



# Využití odborných dat z fyzické geografie ve výuce zeměpisu

## Diplomová práce

*Studijní program:*

N7503 Učitelství pro základní školy

*Studijní obory:*

Učitelství zeměpisu pro 2. stupeň základní školy

Učitelství dějepisu pro 2. stupeň základní školy

*Autor práce:*

**Filip Brus**

*Vedoucí práce:*

RNDr. Tomáš Vitvar, Ph.D.

Katedra geografie





## Zadání diplomové práce

# Využití odborných dat z fyzické geografie ve výuce zeměpisu

*Jméno a příjmení:* **Filip Brus**  
*Osobní číslo:* P19000344  
*Studijní program:* N7503 Učitelství pro základní školy  
*Studijní obory:* Učitelství zeměpisu pro 2. stupeň základní školy  
Učitelství dějepisu pro 2. stupeň základní školy  
*Zadávací katedra:* Katedra geografie  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

- Shromáždění dat především z pylového monitoringu, znečištění vzduchu a hydrologického měření z různých povodí, popřípadě z dalších zdrojů.
- Analýza těchto dat pro výukové účely.
- Využití těchto dat pro vypracování pracovních listů a výukových aktivit.
- Praktické ověření výukových materiálů se žáky základní školy.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle potřeby  
60 stran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### **Seznam odborné literatury:**

- Pylový monitoring KHS Libereckého kraje.
- Hydrometeorologická data ČHMÚ (průtok a srážky).
- Denní měření kvality vzduchu ve vybraných oblastech Libereckého kraje.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.
- BIČÍK, Ivan a Bohumír JANSKÝ. Příroda a lidé Země: učebnice zeměpisu pro střední školy.
- Hájek, J. (2003): Vybrané kapitoly z didaktiky geografie. ZU v Plzni, Plzeň.
- Janík, T., & Stuchlíková, I. (2010). Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. *Scientia in education*, 1(1), 5732.

*Vedoucí práce:*

RNDr. Tomáš Vitvar, Ph.D.  
Katedra geografie

*Datum zadání práce:*

18. prosince 2019

*Předpokládaný termín odevzdání:*

30. dubna 2021

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan

L.S.

doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D.  
vedoucí katedry

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

6. května 2021

Filip Brus

### **Poděkování**

Rád bych zde poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu RNDr. Tomáši Vitvarovi, Ph.D. za jeho cenné rady a především za čas, který mi při řešení dané problematiky věnoval. Rovněž děkuji panu docentu RNDr. Kamilu Zágoršekovi, Ph.D. za konzultace k oblasti pylového monitoringu a KHS Liberec za poskytnutá data o pylovém monitoringu.

## **Anotace**

Diplomová práce se zaměřuje na práci s odbornými fyzickogeografickými daty. Je rozdělena na dvě ústřední části. Obě jsou uvedeny z hlediska odborného, na které navazuje pedagogický přesah. Tématem první části jsou povodně v Libereckém kraji. Nejprve je představena historie povodní v Jizerských horách, protipovodňová opatření a především povodňová data z vybraných hydrometrických stanic – vodní stavy a průtoky řek. Následuje analýza šestnácti výraznějších povodní na Lužické Nise z posledních šedesáti let. Po odborné podkapitole přichází podkapitola věnovaná pedagogickému přesahu, kde jsou odborná data převedena do podoby, v jaké s nimi budou pracovat žáci základní školy. Žákovská práce je zde dvojího druhu. Jednak budou žáci pracovat se čtyřmi pracovními listy a jednak je čeká terénní expedice v lokalitě tzv. Protržené přehrady. Tématem druhé části jsou pyl a pylový monitoring. Pro žáky jsou opět připraveny dva pracovní listy včetně návrhů na další činnosti, např. možnosti práce s webovými mapami. Kromě toho budou žáci opět pracovat v terénu. V pedagogických částech se pracuje s několika metodami. Výrazně zde vystupuje tzv. badatelská výuka, která se na práci s daty specializuje.

## **Klíčová slova**

Povodně, vodní stav, průtok, pyl, pylový monitoring, expedice, badatelská výuka, zeměpis.

## **Annotation**

This diploma thesis is focused on working with physicogeographical data. The thesis is divided into two central parts. Both are presented from a scientific perspective, followed by a pedagogical application. The topic of the first part is floods in the Liberec Region. First, the history of floods in the Jizera mountains is presented, together with flood protection measures and flood data from chosen water level gauges – water levels and river flow rates. This is followed by an analysis of sixteen major floods in the last sixty years in the river “Lužická Nisa”. After this technical subchapter comes a subchapter devoted to the pedagogical overlap, where the technical data are translated into a form that can be used with primary school pupils. The pupils’ work here is of two kinds. Pupils will work with four worksheets and then they will have a field expedition at the site of the so-called “Protržená přehrada”. The topic of the second part is pollen and pollen monitoring. There are two various worksheets prepared for the pupils, including suggestions for further activities, such as working with web maps. In addition, pupils will work in the field. In the pedagogical parts, several methods are used. The so-called inquiry-based learning, which specializes in working with data, features here prominently.

## **Key Words**

Floods, water level, flow rate, pollen, pollen monitoring, expedition, inquiry-based learning, geography.

# OBSAH

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
1.1 Rozdělení práce na tematické okruhy .....	9
1.2 Badatelská výuka.....	10
1.3 Fyzická geografie a zeměpis na základní škole .....	10
<b>2. Povodně .....</b>	<b>12</b>
2.1. Odborná část.....	12
2.1.1. O povodních obecně.....	12
2.1.2. Historie osídlení a povodní v Jizerských horách.....	13
2.1.3. Ničivé povodně roku 1897 v Libereckém kraji.....	14
2.1.4. Vodní díla v Jizerských horách .....	15
2.1.5. Vyhodnocení výrazných povodní z posledních 60 let.....	17
2.2. Pedagogický transfer .....	27
2.2.1. Voda v zeměpisném učivu .....	27
2.2.2. Povodně v zeměpisném učivu .....	27
2.2.3. Vlastní návrh výuky o povodních .....	28
2.2.4. Pracovní listy.....	30
2.2.5. Projekt – expedice na Protrženou přehradu.....	40
<b>3. Pylový monitoring a změny distribuce pylů .....</b>	<b>48</b>
3.1. Odborná část.....	48
3.1.1. Pylový monitoring.....	48
3.1.2. Přehled využitých zdrojů.....	48
3.1.3. Vyhodnocení pylových sezón 2015 až 2020 .....	50
3.1.4. Korelace mezi pylovou aktivitou a počasím .....	52
3.1.5. Pylový kalendář.....	55
3.1.6. Závěrečné shrnutí .....	56
3.2. Pedagogický transfer .....	57
3.2.1. Pylový monitoring ve výuce zeměpisu .....	57
3.2.2. Pracovní listy.....	59
<b>4. Závěr.....</b>	<b>64</b>
<b>5. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>66</b>
<b>6. Seznam příloh .....</b>	<b>69</b>



## **SEZNAM ZKRATEK**

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav.

GIS – Geografické informační systémy

KHS Liberec – Krajská hygienická stanice se sídlem v Liberci

n. N. – nad Nisou (například Hrádek n. N., tj. Hrádek nad Nisou)

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SPA – Stupeň povodňové aktivity (uvádím 1. SPA, 2. SPA nebo 3. SPA).

# 1. Úvod

V diplomové práci s názvem „*Využití odborných dat z fyzické geografie ve výuce zeměpisu*“ se zaměřuji na zpracování dat z poměrně široké oblasti fyzické (přírodní) geografie, která je jednou z disciplín vědního oboru geografie známého jako školní předmět zeměpis. Fyzickogeografických dat existuje široké spektrum odpovídající jednotlivým částem fyzické geografie (atmosféře, hydrosféře, litosféře, pedosféře, biosféře). Mohli bychom tak pracovat s daty např. o těžbě nerostných surovin v České republice, o využívání zemědělské půdy, o výskytu různých živočichů ve všech světadílech planety Země. Rozhodl jsem se vybrat data, která se dotýkají přímo našeho regionu, tedy Libereckého kraje, a charakteristik jeho fyzickogeografických poměrů.

## 1.1 Rozdělení práce na tematické okruhy

Diplomová práce je rozdělena na dva tematické okruhy z oblasti fyzické geografie. Obsahem prvního okruhu práce jsou data týkající se **povodní a záplav** převážně v povodí Lužické Nisy včetně jejích přítoků a částečně také v povodí Jizery včetně jejích přítoků. Kromě dat říčních a povodňových jsou v celé práci důležitá i data meteorologická (teplota ovzduší a srážky).

Na povodně nahlížím nejenom jako na extrémní přírodní jev, ale rovněž jako na historickou událost zapisující se do paměti povodní postižených obyvatel i do tváře krajiny. U povodní budu proto pracovat s daty moderními (21. století) i s daty historickými (převážně z konce 19. a druhé poloviny 20. století). Díky dostupnosti těchto dat budu závěrem moci posoudit, jaké jsou nejčastější příčiny povodní v našem regionu a zda se v nějakých periodách opakují. Na základě vyprávění pamětníků a vlastních vzpomínek souvisejících s povodněmi v Libereckém kraji se domnívám, že se u nás mnohem častěji objevují povodně letní, které bývají důsledkem přívalových dešťů. Na základě zpracovaných dat se pokusím zodpovědět, zda je tato má hypotéza správná či nikoliv. Výrazným vstupem do naší krajiny regulujícím toky jizerskohorských potoků a řek jsou i známé přehradní nádrže. Považuji za důležité se o nich v první části práce taktéž zmínit.

První okruh diplomové práce bude rozdělen na dvě části. První z nich je část odborná mající za cíl interpretovat a analyzovat získaná data včetně historických záznamů. Druhá část představuje pedagogický transfer. Cílem pedagogického transferu je převedení odborných poznatků do učitelské praxe, což by mělo vypadat jako zpracování plánu tematického celku s tématem povodní. Jeho obsahem bude popsání struktury několika vyučovacích hodin a vytvoření pracovních listů pro žáky základní školy.

Zatímco první okruh obsahuje povodňová data spadající v zeměpise pod hydrosféru, druhý okruh pracuje s oblastí více biologickou. Jedná se zde o **pylový monitoring a změnu distribuce pylů**, což je záležitost na pomezí atmosféry a biosféry. Zde pracujeme s daty týkajícími se pylové aktivity vybraných dřevin, bylin a travin. Rovněž druhý okruh rozdělují na část odbornou a na pedagogický transfer. Zabývám se zde samotným pylovým monitoringem, vyhodnocením posledních pěti pylových sezón (2015 až 2020), pylovým kalendářem a na závěr také vztahem mezi pylovou aktivitou a počasím. V pedagogickém transferu je opět mým cílem představit pracovní listy a s nimi spojené aktivity určené do hodin zeměpisu pro žáky základní školy. U tématu pylu se nabízí několik možných

výzkumných otázek. Při zpracovávání problematiky pylových alergií jsem právě tyto alergie konzultoval s alergiky, kteří hodně mluvili o vlivu počasí na pylovou aktivitu. Na základě jejich připomínek se domnívám, že na pylové alergie má velký vliv množství srážek, což v práci dále ověřím nebo vyvrátím.

## 1.2 Badatelská výuka

Při práci s daty a při projektech obsažených v této práci využívám různých metod práce se žáky, přičemž jednou z nich je právě **badatelská výuka** nebo jinými slovy badatelsky orientované vyučování, což je moderní vyučovací metoda, jejímž cílem je aktivizovat žáky a využít jejich přirozené zvědavosti k řešení úkolů a učení (Svátková 2015, s. 16). Setkáváme se zde s různými pedagogickými přístupy, např. s heuristickou metodou (objevování), s kritickým myšlením (řádné posouzení faktů pomocí důkazů), s problémovým vyučováním (řešení problému jako vyučovací metoda), se zkušenostním učením (nabývání vědomostí a jejich pojmenování na základě vlastní zkušenosti – např. u povodní velmi silné), s projektovou výukou (žáci tvoří projekty, čímž se učí) a s učením v životních situacích (podobně jako zkušenostní učení). Souhrnně můžeme o badatelské výuce říci, že její přístup je převážně konstruktivistický, tj. vedoucí k samoučení. Nezaměřuje se tak pouze na vědomosti, ale také na dovednosti, což je v moderní pedagogice aktuální.

Cílem a současně cestou badatelské výuky je práce s otázkami a hypotézami. Žáci tyto hypotézy ověřují, pracují s informacemi, diskutují výsledky a stanovují celkové závěry. (Svátková 2015, s. 18). V případě projektů potom výsledky své práce (individuální i kolektivní) prezentují před spolužáky a učiteli. Z projektů potom může vzejít i trvalejší výstup (např. plakát, fotodokumentace apod.). Podle autorů pracujících s metodami badatelské výuky se tento druh vyučování skládá ze čtyř významných kroků (motivace, zjištění informací, formulace hypotézy, ověření hypotézy). V první části přichází motivace, při níž by měl v ideálním případě žák sám pocítit zájem o řešení problému, který mu byl představen. Po motivaci a zjištění základních informací je třeba vyjádřit předpoklad, hypotézu. S ní se dále pracuje, žák řeší, zda je jeho hypotéza pravdivá či nikoliv (Širůčková 2017, s. 19-24). V našem případě vychází ze studia dat nebo z pozorování přírodních prvků. V jiných oborech, např. ve fyzice nebo v chemii, by se mohlo jednat o vědecký pokus. Závěrem žák po prozkoumání dat nebo provedení pokusu zhodnotí svou hypotézu jako platnou nebo neplatnou. V případě zájmu žáků lze v aktivitě pokračovat zjišťováním dalších informací a formulací dalších možných hypotéz (Svobodová a Votápková in [www.http://badatele.cz/cz/o-metode](http://badatele.cz/cz/o-metode)).

## 1.3 Fyzická geografie a zeměpis na základní škole

Odborná vědecká disciplína geografie je na českých základních a středních školách zpravidla vyučována jakožto školní předmět s názvem **zeměpis**. Výuka zeměpisu začíná v náznacích již na prvním stupni základní školy, kde je částečně vyučován v rámci předmětů vlastivěda a přírodověda. Samostatný předmět je poté vyučován od druhého stupně ZŠ počínaje v 6. ročníku. Zeměpis na základní škole můžeme rozdělit do několika vyučovaných tematických oblastí. První z těchto oblastí bývá úvod do studia zeměpisu, následuje jednoduchý úvod do planetární geografie, úvod do kartografie a větší oblast **geografie fyzické**. Po fyzické

geografii je na řadě geografie humánní (úvod do obyvatelstva a hospodářství). Všechny zmíněné oblasti se ve výuce realizují během šestého ročníku. V dalších ročnících se zeměpis specializuje na regionální geografii jednotlivých světadílů a České republiky. V této práci se budu nejvíce dotýkat geografie fyzické a částečně regionální geografie České republiky (potažmo přímo našeho regionu), neboť se během svého výzkumu pohybuji na území Libereckého kraje. S fyzickou geografii se v zeměpisu začíná v šestém ročníku, aby měli žáci základ pro další poznávání jednotlivých regionů světa. V rámci fyzické geografie jsou žákům předkládány jednotlivé sféry planety Země, počínaje litosférou. Po litosféře následují ostatní sféry – atmosféra, hydrosféra, pedosféra a biosféra.

### Rámcový vzdělávací program a zeměpis

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (zkráceně RVP ZV) je ústředním dokumentem českého základního školství. Nahrazuje dříve existující pevně dané osnovy. RVP ZV se zaměřuje na obsahy a cíle učiva jednotlivých školních předmětů. Navíc jim nabízí možné mezipředmětové vazby a průřezová témata.

Zeměpis je zde zařazen do vzdělávací oblasti **Člověk a příroda**. Pro mou práci budou nejdůležitější části z RVP ZV (oddíl zeměpis) nazvané *Geografické informace, zdroje dat, kartografie a topografie, Přírodní obraz Země, Životní prostředí a Česká republika*. Dále samozřejmě očekávané výstupy spadající pod ně. Nalezneme je pod kódovým označením: Z-9-1-01,<sup>1</sup> Z-9-2-03,<sup>2</sup> Z-9-2-04,<sup>3</sup> Z-9-5-02<sup>4</sup> a částečně Z-9-6-02.<sup>5</sup> Všechny očekávané výstupy odpovídají okamžiku, kdy žák opouští základní vzdělávání v 9. třídě ZŠ (Jeřábek 2016, s. 75-79).

---

<sup>1</sup> Žák organizuje a přiměřeně hodnotí geografické informace a zdroje dat z dostupných kartografických produktů a elaborátů, z grafů, diagramů, statistických a dalších informačních zdrojů.

<sup>2</sup> Žák rozlišuje a porovnává složky a prvky přírodní sféry, jejich vzájemnou souvislost a podmíněnost, rozeznává, pojmenuje a klasifikuje tvary zemského povrchu.

<sup>3</sup> Žák porovná působení vnitřních a vnějších procesů v přírodní sféře a jejich vliv na přírodu a na lidskou společnost.

<sup>4</sup> Žák uvádí konkrétní příklady přírodních a kulturních krajinných složek a prvků, prostorové rozmístění hlavních ekosystémů (biomů).

<sup>5</sup> Žák hodnotí na přiměřené úrovni přírodní, hospodářské a kulturní poměry místního regionu, možnosti dalšího rozvoje, přiměřeně analyzuje vazby místního regionu k vyšším územním celkům. Poznámka – především se zaměříme na část: Žák hodnotí na přiměřené úrovni přírodní poměry místního regionu.

## 2. Povodně

### 2.1. Odborná část

#### 2.1.1. O povodních obecně

V hlavní části práce věnované povodním je třeba si říci, co to vlastně je povodeň, jak je tento jev definován, jaké může mít příčiny a podoby. Dle elektronického meteorologického slovníku jsou povodně: „výrazný přechodný vzestup hladiny toku způsobený náhlým zvýšením průtoku, nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, zejména při výskytu ledových jevů“. Obecně jsou povodně považovány za extrémní jev v povodí, jehož opakem je sucho. Jednou z charakteristik povodní je také tzv. kulminační průtok, tedy maximální objem vody protékající daným korytem v určitém časovém období. Povodně rozlišujeme podle jejich příčin na několik typů – dešťové, sněhové, ledové, smíšené a povodně způsobené zvláštními příčinami (Pavelková, Frajer 2012, s. 89).

První typ jsou **povodně dešťové**. Jedná se o povodně způsobené dešťovými srážkami, a to buď dlouhodobými (vydatnými) srážkami nebo tzv. přívalovými dešti (prudké srážky během několika hodin). V obou případech se na vzniku povodně podílí také fakt, že dojde k nasycení půdy, tudíž povrch již žádnou vodu nepřijímá a ta musí odtéct. V případě přívalových dešťů se může stát, že i nenasyčená půda nestačí velké množství srážek přijmout. Podíl na tomto typu povodně mohou mít také zemědělci, kteří špatně obhospodařují pole. Při orání pole po spádnici, nikoliv po vrstevnici, tak dochází k výrazné vodní erozi, kdy současně odtéká nejurodnější vrstva pole (ornice) a zároveň může v zemědělských oblastech dojít k povodni. Masa vody z přívalových dešťů často způsobuje velké škody na majetku, protože se řítí s velkou pohybovou energií.

**Sněhové povodně** se projevují v zimě a především na jaře. Dochází k nim v důsledku zvýšení teploty, což může způsobit rychlé tání sněhu. **Ledové povodně** (příp. tzv. ledové jevy) mohou nastat při zamrznutí koryta řeky při dlouhodobých mrazech. Při následném tání sněhu se ledy uvolní, kry se dají do pohybu a mohou vytvořit barikádu. Například ucpou nějaký mostek nebo zatrubnění řeky. Ledu trvá roztání podstatně delší dobu než sněhu, proto může tento typ povodně na jaře způsobit značné potíže. Kombinací sněhových a dešťových povodní jsou **povodně smíšené**. K nim dochází při současném tání sněhu a dešťových srážkách. Dešťové srážky navíc tání sněhu urychlují a podstatně zvyšují objem vody protékající korytem řeky. Jarní půda je zároveň při velkém oteplení, kterému předcházely dlouhotrvající mrazy, stále zmrzlá, proto není schopná přijímat vodu z tání sněhu nebo deště. Aby nedošlo k jarním povodním, muselo by v ideálním případě docházet k velmi pozvolnému zvyšování teploty ovzduší a minimu dešťových srážek.

Kromě výše zmíněných povodní přirozených, mohou nastat také **povodně způsobené zvláštními příčinami**. Nejsou tolik časté, ale pokud nastanou, bývají působilými velkých škod na majetku a bohužel mohou i připravovat obyvatele zasažených oblastí o životy. Zvláštní příčinou povodně může být protržení hráze rybníka, přehrady nebo jiné zásobárny stojaté



Obrázek č. 1: Povodně na Chrastavsku a Hrádecku v roce 2010. Zdroj: <https://www.kraj-lbc.cz/liberecky-kraj-pod-vodou>.

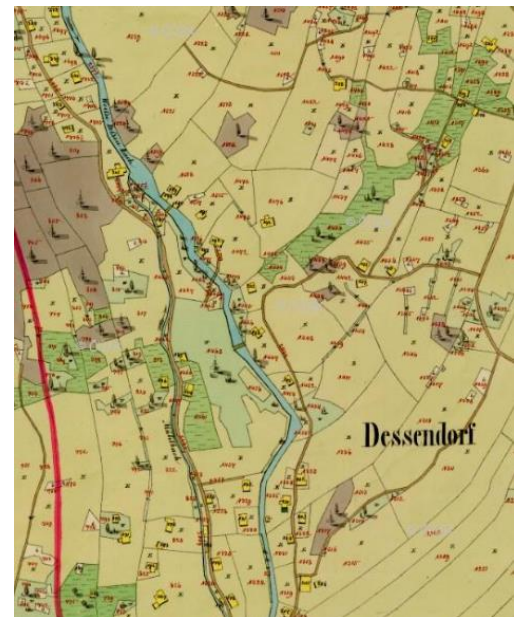
vody. Z historie Jizerských hor známe případ protržení hráze přehrady na Bílé Desné. Tuto událost jsem zpracoval jako žákovský projekt formou expedice (viz níže kapitola 2.2.5.) K poškození hráze vodního díla dochází zpravidla vinou člověka, ale v oblastech tektonických, kde se střetávají litosférické desky, může k tomuto dojít i například v důsledku silného zemětřesení, které naruší povrch okolí hráze přehrady. Potom by měli na vznik této povodně vliv i endogenní činitelé povrchu.

Důsledkem povodní jsou **záplavy**, tj. situace, kdy se voda z řeky vylije mimo řečiště. Významný vliv na vylití řeky z koryta může mít opět člověk. Příkladem mohou být uměle upravená koryta řek ve městech. Řeka se pak při vyšším průtoku vrací do jejího původního přirozeného koryta.

### 2.1.2. Historie osídlení a povodní v Jizerských horách

Pohraniční oblasti historických Čech začaly být poprvé osidlovány za posledních Přemyslovců převážně cizinci. Existovaly zde však i osady původně české. Osídlení pohraniční nebylo zcela jednoduché kvůli poměrně extrémním přírodním podmínkám a nepříliš optimálnímu prostředí pro zemědělství. Lidé se zde začali postupem času věnovat specifickým průmyslovým odvětvím. Jedním z nich bylo sklářství, kterému se především na Jablonecku začalo věnovat velké množství lidí již v 16. století. Později s příchodem průmyslové revoluce do habsburské monarchie se z českého pohraničí staly velmi silné průmyslové oblasti, kde se soustředil velice úspěšný textilní průmysl. Jak sklářství, tak pozdější textilní průmysl (včetně všech svých podoblastí) nebo také papírenský průmysl, všechna tato výrobní odvětví potřebovala ke svému provozu vodu jakožto zdroj energie. Jizerské hory byly proto místem ideálním vzhledem k množství horských bystřin, potoků i řek, které byly historicky velmi vodnaté díky příznivým srážkovým podmínkám našeho regionu (Žák 2006, s. 6). Kromě dostupné vody potřeboval sklářský průmysl také dostatek dřeva pro topení v pecích (původně bukové a dubové, později nahrazeno rychleji rostoucím smrkovým) a křemičité (sklářské) písky. Všechny tyto lokalizační faktory Jizerské hory splňovaly.

S rozvojem průmyslu nutně souviselo i osídlení okolí výrobních podniků, neboť bylo nutné ubytovat někde dělníky, a to nejlépe tak, aby nebydleli daleko od svého zaměstnání. Proto kolem továren začaly vznikat nové vesnice nebo se počaly zvětšovat osady již existující. Tak jako stály všechny továrny v údolích podél řek nebo potoků, tak zde byla nově zakládána i sídla jejich zaměstnanců. Příkladem mohou být například Albrechtice v Jizerských horách (první zmínka o jejich existenci 1674), Desná v Jizerských horách (1700), Josefův Důl (1698), Polubný (1700) a další (Profous I. díl 1947, s. 9, 172, 380 a III. díl 1951 s. 430). Společně s továrnami a vesnicemi zde musela být nutně vybudována i dopravní síť. Zpočátku se jednalo o silnice, k nimž se na konci 19. a počátku 20. století přidala železnice.



