

**Západočeská univerzita v Plzni**  
**Fakulta pedagogická**  
**Centrum biologie, geověd a envigogiky**

ZHODNOCENÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK V OBLASTI  
PLZEŇ-BOŽKOV A PLZEŇ-KOTEROV A NÁSLEDNÁ  
DIDAKTICKÁ TRANSFORMACE

**Diplomová práce**

Bc. Markéta Pluháčková  
(Učitelství pro SŠ, obor GEO – NJ)

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Pavel Mentlík Ph.D.

Plzeň 2013

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, dne 29. dubna 2013

.....  
Markéta Pluháčková

Děkuji tímto Doc. RNDr. Pavlu Mentlíkovi Ph.D za odborné vedení a cenné připomínky, které mi poskytoval v průběhu zpracování této diplomové práce.

## Obsah

1.	Úvod.....	3
2.	Cíle práce.....	5
3.	Vymezení zájmového území a jeho charakteristika.....	6
4.	Vymezení pojmů .....	8
4.1	Hazard, riziko, katastrofa.....	8
4.2	Přírodní, technologické a environmentální hazardy .....	8
5.	Metodika.....	10
6.	Environmentální hazardy v zájmovém území.....	12
6.1	Vytipování environmentálních hazardů v zájmovém území .....	12
6.2	Povodně .....	15
6.2.1	Povodně – obecná charakteristika.....	15
6.2.2	Povodně v zájmovém území v minulosti .....	17
6.2.3	Riziko povodní v zájmovém území .....	19
6.2.4	Zhodnocení ochrany zájmového území proti povodním.....	27
6.3	Svahové procesy v zájmovém území.....	29
6.3.1	Svahové procesy spojené s povrchovou vodou – obecná charakteristika.....	29
6.3.2	Ohrožení zájmového území svahovými procesy spojenými s povrchovou vodou .....	30
6.4	Sucho .....	40
6.4.1.	Sucho – obecná charakteristika.....	40
6.4.2	Sucho v zájmovém území .....	42
6.5	Odkaliště popílku Plzeň – Božkov.....	44
7.	Didaktická transformace.....	46
7.1	Analýza tématu „environmentální hazardy“ v RVP.....	46
7.1.1	Systém kurikulárních dokumentů .....	46
7.1.2	Zařazení tématu „environmentální hazardy“ do RVP G.....	48
7.2	Navržení konkrétního projektu pro žáky středních škol.....	52
7.2.1	Průběh projektu: Teoretický úvod.....	53
7.2.2	Průběh projektu: Definice základních pojmů.....	54
7.2.3	Průběh projektu: Praktická část.....	56
7.2.3.1	Práce ve škole.....	56
7.2.3.2	Práce v terénu .....	58

7.2.4 Realizace projektu I.....	60
7.2.4.1 Popis průběhu realizace.....	60
7.2.4.2 Výsledky práce studentů .....	61
7.2.4.3 Zhodnocení realizace.....	63
7.2.5 Realizace projektu II .....	64
7.2.5.1 Výsledky jednotlivých skupin .....	65
7.2.5.2 Zhodnocení realizace.....	66
7.2.6 Celkové zhodnocení projektu .....	68
8. Závěr.....	70

Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Seznam použité literatury a jiné informační zdroje

Knížní zdroje

Elektronické zdroje

Přílohy

## 1. Úvod

Lidé jsou od nepaměti vystaveni působení přírodních procesů. Tyto procesy nabývají často takové intenzity, že na lidskou společnost působí negativně a způsobují jí škody. Takovéto procesy se pak stávají přírodními katastrofami různého typu – povodněmi, zemětřeseními, tsunami, sesuvy, apod. S postupem času začali lidé tyto procesy zkoumat a objevovat příčiny vzniku, průběh a působení těchto procesů. To do jisté míry umožnilo katastrofám předcházet nebo alespoň částečně zmírnit jejich dopady.

Nejedná se však o jednostranné působení ze strany přírody. Také lidská společnost svou činností působí na přírodní prostředí a ovlivňuje ho. Často je iniciátorem různých katastrof a havárií právě lidská společnost – záplavy protrhnutím hrází vodních děl, podříznutí svahu stavbou nevhodně umístěné komunikace apod..

Pochopení procesů probíhajících v přírodním prostředí a proniknutí do vzájemných vazeb složitého systému vzájemného působení a ovlivňování napomáhá vytvořit taková opatření, díky kterým se lze katastrofických událostí do určité míry vyvarovat nebo díky připravenosti (sledování určitého jevu, upozornění na možný výskyt působení katastrofy a následná evakuace obyvatel před působením katastrofické události) alespoň zmírnit dopady a následky katastrof na lidskou společnost.

V prostředí České republiky nedochází díky její poloze k působení celé řady extrémních událostí, jako jsou například tropické cyklóny, vulkanismus, vlny tsunami nebo ničivá zemětřesení. Některá další rizika však vyloučit nelze ani na našem území. Ačkoliv se naše republika svou rozlohou řadí mezi menší státy, panují na různých jejích místech odlišné podmínky. Lokální charakteristiky do značné míry předurčují pravděpodobnost výskytu a působení různorodých hazardů (definice viz kap. 4). Zkoumání právě lokálních charakteristik ve vybraném zájmovém území s cílem vymežit náchylná místa vůči působení přírodních katastrof je předmětem této diplomové práce. Jejím úkolem je také integrace této tematiky v rámci výuky. Záměrem je seznámit s tématem rizik studenty gymnázií<sup>1</sup> a naučit je tak poznávat a hodnotit vlivy přírodních i společenských prvků a

---

<sup>1</sup> Cílová skupina gymnazistů, na kterou se práce zaměřuje, byla vybrána z toho důvodu, že na gymnáziích lze předpokládat nejvyšší časovou dotaci a současně nejvyšší úroveň výuky zeměpisu na středoškolském stupni vzdělávání.

jejich interakci v krajině, ve které se běžně pohybují.

## 2. Cíle práce

Pro tuto práci byly vymezeny dva hlavní cíle. Každý z těchto cílů se skládá z dalších dílčích cílů:

A) Prvním hlavním cílem je zjistit náchylnost území Plzeň-Božkov a Plzeň-Koterov vůči environmentálním hazardům (definice viz kap. 4) Tento hlavní cíl je doplněn o další dílčí cíle, kterými jsou:

- 1.) Určit přítomnost lokálních charakteristik, které by mohly podnítit vznik nebo průběh extrémní události v zájmovém území.
- 2.) Vypracovat GIS analýzu náchylnosti území k vybraným hazardům. Vypracovat mapové výstupy potenciálních hazardů.
- 3.) Posoudit ochranu proti potenciálním hazardům

Všechny analýzy, které jsou součástí tohoto bodu, budou vypracovávány vzhledem k využitelnosti pro cíl B.

