	2012	2013
leden	-1,4	-2,2	1,7	3,3	1,1
únor	2,1	1,2	0,9	-1,7	1,4
březen	6,1	6,0	7,0	8,7	2,0
duben	15,1	11,2	13,7	11,4	11,3
květen	16,4	14,0	16,7	17,9	14,8
červen	17,5	19,5	20,1	20,1	19,0
červenec	21,1	23,4	19,6	21,4	22,8
srpen	21,9	19,8	20,9	21,7	20,6
září	17,8	14,1	17,5	16,3	15,1
říjen	10,1	9,0	10,8	9,9	11,5
listopad	8,4	6,9	5,2	7,2	6,6
prosinec	1,3	-2,7	5,3	1,8	3,8
průměr rok	11,4	10,0	11,6	11,5	10,8

Tabulka 44 - data ke grafu č. 44

Grímsvötn - erupce 21. - 28.5.2011, teplota (°C), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	2009	2010	2011	2012	2013
leden	3,8	1,9	3,6	4,9	4,4
únor	4,9	2,0	5,4	5,9	3,7
březen	7,2	5,9	6,4	8,8	3,0
duben	9,5	8,9	10,8	7,2	7,4
květen	11,6	10,5	11,4	9,7	10,6
červen	13,6	14,9	13,1	12,6	13,8
červenec	15,7	15,7	14,7	14,2	17,5
srpen	16,1	14,8	14,5	15,5	16,0
září	13,9	13,4	14,1	12,6	13,2
říjen	10,8	10,0	11,9	7,9	11,8
listopad	7,2	4,7	9,3	6,2	5,3
prosinec	1,9	-0,7	5,0	3,9	6,9
průměr rok	9,7	8,5	10,0	9,1	9,5

Tabulka 45 - data ke grafu č. 45

Grímsvötn - erupce 21. - 28.5.2011, srážky (mm), Edinburgh - Royal Botanic Garden					
	2009	2010	2011	2012	2013
leden	1,5	1,0	1,7	1,2	2,0
únor	0,9	2,5	3,4	0,4	0,9
březen	1,3	2,5	1,8	0,2	1,4
duben	0,6	0,9	0,5	2,7	0,9
květen	1,3	1,8	1,1	2,3	1,5
červen	1,1	1,3	2,5	4,6	0,6
červenec	3,9	3,5	3,4	5,9	2,6
srpen	2,5	1,5	4,8	2,7	0,6
září	2,0	2,7	1,3	2,3	1,3
říjen	1,5	1,8	2,7	3,7	3,3
listopad	4,1	3,8	1,6	2,1	0,9
prosinec	2,0	1,6	2,4	2,9	3,1
průměr rok	1,9	2,1	2,3	2,6	1,6

Tabulka 46 - data ke grafu č. 46

Askja - erupce 1.1. - 17.10.1875, teplota (°C), Praha - Klementinum					
	1873	1874	1875	1876	1877
leden	2,0	0,5	0,7	-3,5	2,0
únor	0,1	0,2	-5,5	0,6	2,7
březen	5,3	3,8	0,5	5,0	2,6
duben	8,3	10,1	8,0	11,0	7,2
květen	11,5	10,8	15,0	10,5	11,5
červen	17,6	17,5	20,1	18,8	20,3
červenec	21,5	22,5	19,5	19,9	19,6
srpen	20,5	17,8	21,0	19,5	19,9
září	14,4	17,4	14,5	13,9	12,2
říjen	11,1	9,6	6,9	10,9	7,7
listopad	4,6	1,3	2,1	0,7	5,9
prosinec	0,5	-1,0	-2,1	1,9	0,7
průměr rok	9,8	9,2	8,4	9,1	9,4

Tabulka 47 - data ke grafu č. 47

Askja - erupce 1.1. - 17.10.1875, teplota (°C), Edinburgh - The Royal Observatory					
	1873	1874	1875	1876	1877
leden	4,8	4,8	4,9	4,7	4,0
únor	2,2	3,9	3,0	2,8	5,1
březen	3,9	7,0	4,8	3,8	3,6
duben	7,1	8,4	8,1	6,9	5,3
květen	9,1	8,1	11,3	9,3	8,0
červen	12,7	13,1	13,0	13,0	13,7
červenec	15,6	15,6	13,9	15,1	14,3
srpen	14,4	13,8	14,8	14,2	13,0
září	11,3	12,2	12,4	11,4	10,6
říjen	7,4	8,8	8,6	10,2	8,6
listopad	5,8	5,3	4,4	4,9	6,3
prosinec	5,6	-0,1	4,4	4,7	4,4
průměr rok	8,3	8,4	8,6	8,4	8,1

Tabulka 48 - data ke grafu č. 48

Askja - erupce 1.1. - 17.10.1875, srážky (mm), Praha - Klementinum					
	1873	1874	1875	1876	1877
leden	0,1	0,6	1,1	0,5	1,8
únor	1,4	0,1	0,6	1,6	1,6
březen	0,7	0,6	0,5	1,1	1,1
duben	0,5	2,4	0,3	0,7	0,4
květen	1,1	1,4	1,3	0,9	0,9
červen	3,8	1,5	3,4	2,1	0,6
červenec	1,1	1,1	2,8	0,9	2,5
srpen	2,4	0,8	1,3	0,8	2,4
září	0,6	0,6	0,4	2,2	1,5
říjen	0,9	0,3	2,7	0,2	0,4
listopad	0,3	0,5	2,1	1,5	0,3
prosinec	0,3	1,6	1,1	1,2	1,0
průměr rok	1,1	1,0	1,5	1,1	1,2