Obrázek č. 2: Osídlení (dřevěné chalupy žlutě) v údolí Bílé Desné v obci Desná v Jizerských horách. Císařský povinný otisk z roku 1843. Zdroj: Císařský povinný otisk z roku 1843, <https://ags.cuzk.cz/archiv/>.

Všechny cesty spojovaly jednotlivé vesnice s okolními většími městy. Díky tomu bylo možné převážet jednotlivé suroviny i výrobky a rozvíjet obchod.

### Síla vody v 19. století

V časech rozvoje osídlení podhůří Jizerských hor v 18. století byla pravděpodobně klidnější fáze lokálního podnebí, kdy se neobjevovalo příliš extrémních meteorologických jevů (Žák 2006, s. 6). Lidé neměli v živé paměti, jaké škody může velká voda způsobit. Když jim příroda svou sílu ukázala, nechtělo se jim opouštět domovy, kde už mnozí žili celý život i více generací. Zrovna tak průmyslníci zde již postavili své továrny a naopak zdejší přírodní podmínky pro jejich provoz potřebovali. Mohly je ohrožovat dva extrémní přírodní jevy. Jednak sucho, při němž se průtok vodních toků snížil, a jednak mnohem horší povodně devastující vše, co jim stálo v cestě, tedy továrny, domy i cesty.

Celé devatenácté století bylo v oblasti Jizerských hor sužováno povodněmi opakovaně. Zaznamenány jsou povodně z let 1812, 1846, 1850, 1858 a dalších 7 případů ve druhé polovině století, jehož vrcholem byl rok 1897 (viz kapitola 2.1.3.). Střídaly se povodně způsobené táním sněhu i přívalovými dešti v letních měsících. Povodeň roku 1858 zatopila v Liberci 296 domů, některé zcela zničila a výrazně poškodila i textilní továrny podnikatele Liebiga v Liberci i v Tanvaldě. Obdobně silná povodeň nastala přesně po 30 letech (Žák 2006, s. 7-8).

Jedním z institucionálních důsledků opakovaných povodní byl vznik několika spolků majících za cíl vytvoření preventivních opatření, aby se ničivým povodním do budoucna zabránilo. Zákony tehdejšího Rakouska umožňovaly vytvářet společenství zajišťující regulaci toku. V roce 1888 vzniklo Vodní družstvo Kateřinky, které začalo pracovat na regulaci Černé Nisy. Ta jako přítok Nisy Lužické způsobila rozsáhlé poškození kateřinských továren právě v roce 1888. Jednalo se o první sdružení tohoto typu v naší oblasti. Posléze vznikly podobné spolky na dalších místech v povodí Lužické Nisy, např. ve Vratislavicích (Žák 2006, s. 8).

### **2.1.3. Ničivé povodně roku 1897 v Libereckém kraji**

Léto roku 1897 bylo v našem regionu až do poloviny července velmi suché. Koncem měsíce přišly výrazné přívalové deště, při nichž spadlo v Jizerských horách denně v průměru kolem 40 mm srážek (nejméně 22, nejvíce 53 mm). Šok nastal mezi 28. a 29. červencem, kdy během 24 hodin spadlo na **Nové Louce**<sup>6</sup> (Šámalová 2016, s. 3) celkem 345 mm dešťových srážek, což je prozatím český rekord v denním úhrnu srážek (ČHMÚ 2021). Přesycená půda vzhledem k dlouhodobým deštům nedokázala pojmout tak velké množství vody. Napršená voda se tak valila pryč všemi potoky a řekami v Jizerských horách. Objem protékající vody byl takový, že vyvolal extrémní povodně na Jizeře, Bílé Desné, Černé Desné, Kamenici, Smědé i Lužické Nise (včetně všech jejích přítoků). V povodí Lužické Nisy bylo poškozeno přes 500 domů, zcela zničeno přes 30 domů, zničeny byly současně i kilometry silnic. Záplavy měly na svědomí hodně lidských životů. Neexistují však přesná čísla o jejich množství, předpokládá se, že více než 100. Všechny způsobené škody na povodí Lužické Nisy byly vyčísleny na částku přes 3 miliony rakousko-uherských korun (Žák 2006, s. 9).

---

<sup>6</sup> Katastr obce Bedřichov, okres Jablonec nad Nisou, nadmořská výška přibližně 800 metrů, dnes v CHKO Jizerské hory.



Zde přikládám dochované odhadované údaje o průtocích jednotlivých řek ve východní části Jizerských hor: Kamenice v Josefově Dole 130 m<sup>3</sup>/s, Jizera v Kořenově 345 m<sup>3</sup>/s, Černá Desná na Souši 98 m<sup>3</sup>/s. Černá Desná unášela velké kameny, klády a další těžký materiál, kterým výrazně poškodila průmyslové podniky v Desné, kde v té době existovala textilní továrna a papírna. Obdobně škodila i Bílá Desná na brusírnách a mlýnech. Řeka Kamenice zničila cestu mezi Tanvaldem a Josefovým Dolem. Na všech tocích byla rovněž zničena většina regulačních prvků jejich toků. Škody na řekách Bílé i Černé Desné a Kamenici byly stanoveny na částku přes 2 miliony rakousko-uherských korun. V povodí Jizery byly škody v hodnotě kolem 3 milionů korun (Žák 2006, s. 11).

Když celou povodeň jednoduše shrneme, je jasné, že došlo k obrovským škodám na majetku. Nejvíce to pocítili místní podnikatelé vzhledem k poškození většiny průmyslových závodů v regionu (sklářství, textil, papírenství, strojírenství a další). Tito podnikatelé se proto rozhodli, že vytvoří společenství, jehož cílem bude výstavba přehradních nádrží, které budou zadržovat vodu, aby se katastrofální povodně již neopakovaly. Vedla je k tomu mimo jiné vyšetřovací zpráva ministerstva zemědělství, z níž vyplývalo, že na vině z katastrofálních povodní jsou majitelé lesů (vysoká akumulace vody v půdě), uživatelé vodních děl i vesnice a podnikatelé mající továrny podél vodních toků. Šlo mimo jiné o nevhodné umístění staveb, dnes bychom řekli v záplavových oblastech. V roce 1899 bylo založeno Vodní družstvo pro regulaci vodních toků a stavbu údolních přehrad v povodí Zhořelecké Nisy<sup>7</sup> pro město Liberec a zemské okresy Jablonec nad Nisou, Frýdlant a Chrastava (Žák 2006, s. 13). Členy družstva byly významné regionální osobnosti, např. C. Zimmermann (textilní továrník), F. Clam-Gallas (hrabě frýdlantského panství) a L. Riedel (majitel skláren).

V nově vzniklém sdružení vznikla myšlenka na výstavbu regulačních vodních děl v povodí Lužické Nisy. Z Německa byl přizván profesor Otto Intze, zkušený stavitel přehrad. Intze v roce 1901 představil družstvu projekt na výstavbu šesti vodních děl v Jizerských horách. Jednalo se o přehrady Harcov, Bedřichov, Mlýnice, Fojtka, Mšeno a Oldřichov (nebyla realizována). Ve stejné době z iniciativy výše zmíněného továrníka Riedela vzniklo také Vodní družstvo v Dolním Polubném s cílem vybudovat přehrady na Bílé a Černé Desné v povodí Jizery (Šámalová 2016, s. 6-8).

#### 2.1.4. Vodní díla v Jizerských horách

Na úvod této podkapitoly přikládám informaci o tom, jak se vodní plochy rozlišují. Vodní plochy existují podle vzniku buď přirozené, nebo umělé (tj. vytvořené člověkem). **Přirozené vodní plochy** se nazývají jezera. Jezera můžeme dále rozdělit podle původu jejich vzniku na ledovcová, tektonická, vulkanická, krasová, říční, rašelinná, sesuvová a další. Je zde třeba dát pozor na speciální výjimky, kterými jsou Máchovo jezero (umělecký název pro rybník) a tzv. zátopová jezera. Ta byla vytvořena uměle po zaplavení dolů povrchové těžby (Pavelková, Frajer 2012, s. 105-107).

Pro nás budou nyní stěžejní **vodní plochy umělé**, tedy nádrže vytvořené člověkem záměrně k nějakému zvláštnímu účelu. Jsou jimi rybníky (nádrže vytvořené původně pro chov ryb) a **přehradní nádrže** (vodní díla). V České republice je nyní celkem 165 přehradních nádrží a o stavbě dalších až 96 se aktuálně (2020) uvažuje kvůli problémům se suchem

<sup>7</sup> Zhořelecká Nisa dnes nese název Lužická Nisa.



v posledních letech a předpokladu, že se suché roky budou dále opakovat (Kropáček a Plaček 2020).

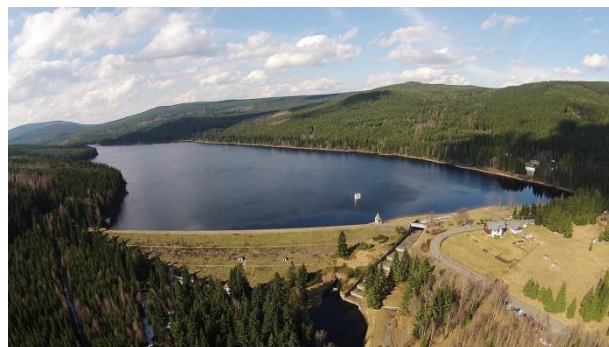
**Význam přehradních nádrží** může být v podstatě dvojího druhu, a to podle účelu, pro jaký byla nádrž vystavěna, a jak byla a je využívána v době pozdější. U primárního významu (tj. účelu stavby) se nabízí především tři možnosti – retence vody (zadržení vody proti povodním), zajištění pitné vody (vodárenství) a výroba elektrické energie (hydroenergetika). U sekundárního významu (druhotného, doplňkového) může jít především o tyto dvě možnosti: chovná (chov ryb) a rekreační (odpočinková, sportovní). Některé přehrady byly původně stavěny jako retenční, ale přeměnily se ve vodárenské z důvodu výrazného zvýšení spotřeby vody v domácnostech v průběhu 20. století, především v jeho 2. polovině.

V Jizerských horách je nyní celkem 7 funkčních přehrad. Šest z nich bylo vybudováno na počátku 20. století v rámci projektu prof. Intze. V první vlně byly stavěny přehrady v povodí Lužické Nisy. Jako první byla postavena přehrada **Harcov** (Liberec) na Harcovském potoce, a to mezi roky 1902 a 1904. Ve stejném roce začala být stavěna přehrada **Bedřichov** na Černé Nise. Dokončena byla v roce 1906. V letech 1904 až 1906 byla zřízena také přehrada **Fojtka** zadržující vodu ze stejnojmenného potoka. Souběžně byla realizována stavba nádrže **Mlýnice** na Albrechtickém potoce. Další na řadě byla přehrada **Mšeno** (Jablonec nad Nisou), na které se pracovalo mezi roky 1906 až 1910. Ta zadržuje vodu ze Mšenského potoka (Žák 2006, s. 22, 26, 32, 38, 44).

Ve druhé vlně byly stavěny nádrže v povodí Jizery. První z nich byla přehrada **Souš** stavěná mezi roky 1911 až 1915 na říčce Černá Desná. Souběžně se pracovalo také na nádrži, kterou dnes známe jako tzv. **Protrženou přehradu**. Ta byla postavena na říčce Bílá Desná a se soušskou přehradou je dodnes spojena vyrovnávací štolou. Protržené přehradě se více věnuji v kapitole 2.2.5. Poslední postavenou přehradou v Jizerských horách je vodní dílo **Josefův Důl** stavěné v letech 1976 až 1982. Jeho cílem je zadržení vody z Kamenice a několika drobných potoků (Žák 2006, s. 52, 60 a Šámalová 2016, s. 11).

Zde přikládám přehled jizerskohorských přehrad včetně jejich současného využití:

**Harcov** (retenční, rekreační, chovná), **Bedřichov** (hydroenergetická, retenční, rekreační, chovná), **Fojtka** (retenční, rekreační, chovná), **Mlýnice** (retenční, rekreační, chovná), **Mšeno** (retenční, rekreační, chovná), **Souš** (retenční, vodohospodářská - zdroj pitné vody pro Jablonecko a Tanvaldsko) a **Josefův Důl** (hydroenergetická, retenční, vodohospodářská - zdroj pitné vody pro Jablonecko a Liberecko).



Obrázek č. 3: Vodní nádrž Souš v Jizerských horách. Zdroj pitné vody pro Jablonecko a Tanvaldsko. Zdroj: <https://nasregion.cz/jablonecko/po-zime-opet-prujezdna-od-ctvrtka-se-znovu-otevre-silnice-kolem-prehrady-sous/>.

### 2.1.5. Vyhodnocení výrazných povodní z posledních 60 let

V této podkapitole se zabývám konkrétními daty z výrazných povodní, jež se projevily v nedávné minulosti na území Libereckého kraje v povodí Lužické Nisy. Vycházím přitom ze tří základních zdrojů. Prvními dvěma z nich jsou údaje z vodočtů Lužické Nisy v Liberci (Evidenční list hlásného profilu č. 256, ČHMÚ 2020) a v Hrádku nad Nisou (Evidenční list hlásného profilu č. 259, ČHMÚ 2020), které uvádí **výšku hladiny řeky** (tzv. vodní stav) a v případě Hrádku i její průtok. Data o **průtoku** pochází z vodočtu v Hartau (Průtok Lužické Nisy v Hartau, Spolkový hydrologický institut 2021), jenž je od Hrádku vzdálen několik stovek metrů, proto je považuji za prakticky stejná, jako by byla přímo z Hrádku nad Nisou. Třetím zdrojem dat jsou údaje o historických srážkách (Územní srážky mezi roky 1961 a 2020, ČHMÚ 2020) a teplotách (Územní teploty mezi roky 1961 a 2020, ČHMÚ 2020) v Libereckém kraji dle údajů Českého hydrometeorologického ústavu.

Pro **vodočet v Liberci** jsou kritické následující hladiny Nisy: 1. stupeň povodňové aktivity (bdělost) od 85 cm, 2. stupeň povodňové aktivity (pohotovost) od 125 cm a 3. stupeň povodňové aktivity (ohrožení) od 160 cm. Pro **vodočet v Hrádku n. N.** jsou hladiny následující: 1. stupeň od 175 cm, 2. stupeň od 210 cm a 3. stupeň od 240 cm.

Voda se v obou vybraných vodočtech dostala alespoň na stav 1. stupně povodňového ohrožení v letech: 1958, 1977, 1978, 1980, 1981, 1982, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000, 2002, 2003, 2010, 2011 a 2013. V některých letech to bylo opakovaně.

Kromě uvedených hladin (vodních stavů) sledujeme u jednotlivých řek také jejich průtok. Průtok se zpravidla značí písmenem Q a odpovídá objemu vody protékajícímu daným místem (vodočtem) za jednu sekundu (Pavelková, Frajer 2012, str. 58). Na vodočtu v centru Liberce je pro 1. stupeň povodňové aktivity stanoven průtok  $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , pro druhý  $23,5 \text{ m}^3/\text{s}$  a pro třetí stupeň  $36,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Na pokročilejším místě toku v Hrádku nad Nisou (vodočet nedaleko hranic s Německem) jsou průtokové hodnoty podstatně vyšší. Pro 1. stupeň povodňové aktivity je to  $57,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , pro druhý  $76,4 \text{ m}^3/\text{s}$  a pro třetí  $94,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Všechny průtoky se odvozují podle hladiny řeky dle měrné křivky průtoků, tzv. konzumpční křivky (Pavelková, Frajer 2012, str. 62). Přesnost stanovení kulminačních průtoků je zpravidla ovlivněna malým množstvím dat, proto může být zatížena chybou odhadu. Z dostupných hodnot průtoků jsme schopni dále stanovit takzvané **N-leté průtoky**. Jedná se o průměrnou dobu opakování, tj. statistickou pravděpodobnost vypočítanou na základě historických hodnot průtoků, jak často v průměru konkrétní objem vody vodočtem proteče. Jako konkrétní příklad si můžeme uvést právě Hrádek nad Nisou, kde průtok  $346 \text{ m}^3/\text{s}$  je hodnocen jako stoletá voda, tj. takové množství vody zde proteče v průměru jednou za sto let.

Při práci s daty průtoků je potřeba odlišovat okamžité kulminační extrémy od denních průměrů. Můžeme si uvést příklad – ve vybraný den se průtok ve sledovaném vodočtu pohyboval v průměru na hodnotě  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Většinu dne byl průtok ale nižší, kolem  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , pak rázem vzrostl s přicházející povodňovou vlnou a vodočet naměřil okamžitý kulminační



Obrázek č. 4: Fotografie vodočtu v Liberci.  
Zdroj: Fotografie autora z roku 2021.

průtok  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . V našich datech však máme pouze průtok odpovídající dennímu průměru, což je třeba při práci s daty zohlednit

Dále je třeba se na naši sledovanou část Lužické Nisy podívat také z toho pohledu, že se jedná o horní tok řeky. Řeka pramení v nadmořské výšce 633 metrů poblíž obce Nová Ves nad Nisou v okrese Jablonec nad Nisou. V prvním námi sledovaném vodočtu (Liberec) je v nadmořské výšce 348 metrů. Od pramene je v tomto místě vzdálena 20 km. Mezi prvním a druhým vodočtem má Lužická Nisa dva významné přítoky – na 25. kilometru Černou Nisu tekoucí od Bedřichova s velkým spádem (pramen 825 m n. m., ústí 325 m n. m., vzdálenost mezi nimi 14 km) a na 37. km Jeřici (pramen 825 m n. m., ústí 285 m n. m., vzdálenost mezi nimi 19 km). Jeřice pramení pouze 1 km vzdušnou čarou od Černé Nisy v turisticky vytiženém lokalitě Jizerských hor nedaleko občerstvovací stanice Hřebínek. Jeřice se do Lužické Nisy vlévá v Chrastavě, po dalších dvou kilometrech následuje obec Bílý Kostel nad Nisou, která bývá při povodních na Lužické Nise nejvíce postižena. Druhý vodočet (Hrádek nad Nisou) je od pramene vzdálen 50 km a nachází se v nadmořské výšce 240 metrů.

### Rok 1958

Ve dnech 4. až 6. července 1958 došlo k letním povodním v Hrádku nad Nisou v důsledku přívalových dešťů. Průtok Lužické Nisy v Hrádku byl naměřen 4. 7. celkem  $128 \text{ m}^3/\text{s}$ , dne 5. 7. to bylo  $156 \text{ m}^3/\text{s}$  a 6. 7. dokonce  $178 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tyto průtoky znamenaly přibližně 8, 12 a **dvacetiletou vodu**. Všechny zmíněné průtoky dalece přesahovaly 3. stupeň povodňové aktivity.

### Rok 1977

V roce 1977 se na druhý stupeň povodňové aktivity dostala Lužická Nisa v Hrádku n. N. dvakrát v jednom týdnu, konkrétně 2. a 9. srpna. V prvním případě hladina vystoupila do výšky 228 cm, ve druhém případě do 236 cm. Důvodem pro povodeň v tomto období byly nadprůměrné srpnové srážky v Libereckém kraji,<sup>8</sup> které činily 168 mm, což je 170 % proti dlouhodobému průměru mezi roky 1981 až 2010 (níže uváděno pouze proti dlouhodobému průměru). Dozvukem těchto nadprůměrných srážek byl ještě 2. stupeň povodňové aktivity (dále jen SPA) v Liberci dne 2. 9. (výška hladiny 152 cm). Celé léto 1977 přšelo průměrně až mírně nadprůměrně, půda byla vodou nasycena a nemohla již přijímat další srážky, což vzniku této dešťové povodně napomohlo. Průtok ve hrádeckém vodočtu se pohyboval kolem  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , což odpovídá přibližně **jedno až dvouleté vodě**.

### Rok 1978

O rok později ve stejné době, přesně 9. 8. 1978, byl v Liberci vyhlášen 1. SPA kvůli výšce hladiny 123 cm (od 125 by byl již 2. SPA). Důvodem byly nadprůměrné přívalové srážky na začátku srpna. Za celý srpen pak napršelo v Libereckém kraji celkem 185 mm srážek, což činí

---

<sup>8</sup> V celé této kapitole uvádím geograficko-politický termín Liberecký kraj. V období, se kterým pracuji, tj. 1977 až současnost, však Liberecký kraj ne vždy existoval. Mezi roky 1960 a 2000 byl současný Liberecký kraj částečně součástí Severočeského a částečně Východočeského kraje. I pro toto období ale záměrně uvádím termín Liberecký kraj, aby nebyla narušena přehlednost práce. Myslím tím tedy území současného Libereckého kraje promítnuté do tehdejší odlišné regionální struktury. Na fyzicko-geografická data nemá politický systém vliv.

187 % proti dlouhodobému průměru. Na jaře téhož roku a v předchozích měsících (kromě května) byly na území Libereckého kraje srážky podprůměrné. Průtok ve hrádeckém vodočtu udával hodnotu 45 m<sup>3</sup>/s, což opět odpovídá přibližně **jedno až dvouleté vodě**.

#### Rok 1980

V roce 1980 byly srážkové poměry v Libereckém kraji poměrně nestabilní. Střídal se měsíce srážkově výrazně podprůměrné a měsíce srážkově nadprůměrné, až extrémně nadprůměrné. Průměrným byl pouze měsíc září. Všechna tato hodnocení jsou vztažena k dlouhodobému průměru v kraji. Červen a červenec byly oba srážkově nadprůměrné (červen 111 mm, tj. 134 % a červenec 178 mm, tj. 178 %). Nadprůměrné množství srážek vyvolalo 2. SPA v Liberci dne 8. 7. 1980 (výška hladiny 152 cm).

#### Rok 1981

Z roku 1981 máme záznamy o povodňové aktivitě dva, jeden jarní a jeden letní. Březen tohoto roku se zapsal do statistik jako teplotně nadprůměrný. Průměrná teplota dosáhla 5,1°C, což je o 2,9°C více než říká dlouhodobý průměr. Současně s vyšší teplotou v březnu také více přišlo. Konkrétně spadlo v Libereckém kraji celkem 94 mm srážek, což odpovídá 138 % proti dlouhodobému průměru. První SPA byl vyhlášen v Liberci (121 cm) a 2. SPA v Hrádku (221 cm) dne 12. 3. 1981. V Hrádku byl téhož dne naměřen průtok 40,8 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá přibližně **jedno až dvouleté vodě**.

O několik centimetrů více znamenalo vyhlášení 2. SPA v Liberci a 3. SPA v Hrádku n. N. v červenci téhož roku. Dne 20. 7. dosáhla hladina Lužické Nisy v Liberci výšky 135 cm a v Hrádku o den později dokonce 261 cm. Průtok v tomto čase činil v Hrádku 86,1 m<sup>3</sup>/s. Blížil se tak **pětileté vodě**. V tomto případě se jednalo o dešťové povodně způsobené extrémními červencovými srážkami, které činily 273 mm, což odpovídá 273 % vzhledem k dlouhodobému průměru v Libereckém kraji. Rok 1981 se ukázal celkově jako nadprůměrný. Celkem zde napršelo 1211 mm srážek (136 %).

#### Rok 1982

V roce 1982 se dostala hladina Nisy na obou vodočtech do čísel znamenajících 2. SPA již 6. ledna, v Liberci byla výška vody 154 cm a v Hrádku 220 cm. Situace se opakovala ještě v březnu, kdy v Liberci hladina 3. března dosáhla 110 cm, tedy 1. SPA. V obou případech šlo o tání sněhu v důsledku oteplení spojeného s dalšími srážkami. Březen byl v průměru o necelý jeden °C teplejší. Lednový průtok ve hrádeckém vodočtu se pohyboval kolem 40 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá přibližně **jedno až dvouleté vodě**.

#### Rok 1995

První stupeň povodňové aktivity byl vyhlášen v Liberci dne 13. června kvůli hladině Lužické Nisy ve výšce 124 cm (při 125 cm by byl už 2. SPA). Důvodem bylo období extrémního množství srážek trvajících prakticky celé jaro. Již v lednu se hladina v Liberci blížila 1. SPA, protože napršelo 136 % srážek proti dlouhodobému průměru, únor a březen byly v podstatě průměrné, ale za duben (66 mm, 132 %), květen (109 mm, 156 %) a červen (136 mm, 164 %) napadlo tolik srážek, že to výrazně zvýšilo průtok místních řek. Průtok v Hrádku nad Nisou se

pohyboval kolem necelých 40 m<sup>3</sup>/s, což opětovně odpovídá přibližně **jedno až dvouleté vodě**.

#### Rok 1996

V roce 1996 se povodně projeví v červenci, konkrétně 12. 7., kdy byl v Liberci vyhlášen 1. SPA (120 cm) a v Hrádku 2. (235 cm). Důvodem byly opět nadprůměrné srážky v témže měsíci, které činily 142 mm (142 % vůči dlouhodobému průměru). Srážkově nadprůměrný byl také květen, ale vzhledem k předcházejícím podprůměrným měsícům dokázala půda větší množství srážek vstřebat. Poté během června byly srážky průměrné. Půda byla tudíž již přesycena. Stejně jako v minulém roce dosáhl průtok v Hrádku nad Nisou hodnoty téměř **dvouleté vody** (cca 46 m<sup>3</sup>/s.).