B) Druhým hlavním cílem je následná didaktická transformace zjištěných výsledků pro žáky gymnázií. I u tohoto cíle byly vytyčeny další podcíle:

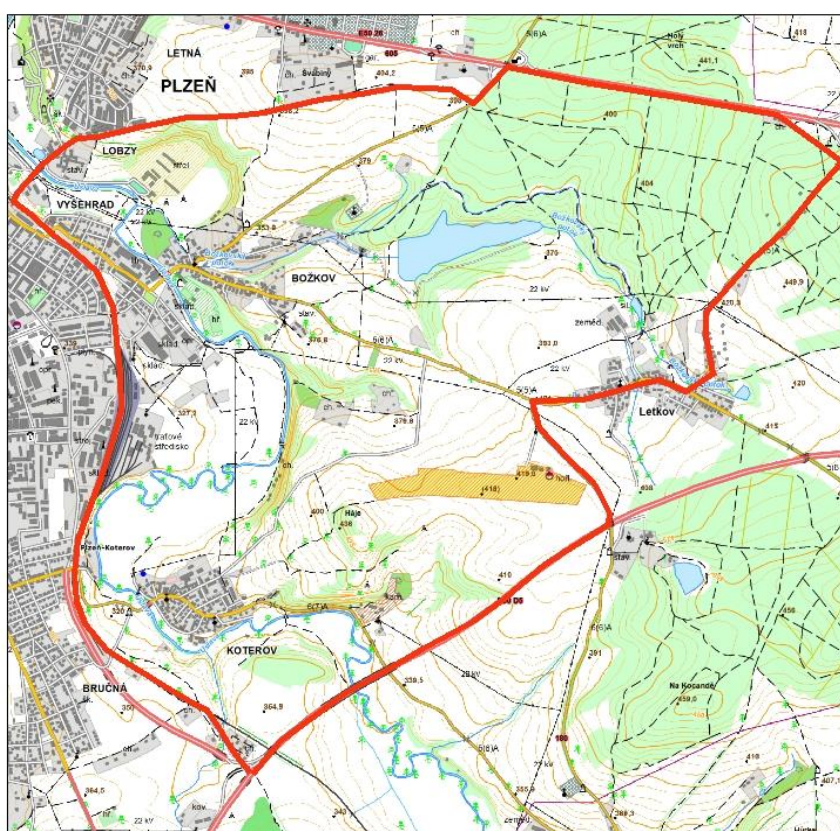
- 1.) Provést analýzu tématu „environmentální hazardy“ v RVP pro gymnázia
- 2.) Navrhnout konkrétní projekt pro žáky gymnázií, který je seznámí s dominantním hazardem vyskytujícím se v zájmovém území.



### 3. Vymezení zájmového území a jeho charakteristika

Zájmová oblast (viz obrázek č. 1) se nachází na jihovýchodním okraji statutárního města Plzeň. Konkrétně se jedná o místní části Božkov, Lobzy (část) a Koterov, které jsou součástí městského obvodu Plzeň–Slovany (Portál městského obvodu Plzeň 2–Slovany, 2011). Zeměpisná poloha se pohybuje v rozmezí od 49° 42' do 49° 44' s. š. a od 13° 24' do 13° 27' v. d. (Národní geoportál Inspire, 2011).

#### Zájmové území: Plzeň - Božkov a Plzeň - Koterov



#### Legenda

-  zájmové území
-  rychlostní komunikace
-  dálnice
-  vodní tok
-  les
-  vrstevnice 25 m
-  vrstevnice 5 m
-  blok budov

0 0,5 1 2 km



Vytvořila Markéta Pluháčková (KGE, ZČU, 2011)

Obrázek č. 1, Vymezení zájmového území, vlastní zpracování podle dat z (Národní geoportál INSPIRE, 2011)

Geologická stavba sledovaného území je relativně jednoduchá. Území je pokryto převážně kvartérními sedimenty, jejichž podklad je tvořen horninami proterozoika. Zástupcem proterozoických hornin je vulkanit (bazalt, andezitobazalt a tufy) tvořící základ kopce Háje a dále zpevněné prachovce a droby nacházející na jeho úpatí. Malá část na západě území je tvořena rovněž proterozoickými vápenci. Skalní pokryv je překryt již zmíněnými kvartérními sedimenty. Konkrétně se jedná o nezpevněný kamenitý až hlinito-kamenitý sediment, pleistocenní písek a štěrk a nivní sedimenty řeky Úslavy z období holocénu (Česká geologická služba: Mapová aplikace verze 1.1, 2011).

Geomorfologicky náleží sledované území do provincie České vysočiny, Poberounské subprovincie, oblasti Plzeňské pahorkatiny, celku Plaské pahorkatiny, podcelku Plzeňské kotliny a okrsku Touškovské kotliny (Demek J. a kol., 2006). Typická jsou hluboce rozevřená údolí s výraznými nivami a říčními terasami vzniklými v pleistocénu na řece Úslavě (Demek J. a kol., 2006).

Výrazným tokem protékajícím vymezeným územím je řeka Úslava, která pramení v Plánické vrchovině, 2 kilometry západně od obce Číhaň ve výšce 695 m n. m. (Švorc L., Švorcová V., 2006). Celková délka toku je 94 km a plocha povodí je 797 km<sup>2</sup>. Úslava odvodňuje jihovýchodní část Plzeňska a je jednou ze zdrojnic řeky Berounky. Spolu s Radbuzou se setkávají v Plzni–Doubravce ve výšce 296 m n. m. a dále pokračují jako řeka Berounka (Švorc L., Švorcová V., 2006).

Průměrný roční průtok řeky Úslavy měřený na hydrologické stanici Koterov je 3,52 m<sup>3</sup>/s a průměrný roční stav je 32 cm. Nejvyšší vodní stav měla Úslava při povodních v roce 2002 (měření probíhá od roku 1913 (Hydrologické poměry ČSSR díl I., 1965)), kdy její hladina dosahovala 371 cm. (Český hydrometeorologický ústav, 2011).

## 4. Vymezení pojmů

Tato práce se zabývá hodnocením environmentálních hazardů ve sledovaném území. Tím, co přesně si pod pojmem environmentální hazard představit a co vše lze jako environmentální hazard definovat, se zabývá kapitola č. 4. Názory na terminologii týkající se hazardů nejsou vždy jednotné a jednotliví autoři se ve svých pojetích často rozcházejí. Tato kapitola má tedy za úkol shrnout jednotlivé názory a vymezit pojmy užívané v této práci.

### 4.1 Hazard, riziko, katastrofa

Na první pohled není mezi pojmy hazard a riziko patrný žádný velký rozdíl. Podle Smithe (2002) je však třeba tyto pojmy rozlišovat. Jako hazard je brán přírodně nebo i antropogenně podmíněný proces, který představuje potenciální ohrožení pro lidskou společnost. Riziko je naproti tomu posuzováno jako pravděpodobnost, se kterou proces, který hazard představuje, může opravdu nastat. Katastrofu definuje Smith (2002) jako uskutečněnou událost, při které je usmrcen, zraněn nebo negativně ovlivněn velký počet lidí<sup>2</sup>. Zjednodušeně lze říci, že se jedná o uskutečnění hazardu.

### 4.2 Přírodní, technologické a environmentální hazardy

Jako *přírodní* hazardy definují Burton a Kates (in Smith, 2002) přírodní procesy, na jejichž vzniku se nepodílela činnost člověka, avšak způsobují lidské společnosti újmy. Jelikož ale v dnešní době téměř neexistují místa, která nejsou ovlivněná činností člověka, nejedná se tedy o hazardy čistě přírodní, ale většinou o hazardy s původem hybridním (jak přírodním, tak antropogenním), kde převládá přírodní povaha (Smith 2002). Například sesuv svahu je brán jako přírodní hazard, k jeho vzniku však může člověk přispět například

---

<sup>2</sup> Negativně ovlivnění lidé a ztráta jejich majetku jsou základními prvky pro hodnocení události jako „katastrofické“. Neexistuje však žádná obecně platná definice míry ztrát, ke které musí dojít, aby byla událost hodnocena jako katastrofa (Smith 2002, s. 7). Kukul a Pošmourný (2005) však uvádějí, že významné světové a evropské finanční instituce klasifikují extrémní událost jako katastrofu, je-li počet obětí větší než 25. Je-li počet obětí menší, pracují s pojmem „pohroma“

odlehčením svahu nebo odstraněním přirozené vegetace. Tím pádem se na vzniku sesuvu člověk podílí a nelze ho označit za čistě přírodní.