#### Rok 1997

O rok později bez jednoho týdne, tedy 7. 7. 1997 byl vyhlášen 2. SPA v Hrádku nad Nisou kvůli hladině ve výšce 228 cm. Příčinou byly opět extrémní srážky v letních měsících, tentokrát navíc přesáhly dvojnásobné tradiční množství (tj. 203 mm srážek v Libereckém kraji), přesně 203 % proti dlouhodobému srážkovému průměru mezi lety 1981 až 2010. Průtok v Hrádku nad Nisou naměřil znovu hodnoty přibližně **jedno až dvouleté vody** (cca 38,2 m<sup>3</sup>/s.).

#### Rok 1998

Březen roku 1998 se do povodňových statistik zapsal kvůli vyšší průměrné teplotě v únoru (o 3,7 °C tepleji vzhledem k dlouhodobému průměru) a nadměrnými srážkami v samotném březnu, které přinesly 91 mm vody, což je proti dlouhodobému průměru 134 %. Především větší množství dešťových srážek v polovině března urychlilo tání sněhu. Dne 17. 3. byl v Liberci vyhlášen 1. SPA (hladina 96 cm) a v Hrádku n. N. taktéž 1. SPA (hladina 200 cm). Průtok ve hrádeckém vodočtu se pohyboval kolem 35 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá přibližně **jednoleté vodě**.

#### Rok 2000

O dva roky později taktéž v březnu byly srážky podstatně vyšší (178 mm, tj. 262 %!), což opět urychlilo tání sněhu, kterého navíc bylo poměrně velké množství vzhledem k nadprůměrným srážkám v předcházejících měsících lednu (99 mm, 134 %) a únoru (100 mm, 167 %). Teplota v únoru byla v průměru o 2,8 °C vyšší. V březnu byla rovněž vyšší ale jen o 0,6 °C. Rychlé tání sněhu spojené s vydatnými srážkami znamenalo vyhlášení 2. SPA dne 9. 3. v Liberci kvůli hladině Lužické Nisy ve výšce 150 cm a 3. SPA dne 10. 3. v Hrádku kvůli hladině ve výšce 253 cm. Průtok v Hrádku nad Nisou naměřil hodnoty přibližně **dvou až tříleté vody** (59 m<sup>3</sup>/s.).

#### Rok 2002

Opět po dvou letech byla v Libereckém kraji zaznamenána povodňová aktivita. Tentokrát se však jednalo o povodně způsobené přivalovými dešti v měsíci srpnu. V krátkém čase napršelo



v polovině srpna 153 mm srážek, což odpovídá 155 % vůči dlouhodobému průměru. Tato skutečnost znamenala zvýšení hladiny Lužické Nisy v Liberci dne 13. 8. na 168 cm (3. SPA) a v Hrádku nad Nisou 14. 8. na 315 cm (taktéž 3. SPA). Průtok v tomto roce se mírně vymkl letům předcházejícím, protože hrádecké hodnoty dosáhly **čtyř až pětileté vody** ( $82 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

### Rok 2003

K vyhlášení 1. SPA došlo i v roce 2003, kdy 3. ledna v Hrádku dosáhla hladina Lužické Nisy výšky 201 cm. Důvodem byla novoroční obleva. Jarní měsíce byly chladné a zbytek roku byl srážkově podprůměrný. Neobjevily se tak ani jarní ani letní povodně. Průtok v Hrádku nad Nisou se pohyboval kolem  $45 \text{ m}^3/\text{s}$ , což odpovídá přibližně **jedno až dvouleté vodě**.

### Rok 2010

Jako nejextrémnější v moderní době se do dějin zapsal povodňový rok 2010, kdy v srpnu za krátký čas napršelo neuvěřitelných 290 mm srážek, což odpovídá 293 % dlouhodobého průměru, tedy téměř trojnásobku běžného stavu. V předcházejících měsících se střídaly srážky podprůměrné a nadprůměrné, dohromady z toho vyplývá, že půda byla vodou dostatečně nasycena a srpnové množství nebyla schopna pojmout. Povodně se projeví 7. srpna. V Liberci hladina Lužické Nisy dosáhla 138 cm, což znamenalo vyhlášení 2. SPA. V Hrádku však po připojení vody z Černé Nisy a Jeřice dosáhla hladina extrémní hodnoty 395 cm!, což je o 155 cm více, než kolik činí dolní limit pro vyhlášení 3. SPA. Masa vody, která se dostala do Hrádku a okolí, zde způsobila obrovské škody na majetku a bohužel i ztráty na životech. Opakování povodní hrozilo i v září, kdy napršelo 152 cm, tedy 214 % proti dlouhodobému průměru. Podíváme-li se na průtok, tak zde došlo k druhému extrému. V Hrádku nad Nisou byla naměřena hodnota přibližně  $360 \text{ m}^3/\text{s}$ , což stvrzuje 3. SPA a současně představuje **stoletou vodu**.

Povodeň roku 2010 byla hodnocena v některých aspektech (např. právě zmíněný průtok) jako srovnatelná s povodní roku 1897. Pro zajímavost doplňuji, že povodně rozdělují 113 let a v obou případech byl průtok vyhodnocen jako stoletý. Samozřejmě vzhledem k moderní době máme o této povodni hodně zpracovaných dat převážně týkajících se majetkových škod. V Hrádku nad Nisou povodeň způsobila škody ve výši



Obrázek č. 5: Přehrada Mlýnice na Albrechtickém potoce při povodni v roce 2010. Zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%ADr%C5%BE\\_Ml%C3%BDnice#/media/Soubor:Vodn%C3%ADr%C5%BE\\_Ml%C3%BDnice\\_p%C5%99i\\_povodni.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%ADr%C5%BE_Ml%C3%BDnice#/media/Soubor:Vodn%C3%ADr%C5%BE_Ml%C3%BDnice_p%C5%99i_povodni.jpg).



Obrázek č. 6: Zničený dům v Chrastavě při povodni v roce 2010. Zdroj: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1249087-obrazem-chrastava-rok-po-povodni>.

více než 140 milionů Kč. Dotačními programy získalo město přes 147 milionů korun na obnovu města (Vávrová, s. 15). Město Chrastava získalo v dotacích na obnovu celkem přes 117 milionů Kč. Starosta města M. Canov ale uvádí, že všechny rekonstrukce a projekty vedoucí k návratu města do původní podoby vyšly na více než miliardu korun. Krom toho byly také zjištěny závažné nedostatky v údržbě vodních toků. Koryta řek i potoků byla výrazně zanesena a mnohdy byla řečiště nepřirozeně posunuta (Vávrová 2014, s. 26). V Bílém Kostele nad Nisou vyšly škody na zhruba 100 milionů Kč, z toho přes 75 % pokryly dotace (Vávrová 2014, s. 34). V Oldřichově v Hájích byly škody o něco nižší vzhledem k tomu, že se zde bojovalo „jen“ s Jeřicí (přítok Lužické Nisy). Obec na dotacích dostala přes 18 milionů Kč. Problém s korytem Jeřice však trvá, povodí Labe totiž zatím neprovedlo jeho revitalizaci (Vávrová 2014, s. 43). V Mníšku dotace pokryla škody ve výši 25 milionů Kč (Vávrová 2014, s. 49). V Nové Vsi u Chrastavy to bylo přes 20 milionů korun (Vávrová 2014, s. 56). V Chotyni celkem necelých 17 milionů korun (Vávrová 2014, s. 63). V méně zasaženém Kryštofově Údolí pak necelé tři miliony (Vávrová 2014, s. 68).

Stoletá voda z roku 2010 poškodila majetek v hodnotě více než miliardy korun. Na dotacích s cílem obnovy poškozeného nebo zničeného majetku bylo obcím vyplaceno přibližně půl miliardy. Dalo by se říci, že má takováto povodeň také nějaký přínos? Jedná se o velice složitou otázku. Můžeme si říci, že by se vlastně nemuselo nic řešit, kdyby k povodním nedošlo. Faktem však je, jak již bylo zmíněno výše, že se museli správci toků postarat o řeky a potoky. Vyčistit koryta, navrátit jim původní polohu, zajistit další systémy povodňové ochrany a regulace toků (ochranné zdi, poldry, ...). Tedy všechna opatření, aby se katastrofa nikdy neopakovala.

### Rok 2011

Téměř o rok později ve třetím týdnu měsíce července se povodně opakovaly. Srážkově nadprůměrný byl už červen, kdy napršelo 106 mm (128 %). Ale vyhlášení 3. SPA v Hrádku nad Nisou dne 21. 7. způsobily srážky červencové, které přinesly celkem 215 mm vody, což odpovídá 215 % dlouhodobého průměru. Hladina Lužické Nisy v Hrádku tehdy dosáhla 240 cm (přesně dolní limit pro 3. SPA). Hrádecký vodočet uvedl průtok přibližně 80,1 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá zhruba **čtyř až pětileté vodě**.



**Obrázek č. 7: Mapa s vyznačenými obcemi a městy výrazněji zasaženými povodněmi v roce 2010. Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), vlastní úpravy autora.**

## Rok 2013

V roce 2013 se povodně v Libereckém kraji objevily na začátku měsíce června, konkrétně 2. června. Už květnové srážky byly vzhledem k dlouhodobému průměru vyšší. V našem kraji napršelo 105 mm srážek, což odpovídá 150 % vůči obvyklému stavu. Hned první dva dny června přinesly extrémní srážky a z dat za celý měsíc vyplývá, že v Libereckém kraji napršelo dohromady 165 mm srážek, tedy 199 % vzhledem k dlouhodobému průměru. V Liberci byl vyhlášen 1. SPA, když hladina Lužické Nisy dosáhla výšky přes 90 cm. V Hrádku nad Nisou byl poté vyhlášen 2. SPA, neboť voda vystoupala do výšky 212 cm. V témže místě vodočet vykázal průtok přibližně 72 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá zhruba **čtyřleté vodě**.

## Shrnutí

Závěrem této podkapitoly se zaměřuji na shrnutí výše zmíněných povodňových stavů. Ukážeme si zde přehled povodní podle období jejich vzniku a podle jejich intenzity (výška hladiny a průtok).

**Zimní povodně** – leden 1982, leden 1995 a leden 2003. Celkem 3x, vždy v lednu. Příčinou bylo zpravidla lednové oteplení, při kterém roztálo větší množství sněhu.

**Jarní povodně** – březen 1981, březen 1982, březen 1998 a březen 2000. Celkem 4x, vždy v březnu. Příčinami těchto povodní bylo tání sněhu kvůli rychlému jarnímu oteplení a případně do toho vstupující dešťové srážky.

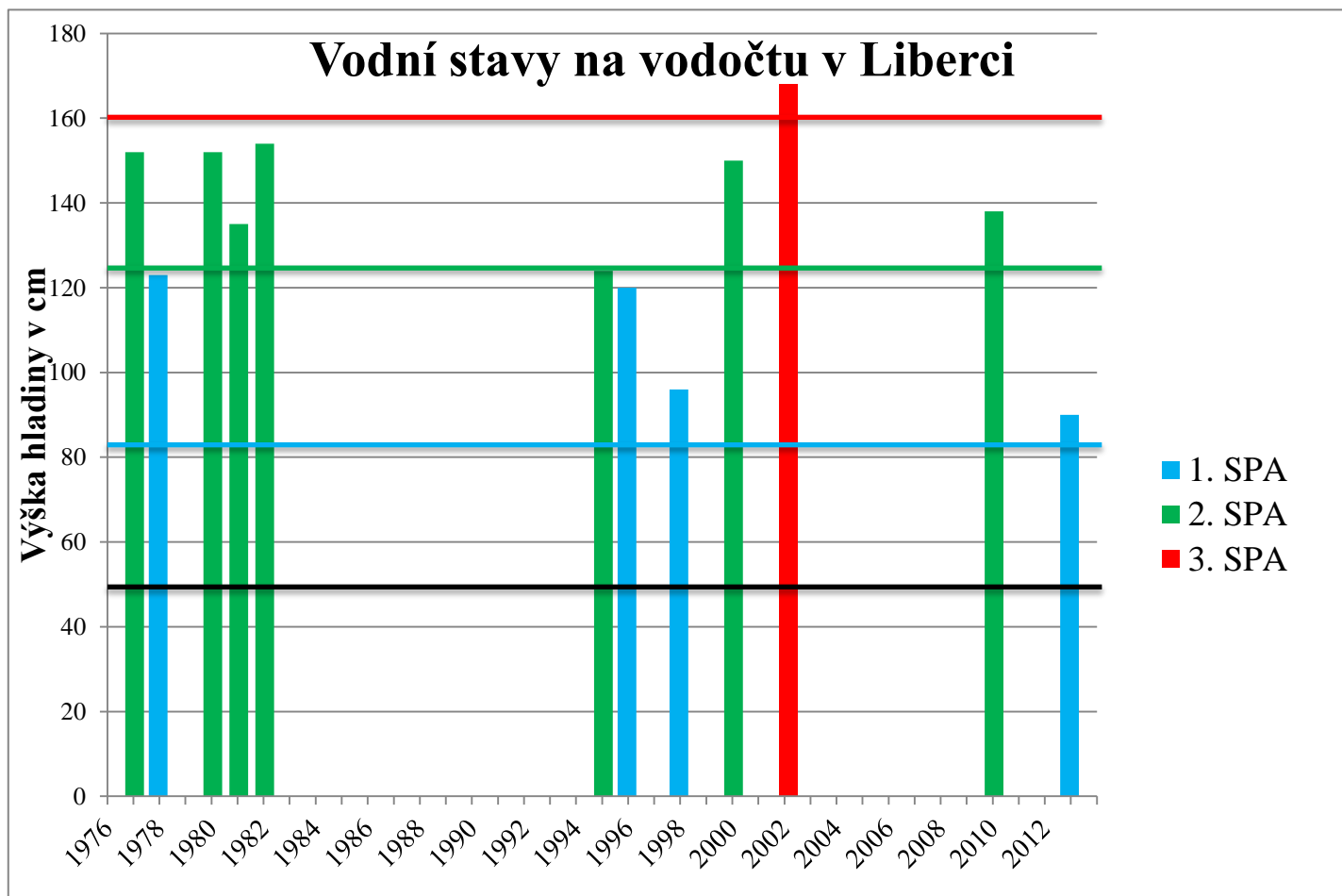
**Letní povodně** – červenec 1958, srpen 1977, září 1977, srpen 1978, červenec 1980, červenec 1981, červen 1995, červenec 1996, červenec 1997, srpen 2002, srpen 2010, červenec 2011 a červen 2013. Celkem 13x, z toho 2x v červnu, 6x v červenci, 4x v srpnu a 1x v září. Ve všech případech byly příčinou přívalové (bleskové intenzivní) deště. V České republice dlouhodobě platí, že srážkově nejbohatší je právě toto letní období. Někdy nesprávně označované jako monzun. Monzuny jsou však silným dvojitým prouděním, kdy v létě přinášejí na pevninu srážky z oceánu a v zimě naopak suchý vzduch z pevniny do moře, což se v České republice neděje. Pravidelně se odehrávající deště v letních měsících se v našem prostředí často přenášejí do různých lidových rčení a pranostik, např. vztažených k Medardovi.



**Tabulka č. 1:** Extrémní výšky hladiny na vodočtu Lužické Nisy v Liberci. Hodnoty řazeny podle naměřené výšky hladiny sestupně. Žlutě je vyznačen rok 2010 s velmi ničivou povodní. V závorce uvádím stupeň povodňové aktivity odpovídající zmíněnému vodnímu stavu.

Pořadí	DEN	MĚSÍC	ROK	VÝŠKA HLADINY (SPA)
1.	13.	8.	2002	168 cm (3.)
2.	6.	1.	1982	154 cm (2.)
3.-4.	2.	9.	1977	152 cm (2.)
3.-4.	8.	7.	1980	152 cm (2.)
5.	9.	3.	2000	150 cm (2.)
6.	7.	8.	2010	138 cm (2.)
7.	20.	7.	1981	135 cm (2.)
8.	13.	6.	1995	124 cm (téměř 2.)
9.	9.	8.	1978	123 cm (1.)
10.	12.	3.	1981	121 cm (1.)
11.	12.	7.	1996	120 cm (1.)
12.	3.	3.	1982	110 cm (1.)
13.	17.	3.	1998	96 cm (1.)
14.	2.	6.	2013	90 cm (1.)

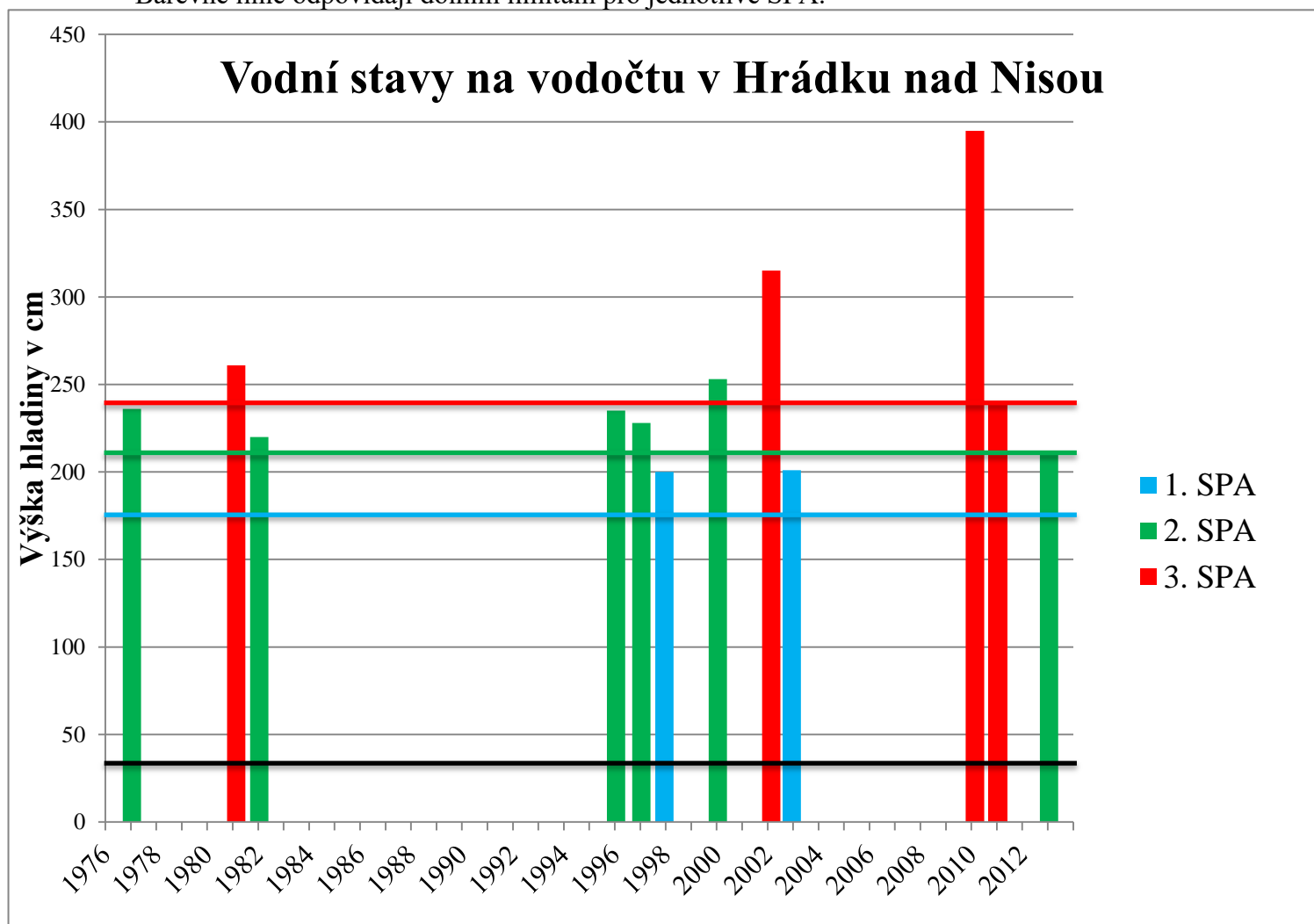
**Graf č. 1:** Vodní stavy na Lužické Nise v Liberci dle tabulky č. 1. V letech, kdy se povodně opakovaly je znázorněna pouze ta výraznější povodeň. Roky, kdy k extrémním stavům nedošlo, nejsou zvýrazněny. Černá linie znamená průměrný vodní stav (výšku hladiny) v Liberci. Barevné linie odpovídají dolním limitům pro jednotlivé SPA.



**Tabulka č. 2:** Extrémní výšky hladiny na vodočtu Lužické Nisy v Hrádku n. N. Hodnoty řazeny podle naměřené výšky hladiny sestupně. Žlutě je vyznačen rok 2010 s velmi ničivou povodní. V závorce uvádím SPA odpovídající zmíněnému vodnímu stavu.

Pořadí	DEN	MĚSÍC	ROK	VÝŠKA HLADINY (SPA)
1.	7.	8.	2010	395 cm (3.)
2.	14.	8.	2002	315 cm (3.)
3.	21.	7.	1981	261 cm (3.)
4.	9.	3.	2000	253 cm (3.)
5.	21.	7.	2011	240 cm (3.)
6.	9.	8.	1977	236 cm (2.)
7.	12.	7.	1996	235 cm (2.)
8.-9.	2.	8.	1977	228 cm (2.)
8.-9.	7.	7.	1997	228 cm (2.)
10.	12.	3.	1981	221 cm (2.)
11.	6.	1.	1982	220 cm (2.)
12.	2.	6.	2013	212 cm (2.)
13.	3.	1.	2003	201 cm (1.)
14.	17.	3.	1998	200 cm (1.)

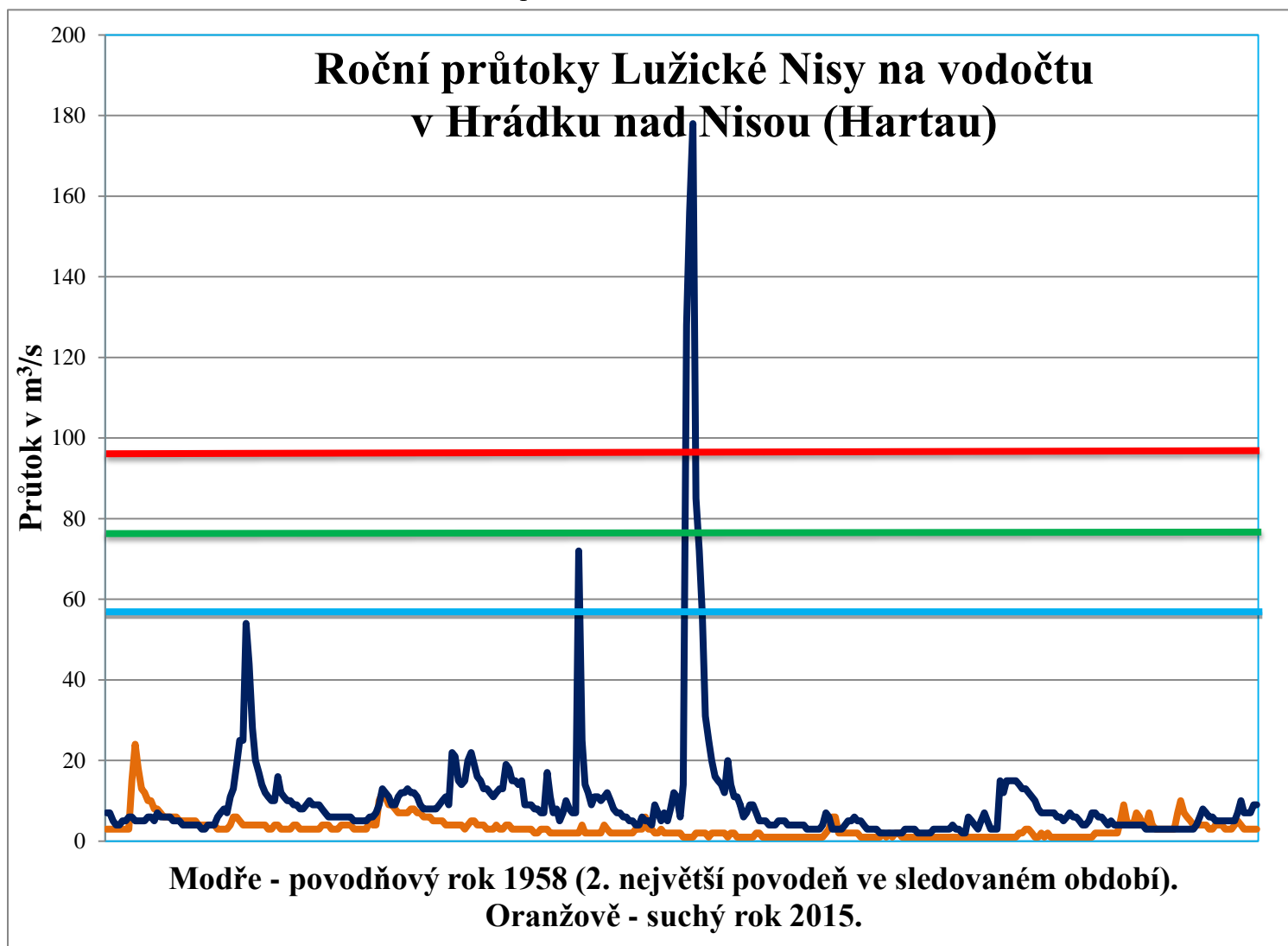
**Graf č. 2:** Vodní stavy na Lužické Nise v Hrádku nad Nisou dle tabulky č. 2. V letech, kdy se povodně opakovaly je znázorněna pouze ta výraznější povodeň. Roky, kdy k extrémním stavům nedošlo, nejsou zvýrazněny. Černá linie znamená průměrný vodní stav (hladinu). Barevné linie odpovídají dolním limitům pro jednotlivé SPA.



**Tabulka č. 3:** Extrémní a zvýšené průtoky na vodočtu Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou (Hartau) dle výše uvedených povodňových stavů. Hodnoty jsou seřazeny sestupně. Žlutě je vyznačen rok 2010 s velmi ničivou povodní. Do tabulky bylo zařazeno pouze pět nejvyšších hodnot. Zbylé hodnoty byly méně výrazné a opakující se. V závorce uvádím stupeň povodňové aktivity odpovídající zmíněnému průtoku.

Pořadí	DEN	MĚSÍC	ROK	PRŮTOK (SPA)	N-LETÁ VODA
1.	7.	8.	2010	360 m <sup>3</sup> /s (3.)	100 letá
2.	6.	7.	1958	178 m <sup>3</sup> /s (3.)	20 letá
3.	21.	7.	1981	86 m <sup>3</sup> /s (2.)	k 5 leté
4.	14.	8.	2002	82 m <sup>3</sup> /s (2.)	4 až 5 letá
5.	21.	7.	2011	80 m <sup>3</sup> /s (2.)	4 až 5 letá

**Graf č. 3:** Roční průtok dle vodního stavu v Hrádku nad Nisou (Hartau) v letech 1958 a 2015. Modrá křivka odpovídá povodňovému roku 1958 (druhý nejvýraznější ve sledovaném období). Pro zobrazení roku 2010 nemáme dostupná data. Oranžová křivka potom patří velmi suchému roku 2015. Modrá linie odpovídá 1. SPA, zelená 2. SPA a červená 3. SPA.



## 2.2. Pedagogický transfer

### 2.2.1. Voda v zeměpisném učivu

V zeměpisných učebnicích se žáci setkají s tématem **hydrosféry** během probírání jednotlivých součástí fyzické geografie. Bývá řešena jako druhá nebo třetí v pořadí, kdy jí předchází buď pouze litosféra, nebo litosféra i atmosféra. Žáci tak mají základní přehled o složení Země, o vzniku a utváření zemského povrchu, o vrstvách atmosféry, o meteorologii, o podnebí i o podnebných pásech a částečně také o pravidelných jevech v proudění vzduchu (pasáty a monzuny).

Naše téma povodní jednoznačně patří do oblasti hydrosféry. Je však třeba připomenout, že jsou povodně výrazně ovlivněny i meteorologickými jevy (srážky, teplota) řešenými v rámci atmosféry i lidským faktorem, který zde výrazně vystupuje jako exogenní činitel povrchu (úprava koryta řeky, narušení přirozeného stavu půdy prostřednictvím zemědělství a organizované výsadby lesů nebo také regulací toku řeky a výstavbou přehradních nádrží). V rámci hydrosféry se řeší rozložení vody na Zemi, voda sladká a voda slaná. Důležité jsou zásoby sladké vody (především ledovce a jejich tání). Součástí hydrosféry je taktéž tzv. koloběh vody, s nímž se však žáci během povinné školní docházky setkávají několikrát už na prvním stupni. V otázce povodní je důležité, aby měli žáci představu o řece a její toku (horní, střední a dolní tok), neboť v každé z těchto částí řeka vypadá jinak. Součástí zmíněné sladké vody je rovněž voda podzemní, se kterou se mohou žáci setkat např. v regionální geografii Austrálie (artéské studny) nebo samozřejmě i v České republice (Moravský kras) a potom také v běžném životě (studny). Dále v rámci tématu sladké vody řešíme rozdíly ve stojaté vodě – přirozené zásobárny vody (jezera, rašeliniště, tůň, bažiny) a umělé zásobárny vody (přehradní nádrže, rybníky), a to včetně jejich významu. Nabízí se zde zajímavá hříčka s Máchovým jezerem, o kterém víme, že je ve skutečnosti rybník a současný užívaný název je pouze poetický.

Sám vždy kladu důraz na propojení žákovy představy o hydrosféře s reálným životem, a to především směrem k ochraně přírody, ochraně vodních zdrojů a prevenci znečištění vody, protože se jedná o kapalinu nezbytně nutnou pro život na naší planetě.

### 2.2.2. Povodně v zeměpisném učivu

Část věnovaná povodním se nachází jak v hydrosféře, tak v oblasti týkající se přírodních katastrof, ohrožení lidských životů, obecně extrémních přírodních jevů a **přírodních rizik**. Na stejném místě bychom rovněž našli kapitolu věnovanou suchu, což je v podstatě významově opačný problém proti povodním. V posledních letech se jedná o záležitost velmi naléhavou. K přírodním rizikům můžeme také přiřadit desertifikaci (rozšiřování pouští), požáry, silné ničivé větry (hurikány), ve vybraných světových lokalitách tornáda nebo také různé druhy erozí (Bočanová 2017, s. 71, 77). Souhrnně se jedná o exogenní procesy, v nichž má do určité míry vliv i člověk. Lidé mohou být ohroženi i endogenními procesy. Tyto procesy probíhají v oblastech střetávání litosférických desek (sopečná činnost, zemětřesení, tsunami).

Ze všech zmíněných rizik můžeme žákům povodeň představit jako přírodní jev, který je v České republice může ohrozit nejvíce (Červený 2003, s. 68). Výhodné je vysvětlit žákům,

jak mají v případě nastalých povodní postupovat, což je fakt definovaný i výstupem v RVP (Jeřábek 2016, s. 79).<sup>9</sup>

### 2.2.3. Vlastní návrh výuky o povodních

V této podkapitole se zaměřím na to, jak žákům téma povodní přiblížit, s jakými daty budou pracovat a jaké z toho budou mít výstupy. Dostávám se tak zcela do praktické části, kde je významná didaktická transformace, tedy převedení odborných pojmů a dat do jazyka srozumitelného žákům.

Povodně bychom ve výuce mohli pojmut jako projekt rozšiřující okruhy fyzické geografie v šestém ročníku základní školy (primy víceletého gymnázia) nebo se na ně můžeme zaměřit později ve vyšších ročnících při probírání regionální geografie místního regionu (přírodní podmínky Libereckého kraje). V rámci samotných povodní zůstanu u žáků šestého ročníku. Starší žáci (žáci 8. a 9. tříd) budou mít speciální terénní expediční projekty (viz níže).

Téma povodní zařazuji v šesté třídě hned po dokončení celé oblasti hydrosféry (s předpokladem, že jí předcházela i atmosféra). Celkově se bude třída povodním věnovat přibližně tři až spíše čtyři vyučovací hodiny (dva týdny). Povodně si můžeme představit jako tematický celek o čtyřech hodinách, kdy první hodiny představuje úvod, druhá hodina samostatnou práci žáků, třetí hodina vyhodnocení a čtvrtou hodinu si ponecháváme jako časovou rezervu.

#### První hodina tematického celku

První hodina nebo také úvodní hodina začíná jednoduchým opakováním látky z hodin předcházejících. Důraz je kladen na témata, na která budeme s povodněmi navazovat – tj. z hydrosféry: obecně sladká voda, koloběh vody, řeka, tok řeky, vodní nádrže, ... a z atmosféry: podnebí a počasí (srážky, teploty).

V první hodině rovněž využijeme již starší znalosti z matematiky a fyziky – jednotky délky, objemu a času. Všechny tři tyto veličiny budeme potřebovat pro vyjádření stavů Lužické Nisy na výše zmíněných vodočtech v Liberci a v Hrádku nad Nisou. Poměrně dobře představitelná pro každého člověka je výška hladiny řeky uváděná v centimetrech. Dobře nám v tom mohou pomoci názorné stupnice přímo v místech vodočtů. Obtížnější je představa průtoku, kde se spojuje objem vody s časem. Jak již víme, jedná se o objem vody uváděný v m<sup>3</sup>, který v daném místě proteče za jednu sekundu (s). V tomto případě by se hodilo žákům ukázat konkrétní situaci pomocí videa veřejně dostupného z internetu. Žákům při první hodině musíme vysvětlit, co to vlastně jsou povodně, jaké mohou být jejich příčiny (tání sněhu, ledové jevy, přívalové deště, ...) a jaké důsledky (záplavy). Při využití vhodných snímků např. povodně z roku 2010 si můžeme ukázat, jakou může mít velká voda sílu a jaké může způsobit škody. Průběžně žáky připravíme také na jejich možný vlastní zážitek z povodní, řekneme si, jak se mají v krizové situaci chovat, jak mohou pomoci a na co si musejí dát pozor. S postupem v krizových situacích souvisí i jejich prevence (ochranná opatření proti povodním).

---

<sup>9</sup> Výstup Z-9-7-03: Žák uplatňuje v praxi zásady bezpečného pohybu a pobytu v krajině, uplatňuje v modelových situacích zásady bezpečného chování a jednání při mimořádných událostech.

Pro úvodní hodinu je velmi důležitá motivace (podnícení zájmu žáků o téma) a z pohledu badatelské výuky také vyjádření nějaké hypotézy. Se žáky bych vedl diskusi o povodních a z jejich vlastních zkušeností (případně přenesených zkušeností od rodičů nebo z televize) bychom vznesli hypotézy. V dalších hodinách pracujeme s konkrétními daty, řešíme problémy a diskutujeme platnost či neplatnost vyjádřených hypotéz. Dvě hlavní hypotézy, které se v tomto tématu ověřují, jsou za a) zda platí, že se povodně na Lužické Nise vyskytují častěji v létě než v zimě a za b) zda platí, že se povodně opakují v pravidelných intervalech.

#### Druhá a třetí hodina tematického celku

Na základě zopakovaných faktů a fyzikálních veličin si na konkrétních datech představíme, co to je průtok, výška hladiny řeky a stupně povodňové aktivity. S vybranými daty budeme posléze pracovat. Všichni žáci dostanou k dispozici pracovní listy pro samostatnou a skupinovou práci. Pracovní listy budou celkem čtyři – jeden pro každého žáka zvlášť, dva pro práci ve dvojicích a jeden pro čtveřici. V pracovních listech se setkají s daty týkajícími se stupňů povodňové aktivity, výšky hladiny, průtoku řeky, teploty ovzduší, srážek a nadmořské výšky. Práce bude spočívat v interpretaci dat, zjišťování stupňů povodňové aktivity, ve výpočtech N-letých vod, v posouzení délky toku řeky a dalších činnostech včetně zakreslování do mapy. Nejasnosti, které by mohly vyplynout při samostatné práci žáků, může samozřejmě ihned zodpovědět učitel. Jinak může být využit návod zpracovaný v prezentačním programu.

V rámci hodiny tělesné výchovy nebo jiného předmětu výchovného typu bychom se při příležitosti řešení povodní mohli při procházce zastavit u měřicího bodu výšky hladiny (vodočtu), aby o něm měli žáci lepší představu než pouze z obrázku.

#### Čtvrtá hodina tematického celku

Na závěr při poslední hodině provedeme vyhodnocení řešení pracovních listů a ocenění žáků majících správně vypracované jednotlivé úkoly.



## PRACOVNÍ LIST Č. 1 – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ ŘEŠENÍ

*Opakování znalostí o sladké vodě (vyplňte křížovku):*

1.								P	R	A	M	E	N	
2.							T	O	K	U				
3.				L	E	D	O	V	E	C				
4.							P	O	V	O	D	Í		
5.		P	Ř	E	H	R	A	D	A					
6.			A	M	A	Z	O	N	K	A				
7.					L	O	D	Ě						

**Tajenka:**

**Povodně**

1. Místo, kde vzniká řeka.
2. Velmi rychlá a silná je voda v horním .... řeky.
3. Největší zásobárna sladké vody.
4. Oblast, odkud všechna voda odtéká do jedné řeky.
5. Umělá stavba sloužící k zadržení vody.
6. Nejdelší řeka na světě.
7. Dopravní prostředky pohybující se po vodě.

*Co víme o vodě a povodních? (doplňte do textu)*

Povodně řadíme mezi **EXTRÉMNI** jevy v přírodě. Jedná se o stav, kdy řekou protéká takové množství vody, že jej **NENÍ** schopna pojmout. Povodně se u nás nejčastěji objevují **NA JAŘE** a **V LÉTĚ** (roční období). Příčin povodní může být několik – v březnu **TÁNÍ SNĚHU** nebo tzv. **LEDOVÉ (JEVY)**, kdy led ucpe koryto řeky. V červenci bývají příčinou **PŘÍVALOVÉ DEŠTĚ**. Dále existují i zvláštní příčiny, které našťastí nejsou příliš časté. Řadíme mezi ně např. **PROTRŽENÍ HRÁZE**. Pro vyhlášení jednotlivých **STUPŇŮ POVODŇOVÉ AKTIVITY** (zkratka SPA) sledujeme na **VODOČTU** řeky výšku **HLADINY** vody, z ní pak odvozujeme **PRŮTOK** (kolik m<sup>3</sup> vody proteče za jednu s). Důsledkem povodní jsou **ZÁPLAVY**, při kterých dochází k poškození budov a někdy bohužel i k úmrtím. Při povodňové situaci je potřeba dodržet pokyny bezpečnostních složek - **HASIČŮ**, **VOJÁKŮ** a **POLICISTŮ**.

První pracovní list bude každý žák řešit sám. Slouží k zopakování základních pojmů souvisejících s pevninskou vodou a k procvičení nových pojmů týkajících se povodní. Aby žáci dokázali vyplnit cvičení, kde se doplňuje do textu, budou poslouchat výklad a doprovodnou prezentaci. Po vyhrazeném čase na vyplnění si text přečteme a sdělíme si



správná doplnění. V některých případech nemusejí být přesně doslovná, jaká jsem uvedl v řešení, protože existují různé synonymní varianty. Společně projdeme i křížovku, kde doplnění musejí být jednoznačná.

## PRACOVNÍ LIST Č. 2 – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ

Při povodních se můžeme setkat s pojmem 100 letá, 20 letá nebo třeba 5 letá voda. Význam: 100 letá voda = tolik vody v místě proteče průměrně jednou za 100 let.

Pro Hrádek nad Nisou platí průtoky: 20 letá voda ( $180 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 100 letá voda ( $346 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

***Kolikaletá voda protekla v Hrádku nad Nisou v letech 1958 a 2010?***

1958, průtok:  $178 \text{ m}^3/\text{s}$  ..... =

2010, průtok:  $360 \text{ m}^3/\text{s}$  ..... =

***Ve kterém z těchto roků může nastat v Hrádku stoletá voda?***

2021, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070.



Obrázek č. 8: Mapa záplavového území v Chrastavě a Bílém Kostele nad Nisou. Zdroj: <https://povodnovyportal.kraj-lbc.cz/mapa-obecna>.

Na této mapě je červeně vyznačeno zaplavené území Dolní Chrastavy a Bílého Kostela nad Nisou v případě 100 leté vody, v obou případech jde o vylití Lužické Nisy z břehů.

***Podívej se na mapu a promysli, proč je oblast za Chrastavou takto výrazně zasažena záplavami. Pokud bychom se vraceli proti proudu Lužické Nisy směrem k Liberci, záplavy by byly podstatně mírnější.***

***Jaké mohou být podle tebe konkrétní důsledky povodní a záplav?***

## PRACOVNÍ LIST Č. 2 – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ ŘEŠENÍ

Při povodních se můžeme setkat s pojmem 100 letá, 20 letá nebo třeba 5 letá voda.  
Význam: 100 letá voda = tolik vody v místě proteče průměrně jednou za 100 let.

Pro Hrádek nad Nisou platí průtoky: 20 letá voda ( $180 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 100 letá voda ( $346 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

***Kolikaletá voda protekla v Hrádku nad Nisou v letech 1958 a 2010?***

1958, průtok:  $178 \text{ m}^3/\text{s}$  ..... = (téměř) 20 letá voda.

2010, průtok:  $360 \text{ m}^3/\text{s}$  ..... = 100 letá voda (dokonce o něco málo více).

***Ve kterém z těchto roků může nastat v Hrádku stoletá voda?***

2021, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070. – **Ve kterémkoliv.**



Obrázek č. 8: Mapa záplavového území v Chrastavě a Bílém Kostele nad Nisou. Zdroj: <https://povodnovportal.kraj-lbc.cz/mapa-obecna>.

Na této mapě je červeně vyznačeno zaplavené území Dolní Chrastavy a Bílého Kostela nad Nisou v případě 100 leté vody, v obou případech jde o vylití Lužické Nisy z břehů.

***Podívej se na mapu a promysli, proč je oblast za Chrastavou takto výrazně zasažena záplavami. Pokud bychom se vraceli proti proudu Lužické Nisy směrem k Liberci, záplavy by byly podstatně mírnější.***

„V Chrastavě se do Lužické Nisy vlévá říčka Jeřice, čímž se průtok vody v Nise značně zvyšuje, v Liberci je také více protipovodňových opatření.“ – Zde je možno více různých správných odpovědí.

***Jaké mohou být podle tebe konkrétní důsledky povodní a záplav?***

**Zničené silnice, mosty, lesy, poškozené nebo zbořené domy, úmrtí lidí, ...**

## PRACOVNÍ LIST Č. 3 – A – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ

V Hrádku nad Nisou a v Liberci jsou umístěny vodočty sledující vodní stavy (výšku hladiny), podle kterých se vyhláší stupně povodňové aktivity.

Pro Liberec platí: 1. SPA = 85 cm, 2. SPA = 125 cm a 3. SPA = 160 cm.

*Podle těchto uvedených limitů doplňte do tabulky SPA dle výšky hladiny ve čtvrtém sloupečku.*

POŘADÍ	MĚSÍC	ROK	VÝŠKA HLADINY	Stupeň povodňové aktivity (SPA)
1.	9.	1977	152 cm	
2.	8.	1978	123 cm	
3.	7.	1980	152 cm	
4.	3.	1981	121 cm	
5.	7.	1981	135 cm	
6.	1.	1982	154 cm	
7.	3.	1982	110 cm	
8.	6.	1995	124 cm	
9.	7.	1996	120 cm	
10.	3.	1998	96 cm	
11.	3.	2000	150 cm	
12.	8.	2002	168 cm	
13.	8.	2010	138 cm	
14.	6.	2013	90 cm	

*Kolik povodní proběhlo v měsících lednu až březnu a kolik od června do září?*

*Která povodeň byla nejvýraznější?*

*Porovnejte pracovní list A a B. V jakém ročním období probíhaly povodně nejčastěji? Které byly nejsilnější? Probíhají u nás povodně v nějakém pravidelném intervalu?*

## PRACOVNÍ LIST Č. 3 – A – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ - ŘEŠENÍ

V Hrádku nad Nisou a v Liberci jsou umístěny vodočty sledující vodní stavy (výšku hladiny), podle kterých se vyhláší stupně povodňové aktivity.

Pro Liberec platí: **1. SPA = 85 cm, 2. SPA = 125 cm a 3. SPA = 160 cm.**

*Podle těchto uvedených limitů doplňte do tabulky SPA dle výšky hladiny ve čtvrtém sloupečku.*

POŘADÍ	MĚSÍC	ROK	VÝŠKA HLADINY	Stupeň povodňové aktivity (SPA)
1.	9.	1977	152 cm	<b>2.</b>
2.	8.	1978	123 cm	<b>1.(-2.)</b>
3.	7.	1980	152 cm	<b>2.</b>
4.	3.	1981	121 cm	<b>1.</b>
5.	7.	1981	135 cm	<b>2.</b>
6.	1.	1982	154 cm	<b>2.</b>
7.	3.	1982	110 cm	<b>1.</b>
8.	6.	1995	124 cm	<b>1.(-2.)</b>
9.	7.	1996	120 cm	<b>1.</b>
10.	3.	1998	96 cm	<b>1.</b>
11.	3.	2000	150 cm	<b>2.</b>
12.	8.	2002	168 cm	<b>3.</b>
13.	8.	2010	138 cm	<b>2.</b>
14.	6.	2013	90 cm	<b>1.</b>

*Kolik povodní proběhlo v měsících lednu až březnu a kolik od června do září?*

**Leden až březen (zima-jaro) celkem pět povodní.**

**Červen až září (léto) celkem devět povodní.**

*Která povodeň byla nejvýraznější?*

**V srpnu 2002, kdy hladina dosahovala 168 cm.**

*Porovnejte pracovní list A a B. V jakém ročním období probíhaly povodně nejčastěji? Které byly nejsilnější? Probíhají u nás povodně v nějakém pravidelném intervalu?*

**Nejčastěji se u nás objevují povodně v létě (červenec a srpen). V Liberci byly nejhorší v srpnu 2002 a v Hrádku v srpnu 2010. Neprobíhají.**

## PRACOVNÍ LIST Č. 3 – B – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ

---

V Hrádku nad Nisou a v Liberci jsou umístěny vodočty sledující vodní stavy (výšku hladiny), podle kterých se vyhláší stupně povodňové aktivity.

Pro Hrádek n. N. platí: 1. SPA = 175 cm, 2. SPA = 210 cm a 3. SPA = 240 cm.

*Podle těchto uvedených limitů doplňte do tabulky SPA dle výšky hladiny ve čtvrtém sloupečku.*

POŘADÍ	MĚSÍC	ROK	VÝŠKA HLADINY	Stupeň povodňové aktivity (SPA)
1.	8.	1977	236 cm	
2.	3.	1981	221 cm	
3.	7.	1981	261 cm	
4.	1.	1982	220 cm	
5.	7.	1996	235 cm	
6.	7.	1997	228 cm	
7.	3.	1998	200 cm	
8.	3.	2000	253 cm	
9.	8.	2002	315 cm	
10.	1.	2003	201 cm	
11.	8.	2010	395 cm	
12.	7.	2011	240 cm	
13.	6.	2013	212 cm	

*Kolik povodní proběhlo v měsících lednu až březnu a kolik od června do září?*

*Která povodeň byla nejvýraznější?*

*Porovnejte pracovní list A a B. V jakém ročním období probíhaly povodně nejčastěji? Které byly nejsilnější?*

---

Pracovní list č. 3 má dvě varianty A a B. Žáci budou pracovat ve dvojicích. Každý z dvojice bude vypracovávat jiný pracovní list – jeden žák A, druhý žák B. Poté, co vyhodnotí stupně povodňové aktivity, období povodní a nejvýraznější povodeň, společně prodiskutují srovnání pracovních listů a zapíšou odpovědi na poslední otázku. Tím vyřeší, v jakém ročním období v našem regionu probíhají povodně nejčastěji a které z nich byly nejhorší (nejextrémnější z pohledu vodního stavu). Na závěr můžeme prodiskutovat jejich možné důsledky.

## PRACOVNÍ LIST Č. 3 – B – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ - ŘEŠENÍ

V Hrádku nad Nisou a v Liberci jsou umístěny vodočty sledující vodní stavy (výšku hladiny), podle kterých se vyhláší stupně povodňové aktivity.