Přesným opakem přírodních hazardů jsou hazardy *technologické*, které jsou převážně podmíněné činností člověka (Smith 2002, s. 15). Jedná se například o únik toxických látek do prostředí, různé havárie apod. K technologickým hazardům však může dojít i s přispěním přírodních procesů. Příkladem může být nedávná havárie ve Fukušimě v Japonsku, kde vlivem zemětřesení a vlny tsunami došlo k jaderné havárii. I hazardy tohoto typu (samozřejmě ne s takovým rozsahem) jsou předmětem zkoumání této práce. Z tohoto důvodu práce pracuje s pojmem „*environmentální hazard*“, který je nadřazený oběma předchozím pojmům a zahrnuje širokou škálu hazardů od přírodních přes technologické až k sociálním<sup>3</sup>(Smith 2002), ačkoliv zvýšená pozornost je věnována právě přírodním hazardům a hazardy technologické jsou spíše okrajové. Do environmentálních hazardů patří lokální i globální události, které jsou jak dobrovolné, tak nedobrovolné<sup>4</sup>.

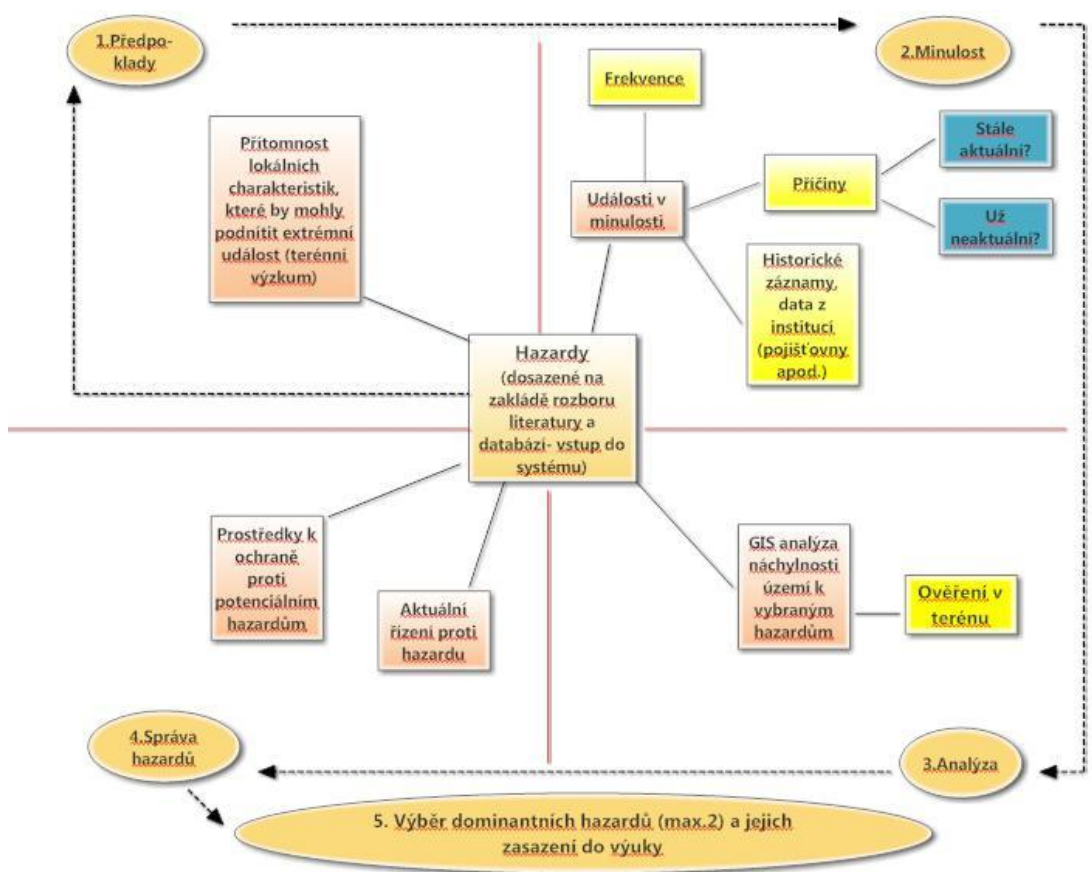
---

<sup>3</sup> Jako sociální hazardy jsou brány události plně způsobené lidskou společností, jako je například terorismus, kriminalita apod. (Smith 2002, s. 15).

<sup>4</sup> Jako nedobrovolné hazardy jsou brány především události způsobené přírodními silami, jako je např. zemětřesení. Dobrovolné hazardy jsou převážně sociální hazardy, mezi které lze počítat například kouření nebo i adrenalinové sporty (Smith 2002, s. 15)

## 5. Metodika

Pro postup, který povede k naplnění vytyčených cílů, byla vytvořena následující myšlenková mapa (viz obrázek č. 2)



Obrázek č. 2, Myšlenková mapa, vlastní zpracování

Jednotlivé environmentální hazardy, kterými se práce bude nadále zabývat, jsou dosazené na základě rozboru literatury. Konkrétně se jedná o bakalářskou práci Lukáše Černíka, který vytipoval přírodní i environmentální hazardy v Plzeňském kraji (Černík, 2011). Dále se jedná o mapu geohazardů Plzeňského kraje (Mentlík, Kopp, 2005.in Dokoupil, Matušková a kol., 2005). V neposlední řadě budou použity údaje a statistiky Českého hydrometeorologického ústavu a České geologické služby.

V následujícím kroku je třeba zhodnotit, které hazardy jsou relevantní pro vybrané zájmové území. Toto vyhodnocení je řešeno pomocí bodového ohodnocení jednotlivých hazardů (viz kapitola 6.1 Vytipování environmentálních hazardů v zájmovém území), které

je provedeno na základě znalosti lokálních přírodních charakteristik a na základě informací o působení jednotlivých hazardů v minulosti (pokud jsou tyto informace dostupné). Po tomto zhodnocení lze potvrdit či vyvrátit možnost výskytu daného hazardu ve vybraném zájmovém území.

Po vybrání potenciálních hazardů relevantních pro zájmové území, bude následovat analýza jednotlivých hazardů. V případě dostupnosti dat proběhne tato analýza za pomoci jednoduchých modelů v prostředí ArcGIS. V opačném případě proběhne analýza za pomoci jiných dostupných zdrojů. Součástí analýzy bude i návrh ochrany proti hazardům, popřípadě i zhodnocení již probíhajících opatření. V neposlední řadě proběhne návrh integrace jednotlivých hazardů do výuky pro studenty gymnázií a zhodnocení významu této integrace.

V další části budou vybrány jeden až dva hazardy, které jsou v zájmovém území dominantní a výrazné, a které poslouží jako příklad ve výuce o environmentálních hazardech. Tyto dominantní hazardy budou součástí projektu, který bude navržen v poslední části práce.

## 6. Environmentální hazardy v zájmovém území

Tato kapitola se zabývá nejprve výběrem environmentálních hazardů, které by se v zájmovém území mohly vyskytnout. Další podkapitoly se zabývají již konkrétními hazardy, jejichž výskyt byl vyhodnocen jako pravděpodobný, a analýzou těchto hazardů.