Pro Hrádek n. N. platí: **1. SPA = 175 cm, 2. SPA = 210 cm a 3. SPA = 240 cm.**

*Podle těchto uvedených limitů doplňte do tabulky SPA dle výšky hladiny ve čtvrtém sloupečku.*

POŘADÍ	MĚSÍC	ROK	VÝŠKA HLADINY	Stupeň povodňové aktivity (SPA)
1.	8.	1977	236 cm	<b>2.</b>
2.	3.	1981	221 cm	<b>2.</b>
3.	7.	1981	261 cm	<b>3.</b>
4.	1.	1982	220 cm	<b>2.</b>
5.	7.	1996	235 cm	<b>2.</b>
6.	7.	1997	228 cm	<b>2.</b>
7.	3.	1998	200 cm	<b>1.</b>
8.	3.	2000	253 cm	<b>3.</b>
9.	8.	2002	315 cm	<b>3.</b>
10.	1.	2003	201 cm	<b>1.</b>
11.	8.	2010	395 cm	<b>3.!</b>
12.	7.	2011	240 cm	<b>3.</b>
13.	6.	2013	212 cm	<b>2.</b>

*Kolik povodní proběhlo v měsících lednu až březnu a kolik od června do září?*

**Leden až březen (zima-jaro) celkem pět povodní.**

**Červen až září (léto) celkem osm povodní.**

*Která povodeň byla nejvýraznější?*

**V srpnu 2010, kdy hladina dosahovala 395 cm.**

*Porovnejte pracovní list A a B. V jakém ročním období probíhaly povodně nejčastěji? Které byly nejsilnější?*

**Nejčastěji se u nás objevují povodně v létě (červenec a srpen). V Liberci byly nejhorší povodně v srpnu 2002 a v Hrádku v srpnu 2010.**

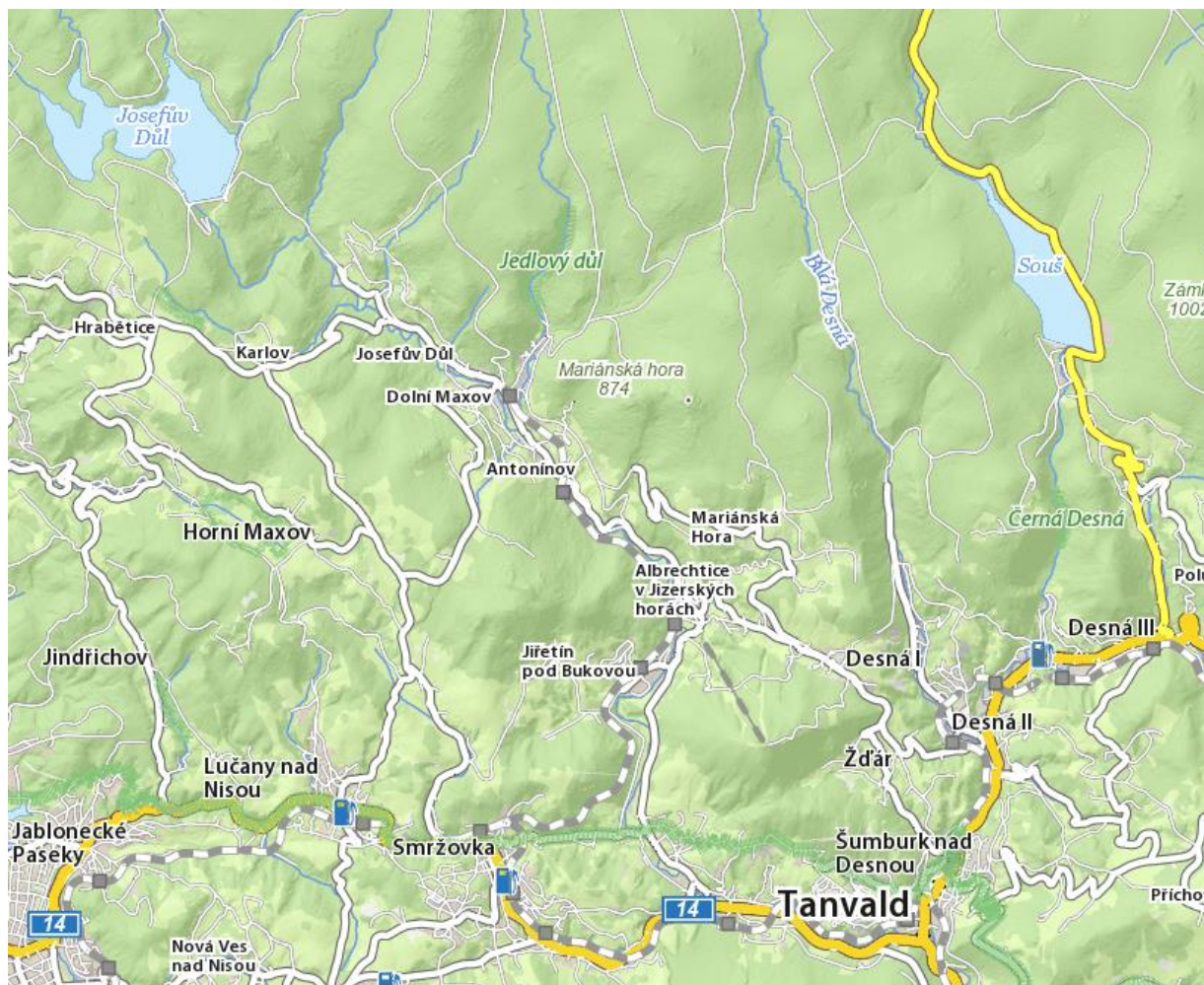


## PRACOVNÍ LIST Č. 4 – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ

---

### Skupinová práce:

S využitím internetových mapových portálů (např. [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)) do přiložené mapy zakreslete, co by se stalo, kdyby se při extrémních povodních protrhly hráze vodních nádrží Josefův Důl a Souš. V mapách se soustřeďte na vrstevnice a vodní toky vedoucí z těchto dvou nádrží.



Obrázek č. 9: Mapa povodí Kamenice a Černé Desné z povodňového portálu Libereckého kraje. Zdroj: <https://povodnovyportal.kraj-lbc.cz/mapa-zvlastni-povoden>.

***Jak říkáme příčinám povodní, kdy například vinou člověka dojde k protržení hráze?***

***Které obce by povodeň po protržení hrází zasáhla?***

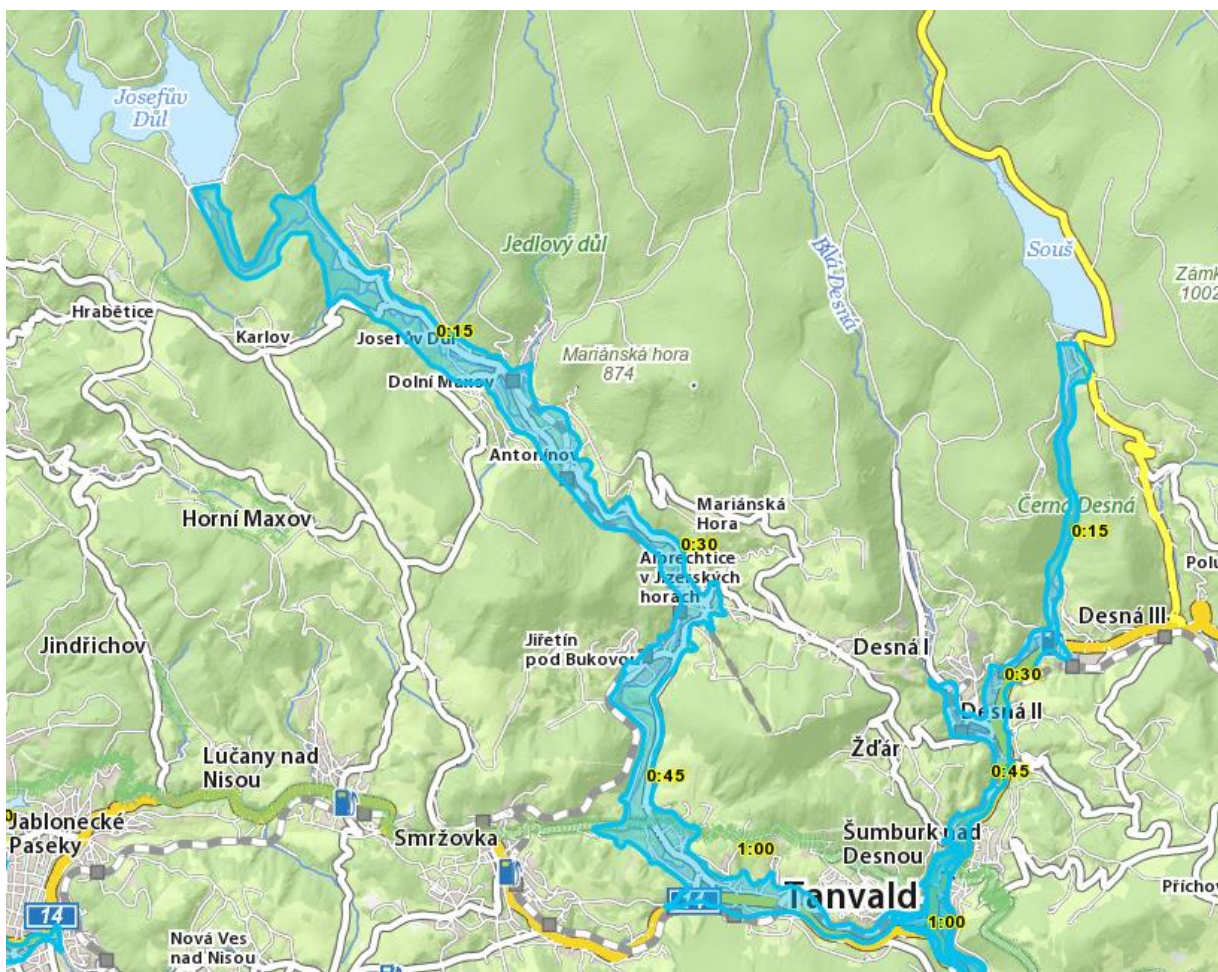
---

Při práci s tímto pracovním listem budou žáci pracovat ve skupinách a současně budou využívat počítač pro práci s internetovými mapami. Úkol je o něco složitější, protože vyžaduje i práci s mapami a vrstevnicemi, proto je řešen skupinově, aby mohli žáci své poznatky vzájemně konzultovat.

## PRACOVNÍ LIST Č. 4 – POVODNĚ – ZEMĚPIS – 6. ROČNÍK ZŠ - ŘEŠENÍ

Skupinová práce:

S využitím internetových mapových portálů (např. [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)) do přiložené mapy zakreslete, co by se stalo, kdyby se při extrémních povodních protrhly hráze vodních nádrží Josefův Důl a Souš. V mapách se soustřeďte na vrstevnice a vodní toky vedoucí z těchto dvou nádrží.



Obrázek č. 9: Mapa povodí Kamenice a Černé Desné z povodňového portálu Libereckého kraje. Zdroj: <https://povodnovyportal.kraj-lbc.cz/mapa-zvlastni-povoden>.

*Jak říkáme příčinám povodní, kdy například vinou člověka dojde k protržení hráze?*

**Zvláštní příčiny (zvláštní povodně).**

*Které obce by povodeň po protržení hrází zasáhla?*

**Josefův Důl, Albrechtice v Jizerských horách, Jiřetín pod Bukovou, Smržovka, Tanvald, Desná + různé části těchto obcí.**



## Shrnutí k tematickému celku a pracovním listům

Při práci v tematickém celku věnovanému povodním a s žákovskými pracovními listy užíváme metod tzv. badatelské výuky, která si je velmi blízká s prací s daty. Na úvod si se žáky řekneme důležité informace o povodních z pohledu fyzické geografie, což zopakujeme v rámci prvního pracovního listu. Následně přecházíme do práce s konkrétními daty ve druhém a třetím pracovním listu. V tom čtvrtém se uplatňuje více představivost žáků ve spojení s prací s mapami a internetem. Na závěr po vypracování všech uvedených aktivit nás společně s žáky čeká zhodnocení. Měli bychom si říci jednak výsledky naší práce znamenající potvrzení či vyvrácení stanovené hypotézy a jednak nově nabyté vědomosti, zkušenosti a celkové zhodnocení práce. Jednoduše řečeno, zda se žákům líbila, zda se jim pracovalo dobře, zda by si nějaké podobné aktivity chtěli někdy zopakovat, případně, jaké položky jim šly špatně a co je potřeba zlepšit.

Při stanovování počtu hodin pro tematický celek jsem předpokládal právě čtyři vyučovací hodiny, ale vzhledem k možnému většímu či menšímu zabřednutí do tématu je možné a pravděpodobné, že stanovený počet hodin nebude dodržen. Spíše jich bude více. V ideálním případě bude důvodem navýšení hodin zájem žáků o téma. Z pohledu Bloomovy taxonomie se žáci pohybují průběžně na všech úrovních.

V následující podkapitole se ze školy přesuneme do terénu a představíme si projekt vedený formou expedice. Z pohledu návaznosti by projekt měl následovat po „povodňovém“ tematickém celku, aby měli žáci v hlavě základní informace a mohli je dále rozvíjet.

### **2.2.5. Projekt – expedice na Protrženou přehradu**

#### Horní tok řeky a transport materiálu v řece

V rámci projektu se budeme pohybovat při horním toku řeky Bílé Desné, proto je zde potřeba uvést, oč se vlastně jedná. Řeky můžeme z hlediska jejího toku rozdělit na tři části – horní tok, střední tok a dolní tok. **Horní tok** následuje ihned po prameni řeky. Jedná se tedy o část řeky vyskytující se ve vyšších nadmořských výškách. Řeka ve svém horním toku má koryto ve tvaru písmene V, provádí hloubkovou erozi, přičemž je schopna unášet velké kusy materiálu (kameny, dřevo apod.). Ve středním toku probíhá transfer tohoto materiálu.

V dolním toku jeho akumulace a sedimentace (Pavelková, Frajer 2012, s. 66). Znalost těchto procesů je důležitá pro stavbu vodních děl i pro porozumění zvláštním povodním jako např. na Protržené přehradě, na niž se zaměřuje tato kapitola.

Zároveň je důležité zmínit **výškový spád řeky**, při kterém řeka významně nabývá pohybovou energii. Příkladem může být říčka Bílá Desná, jejíž pramen se nachází v nadmořské výšce 950 metrů. Dále protéká obcí Desná v Jizerských horách, kde je průměrná nadmořská výška toku 495 metrů, což je výškový rozdíl činící 455 metrů. K dalšímu mírnějšímu poklesu dochází v desensko-tanvaldském údolí. Ve 450 m n. m. se Bílá Desná



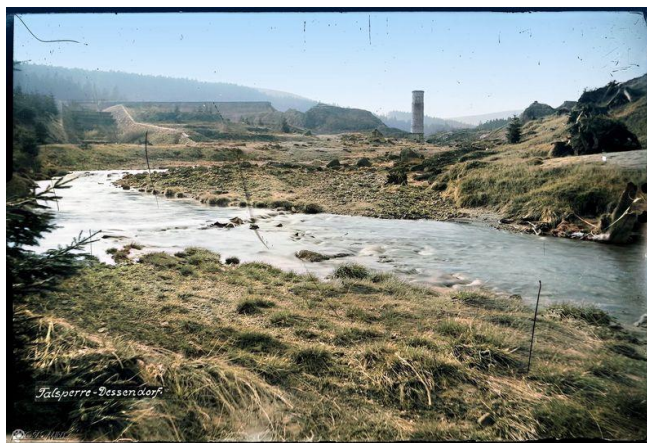
**Obrázek č. 10: Podoba horního toku řeky na příkladu Jizery nedaleko osady Jizerka, kde tvoří hranici s Polskem. Zdroj: Fotografie autora z roku 2015.**

vlévá v Tanvaldě do Kamenice. Od pramene do místa, kde ústí Bílá Desná do Kamenice, je to celkem přibližně 13 km (výšková a vzdálenostní data naměřena dle [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).

Přehrada na Bílé Desné byla stavěna stejně jako ostatní přehrady v Jizerských horách jako protipovodňové opatření. Výstavba probíhala mezi roky 1911 a 1915, přičemž ve stejných letech byla stavěna také přehrada na Souši. Obě nádrže jsou navzájem dodnes spojeny štolou. Velice závažným problémem spojeným se stavbou přehrady byla **první světová válka** propuknuvší v roce 1914. Válečná ekonomika Rakouska-Uherska znamenala omezení výdajů do všech nevojenských sektorů, což ve svém důsledku znamenalo snížení kvality stavby přehrady.

Ke svému účelu přehrada sloužila po dostavění pouze 10 měsíců. Dne 18. září roku 1916 došlo k **protržení její hráze**, kdy se nejprve v hrázi objevily dvě skuliny, kudy prosakovala voda. Vody se ven valilo stále více, až zhruba po hodině došlo k protržení hráze. Následovala **přilivová vlna** veškeré vody z přehrady devastující uzavřené údolí. Lidé v Desné byli polekáni zprávou o upouštění většího množství vody z přehrady a očekávali povodeň. Na povodně byli koneckonců zvyklí. Upouštění vody bylo nařazeno kvůli objeveným průsakům. Než se ale stačila zpráva po Desné rozšířit, došlo k protržení hráze a vylití veškeré vody z přehrady. V Desné a v Tanvaldě byl hasiči vyhlášen poplach. Nikdo však nemohl tušit, jaké množství vody údolím proteče a že bude vše, co stojí v cestě, poškozeno nebo zničeno. Valící se voda vzala s sebou i klády vytěženého dřeva, ze kterých se stala v podstatě beranidla bořící domy. Událost je z dnešního pohledu obtížně představitelná. Pravděpodobně by nás napadlo, že protečení celého objemu vody z nádrže bude trvat dlouho. Nebylo tomu tak. Vzhledem k rychlému vyprázdnění přehrady a velkému výškovému rozdílu se vlna pohybovala tak rychle, že celé ničení Desné netrvalo déle než půl hodiny (Žák, s. 82).

V následujících letech proběhlo několik vyšetřování a průzkumů, jejichž úkolem bylo vyřešit, kdo nebo co bylo příčinou katastrofy. Obvinění byli postupně všichni, kdo se podíleli na stavbě přehrady ve vedoucích a dozorujících funkcích. Někteří byli odsouzeni k podmíněným trestům. Následnou amnestií prezidenta republiky ze dne 28. 10. 1928 byli osvobozeni. Vyšetřování a soudy se protáhly na dlouhých šestnáct let. Poslední obvinění byla zamítnuta až v roce 1932 (nebyl dostatek důkazů). Jedním z obviněných a posléze amnestovaných byl i továrník Riedel, který byl v době stavby předsedou Vodního družstva v Dolním Polubném (Žák, s. 105).



Obrázek č. 11: Přehrada na Bílé Desné krátce po protržení na kolorované fotografii. Zdroj: Soukromý archiv pana Jiřího Kabelky.



Obrázek č. 12: Fotografie z Desné po devastující povodňové vlně. Patrné jsou obří kameny unášené proudem vody. Kolorovaná fotografie pořízená krátce po protržení hráze. Zdroj: Soukromý archiv pana Jiřího Kabelky.



Poslední výzkum z roku 1996 (tj. 90 let od protržení) zjistil, že **hráz nebyla postavena na pevném podloží**. Pevná skála se nachází až o 25 metrů hlouběji, než byly původní základy hráze. Tento 25 metrový prostor byl vyplněn stlačenými fluviálními sedimenty. Nestabilita podmáčeného podloží pak způsobila posun hráze. Závěrem je třeba říci, že geologické průzkumy na začátku 20. století nebylo povinné provádět do takto velké hloubky. Průzkumy zjistily, že byly při stavbě provedeny i jiné méně závažné chyby. I pokud by se tak nestalo, k protržení hráze by stejně došlo (Žák, s. 117). Zajímavé je, že se po katastrofě uvažovalo o obnovení přehrady, přičemž ta nová by neměla sypanou hráz ale hráz zděnou (obdobně jako např. Mšeno). Současně po katastrofě došlo k revizi soušské přehrady, která byla původně stavěna stejným způsobem jako přehrada na Bílé Desné.

Statistiky povodně: (Žák, s. 100; Mikolášek, s. 11)

- Velikost díry v hrázi: cca 18 m (při zemi) a cca 40 m (nejvyšší místo hráze).
- Objem uniklé vody: 290 000 m<sup>3</sup> (2/3 nádrže).
- Počet obětí katastrofy: 62.
- Poškození nemovitého majetku: 40 zničených domů, 69 vážně poškozených domů.
- **Patrnost zvýšené hladiny:**
  - Železný Brod (25 km po proudu řeky) – záplavy.
  - Mladá Boleslav (80 km po proudu řeky) – zvýšení hladiny o 20 cm.

Příprava projektu po odborné stránce

Z pohledu učitele, organizátora projektu, je nutné se zaměřit na důslednou odbornou přípravu. Svou přípravu jsem rozdělil na tři části: 1) terénní průzkum vybrané lokality, 2) pořízení fotodokumentace lokality a 3) studium odborné literatury.

Přípravu jsem zahájil **terénním průzkumem** vybrané lokality a okolního prostředí, abych měl představu o možných žákovských aktivitách na místě, o jeho případných rizicích (nebezpečná místa), limitech (časová dostupnost, náročnost cest) a dalších informacích. K dalším zdrojům odborných poznatků můžeme zařadit naučnou stezku k dějinám Protržené přehrady a okamžiku katastrofy, která byla na místě zřízena v roce 2016 při stoletém výročí katastrofy. Současně s terénním průzkumem jsem si pořídil **fotodokumentaci lokality**. Díky ní jsem schopen lépe pracovat na přípravě projektu z domova a případně mohu některé fotografie využít do pracovních listů pro žáky. Třetí částí odborné přípravy je samozřejmě **studium dostupné odborné literatury** pro získání nadhledu nad tematikou.

Zároveň bych v této části chtěl zmínit **význam mezioborovosti**, která se při projektu nabízí. Základem je samozřejmě část geografická, ale nabízí se propojení s biologií (rostliny a živočichové v lokalitě, ekologie), s historií (dějiny Protržené přehrady, dějiny povodní) i s občanskou výchovou (chování v krizových situacích).



**Obrázek č. 13: Uměle vytvořený odtokový kanál, kudy měla voda z nádrže odtékat přes přepad. Na snímku je viditelné vrůstání rostlin do prostoru vyskládaného z kamenů. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.**

## Možná témata výzkumu

Ve vzdělávacím projektu můžeme řešit několik odborných otázek. Celkem jsem vymyslel možných pět témat z nich vyplývajících. První dvě témata jsou vhodná spíše pro projekt nevedený formou expedice, ale mohla by být využita před realizací terénní expedice jako teoretický úvod. První z nich je otázka **množství srážek v Jizerských horách v minulosti a dnes**, kde lze vycházet z historických dat Českého hydrometeorologického ústavu. Tato otázka by možná mohla být tématem pro celý jeden školní projekt. Druhou otázkou je **využití vodních nádrží v Jizerských horách**. To bych rád vyřešil ve škole před terénní expedicí, abychom si s žáky udělali takový teoretický úvod.

Při samotné terénní expedici bychom se zaměřili na **podobu okolí Protržené přehrady** po více než sto letech, dále na **podobu horního toku řeky** a na **exogenní procesy**, které lokalitu utvářely – především vliv člověka a fluvialní eroze. Při mezioborovém vztahu geografie a biologie (ekologie) lze na místě zkoumat proces **sukcese**, kdy se krajina po výrazném zásahu antropogenní činnosti vrací do původní přirozené podoby.

## Cíle projektu

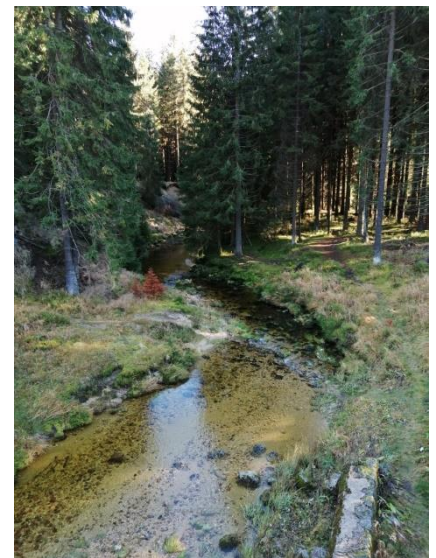
Zde uvádím dva příklady cílů dle revidované Bloomovy taxonomie. První příklad se týká tématu nazvaného **průběh toku řeky**. Na minimální úrovni si žák zapamatuje rozdělení toku řeky na horní, střední a dolní. Na optimální úrovni žák popíše rozdílnost mezi jednotlivými etapami toku řeky a dokáže je pojmenovat. Na excelentní úrovni žák na základě pozorování krajiny poblíž horního toku řeky analyzuje vliv této řeky na okolí (fluvialní eroze).

Ve druhém příkladu jsou tématem **vodní nádrže**. Na minimální úrovni žák popíše rozdíl mezi přírodními a umělými vodními plochami. Na optimální úrovni žák analyzuje umělé vodní nádrže podle účelu jejich vzniku. A na excelentní úrovni žák vyhodnotí význam umělých vodních nádrží.

## Cílová skupina projektu

Projekt je svou náplní určen pro žáky základní školy. Za ideální ročník pro jeho realizaci považuji ročník osmý nebo devátý. Žáci již mají ve škole kompletně probranou fyzickou geografii a taktéž základy geografie regionální. Zároveň se v těchto ročnících řeší konkrétně regionální geografie České republiky, v níž je zahrnuto taktéž učivo věnující se geografické charakteristice místního regionu.

Pro **žáky 8. ročníku** bych navrhoval ideální termín na konci školního roku (červen), kdy je již výuka volnější a případné kurzy, exkurze, expedice a výlety nezasahují příliš do struktury výuky. V případě 9. ročníku bych volil termín zpočátku školního roku, tedy než se škola stihne výrazně rozeběhnout. U **žáků devátého ročníku** mi to přijde vhodnější v září kvůli jarním termínům přijímacích zkoušek a dokončování rozeběhnutého školního roku. Nejsem příznivcem toho, aby škola končila v květnu a červen byl zcela volný. Zároveň u projektu potřebujeme další čas na jeho uzavření a prezentaci výsledků.



Obrázek č. 14: Fotografie řečiště, do kterého se Bílá Desná po protržení hráze vrátila. V pozadí jsou patrné výrazné stopy fluvialní eroze. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.

Vzhledem k venkovnímu konání expedice je zároveň nutné, aby se konala v období přívětivého počasí. Dále se při příležitosti vícedenního konání projektu nabízí jeho rozšíření o expedici v jiném oboru, např. v biologii. Tímto bychom zároveň naplnili žádanou mezioborovost.

### Harmonogram projektu

Z hlediska počtu dnů bych na přímé terénní konání projektu stanovil dva dny. První den znamená přesun z místa, kde se nachází škola, do Jizerských hor. Zde bychom s žáky využili možnosti ubytování, abychom měli místo konání samotné expedice blízko. V prvním dni by poté následoval přípravný program k samotné akci, přičemž by bylo možné využít různých jiných doprovodných aktivit, např. orientace v terénu podle mapy, objevování okolního prostředí, orientační sporty nebo jiné studijní aktivity (viz výše zmíněná biologie).



**Obrázek č. 15: Fotografie hráze a šoupátkové věže. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.**

Druhý den ráno bychom vyrazili na samotné místo konání, tedy na Protrženou přehradu. Na úvod je zde třeba žáky seznámit s **bezpečnostními pokyny**, poučit je o bezpečném a ohleduplném chování a stanovit časový plán akce. Poté bych žákům sdělil **základní informace o Protržené přehradě** a rozdělil jim práci. Tyto organizační záležitosti bych odhadoval na přibližně 30 minut. Dále v rámci samostatné práce by měli žáci za úkol s využitím pracovního listu **zmapovat okolí**, pátrat po stanovených jevech (exogenní procesy) a pořizovat fotografie. V tomto bych jim nechal **volný pohyb po prostoru** s tím, že bych vymezil hranice, kam až se mohou pohybovat, přičemž bych stanovil přesný čas konce a místo setkání, abychom se nemuseli nahánět po okolí. Pro tuto hlavní aktivitu bych předpokládal čas v rozmezí maximálně dvou hodin. Po splnění těchto aktivit, občerstvení a **krátkém zhodnocení** ještě na místě bychom se vydali zpět a dopravili se do domovského města.

Zde přehledně předpokládaný harmonogram včetně časů:

- 1) Přesun na místo konání (cca 1 hodina).
- 2) Organizační záležitosti - bezpečnost, program, základní informace (cca 30 minut).
- 3) Samostatná práce, objevování místa, fotografování (cca 2 hodiny).
- 4) Občerstvení, rozchod (cca 30 minut).
- 5) Přesun k vlaku/autobusu a doprava do místa bydliště (cca 3 hodiny).

### Materiální zabezpečení projektu

Žáci musejí být nutně vybaveni oblečením a obuví vhodnou do horského prostředí, pro případ změny počasí taktéž pláštěnkou nebo jiným nepromokavým oblečením. Je potřeba, aby byli vybaveni i svačinami a dostatkem pití pro dodržení pitného režimu. K práci při projektu budou potřebovat psací potřeby a fotoaparáty (případně mobilní telefony). Samozřejmě



musejí mít s sebou optimální zavazadlo (batoh), doklady a peníze.

Učitelé zajišťující expedici musejí být vybaveni vhodným oblečením a obuví. Musejí mít s sebou potřebné podklady pro práci žáků (pracovní listy, mapy, buzoly atd.), základní **lékárničku** a lístky na vlak nebo autobus. Případně mít do rezervy hotovost, kdyby jí bylo potřeba.

### Žákovské činnosti při projektu

Na nižší úrovni se budou žáci soustředit na poznávání prostředí Protržené přehrady a budou registrovat viditelné důsledky exogenních (fluviálních, antropogenních, biologických) procesů.

Na vyšší úrovni budou žáci schopni vyhodnotit, jakým způsobem byla okolní krajina ovlivněna exogenními procesy, přičemž toto ovlivnění dokáží žáci analyzovat a pojmenovat. Dále ve vyšší úrovni dokáží žáci vytvořit přehled přehradních nádrží podle jejich účelu (retenční, hydroenergetické, chovné, rekreační, vodohospodářské atp.).

### Prezentované výstupy projektu

Výsledky projektu budou prezentovány ve škole po skupinách. Součástí prezentace bude ukázka fotografií, neboť každý snímek je originál a reprezentuje něco jiného. Každé dítě na danou věc nahlíží jinak. Dále budou prezentovány vyplněné pracovní listy, jejichž výsledky budou vzájemně porovnány. Poté by následovala moderovaná diskuse a zhodnocení celého projektu.

Završením projektu by bylo vytvoření plakátu (posteru) s mapami, fotografickou dokumentací a dalšími důležitými přehledovými údaji zjištěnými při expedici. K vytvoření těchto posterů bych požádal o spolupráci vyučující výtvarné výchovy, aby je mohli žáci vytvořit v jejich hodinách. Hotové postery by následně mohly být dobrým reprezentačním materiálem školy zveřejněným jak přímo ve škole, tak na internetových stránkách školy.

### Návrh hodnocení výsledků projektu

Hodnocení práce žáků bude mít celkem čtyři části. První z nich je zhodnocení účasti žáků na expedici (aktivní účast, dotazy, touha po poznávání, fotografování atd.). Druhá část představuje otázku chování žáků, které musí být na veřejnosti reprezentativní. Třetí částí je odevzdání vyplněného pracovního listu a v poslední čtvrté části je zahrnuta prezentace práce před spolužáky ve škole.

V případě splnění těchto podmínek by měli žáci obdržet pěknou známku s vysokou hodnotou. Mým cílem není žáky při tomto stylu výuky hodnotit známkami negativními. K těm bych směřoval pouze v případě závažných přečinů a ostentativní nespolečnosti při projektu.



**Obrázek č. 16: Fotografie pomníku obětem neštěstí. Odplavený zbytek hráze byl okován plechovými pruhy, na kterých jsou uvedena jména obětí. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.**



**Obrázek č. 17: Fotografie tzv. přelivu. Zachyceno z odtokového kanálu. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.**

## Závěrečné shrnutí projektu

V projektu jsem se soustředil na fyzickou geografii, kterou dohromady považuji za nejobtížnější učivo zeměpisu na základní škole. Zaměření projektu je na terénní expedici, tedy venkovní výuku koncipovanou jako objevování nového prostředí. Ideální by bylo projekt realizovat v 6. ročníku ZŠ, když se probírá učivo fyzické geografie, ale domnívám se, že by pro tyto menší žáky byl projekt příliš obtížný, a to jak po stránce myšlenkové, tak z hlediska náročného horského terénu, jenž by žáci museli překonávat. Proto jsem zvolil za optimální ročník 8. nebo 9., což by bylo dle dohody mezi vyučujícími zeměpisu. V těchto ročnících by bylo možné expedici využít zároveň jako prohloubení učiva o místním regionu, které je součástí regionální geografie České republiky.

Náplní projektu bude poznávání a průzkum oblasti Protržené přehrady na Bílé Desné v Jizerských horách. Toto nádherné místo ukáže žákům sílu přírody schopné porazit člověka. Každý žák svým výzkumem pozná, jakým způsobem fungují exogenní procesy – především činnost fluviální a antropogenní. Na místě spatří proces sukcese, tedy proces znamenající návrat prostředí výrazně ovlivněného člověkem do původní přirozené podoby. Tento proces zde samozřejmě nemůže proběhnout zcela, protože některé části tzv. Protržené přehrady na místě zůstanou a budou nadále udržovány, neboť se jedná o technickou památku. Právě silueta zbytku hráze, šoupátkové věže a okolní krajiny působí na člověka dokonalým geniem loci, což je další důvod, proč jsem tento prostor vybral jako cíl terénní výuky.

Po vyhodnocení projektu bychom ve škole měli mít trvalý hmotný výsledek práce žáků, kterým bude plakát s fotografiemi a informacemi zjištěnými během expedice.

## Návrhy úloh do pracovního listu

- 1) Projděte si naučnou stezku a na základě informací z ní zodpovězte otázky.**
  - V jakém roce byla přehrada na Bílé Desné postavena?
  - Kdy došlo k protržení hráze přehrady?
  - Čím bylo protržení způsobeno?
  - Jak se jmenoval architekt, který přehradu navrhl?
  - Jaké škody byly vodou z protržené přehrady způsobeny?
  - Jaký objem vody měla nádrž celkově pojmout?
  
- 2) Najděte, kde se nachází pomník obětem neštěstí – zakreslete jeho polohu do mapy, vyfoťte jej a запиšte si jméno jedné z obětí. Jaké myslíte, že byla národností?**
  
- 3) Prohlédněte si hráz a napište, jakých materiálů bylo při její stavbě užito.**
  
- 4) Na východní straně hráze je vidět šachta, zjistěte, kam vede.**
  
- 5) Jedním z pozůstatků původní hráze je tzv. šoupátková věž, zjistěte, k čemu sloužila.**

**6) Jaké rostliny porůstají zbytky hráze? (alespoň 3)**

**7) Zaměřte se na podobu řeky:**

- Zkuste změřit pomocí kroků, jak je široká v horní části přehrady.
- Zkuste změřit pomocí kroků, jak je široká pod hrází.
- Co můžete v řece najít?
- Jak je asi hluboká?
- Pod hrází se podívejte na okolí toku řeky a zapište si všechno, co si myslíte, že bylo proudící vodou ovlivněno.
- Jaký výrazný vliv měla valící se voda na svah po levé straně ve směru toku?

**8) Promyslete současnou podobu místa:**

- Jak se okolí přehrady proměnilo v posledních letech?
- Jak asi místo vypadalo před zbudováním přehrady?
- Jak místo vypadalo krátce po zbudování přehrady?

**9) Zamyslete se nad touto otázkou:**

- Zvítězila zde příroda nad člověkem nebo člověk nad přírodou?



## 3. Pylový monitoring a změny distribuce pylů

### 3.1. Odborná část

#### 3.1.1. Pylový monitoring

Pylovým monitoringem rozumíme službu vykonávanou krajskými hygienickými stanicemi (KHS) v jednotlivých krajských městech České republiky. Pylová služba funguje na základě dat získaných z monitorovacích stanic, kterých je v ČR celkem 11. Data z těchto stanic putují do Brna, kde se shromažďují, a odsud následně do Vídně, kde se nachází centrální evropská databanka. Jednotlivá data zpracovávají pracovníci KHS a v aktivních pylových obdobích zveřejňují výsledky pro veřejnost. Cílem této činnosti je zkvalitnění zdravotní péče a léčby pacientů, které trápí problémy s alergiemi na pyl. Zároveň slouží jako jednoduché varování v případě výskytu extrémního množství pylu nebo možných agresivních pylů v ovzduší. Varování a aktuální pylová data zveřejňují jednotlivé KHS nebo různé internetové servery zabývající se touto problematikou (např. [www.pyly.cz](http://www.pyly.cz)).

Mezi zdravotní problémy způsobené pylovými alergiemi (odborně polinózami) patří nejčastěji svědění očí, rýma, bolesti hlavy, dušnost nebo ekzém. Polinózy jsou zdravotní problémy vyznačující se sezónností. Na jaře jsou nejvýraznější pyly dřevin, v létě to jsou pyly kvetoucích travin a na podzim vysokobylinné plevely.

Hlavní pylová sezóna začíná v Liberci zpravidla v polovině března. Prvními alergeny bývají pyly lísky, olše a tis. V dubnu pak nastupují pyly břízy a vrby. V květnu bývá dominantním alergenem pyl borovice, smrku a dubu. V té době bývá zahájena i pylová sezóna bylin, plevelů a trav, která vrcholí na začátku července, kdy je v ovzduší nejvíce pylu kopřivy a trav. Tyto pyly dominují až do konce října, kdy pylová sezóna končí.

#### 3.1.2. Přehled využitých zdrojů

Základními prameny, se kterými jsem v této části pracoval, jsou data pylového monitoringu z Krajské hygienické stanice v Liberci (Loosová, KHS 2020). Jedná se o vyhodnocení pylových sezón 2015 až 2020, pylovou zprávu z roku 2019, vyhodnocení pylového monitoringu 2018 a pylové kalendáře. Kromě těchto pylových dat jsem využil taktéž veřejně dostupná data Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ 2020) – průměrné měsíční srážky a teploty v Libereckém kraji mezi roky 2015 a 2020 (včetně jejich dlouhodobého srovnání). Dalším zdrojem cenných informací bylo pozorování zdrojů pylových zrněk – kvetoucích dřevin a bylin. Během pozorování jsem pořídil několik fotografií (viz přílohy).

#### Dotazník pro žáky ZŠ

V rámci přípravy této práce jsem uskutečnil malý školní výzkum mezi žáky šestých a sedmého ročníku základní školy. Žáci mi v něm zodpověděli několik otázek týkajících se alergií obecně i alergií na pyl. Tímto malým průzkumem jsem si udělal obraz o dvou skutečnostech. Jednak o obecných znalostech dětí týkajících se alergií a jednak o jejich vlastních (alergických) zkušenostech. V dotazníku bylo položeno pouze šest základních otázek. Dotazník vyplnilo celkem 71 žáků. Vzhledem ke koronavirové situaci nebylo možné

v době uzavření škol získat více dat. Reakce zmíněných 71 respondentů jsem dokázal zajistit během krátké pauzy, kdy byly před Vánocemi (2020) školy otevřené. V probíhající distanční výuce jsem nechtěl žákům přidávat další práci s vyplňováním dotazníku, u kterého bylo navíc při vyplňování jeho papírové formy dobré, že jsme mohli s žáky řešit případné nejasnosti a krátce o tématu podiskutovat.

Podoba dotazníku:

## DOTAZNÍK – ALERGIE

Trpíš nějakou alergií? ANO NE
<b>Pokud ne</b> – znáš někoho jiného, kdo ano? (např. z rodiny) ANO NE
Je ta alergie pro tebe (pro něj) nebezpečná (až život ohrožující)? ANO NE
Musíš (musí) pravidelně užívat protialergenní léky? ANO NE
Je to alergie na pyl? ANO NE
<b>Pokud ne</b> – o jakou alergii se jedná?

Výsledky provedeného dotazníku:

**Tabulka č. 4:** Přehled dat zjištěných formou dotazníku.

MÁM ALERGIÍ.	ANO	29	
	NE	42	
NEMÁM, ALE ZNÁM NĚKOHO, KDO MÁ.	ANO	30	
	NE	12	
JE PRO MĚ (NĚJ) ALERGIE NEBEZPEČNÁ?	ANO	16	
	NE	43	
UŽÍVÁŠ (UŽÍVÁ) LÉKY PROTI ALERGIÍ?	ANO	19	
	NE	40	
JE TO ALERGIE NA PYL?	ANO	29	Upřesněno: bříza (5x), stromy, lípa, trávy.
	NE	30	
POKUD NENÍ ALERGIK NA PYL, TAK JE NA:	zvířecí srst (9x), ovoce (4x), roztoče (4x), ořechy (3x), trávu (3x), prach (2x), včely (2x), penicilin (2x) a dále po jednom respondentovi: koření, mák, mléko, peří, vosy, sluneční záření, slanou vodu, kopřivy a chemické látky v tělových krémech.		

Z celkového počtu 71 respondentů (děti) má 29 problémy s alergiemi a 42 nikoliv. Z těchto dvaadvaceti 30 má někoho blízkého, kdo alergiemi trpí. Ze všech alergiků (dále bereme dohromady samotné alergické respondenty i ty, kteří alespoň nějakého alergika znají) přibližně třetina odpověděla, že je pro ně jejich alergie nebezpečná (16) a že proti ní užívají

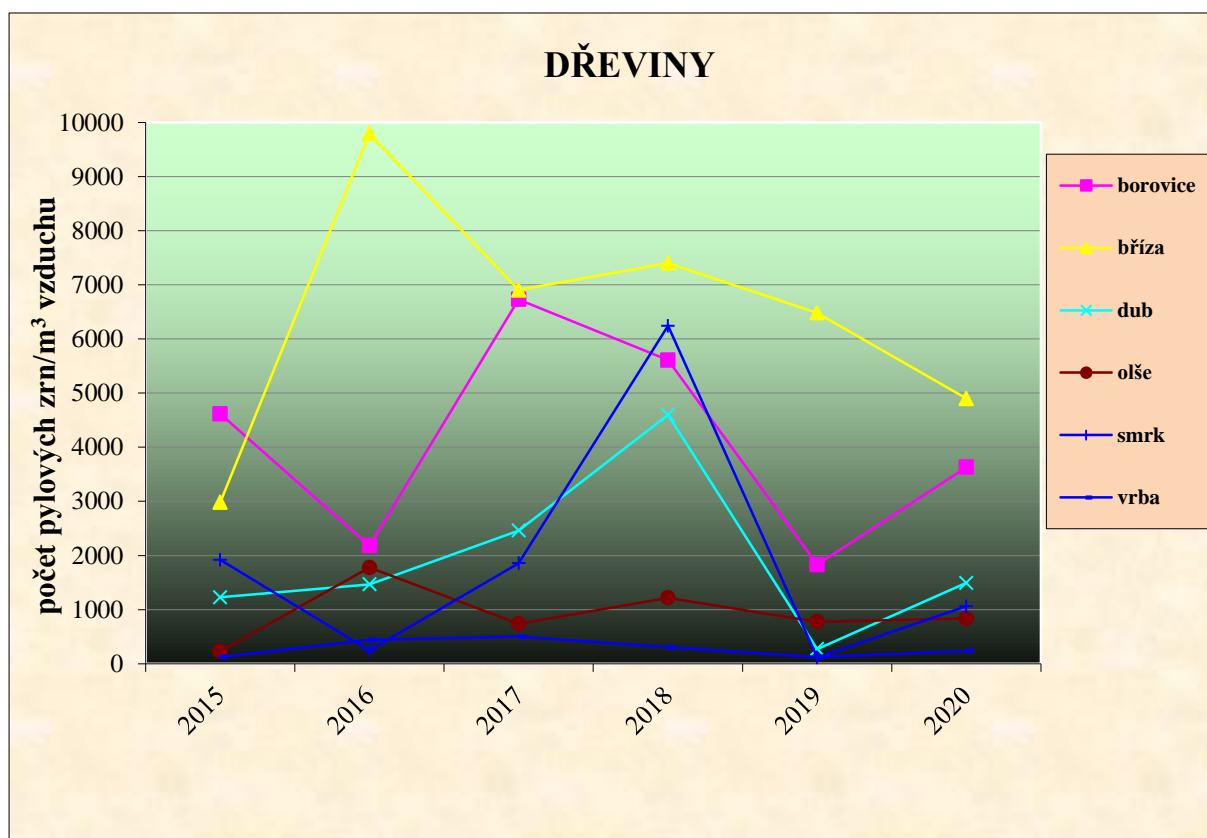
nějaké léky (19).

Necelá polovina dotazovaných (29) je alergická na pyl. Zbýlých třicet trpí různými jinými alergiemi. Jejich poměrně pestrá paleta je uvedena v tabulce výše. Někteří respondenti alergičtí na pyl dále uvedli, že jsou alergičtí na pyl břízy, obecně stromů, lípy nebo trav.

### 3.1.3. Vyhodnocení pylových sezón 2015 až 2020

Z následujících tabulek a grafů lze vyčíst průběh pylové sezóny v Liberci v pětiletém období od roku 2015 do roku 2020. Jsou zde zaznamenána data z nejhojněji se vyskytujících dřevin (graf č. 4 a tabulka č. 5) a bylin, plevelů a trav (graf č. 5 a tabulka č. 6).

**Graf č. 4:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (dřeviny) dle dat z KHS Liberec.



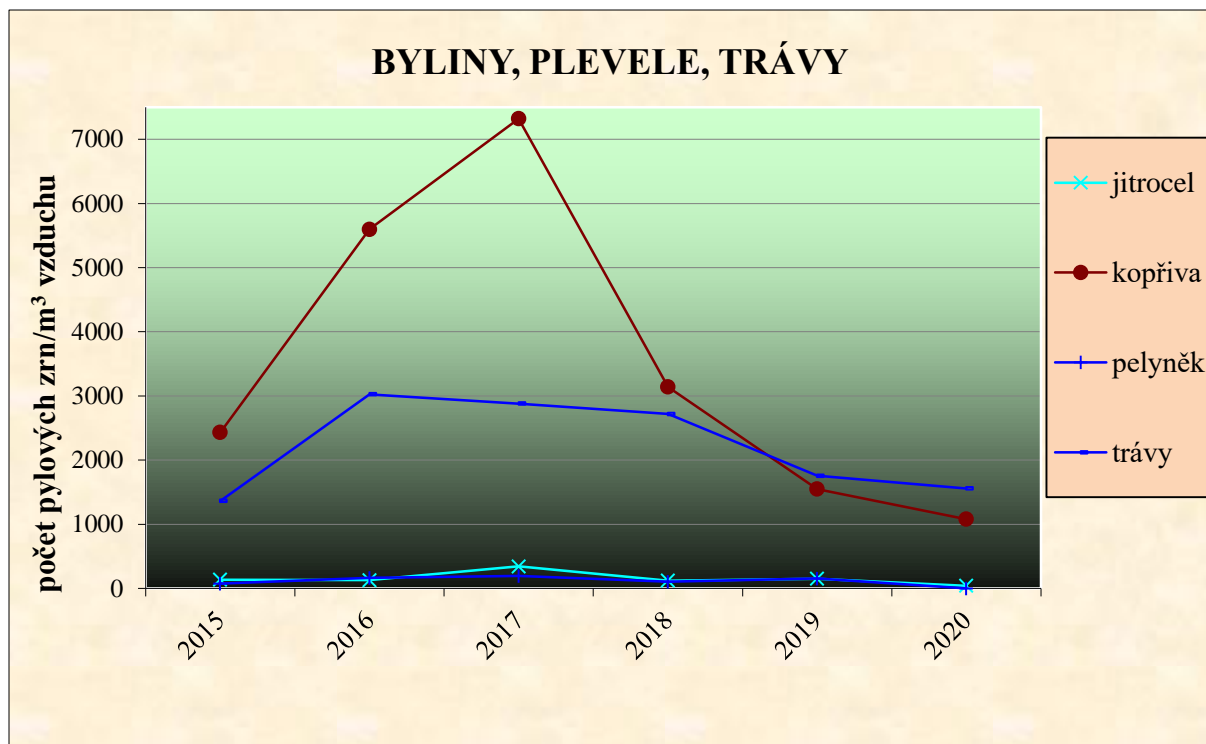
**Tabulka č. 5:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (dřeviny) dle dat z KHS Liberec.

ROK	borovice	bříza	dub	olše	smrk	vrba
2015	4616	2981	1226	229	1920	123
2016	2183	9795	1466	1776	244	439
2017	6729	6904	2460	739	1856	498
2018	5608	7402	4597	1218	6241	303
2019	1831	6483	272	774	115	121
2020	3632	4901	1494	837	1060	237

Pozn.: Červené údaje v tabulce upozorňují na vyšší (vyčnívající) výskyt pylů jednotlivých dřevin.

Tento graf a tabulka popisuje vývoj koncentrace pylů dřevin, jejichž charakteristický výskyt je v jarních měsících. Výrazně vyšší výskyt pylových zrn břízy byl zaznamenán v roce 2016. Vyšší výskyt pylových zrn borovice byl v roce 2017 a pylových zrn smrku roku 2018.

**Graf č. 5:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (byliny, plevele a trávy) dle dat z KHS Liberec.



**Tabulka č. 6:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (byliny, plevele a trávy) dle dat z KHS Liberec.

ROK	jitrocel	kopřiva	pelyněk	trávy
2015	135	2431	74	1363
2016	129	5598	164	3026
2017	343	7321	193	2880
2018	120	3141	104	2719
2019	150	1547	154	1755
2020	42	1080	-	1559

Pozn.: Červené údaje v tabulce upozorňují na vyšší (vyčnívající) výskyt pylů jednotlivých rostlin.

V tomto grafu a tabulce jsou zaznamenány koncentrace pylů bylin, plevelů a trav s charakteristickým výskytem v létě a na podzim. Zvýšený byl výskyt pylových zrn kopřivy v roce 2017. K mírnému zvýšení došlo také u pylových zrn trav v roce 2016.

### 3.1.4. Korelace mezi pylovou aktivitou a počasím

#### Rok 2015

Rok 2015 se ukázal jako srážkově podprůměrný. V Libereckém kraji napršelo celkem 78 % srážek proti dlouhodobému průměru počítanému z let 1981 až 2010. Jednalo se o 696 mm vody za celý rok. Extrémně suchý byl měsíc únor, kdy spadlo pouze 11 mm srážek (18 %). Březnové a dubnové srážky se držely mírně pod dlouhodobým průměrem, v květnu však byly srážky pouze poloviční. Nedostatek srážek v jarních měsících má negativní vliv na celoroční vývoj bylin i dřevin, které nemají energii na kvetení a následný vývoj plodů (semen). Jarní ztrátu není možné dohnat během léta, kdy jsou zpravidla vyšší teploty (vyšší odpar) a nižší množství srážek. V červnu roku 2015 dosahovaly srážky dlouhodobého průměru, ale v červenci a v září byly opět zhruba v jeho polovině. Srážkový deficit se příroda pokusila zažehnat v měsíci listopadu, kdy napršelo celkem 181 % proti dlouhodobému průměru, tj. 134 mm srážek.