### 6.1 Vytipování environmentálních hazardů v zájmovém území

Tématikou environmentálních hazardů v Plzeňském kraji se zabývá publikace (Dokoupil J, Matušková A. a kol., 2005), která vznikla ve spolupráci členů Katedry geografie na Fakultě pedagogické v Plzni. Další literaturou, která zkoumá hazardy na Plzeňsku, je bakalářská práce (Černík, 2011) Přírodní a environmentální rizika – znalosti a postoje obyvatel vybraných obcí Plzeňského kraje. Na základě zhodnocení této dostupné literatury byly vybrány jednotlivé hazardy, které byly seřazeny do tabulky (viz tabulka č. 1). Tabulka dále obsahuje zhodnocení projevů a výskytů těchto hazardů v zájmovém území a bodové hodnocení, které udává výši ohrožení ve stupnici od 0 do 10, přičemž hodnotou 0 jsou klasifikovány hazardy s nejnižší pravděpodobností výskytu a hodnotou 10 hazardy s nejvyšší pravděpodobností výskytu v zájmovém území. Hodnocení bylo provedeno na základě subjektivního zhodnocení dostupných informací (zdroje uvedeny u konkrétních hazardů) a terénního výzkumu. Tento sloupec je doplněn i o hodnocení dynamiky hazardu.

Hazard	Projevy	Výskyt	Bodové hodnocení 0-10 (recentní proces) Prognóza	Zdroj
<b>Vulkanismus</b>	Pravděpodobnost výskytu vulkanické činnosti v zájmovém území je mizivá. Na území ČR není zaznamenána žádná aktivní sopka. V zájmovém území se nachází pouze pozůstatky po vulkanické činnosti v dávné geologické minulosti – proterozoické bazalty tvořící základ kopce Háje.	Ne	0 Neměnný stav	- Kukač, Pošmourný, 2005

<b>Zemětřesení</b>	Pravděpodobnost výskytu zemětřesení je velice malá. V rámci ČR je možný výskyt zemětřesení, které je vázané na zlomy. Další možností vzniku zemětřesení je propad starých důlních děl. K mírným otřesům dochází především na Mariánskolázeňském zlomu v západní části Krušných hor, přičemž projevy těchto otřesů mohou být zaznamenány i na Plzeňsku (v roce 1985, 4. stupeň intenzity otřesů podle stupnice MSK-64)(Kukal, Pošmourný, 2005).	Plošný	2 Neměnný stav	- Kukal, Pošmourný, 2005
<b>Povodně</b>	Riziko výskytu povodní je v zájmovém území vysoké. V minulosti několikrát došlo k překročení stavu ohrožení. Nejničivější povodně v zájmovém území se projevily v roce 2002. Stav ohrožení byl za poslední roky překročen hned několikrát (2005 a 2006)	Plošně liniový (vázaný na nivy)	8 Rostoucí	- Černík, 2011 - Mentlík, Kopp, 2005. In Dokoupil, Matušková a kol. 2005 - ČHMÚ, 2011
<b>Svahové pohyby</b>	V evidenci rizikových svahů České geologické služby není uveden žádný rizikový svah v zájmovém území. Přesto riziko svahových pohybů není vyloučeno. K narušení stability svahu může dojít během intenzivních srážek a během povodní (působením boční eroze). Tyto svahy jsou však většinou bez lidských sídel (zarostlé monokulturami akátů). V zájmovém území byl zaznamenán plošný splach půdy ze svahů.	Lokální – vázaný na predisponovaná místa na svazích	4 Rostoucí	- Černík, 2011 - Mentlík, Kopp, 2005. In Dokoupil, Matušková a kol. 2005) - Česká geologická služba, 2011
<b>Sucho</b>	Podle mapy geohazardů (Mentlík, Kopp, 2005) se území nachází v oblasti se zvýšeným rizikem sucha. V zájmovém území se jedná o sucho jak klimatické, tak odtokové	Plošný	5 Rostoucí	- Černík, 2011, - Mentlík, Kopp, 2005. In Dokoupil, Matušková a kol. 2005



<b>Větrná činnost</b>	V zájmovém území nelze vyloučit výskyt ničivých projevů větrné činnosti. Na území ČR se mohou vyskytovat vichřice a orkány (např. orkán Kyrill 2007). Vyloučit nelze ani výskyt tornáda, které se na území ČR také vzácně vyskytne (tornádo zaznamenané nejbližší zájmového území je z roku 1997 na Rokycansku (Český hydrometeorologický ústav, 2012).	Plošný	3 Rostoucí	- Černík, 2011
<b>Technologický hazard znečištění životního prostředí</b>	V zájmovém území nelze vyloučit technologický hazard v podobě úniku toxických látek do životního prostředí. Z tohoto hlediska se v zájmovém území nachází potenciální zdroj znečištění, a to bývalé odkaliště popílku vznikajícího ze spalování hnědého uhlí v teplárně Plzeňské teplárenské a.s.	Lokální	4 Rostoucí	- Černík, 2011 - Mentlík, Kopp, 2005.

Tabulka č. 1, Hodnocení možnosti výskytu vybraných hazardů v zájmovém území, vlastní zpracování

K další analýze byly vybrány následující čtyři hazardy, které při hodnocení pravděpodobnosti výskytu dosáhly vyšších hodnot. Jedná se o povodně, fluvialní erozi, sucho a technologický hazard znečištění životního prostředí.

Povodně se v zájmovém území vyskytly již několikrát. Nejintenzivnější byla povodeň v roce 2002, kdy byl zaznamenán historicky nejvyšší vodní stav řeky Úslavy protékající zájmovým územím ve stanici Koterov. Výška hladiny dosáhla 371 cm, přičemž průměrný roční stav je 32 cm a stav ohrožení je vyhlášován při dosažení 200 cm. Vysoké vodní stavy zaznamenala Úslava v posledních letech hned několikrát. V roce 2006 dosáhla hladina 282 cm a v roce 2005 207 cm (ČHMÚ, 2011). Riziko výskytu povodní je tedy v zájmovém území (vyjádřený překročením „stavu ohrožení“) relativně značné.

Dalším hazardem vybraným k podrobnější analýze je fluvialní eroze se zaměřením na plošný splach. V zájmovém území se nachází zemědělsky využívané plochy, ze kterých byl v rámci monitoringu území zaznamenán odnos půdy po intenzivnější srážkové činnosti

na dopravní komunikace. Pro vytipování lokalit ohrožených plošným splachem bude model v prostředí GIS (viz kap. 6.3.2).

Jako další významný hazard v zájmovém území bylo vyhodnoceno sucho, kterému bude také věnována samostatná kapitola (viz kap. 6.4.)

Další riziko je spatřováno v přítomnosti bývalého odkaliště popílku v zájmovém území, vlivem kterého by mohlo dojít ke kontaminaci půd a podzemních vod. V minulosti sloužilo jako úložiště popílku a dalších odpadů vznikajících při spalování hnědého uhlí v Plzeňské teplárenské a.s. V současnosti již dochází k rekultivaci odkaliště, kterou provádí společnost Rekka s.r.o. (Rekka s.r.o., 2011).

## **6.2 Povodně**

Jak je patrné z výše uvedeného rozboru, jedním z nejvýraznějších hazardů v zájmovém území jsou povodně na řece Úslavě. V následujících odstavcích se práce zabývá obecnou charakteristikou povodní a faktory ovlivňujícími povodně. Následně je popsána analýza tohoto rizika v zájmovém území pomocí nástrojů ArcGIS.