Z pohledu teploty vzduchu byl rok 2015 proti dlouhodobému průměru o 1,3°C teplejší. Teplotně nadprůměrná byla již zima, kdy např. v lednu bylo v průměru téměř o 3°C tepleji. Extrémně nadprůměrná byla teplota v srpnu a v prosinci, kdy bylo tepleji o více než 4°C proti dlouhodobému průměru.

#### Rok 2016

Rok 2016 se taktéž ukázal jako srážkově podprůměrný. V Libereckém kraji napršelo celkem 86 % srážek proti dlouhodobému průměru počítanému z let 1981 až 2010. Jednalo se o 768 mm vody za celý rok. Výrazně suché byly měsíce březen, květen, srpen, září a listopad, kdy spadlo pouze mezi 36 až 46 mm srážek (53 až 68 %). Srážkově nadprůměrné byly měsíce únor (120 %), červen (142 %), červenec (116 %) a říjen (128 %). Zbytek roku se pohyboval kolem 80 % srážek. V žádném z měsíců nekleslo množství srážek pod 50 % proti dlouhodobému průměru.

Z pohledu teploty vzduchu byl rok 2016 proti dlouhodobému průměru o 0,5°C teplejší. Teplotně nadprůměrná byla již zima, kdy např. v únoru bylo v průměru téměř o 3,4°C tepleji. Výrazně nadprůměrná byla teplota v září, kdy bylo tepleji o 2,6°C proti dlouhodobému průměru. Mírně chladnější byly měsíce duben, srpen, říjen a listopad – ve všech případech byl však výkyv proti dlouhodobému průměru do -1°C.

#### Rok 2017

Rok 2017 byl srážkově průměrný. V Libereckém kraji napršelo celkem 106 % srážek proti dlouhodobému průměru počítanému z let 1981 až 2010. Jednalo se o 946 mm vody za celý rok. Nejsušším měsícem byl květen, kdy spadlo 48 mm srážek (69 %). V žádném z měsíců nekleslo množství srážek pod 50 % proti dlouhodobému průměru. Jako extrémně deštivý se ukázal měsíc říjen – 144 mm srážek (240 %).

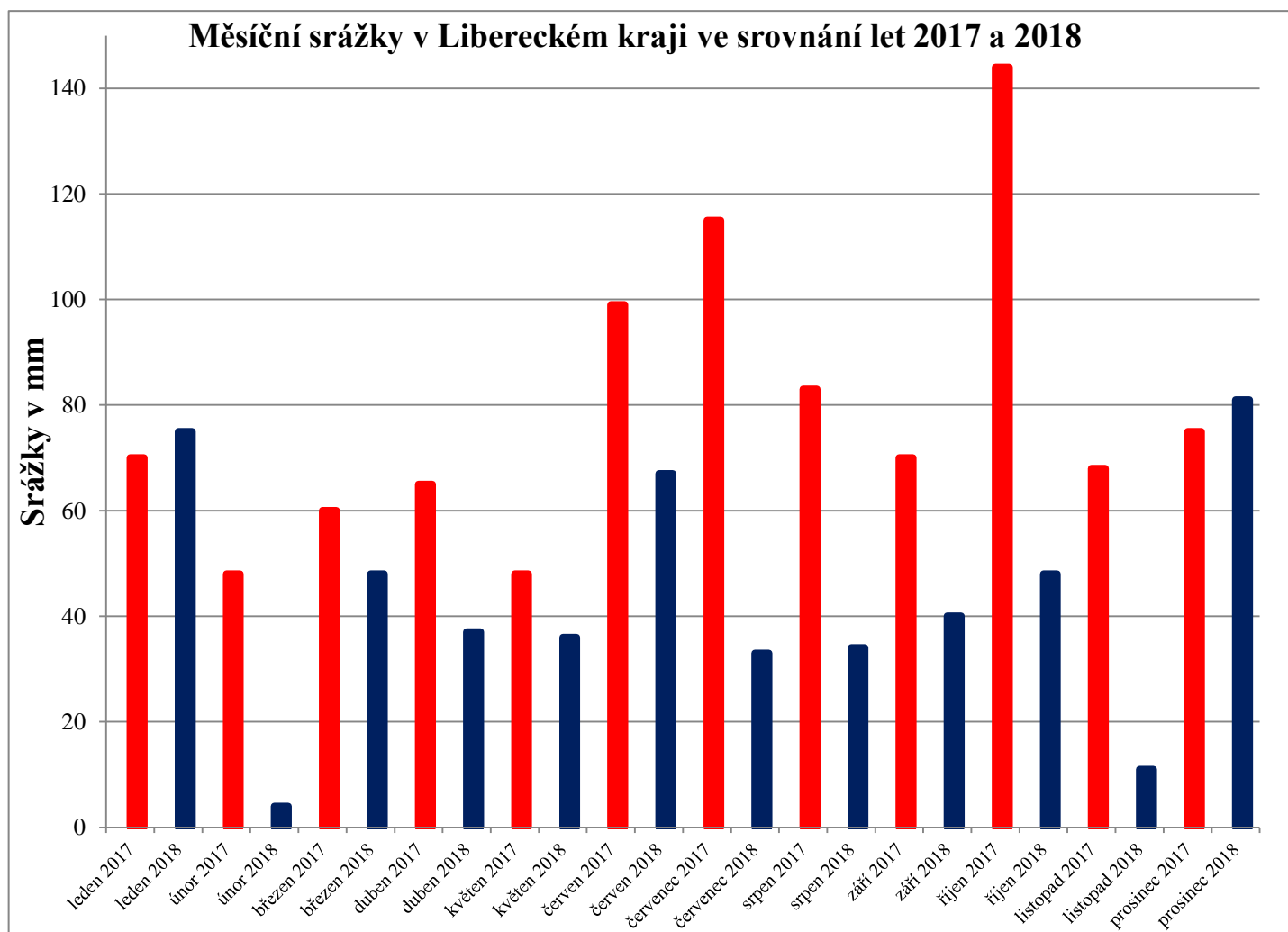
Z pohledu teploty vzduchu byl rok 2017 proti dlouhodobému průměru o 0,5°C teplejší zrovna tak jako rok 2016. Opět byl teplotně nadprůměrný únor, ve kterém bylo tepleji o 1,9°C. V břenu potom o 2,6°C. Zhruba o jeden stupeň byly chladnější měsíce duben a září. Výrazně chladnější byl pouze měsíc leden, kdy byly teploty v průměru o 3,2°C nižší.

## Rok 2018

Rok 2018 se stal srážkově extrémně podprůměrným. V Libereckém kraji napršelo celkem pouze 63 % srážek proti dlouhodobému průměru počítanému z let 1981 až 2010. Jednalo se o 559 mm vody za celý rok. Nejsušším měsícem byl únor, kdy spadly jenom 4 mm srážek (7 %). Druhým nejhorším byl listopad s 11 mm (15 %). V žádném z měsíců srážky nedosáhly dlouhodobému průměru. Nejvíce srážek spadlo v prosinci (81 mm, tj. 89 %).

Z pohledu teploty vzduchu byl rok 2018 proti dlouhodobému průměru o 1,6°C teplejší. Extrémně byl teplotně nadprůměrný už leden, ve kterém bylo tepleji o 3,6°C. V dubnu bylo tepleji o 4,5°C, v květnu potom o 3,4°C. Chladnější byly pouze únor a březen.

**Graf č. 6:** Měsíční srážky v Libereckém kraji ve srovnání let 2017 a 2018. Data z roku 2017 jsou zobrazena červeně. Data z roku 2018 modře. Ke srovnání byly vybrány tyto dva roky, neboť rok 2017 je hodnocen jako srážkově mírně nadprůměrný (106 % srážek vůči dlouhodobému průměru) a rok 2018 můžeme vyhodnotit naopak jako srážkově výrazně podprůměrný (63 % srážek vůči dlouhodobému průměru).



## Rok 2019

Rok 2019 přinesl mírné zlepšení oproti roku předcházejícímu. V Libereckém kraji napršelo celkem pouze 80 % srážek proti dlouhodobému průměru počítanému z let 1981 až 2010. Jednalo se o 712 mm vody za celý rok. Nejsušším měsícem byl duben, kdy spadlo celkem 20 mm srážek (40 %). Mezi nadprůměrné měsíce můžeme zařadit leden (158 %), březen (106 %) a nejvíce květen (137 %).

Z pohledu teploty vzduchu byl rok 2019 proti dlouhodobému průměru o 1,6°C teplejší, tedy srovnatelný s rokem předcházejícím. Extrémně byl teplotně nadprůměrný červen, ve kterém bylo tepleji o 5,1°C. Chladněji bylo pouze v květnu a to o 2,3°C.

## Rok 2020

Z pohledu srážek je rok 2020 velmi nevyrovnaný. Střídají se měsíce srážkově výrazně podprůměrné s měsíci výrazně nadprůměrnými. Výrazně podprůměrné jsou leden (45 %), duben (20 %), červenec (38 %) a listopad (35 %). Nadprůměrné jsou únor (213 %), květen (119 %), červen (170 %) a říjen (178 %). Na úrovni dlouhodobého průměru se držel měsíc srpen, kdy napršelo celkem 99 mm srážek (100 %). Při celkovém zhodnocení roku 2020 je třeba říci, že při celoročním souhrnu srážek dosáhlo jejich množství 97 % proti dlouhodobému průměru z let 1981 až 2010, což znamená proti předcházejícím rokům výrazné zlepšení.

Teplotně výrazně nadprůměrný byl měsíc únor (+4,2°C). Podprůměrným byl pouze květen (-2,3°C) a červenec (-0,7°C) proti dlouhodobému průměru. Jinak byly teploty v průměru vyšší o cca 1 až 2°C každý zbylý měsíc. Celoroční průměrná teplota činila 9,3°C, přičemž tepleji bylo celkově o 1,1°C proti dlouhodobému průměru.

## Celkové zhodnocení vlivu počasí a podnebí na pylovou aktivitu

Z pohledu srážek je zřejmé, že dlouhodobě dochází k jejich úbytku. Výjimkou je pouze rok 2017, kdy napršelo mírně nadprůměrné množství srážek. Extrémně suchý byl rok 2018, kdy napršelo pouze 63 % srážek proti dlouhodobému průměru. Z dostupných statistik je dále patrná dlouhodobá tendence ke zvyšování průměrné teploty. Žádný z roků nebyl teplotně podprůměrný ani průměrný. Tyto dva fakty jsou sice pouze malou výsečí proti dlouhodobým statistikám, přesto ale potvrzují vědeckými studii několikrát ověřenou skutečnost, že dochází ke klimatické změně.

Při studiu této problematiky jsem zjistil, že s rostoucími teplotami se k nám do chladnější oblasti České republiky dostávají nepůvodní druhy rostlin (např. **ambrózie** a její agresivní pyl). Její posun byl zaviněn mimo to také změnou proudění větru, kdy k nám stále častěji směřuje jižní vítr (přinášející oteplení a sucho z oblasti Středomoří) místo klasického severozápadního proudění.



Obrázek č. 18: Plevelnatá invazivní ambrózie. Zdroj: [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/4W3xWAjrE1l-2UFcCHzTLPOBb3fHX3L7lCg0YPu96hZEfKFDRhvXZHxgZb0teXTbwV-7xFBBUHcijxTBq-ZJJpGWA-pESp1D4EPP7gRDoZqR2b1gZuRHK51u4t-nsUW5kvoitRvmm2rnmT\\_Ux-34Nz56L7AcEB5cxU0q5F25A](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/4W3xWAjrE1l-2UFcCHzTLPOBb3fHX3L7lCg0YPu96hZEfKFDRhvXZHxgZb0teXTbwV-7xFBBUHcijxTBq-ZJJpGWA-pESp1D4EPP7gRDoZqR2b1gZuRHK51u4t-nsUW5kvoitRvmm2rnmT_Ux-34Nz56L7AcEB5cxU0q5F25A).



Srážky jsou jedním z výrazných činitelů pylové sezóny. Výrazně se projevuje především nedostatek srážek, kdy může docházet ke dvěma situacím. V prvním případě jde o to, že pro dobré kvetení všech rostlin je potřeba dostatek vláhy na jaře, aby rostliny měly energii pro nasazení kvalitních květů. Ve druhém případě se jedná o situace během pylové sezóny, kdy srážky mohou výrazně pomoci alergikům. Déšť spláchne alergenní pyly z ovzduší, čímž dochází k vyčištění vzduchu a následné úlevě pro všechny alergiky.

### 3.1.5. Pylový kalendář

Pylový kalendář obsahuje seznam rostlin s výraznými alergenními pyly a měsíce, ve kterých jsou tyto pyly zastoupeny v ovzduší nejvíce. Na výšku plně zbarvený obdélník nebo čtverec znamená nejvyšší zastoupení pylu dané rostliny v daném měsíci nebo polovině měsíce. Z poloviny zaplněné obrazce znamenají výskyt částečný, ale přes to s výrazným vlivem na alergiky.

Pylový kalendář (níže tabulka č. 7) jsem utvořil z průměrů výskytů jednotlivých alergenních pylů za posledních pět let, tedy období 2015-2020. Kalendář nám poskytuje dobrý přehled. Jednoduše z něj zjistíme, v jakém období můžeme konkrétní pyly očekávat. Období však není zcela časově přesné a pevné. Pylová aktivita jednotlivých plodin je taktéž výrazně ovlivněna aktuálním stavem podnebí, tedy počasím v období vegetace.

Na jaře se jako první pyl projevuje pyl **lísek**. Na území Libereckého kraje mohou začít kvést už koncem února. K tomu ale samozřejmě potřebují teplý konec zimy, který je zase ovlivněn polohou konkrétního místa v Libereckém kraji, kde má výrazný vliv výšková stupňovitost. Jaro přijde dříve do oblastí Turnovska nebo Českolipska (obojí 250-300 m n. m.), než do Jizerských hor a jejich podhůří (s maximální nadmořskou výškou 1124 metrů), to je navíc ochlazováno déle se držícím sněhem v Krkonoších. K dalším výrazným jarním alergenům patří pyl břízy, borovice, buku a dubu. Souhrnně tyto stromy kvetou od března až do června.

V létě se dostávají ke slovu **byliny a traviny**. Mezi nejdéle kvetoucí byliny patří jitrocel, kopřiva a šťovík. Sezóna květu trav začíná v květnu a trvá v podstatě až do podzimu, přičemž se v tomto období pro střídají všechny kvetoucí traviny (např. kostřava, pýr nebo také kulturně pěstované obilniny jako ječmen a žito).

Jistou anomálií jsou pyly byliny zvané **ambrózie**. Tato rostlina je invazivním druhem, přičemž její původní domovinou jsou teplé oblasti Ameriky. Postupně se rozšiřuje po Evropě a rozpíná se i v České republice. Roste nejčastěji v teplejších oblastech (Polabí, Moravské úvaly). V Libereckém kraji ve větším množství neroste, ale její pyl se zde přesto vyskytuje díky změně proudění. S jihozápadním prouděním větru do našeho kraje dolétají pylová zrnka ambrózie z výše zmíněné oblasti středních Čech (Rostlinolékařský portál 2021).



**Tabulka č. 7:** Pylový kalendář vycházející z let 2015 až 2020 z dat KHS Liberec.

ALERGENNÍ PYLY	ÚNOR	BŘEZEN	DUBEN	KVĚTEN	ČERVEN	ČERVENEC	SRPEN	ZÁŘÍ	ŘÍJEN
AMBRÓZIE									
BOROVICE									
BŘÍZA									
BUK									
DUB									
JITROCEL									
KOPŘIVA									
LÍSKA									
PELYNĚK									
ŠŤOVÍK									
TRÁVY									

### 3.1.6. Závěrečné shrnutí

V práci jsem zpracoval všechna data, která mi byla poskytnuta z Krajské hygienické stanice v Liberci. Výhodou výsledné práce není pouze jejich analýza, ale následné další využití v důležitých dokumentech právě liberecké KHS. Jedná se jednak o souhrnnou zprávu o vývoji pylů v meziročním srovnání let 2015 až 2020, kterou může KHS nyní publikovat. A také o část přehledové zprávy týkající se zdraví v Libereckém kraji v témže období. Pro alergiky zřejmě nejvíce prospěšnou částí práce je vytvoření tzv. pylového kalendáře. V něm jsou na základě dat z posledních let zaznamenána období, kdy se v ovzduší nejvíce vyskytují alergenní pyly. Pylový kalendář je tak účinnou pomůckou pro alergiky, neboť jim umožňuje se na budoucí alergické reakce a s tím související problémy připravit.

Zvláštním úkazem je výskyt pylu ambrozie v Libereckém kraji. Tuto rostlinu bych si dovolil považovat za důkaz existence postupné mírné klimatické změny. Jedná se o invazivní druh v České republice nepůvodní. Rostlině se daří především v oblastech tropických a subtropických, ovšem s postupem globálního oteplování se začala ujímat i v teplejších částech našeho státu – např. na jižní Moravě a v Polabí. Přímo v Libereckém kraji rostlina neroste, ale její pyly se k nám dostávají díky změně proudění, které s klimatickou změnou souvisí.

Při zkoumání vlivu srážek a teploty na pylovou sezónu jsem zjistil určitou korelaci. Příkladem může být vysoká pylová aktivita břízy v roce 2016 při srážkově i teplotně nadprůměrném únoru. Na příkladu kopřivy můžeme sledovat vývoj pylové aktivity v celém



**Obrázek č. 19:** Jehnědy lísky obecné po odkvětu. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.

sledovaném období. Roky 2015 a 2018 byly v Libereckém kraji extrémně srážkově podprůměrné – v těchto letech byla pylová aktivita kopřivy relativně nízká. Naopak rok 2017 byl srážkově průměrný a kopřiva v něm dosáhla nejvyšší pylové aktivity za posledních pět let. Podobný průběh můžeme sledovat taktéž u borovice. Rozdílnost mezi pyly dřevin a bylin mohou být značné, neboť kvetou v různých obdobích – dřeviny na jaře, byliny převážně ve vrcholném létě.

Do budoucna by bylo určitě zajímavé pokračovat ve zkoumání vztahu vlivů srážek a teplot na pylovou sezónu. Součástí práce byl taktéž malý školní výzkum. Údaje z něj získané jsou důležité pro následující pedagogický transfer.

## 3.2. Pedagogický transfer

Zatímco téma povodní bylo jednoznačně propojeno s oblastí hydrosféry (případně přírodních rizik), potom téma pylu a pylového monitoringu je rozloženo mezi více geografických disciplín i mezi více vědních oborů. Z pohledu geografie jej zařadíme bez problému do biosféry (rostliny podle biomů), atmosféry (počasí, podnebí a jejich vliv na šíření pylů) i regionální geografie. Současně zde však platí velmi silný mezioborový vztah s biologií (přírodopisem na základní škole). S žáky budeme řešit vliv počasí na pylovou aktivitu. Ověříme, zda pylová aktivita na počasí závisí, či nikoliv.

### 3.2.1. Pylový monitoring ve výuce zeměpisu

Obdobně jako v případě povodní připravím i v tomto tématu pracovní listy. Celkem budou dva. Kromě práce s nimi žáky čeká taktéž vycházka do přírody spojená s pozorováním jarní krajiny – první květy dřevin i bylin. Tematický celek bude mít rovněž čtyři hodiny. Vzhledem k plánované venkovní aktivitě by bylo dobré téma pylu ve škole řešit v jarních měsících a to buď v šesté, nebo spíše v sedmé třídě. Podmínkou pro její realizaci jsou již probrané tematické okruhy atmosféry a biosféry. Sedmý ročník uvádím z toho důvodu, že v šestém ročníku mám v plánu realizovat tematický celek povodní. V následujících ročnících osmém a devátém potom výše zmíněnou terénní expedici na Protrženou přehradu. U venkovní aktivity spojené s tématem pylu by se hodilo provést propojení s přírodopisem, kdy by bylo možné realizovat např. poznávání dřevin a bylin v terénu nebo podobné aktivity. V ideálním případě by pedagogický doprovod žákům dělali dva pedagogové – vyučující zeměpisu a přírodopisu.

#### První a druhá hodina tematického celku

První dvě hodiny tematického celku mám v plánu strávit společně s celou třídou v přírodě. Před tím, než se do přírody vydáme, je třeba si vysvětlit, co bude naším cílem a na co si musíme dát pozor. Začnu tím druhým bodem. Veškerá práce v terénu může být z mnoha důvodů nebezpečná, proto je potřeba všem žákům vysvětlit zásady bezpečného chování a možných nebezpečí. Poté si musíme říci, jaké úkoly nás venku čekají. Žáci si budou myslet, že se jedná o procházku či malý



Obrázek č. 20: Jehnědy břízy bělokoré těsně před rozkvetem.  
Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.

výlet, což je svým způsobem pravda, ale tento jejich náhled nesmí vést k tomu, že nebudou venku pracovat. Vysvětlím jim, že vyrazíme do přírody někam na kraj města a budeme zde sledovat kvetoucí dřeviny a byliny. Jednak si je všechny pojmenujeme na základě našich zkušeností a jednak si zaznamenejeme, které rostliny v čase naší cesty kvetou. Žáci by mohli na tuto aktivitu navázat i formou samostatné práce ve svém volnu. To jim však nemůžeme nutit, tak se musíme spolehnout primárně na společnou akci. Z výsledků našeho šetření v krajině následně žáci zpracují vlastní přehledy do určité míry podobné pylovým kalendářům.

Budeme totiž vědět, co v krajině přesně v daném okamžiku kvetlo, případně co již odkvetlo nebo se na květ připravovalo. Samozřejmě zohledníme i aktuální meteorologické podmínky a nadmořskou výšku.

Vše zaznamenejeme do předem připraveného pracovního listu. Žáci současně pořizují fotografie rostlin do společné databáze, kterou posléze založíme.



**Obrázek č. 21: Květ borovice lesní. Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.**

### Třetí hodina tematického celku

Ve třetí hodině tematického celku si zhodnotíme výsledky, které jsme získali v terénu. Následně vytvoříme přehledy podobné pylovému kalendáři. Dále v pracovním listu posoudíme, zda jsou námi zdokumentované kvetoucí rostliny pro alergiky nebezpečné nebo ne. Poté uvážíme vliv počasí na jednotlivé byliny i dřeviny. Přitom budou žáci vycházet z doprovodné prezentace.

První tři hodiny představují výrazné propojení zeměpisu, přírodopisu, výchovy ke zdraví a tělesné výchovy (pohyb venku).

### Čtvrtá hodina tematického celku

Čtvrtá hodina stejně jako u tematického celku povodňového je zaměřena na závěrečné shrnutí a zhodnocení. Námi získaná data nevyužijeme pouze pro náš přehled, ale můžeme je následně použít i do takzvaných příběhových map webové kartografie ArcGis.

Příběhové mapy jsou součástí geografických informačních systémů (GIS). GIS by se v současnosti a v blízké budoucnosti mohly stát pevnou součástí vzdělávání na základní škole. Aktuálně (2021) probíhající revize RVP a velká revize RVP připravovaná na následující roky přináší změny mnoha žakovských výstupů (cílů) a obsahů učiva, přičemž dochází k posilování hodin informatiky, v rámci kterých by mohly být GIS realizovány.

Výhodou příběhových map je možnost vytvoření mapy se spoustou obrázků, videí a jiných příloh. V případě fotografií a videí pořízených pomocí chytrých telefonů (tabletů) anebo jiných zařízení zaznamenávajících polohu GPS je možné vložit do mapy tyto fotografie (videa), zatímco se do mapy přenesou i údaje GPS a díky tomu je poloha fotografie (videa) připsána i přímo do mapy. Autor tak přesně vidí, na jakém místě snímek pořídil.