### **6.2.1 Povodně – obecná charakteristika**

Jako povodeň je podle vodního zákona č. 254/ 2001 Sb. charakterizováno „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody.“ Začátek povodně je definován vyhlášením druhého nebo třetího stupně povodňové aktivity a konec povodně jejich odvoláním (Brázdil, 2005). Průběh odtoku při povodni je obvykle popisován průtokovou vlnou, která je zaznamenávána do hydrogramu a udává přechodné zvýšení a následný pokles průtoků. Hydrogram zobrazuje na ose x čas ve dnech nebo hodinách a na ose y průtok v  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (viz obrázek č. 3). Nejvyšší průtok zaznamenaný po dobu průběhu průtokové vlny se nazývá kulminační průtok a tvoří vrchol průtokové vlny. Hodnoty kulminačních průtoků jednotlivých povodní jsou základem pro výpočet N-letého průtoku ( $Q_N$ ), „který je v uvažovaném profilu dosažen nebo překročen průměrně jednou za N-let“ (Brázdil, 2005, s. 12).

Podle příčiny vzniku jsou rozlišovány povodně dešťové, sněhové, smíšené a povodně

způsobené dočasným zmenšením průtočnosti koryta v důsledku ucpání koryta kusy ledu. Kromě těchto typů povodní se mohou vyskytnout i specifické povodně, které nemají vazbu na meteorologickou situaci a dochází k nim při náhlé změně průtočnosti koryta např. při přehrazení toku sesuvem půdy nebo lavinou uvolněného sněhu či horniny (Brázdil, 2005).

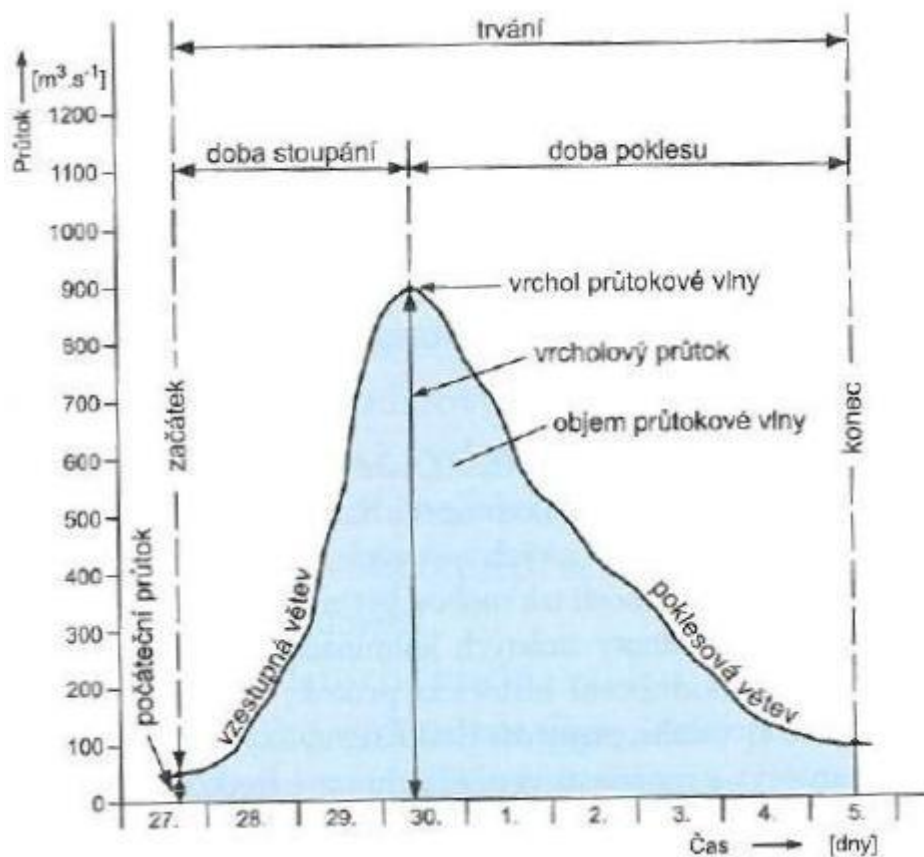
Dešťové povodně lze dále dělit na povodně zapříčiněné trvalými nebo přívalovými srážkami. Dešťové povodně z trvalých dešťů vznikají po jedno- až vícedenních srážkách, které jsou vázány na tzv. „srážkotvornou“ cyklonu. Dešťové povodně z přívalových srážek jsou zapříčiněny srážkami s krátkou dobou trvání (v řádu hodin) zato s velkou intenzitou (zpravidla desítky mm za hodinu, výjimečně i přes 100 mm za hodinu). Tyto povodně se nazývají „bleskové“ a je pro ně charakteristický rychlý nástup, ostrá povodňová vlna a následně opět rychlý pokles hladiny (Brázdil, 2005).

Sněhové povodně vznikají po náhlém tání sněhové pokrývky v důsledku kladných teplot v zimním a v jarním období (Brázdil, 2005).

Kombinací tání sněhu s výskytem dešťových srážek vznikají povodně smíšeného typu. Objevují se nejčastěji na začátku jara při oteplení s kladnými teplotami. Zdrojem povodní jsou tedy jednak samotné srážky, ale také sníh, který vlivem srážek rychleji odtává (Brázdil 2005).

Ledové povodně vznikají nejčastěji po náhlém oteplení, které nastalo po období déle trvajících mrazů se zámrazem řek. Toto oteplení způsobí odchod ledu, při kterém může dojít k tvorbě ledových zácp. V důsledku těchto ledových zácp může dojít k dočasnému zmenšení průtočnosti koryta (Brázdil, 2005).

V povodí Úslavy se nejčastěji vyskytují dešťové povodně, které následují po vícedenních srážkách (tři nejvyšší zaznamenané vodní stavy ve stanici Koterov byly naměřeny právě po dlouhotrvajících dešťových srážkách (viz kap. 6.2.2)).



Obrázek č. 3, Hydrogram průtokové vlny a její prvky, převzato z Brázdil, 2005

### 6.2.2 Povodně v zájmovém území v minulosti

Úslava je pravostranný přítok Berounky a plocha jejího povodí je nejmenší ze všech plzeňských řek. V jejím povodí nejsou kromě rybníků vybudována žádná vodní díla, která by ovlivnila přirozený odtokový režim řeky (Český hydrometeorologický ústav, 2006). Úslava i některé její přítoky (zejména v horních úsecích toku) mají bystrinný ráz a „z hlediska povodní je (Úslava) velmi nebezpečná, zvláště její přítok Bradava, na kterém je nyní již vybudována nová stanice. Tato říčka má značný spád a je velice citlivá jak na plošné, tak přívalové srážky a odtoková odezva je u ní velice rychlá“ (Český hydrometeorologický ústav, 2006, s.11). Údaje o výši vodního stavu a průtoku na řece Úslavě v zájmovém území poskytuje stanice ČHMÚ v Koterově. Vodočet byl v této stanici umístěn již v roce 1913 a průtok se začal vyhodnocovat v roce 1931 (Hydrologické poměry ČSSR díl I., 1965). Z uvedených údajů této stanice (viz tabulka č. 2) je patrné, že nejvyšší vodní stav byl v Koterově zaznamenán v srpnu roku 2002, kdy výška hladiny dosáhla 371 cm a průtok ( $Q$ ) dosahoval hodnoty  $459 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Hodnota tohoto průtoku byla vyhodnocena

jako  $Q_N > 1000$ , což znamená, že průtok o takovéto hodnotě bude v dané lokalitě průměrně dosažen nebo překročen jednou za více než tisíc let (Povodí Vltavy, 2003). Pro srovnání lze tyto extrémní hodnoty porovnat s průměrnými hodnotami, kdy průměrný roční stav je 32 cm a průměrný roční průtok je  $3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , přičemž stav bdělosti je vyhlášován při dosažení vodního stavu 120 cm a průtoku  $31,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , stav pohotovosti při vodním stavu 150 cm a průtoku  $46,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a stav ohrožení při 200 cm a průtoku  $75,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Český hydrometeorologický ústav, 2011).

Povodně v srpnu roku 2002 byly zapříčiněny postupem dvou výrazných tlakových níží přes území ČR v krátkém časovém odstupu. Obě cyklony navíc postupovaly zvolna, a tím se doba vydatných srážek ještě prodloužila (Povodí Vltavy, 2003). První srážková vlna se objevila 6.–7. 8. 2002 a zasáhla především jižní Čechy, kde na Českokrumlovsku spadlo 130–200 mm srážek během dvou dnů. Tato první srážková vlna se v povodí Berounky projevila vzestupem hladiny na tocích Úslavy, Úhlavy a Radbuzy do úrovně  $Q_1$  až  $Q_2$  a vedla k nasycení povodí – v jižních a západních Čechách dosahoval ukazatel nasycení povodí 200–400 % normálu (Povodí Vltavy, 2003). Druhá vlna následovala 11.–13. 8. 2002 a zvolna postupovala od západu a zasáhla téměř celé území povodí Vltavy. Plošně rozsáhlé srážky s průměrnou dobou opakování 50–100 let doprovázely i lokální přívalové deště extrémního rozsahu (Povodí Vltavy, 2003). Již krátce po nástupu této druhé srážkové vlny (odpoledne 11. 8. 2002) docházelo k rychlým vzestupům hladin již dříve nasycených toků a kulminační stavy dosahovaly vyšších hodnot než při první vlně. Na celé řadě vodních toků byly zaznamenány historicky nejvyšší vodní stavy a průtoky (Povodí Vltavy, 2003).

Povodní, která dosáhla druhého nejvyššího vodního stavu (měření od roku 1913) ve stanici Koterov na řece Úslavě, byla extrémní událost z července 1981. Povodni předcházely vícedenní srážky, jejichž čtyřdenní úhrn překročil v povodí Úslavy 140 mm. Výška vodního stavu v době kulminace (20. 7. 1981) dosahovala 314 cm a hodnota průtoku byla  $270 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Zpráva o povodni – červenec 1981, 2011).

Třetí v pořadí, podle dosaženého nejvyššího stavu, je povodeň z května 2006, při které byla naměřena výška hladiny 282 cm a průtok  $139 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  s dobou opakování 10 let. I tato povodeň byla způsobena intenzivními dlouhotrvajícími dešti zejména v nočních hodinách (Český hydrometeorologický ústav, 2006).

Výška vodního stavu[cm]	Datum výskytu
371	13. 8. 2002
314	20. 7. 1981
282	28. 5. 2006
270	9. 7. 1954
249	30. 5. 1986
245	30. 4. 1975
245	10. 6. 1965
238	8. 5. 1978
230	10. 6. 1965
230	3. 3. 1956

Tabulka č. 2, Deset nejvyšších zaznamenaných vodních stavů naměřených od 1913 ve stanici Koterov na řece Úslavě, vlastní zpracování na základě dat Český hydrometeorologický ústav, 2011

### 6.2.3 Riziko povodní v zájmovém území

Pro zhodnocení rizika povodní v zájmovém území byly vytvořeny modely v programu ArcGIS. Cílem těchto modelů je vizualizovat zastavěné plochy, které jsou povodněmi ohrožené. Na těchto plochách lze předpokládat nejvyšší škody na majetku způsobené povodní. Modely byly provedeny v programu ArcGIS (verze 9.3) a k jejich vytvoření byla použita následující vstupní data<sup>5</sup> :

vektorová polygonová vrstva území zaplavovaného 5letou povodní, zdroj: databáze Dibavod, (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

vektorová polygonová vrstva území zaplavovaného 20letou povodní, zdroj: databáze Dibavod, (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

<sup>5</sup> Tato data jsou volně k dispozici na webových stránkách Výzkumného ústavu vodohospodářského. Vzhledem k dostupnosti dat je možné jejich zapojení do výuky. Lze je využít buď jen pro vizualizaci zaplavovaných území, nebo k provádění jednoduchých analýz v GIS prostředí, které byly provedeny v této práci (data jsou dostupná i ve formátu „.shp“ a lze je načíst do ArcGIS),

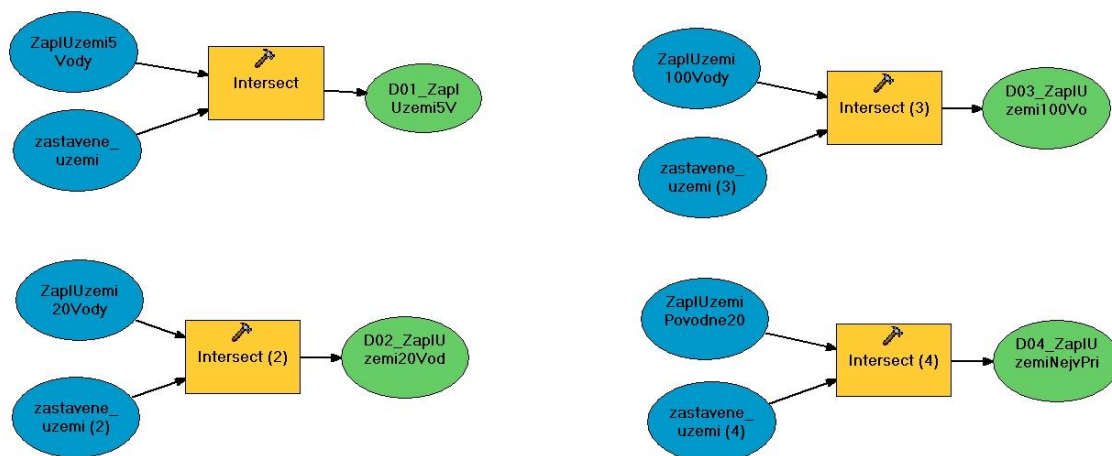
vektorová polygonová vrstva území zaplavovaného 100letou povodní, zdroj: databáze Dibavod, (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

vektorová polygonová vrstva území zaplaveného povodní 2002, zdroj: databáze Dibavod, (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

vektorová polygonová vrstva zastavěného území získaná vektorizací rastrového leteckého snímku zájmového území (letecký snímek poskytl P. Mentlík)

vektorová liniová vrstva řeky Úslavy získaná vektorizací rastrového leteckého snímku zájmového území (letecký snímek poskytl P. Mentlík)

Povrchy zaplavovaných území pro jednotlivé N-leté povodně byly analytickou funkcí „Intersect“ protnuty s povrchem zastavěného území (viz obrázek č. 4). Výsledky těchto modelů byly dále vizuálně zhodnoceny.