### 3.2.2. Pracovní listy

## **PRACOVNÍ LIST Č. 1 – PYLY – ZEMĚPIS – 6. nebo 7. ROČNÍK ZŠ**

---

### Záznam z terénního pozorování přírody:

- Místo konání:
- Den, měsíc, rok:
- Čas:
  
- Teplota ovzduší:
- Souhrn počasí v předcházejícím týdnu:

### Pozorované rostliny:

***Zapište rostliny kvetoucí, odkvetlé nebo připravené na květ. A současně si je vyfotografujte.***

- |     |     |
|-----|-----|
| 1)  | 11) |
| 2)  | 12) |
| 3)  | 13) |
| 4)  | 14) |
| 5)  | 15) |
| 6)  | 16) |
| 7)  | 17) |
| 8)  | 18) |
| 9)  | 19) |
| 10) | 20) |

### Poznámky, zajímavosti:

# PRACOVNÍ LIST Č. 1 – PYLY – ZEMĚPIS – 6. nebo 7. ROČNÍK ZŠ

## UKÁZKA MOŽNÉHO ŘEŠENÍ

---

Záznam z terénního pozorování přírody:

- Místo konání: **Vesec u Liberce (západně od Císařského kamene)**
- Den, měsíc, rok: **20. dubna 2021**
- Čas: **10:00 až 12:00**
  
- Teplota ovzduší: **12 až 14°C**
- Souhrn počasí v předcházejícím týdnu: **Typicky jarní počasí – slunečné dny střídají srážky převážně dešťové, jednou byly v noci sněhové. Zbytky sněhu ale již roztály, v noci dvakrát teplota klesla k 0°C. Přes den jsou teploty kolem 10°C, nejvíce až 15°C v odpoledních hodinách.**

Pozorované rostliny:

*Zapište rostliny kvetoucí, odkvetlé nebo připravené na květ. A současně si je vyfotografujte.*

- |  |  |
|--|--|
| 1) <b>Lísky obecné – odkvetlé</b>        | 11) <b>Smetánky lékařské (pampelišky) – na slunečných místech kvetou</b> |
| 2) <b>Podběl lékařský – kvete</b>        | 12)  |
| 3) <b>Narcisy žluté – kvetou</b>         | 13)  |
| 4) <b>Sněženky podsněžník – odkvetlé</b> | 14)  |
| 5) <b>Třešeň ptačí – před rozkvětem</b>  | 15)  |
| 6) <b>Bříza bělokorá – kvete</b>         | 16)  |
| 7) <b>Sasanka hajní – kvete</b>          | 17)  |
| 8) <b>Devětsil lékařský – kvete</b>      | 18)  |
| 9) <b>Rybíz – budou za chvíli kvést</b>  | 19)  |
| 10) <b>Blatouch bahenní – kvete</b>      | 20)  |

Poznámky, zajímavosti:

**Včely létají na narcisy a pampelišky – sbírají pyl.**



**PRACOVNÍ LIST Č. 2 – PYLY – ZEMĚPIS – 6. nebo 7. ROČNÍK ZŠ**  
**UKÁZKA MOŽNÉHO ŘEŠENÍ**

*Z vámi zjištěných údajů s pomocí pastelek vytvořte pylový kalendář, co přesně nevíte, zkuste odhadnout:*

Název rostliny:	BŘEZEN	DUBEN	KVĚTEN
Líska obecná			
Podběl lékařský			
Narcis žlutý			
Sněžěnka podsněžník			
Třešeň ptačí			
Bříza bělokorá			
Sasanka hajní			
Devětsil lékařský			
Rybíz (červený)			
Blatouch bahenní			
Smetánka lékařská			

*Které z těchto kvetoucích rostlin jsou nebezpečné pro alergiky?*

**Líska, bříza, devětsil, podběl, smetánka (pampeliška), třešeň.**

*Za jakých podmínek (počasí) budou tyto rostliny kvést? Jaké by muselo být počasí, aby kvetly dříve nebo později?*

**Pokud bude jaro chladné (delší zima), vykvetou později. Pokud naopak bude jaro teplé (kratší zima), mohou vykvést dříve. Nevhodné je příliš teplé a suché jaro. Rostliny potřebují déšť nebo vodu z roztátého sněhu.**

## Shrnutí

Žáci se v této části seznámí s pylovým monitoringem, přiblíží se jim pylové alergie a současně navštíví i přírodu v okolí bydliště nebo školy. V pylovém tematickém celku pracují celkem se dvěma pracovními listy. První pracovní list slouží jako záznamový arch pro práci v terénu, kdy sbírají údaje o kvetoucích bylinách a dřevinách. S druhým pracovním listem pak pracují ve škole, kde jej vyplní při hodině na základě vlastních zjištěných dat. Každý list tak bude svým způsobem originální. Všechny si však budou podobné v důsledku toho, že žáci podnikají poznávání krajiny společně.

V druhém pracovním listu se objevuje jednoduchý pylový kalendář, v němž žáci zakreslují, kdy které rostliny kvetou. Žáci se v terénu seznámí s rostlinami právě kvetoucími, poznají i rostliny již odkvetlé a případně odhadnou rostliny, jež se brzy rozkvetou. Při zakreslování období květu do připravené tabulky vědí aktuální stav a musejí se zamyslet nad vlastními zkušenostmi s vybranými rostlinami nebo případně zkusit uhádnout dobu jejich květu. Výsledek mohou následně porovnat s internetem nebo odbornou literaturou (např. učebnice přírodopisu).

Na závěr jsem navrhl možnost využití fotografií v rámci výuky GIS ve formě příběhových map. Žáci by si tak mohli vytvořit pěknou multimediální vzpomínku a splnit tak i jeden úkol do informatiky (zeměpisné informatiky). Dále se nabízí i napojení na přírodopis. Žáci by mohli získaná data zpracovat taktéž formou digitálního herbáře.



## 4. Závěr

V diplomové práci s názvem „*Využití odborných dat z fyzické geografie ve výuce zeměpisu*“ jsem se zaměřil na odborné zpracování dvou tematických okruhů a jejich následný vzdělávací přesah (pedagogický či didaktický transfer). Prvním velkým okruhem bylo téma povodní v Libereckém kraji, na které jsem nahlížel z pohledu historického a geografického zároveň. Druhým okruhem bylo téma pylu, pylového monitoringu a pylových alergií, což je téma, jež výrazně propojuje geografii s biologií.

V povodňové části jsem začal stručným odborným uvedením povodní a historií povodní v Libereckém kraji, abych čtenáři představil, jak se povodně projevovaly na zdejší krajině a jaký měly vliv na člověka, jenž byl donucen, aby začal řešit různá protipovodňová opatření. Vrcholem byly rozsáhlé povodně a záplavy v roce 1897, po nichž začaly být stavěny retenční přehradní nádrže v Jizerských horách. Dále jsem se zaměřil na výraznější povodně z posledních přibližně šedesáti let, abych si tato data později mohl přetřansformovat do vzdělávání na úrovni základní školy. Pracoval jsem zde primárně se dvěma typy dat – s průtokem a vodním stavem (výškou hladiny řeky). Řeka, s níž jsem pracoval, byla Lužická Nisa (včetně jejích přítoků). Hlavní sledované body byly vodočty v Liberci a v Hrádku nad Nisou. V úvodu jsem přemýšlel nad výskytem povodňové aktivity v našem regionu, kdy jsem odhadoval, že se zde povodně častěji projevují v letních měsících než na konci zimy či na jaře. Na základě zpracovaných dat jsem si tuto hypotézu potvrdil. Například v Liberci byly stupně povodňové aktivity vyhlášeny za sledovanou dobu (1977 až 2013) celkem čtrnáctkrát, z toho pětkrát na jaře (a v zimě) a devětkrát v létě. Domnívám se, že značný vliv na zamezení většího množství povodní, které by jinak na začátku jara proběhly, má systém přehradních nádrží. Ty jsou schopny zadržet veliké množství vody z tajícího sněhu.

V pedagogickém transferu k tématu povodní jsem se v úvodu zaměřil na systémové zařazení povodní v rámci výuky zeměpisu na základní škole, kde jsem představil i ukotvení zeměpisu v rámci základního vzdělávacího dokumentu České republiky – RVP. U pedagogického přesahu tématu pylů jsem již tuto problematiku takto široce neřešil, abych se neopakoval. Po zasazení povodní do zeměpisného učiva jsem představil čtyřhodinový tematický celek obsahující celkem čtyři pracovní listy pro žáky šestých třídy základní školy. V nich mají žáci možnost si vyzkoušet různé aktivity k opakování základních informací z hydrosféry a primárně potom práci s povodňovými daty. Pracují zde s mapami, vypočítávají N-leté průtoky a posuzují stupně povodňové aktivity na základě dostupných dat. Součástí pedagogického transferu je taktéž mnou vymyšlený expediční projekt odehrávající se v prostředí Protržené přehradě na Bílé Desné. Zařadil jsem jej sem, protože protržení přehradě rovněž způsobilo povodeň, i když se jednalo spíše o jednorázovou velmi ničivou přílivovou vlnu. V rámci projektu bych rád žáky poslal do terénu, kde by měli za úkol sbírat fyzickogeografická data. Na místo bychom nenahlíželi pouze geograficky ale také historicky, mimo jiné proto, že se jedná o technickou památku.

Ve druhé části jsem rovněž začal odborným představením tématu, kde jsem vysvětlil otázku pylového monitoringu, vyhodnocení pylových dat z posledních pěti let v souvislosti s počasím a princip takzvaného pylového kalendáře. Podařilo se mi zde vytvořit a také omezeně realizovat krátký dotazník pro žáky základní školy (ale teoreticky pro kohokoliv),

v němž jsem se ptal jednoduchými otázkami na individuální zkušenosti žáků s pylovými alergiemi a alergiemi obecně. K nejvýraznějším pylovým alergenům (např. bříza nebo borovice) jsem doplnil také obrázky jejich pylodárných květů. V korelaci pylové aktivity s počasím jsem si potvrdil, že se jedná o velmi výraznou vazbu, při níž se můžeme setkat s mnoha jevy. Příkladem mohou být dvě situace související s množstvím srážek. Bez dostatku vláhy nemohou rostliny řádně vykvést. Pokud je naopak srážek hodně, může to pomoci alergikům od agresivních pylů, které déšť spláchne z ovzduší. Další zjištěnou záležitostí byl výskyt pylu plevelnaté ambrozie, rostliny u nás nepůvodní pocházející z teplejších krajín. Pro další výzkum by bylo zajímavé sledovat posun areálu jejího rozšíření v rámci probíhající klimatické změny.

V pedagogickém transferu pylového monitoringu jsem se zaměřil především na terénní pozorování přírody spojené se získáváním dat. Za tímto účelem jsem vytvořil dva pracovní listy. První z nich funguje jako arch pro poznámky z terénu, kde mají žáci pozorovat kvetoucí rostliny. Ve druhém poté zpracují získaná data do podoby vlastního jednoduchého pylového kalendáře. Nabízí se zde spolupráce s učiteli přírodopisu a informatiky. Žáci by mohli získaná data zpracovat formou digitálního herbáře a současně si vytvořit v prostředí ArcGis svou příběhovou mapu.

Vzhledem k současné koronavirové situaci (podzim 2020 a jaro 2021) bohužel nebylo možné všechny připravené pracovní listy a aktivity ověřit v praxi se žáky základní školy, protože výuka všech stupňů škol probíhá distančním způsobem. Podle vládních opatření není možné se sejít ani ve venkovním prostředí kvůli omezení počtu osob, které se mohou setkat. Přicházím tak o zajímavou zkušenost přinášející zpětnou vazbu k jednotlivým aktivitám. Nezbyvá mi, než je všechny vyzkoušet v době, kdy bude možné se se žáky setkat ve standardní výuce. Výsledné zhodnocení bude pro mne důležité, ale nebudu jej již moci do této diplomové práce zahrnout.

Mým cílem bylo kromě zpracování vybraných zajímavých dat také přiblížení fyzické geografie žákům a ukázání jim dalších možných aktivit, jimiž zpestříme výuku zeměpisu. Věřím, že některé z nich budou žáky motivovat k dalšímu zeměpisnému objevování.

## 5. Seznam použitých zdrojů

### 5.1 Seznam použité literatury

- 1) BIČÍK, I. a JANSKÝ, B. 2006. *Příroda a lidé Země. Učebnice zeměpisu pro střední školy*. Praha: Česká geografická společnost. ISBN 80-86034-45-3.
- 2) BOČANOVÁ, T. a kol. 2017. *Hravý zeměpis 6. Učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Taktik. ISBN 978-80-7563-112-1.
- 3) ČERVENÝ, P. a kol. 2003. *Zeměpis 6 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-209-8.
- 4) Česká meteorologická společnost [online]: *Elektronický meteorologický slovník výkladový a terminologický* (eMS) [cit 13. 03. 2021]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>.
- 5) Český hydrometeorologický ústav [online]: *Historické extrémy – nejvyšší denní úhrn srážek* [cit 13. 03. 2021]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/historicke-extremy>.
- 6) JEŘÁBEK, J. a kol. 2016. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.
- 7) KROPÁČEK, J. a PLAČEK, Š. [online]: *Přehrady jako jedno z řešení sucha*. [cit 14. 03. 2021]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/mapa-96-mist-ktere-stat-vytipoval-pro-stavu-prehradnich-nadr/r~09cbdca2944911ea9d470cc47ab5f122/>.
- 8) KUNST, V. 2018. *Desná protržená přehrada 1916. Osudy pěti siroteků jedné rodiny*. Lázně Bělohrad: vlastní náklad.
- 9) MIKOLÁŠEK, V. 1966. *50. výročí protržení přehrady na Bílé Desné*. Desná: Klub pracujících Desná v Jizerských horách.
- 10) PAVELKOVÁ CHMELOVÁ, R., FRAJER, J., 2012. *Základy fyzické geografie I – hydrologie*. Olomouc: Univerzita Palackého, Katedra geografie.
- 11) PROFOUS, A., 1947. *Místní jména v Čechách – Jejich vznik, původní význam a změny. Díl I, A-H*. Praha: ČSAV.
- 12) PROFOUS, A., 1951. *Místní jména v Čechách – Jejich vznik, původní význam a změny. Díl III, M-Ř*. Praha: Česká akademie věd a umění.
- 13) SVÁTKOVÁ, B., 2015. *Badatelský způsob výuky na ZŠ*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta (diplomová práce).
- 14) SVOBODOVÁ, H. a VOTÁPKOVÁ, D. [online]: *Badatelé.cz* [cit 15. 04. 2021]. Dostupné z: <http://badatele.cz/cz/o-metode>.
- 15) ŠÁMALOVÁ, Z., 2016. *Historie přehradního stavitelství v povodí horní Jizery. 100 let od protržení přehrady na Bílé Desné*. Hradec Králové: Povodí Labe.

- 16) ŠERCL, P., 2010. *Vyhodnocení povodní v srpnu 2010. Hydrologické vyhodnocení průběhu povodní, dílčí zpráva*. Praha: Český hydrometeorologický ústav.
- 17) ŠIRŮČKOVÁ, J., 2017. *Badatelsky orientované vyučování na základní škole s využitím modulů*. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta (diplomová práce).
- 18) ÚKZÚZ [online]: *Rostlinolékařský portál*. [cit 15. 03. 2021]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0cab378c%22#r1p|solp|levele|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0cab378c|popis](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0cab378c%22#r1p|solp|levele|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0cab378c|popis).
- 19) VÁVROVÁ, J. 2014. *Povodně 2010, obnova regionu*. Hrádek nad Nisou: Mikroregion Hrádecko-Chrastavsko.
- 20) ŽÁK, L. a kolektiv, 2006. *Jizerskohorské přehrady a katastrofa na Bílé Desné - Protržená přehrada*. Liberec: Knihy 555. ISBN 80-86660-16-8.

## 5.2 Seznam dalších použitých zdrojů dat

- 1) ČHMÚ, Hlásná a předpovědní povodňová služba [online]: *Evidenční list hlásného profilu č. 256 (Liberec)* [cit 15. 11. 2020]. Dostupné z: [https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_prfbk\\_detail.php?seq=2497645](https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=2497645).
- 2) ČHMÚ, Hlásná a předpovědní povodňová služba [online]: *Evidenční list hlásného profilu č. 259 (Hrádek nad Nisou)* [cit 15. 11. 2020]. Dostupné z: [https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_prfbk\\_detail.php?seq=307310](https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307310).
- 3) ČHMÚ, historická data meteorologie a klimatologie [online]: *Územní teploty mezi roky 1961 a 2020* [cit 15. 01. 2021]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>.
- 4) ČHMÚ, historická data meteorologie a klimatologie [online]: *Územní srážky mezi roky 1961 a 2020* [cit 15. 01. 2021]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>.
- 5) LOOSOVÁ, J. *Data z pylového monitoringu za rok 2015*. Liberec: Krajská hygienická stanice.
- 6) LOOSOVÁ, J. *Data z pylového monitoringu za rok 2016*. Liberec: Krajská hygienická stanice.
- 7) LOOSOVÁ, J. *Data z pylového monitoringu za rok 2017*. Liberec: Krajská hygienická stanice.
- 8) LOOSOVÁ, J. *Data z pylového monitoringu za rok 2018*. Liberec: Krajská hygienická stanice.
- 9) LOOSOVÁ, J. *Data z pylového monitoringu za rok 2019*. Liberec: Krajská hygienická stanice.
- 10) LOOSOVÁ, J. *Data z pylového monitoringu za rok 2020*. Liberec: Krajská hygienická stanice.

- 11) LOOSOVÁ, J. *Pylový kalendář vycházející z dat z let 2010 až 2015*. Liberec: Krajská hygienická stanice.
- 12) Spolkový hydrologický institut Německa [online]: *Průtok Lužické Nisy na vodočtu v Hartau, denní data za roky 1957 až 2016* [cit 25. 03. 2021]. Dostupné z: <https://portal.grdc.bafg.de/applications/public.html?publicuser=PublicUser#dataDownload/Stations>.

## 6. Seznam příloh

### 6.1 Seznam obrázků

- 1) **Obrázek č. 1:** Povodně na Chrastavsku a Hrádecku v roce 2010.
  - Zdroj: <https://www.kraj-lbc.cz/liberecky-kraj-pod-vodou>.
  - Strana 12.
- 2) **Obrázek č. 2:** Mapa osídlení v údolí Bílé Desné v obci Desná v Jizerských horách.
  - Zdroj: Císařský povinný otisk z roku 1843, <https://ags.cuzk.cz/archiv/>.
  - Strana 13.
- 3) **Obrázek č. 3:** Vodní nádrž Souš v Jizerských horách. Zdroj pitné vody pro Jablonecko a Tanvaldsko.
  - Zdroj: <https://nasregion.cz/jablonecko/po-zime-opet-prujezdna-od-ctvrtka-se-znovu-otevire-silnice-kolem-prehrady-sous/>.
  - Strana 16.
- 4) **Obrázek č. 4:** Fotografie vodočtu v Liberci.
  - Zdroj: Fotografie autora z roku 2021.
  - Strana 17.
- 5) **Obrázek č. 5:** Přehrada Mlýnice na Albrechtickém potoce při povodni v roce 2010.
  - Zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD\\_n%C3%A1dr%C5%BE\\_Ml%C3%BDnice#/media/Soubor:Vodn%C3%AD\\_n%C3%A1dr%C5%BE\\_Ml%C3%BDnice\\_p%C5%99i\\_povodni.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD_n%C3%A1dr%C5%BE_Ml%C3%BDnice#/media/Soubor:Vodn%C3%AD_n%C3%A1dr%C5%BE_Ml%C3%BDnice_p%C5%99i_povodni.jpg).
  - Strana 21.
- 6) **Obrázek č. 6:** Zničený dům v Chrastavě při povodni v roce 2010.
  - Zdroj: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1249087-obrazem-chrastava-rok-po-povodni>.
  - Strana 21.
- 7) **Obrázek č. 7:** Mapa s vyznačenými obcemi a městy výrazněji zasaženými povodněmi v roce 2010.
  - Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), vlastní úpravy autora.
  - Strana 22.
- 8) **Obrázek č. 8:** Mapa záplavového území v Chrastavě a Bílém Kostele nad Nisou.
  - Zdroj: <https://povodnovyportal.kraj-lbc.cz/mapa-obecna>.
  - Strana 32 a 33.
- 9) **Obrázek č. 9:** Mapa povodí Kamenice a Černé Desné z povodňového portálu Libereckého kraje.
  - Zdroj: <https://povodnovyportal.kraj-lbc.cz/mapa-zvlastni-povoden>.
  - Strany 38 a 39.

- 10) **Obrázek č. 10:** Podoba horního toku řeky na příkladu Jizery nedaleko osady Jizerka, kde tvoří hranici s Polskem.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2015.
  - Strana 40.
- 11) **Obrázek č. 11:** Přehrada na Bílé Desné krátce po protržení na kolorované fotografii.
- Zdroj: Soukromý archiv pana Jiřího Kabelky.
  - Strana 41.
- 12) **Obrázek č. 12:** Fotografie z Desné po devastující povodňové vlně.
- Zdroj: Soukromý archiv pana Jiřího Kabelky.
  - Strana 41.
- 13) **Obrázek č. 13:** Uměle vytvořený odtokový kanál, kudy měla voda z nádrže odtékat přes přepad.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 42.
- 14) **Obrázek č. 14:** Fotografie řečiště, do kterého se Bílá Desná po protržení hráze vrátila.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 43.
- 15) **Obrázek č. 15:** Fotografie hráze a šoupátkové věže.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 44.
- 16) **Obrázek č. 16:** Fotografie pomníku obětem neštěstí.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 45.
- 17) **Obrázek č. 17:** Fotografie tzv. přelivu.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 45.
- 18) **Obrázek č. 18:** Plevelnatá invazivní ambrózie.
- Zdroj: [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/4Wr3xWAjrE11-2UFeCHzTLPOBb3fHX3L7lCg0YPu96hZEfKFDRhvXZHxgZb0teXTbwV-7xFBBUHcijxTBq-ZJJpGWA-pESp1D4EPP7gRDoZqR2b1gZuRHK51u4t-nsUW5kvoitRvmm2rnmT\\_Ux-34Nz56L7AcEB5cxU0q5F25A](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/4Wr3xWAjrE11-2UFeCHzTLPOBb3fHX3L7lCg0YPu96hZEfKFDRhvXZHxgZb0teXTbwV-7xFBBUHcijxTBq-ZJJpGWA-pESp1D4EPP7gRDoZqR2b1gZuRHK51u4t-nsUW5kvoitRvmm2rnmT_Ux-34Nz56L7AcEB5cxU0q5F25A).
  - Strana 54.
- 19) **Obrázek č. 19:** Jehnědy lísky obecné po odkvětu.
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 56.
- 20) **Obrázek č. 20:** Jehnědy břízy bělokoré těsně před rozkvetem
- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
  - Strana 57.



21) **Obrázek č. 21:** Květ borovice lesní.

- Zdroj: Fotografie autora z roku 2020.
- Strana 58.

## 6.2 Seznam tabulek

- 1) **Tabulka č. 1:** Extrémní výšky hladiny na vodočtu Lužické Nisy v Liberci.
  - Zdroj: Evidenční list hlásného profilu č. 256 (Liberec), dle [https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_bklist.php](https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_bklist.php).
  - Strana 24.
  - Pozn.: V upravené podobě byla použita ještě jednou v pracovním listu č. 3.
- 2) **Tabulka č. 2:** Extrémní výšky hladiny na vodočtu Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou.
  - Zdroj: Evidenční list hlásného profilu č. 259 (Hrádek nad Nisou), dle [https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_bklist.php](https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_bklist.php).
  - Strana 25.
  - Pozn.: V upravené podobě byla použita ještě jednou v pracovním listu č. 3.
- 3) **Tabulka č. 3:** Extrémní a zvýšené průtoky na vodočtu Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou dle výše uvedených povodňových stavů.
  - Zdroj: Průtok Lužické Nisy na vodočtu v Hartau dle Spolkového hydrologického institutu SRN.
  - Strana 26.
- 4) **Tabulka č. 4:** Přehled dat zjištěných formou dotazníku (pylové alergie).
  - Zdroj: Vlastní dotazníkové šetření autora.
  - Strana 49.
- 5) **Tabulka č. 5:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (dřeviny) dle dat z KHS Liberec.
  - Zdroj: Data z KHS Liberec.
  - Strana 50.
- 6) **Tabulka č. 6:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (byliny, plevele a trávy) dle dat z KHS Liberec.
  - Zdroj: Data z KHS Liberec.
  - Strana 51.
- 7) **Tabulka č. 7:** Pylový kalendář vycházející z let 2015 až 2020 z dat KHS Liberec.
  - Zdroj: Data z KHS Liberec.
  - Strana 56.
- 8) **Tabulka č. 8:** Tabulka pro zakreslení vlastního pylového kalendáře.
  - Zdroj: Vlastní tabulka autora.
  - Strany 61 a 62.

### 6.3 Seznam grafů

- 1) **Graf č. 1:** Vodní stavy na Lužické Nise v Liberci dle tabulky č. 1.
  - Zdroj: dle tabulky č. 1.
  - Strana 24.
- 2) **Graf č. 2:** Vodní stavy na Lužické Nise v Hrádku nad Nisou dle tabulky č. 2.
  - Zdroj: dle tabulky č. 2.
  - Strana 25.
- 3) **Graf č. 3:** Roční průtok dle vodního stavu v Hrádku nad Nisou (Hartau) v letech 1958 a 2015.
  - Zdroj: dle tabulky č. 3 a průtoků Lužické Nisy na vodočtu v Hartau, denní data za roky 1957 až 2016.
  - Strana 26.
- 4) **Graf č. 4:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (dřeviny) dle dat z KHS Liberec.
  - Zdroj: Data z KHS Liberec.
  - Strana 50.
- 5) **Graf č. 5:** Počet pylových zrn na 1 m<sup>3</sup> vzduchu (byliny, plevele a trávy) dle dat z KHS Liberec.
  - Zdroj: Data z KHS Liberec.
  - Strana 51.
- 6) **Graf č. 6:**
  - Zdroj: Data z ČHMÚ, historické územní srážky v Libereckém kraji.
  - Strana 53.