Obrázek č. 4, Modely tvorby povrchů zastavěného území v záplavové zóně 5-, 20-, 100-leté povodně a povodně z roku 2002, vlastní zpracování

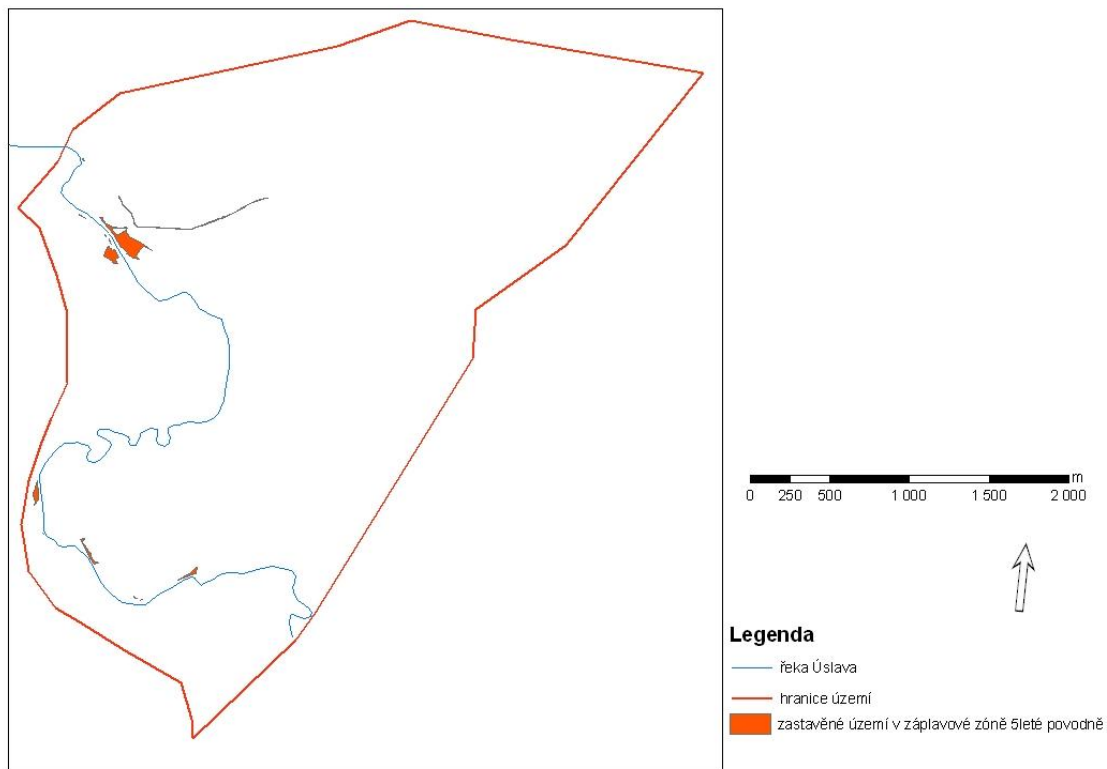
Z Obr. č. 5 a 6 pro záplavové území 5leté povodně je patrné, že je ohroženo zejména území Božkova bezprostředně v okolí Úslavy – na pravém břehu část Božkovského

ostrova a na levém břehu budovy v ulici K Jezu. Ohroženy jsou domy v těsné blízkosti Božkovského potoka na pravém břehu v ulici Ve Višňovce a v ulici V Podlučí. Dále se v záplavové zóně nacházejí domy v Koterově v bezprostřední blízkosti řeky a oblast nedaleko Koterova náležící do městské části Plzeň 2-Slovany – ulice V Závrtku.



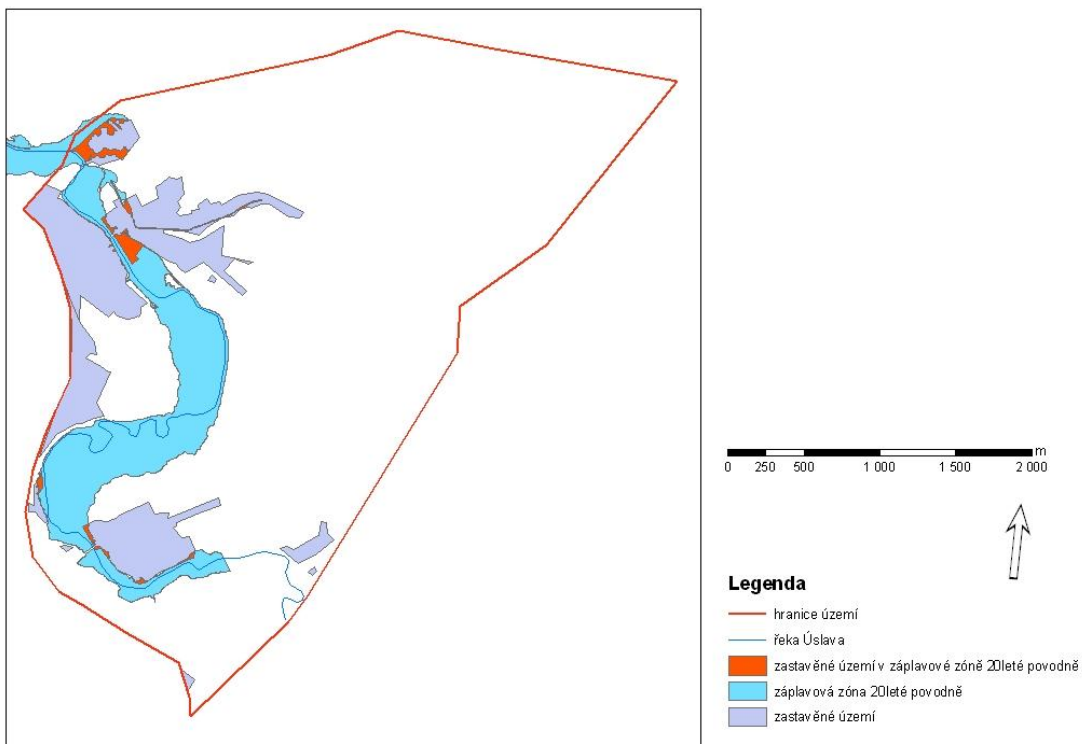
Obrázek č. 5, Model zastavěného území v záplavové zóně 5leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)



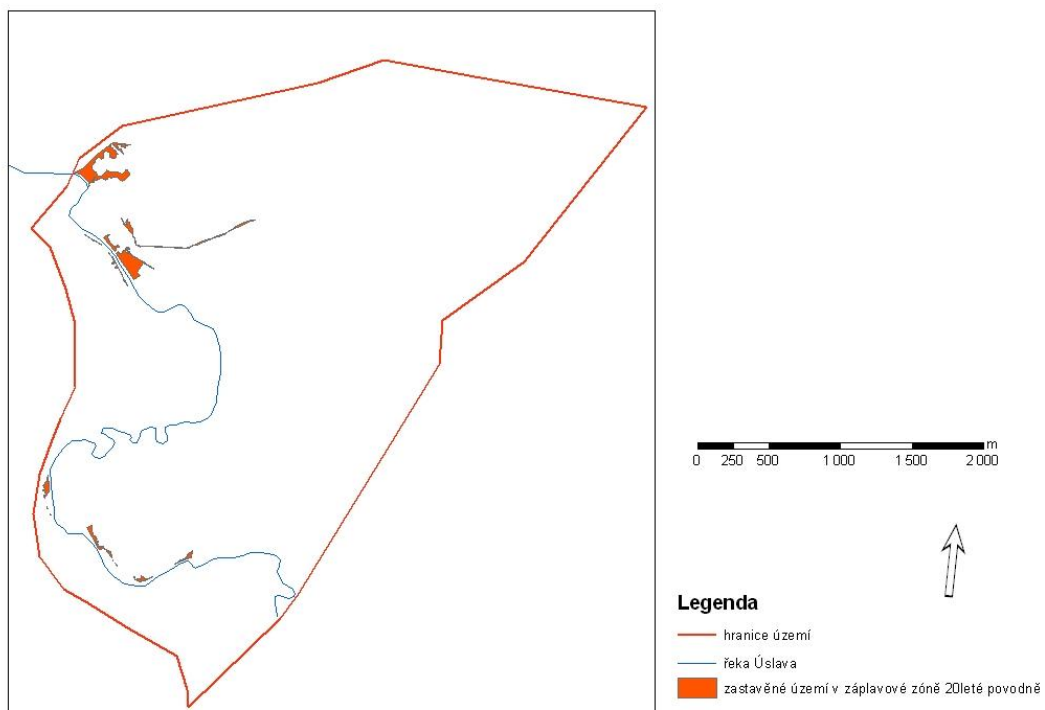


Obrázek č. 6, Model zastavěného území v záplavové zóně 5leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Do ohroženého území 20letou povodní podle obrázků č. 7 a 8 náleží i část areálu střelnice v Lobzích. Dále se v této záplavové zóně nachází opět budovy na pravém břehu Úslavy v blízkosti Božkovského náměstí, Božkovský ostrov a domy na pravém břehu Božkovského potoka. Dále budovy v Koterově ležící na pravém břehu Úslavy v ulicích Na Břehu a Pod Chalupami a domy na levém břehu v již výše zmíněné oblasti Plzeň 2-Slovany v ulici V Závrtku.



Obrázek č. 7, Model zastavěného území v záplavové zóně 20leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

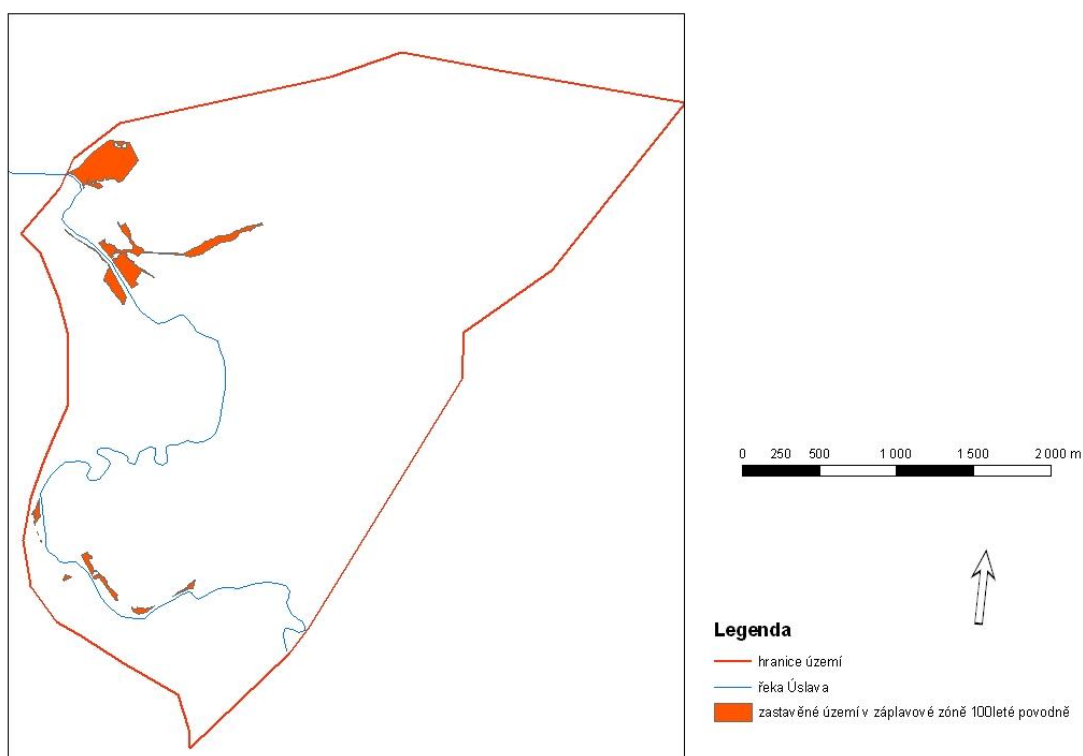


Obrázek č. 8, Model zastavěného území v záplavové zóně 20leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

V záplavové zóně 100leté povodně se podle obrázků č. 9 a 10 nachází prakticky celý areál střelnice v Lobzích. V Božkově se záplavová zóna rozšířila především na levém břehu Úslavy a rozšířila se i záplavová zóna Božkovského potoka. Zóna se v řádu několika metrů rozšířila i v Koterově a v ulici V Závrtku.



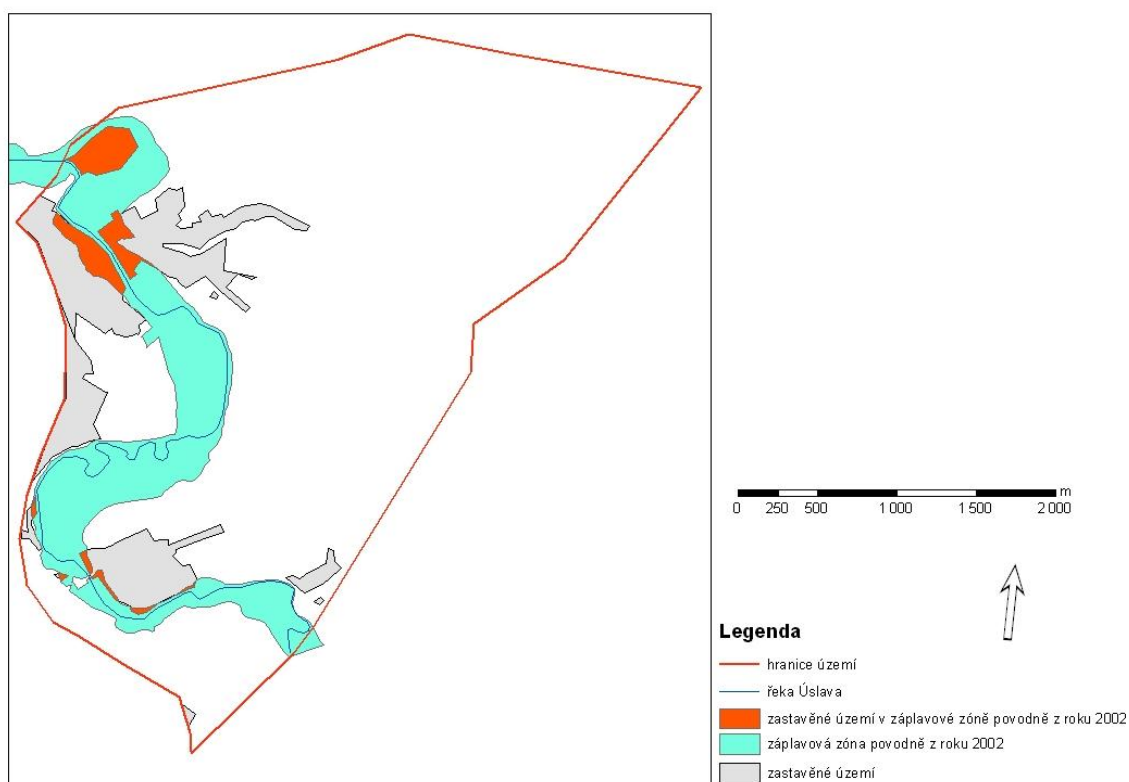
Obrázek č. 9, Model zastavěného území v záplavové zóně 100leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)



Obrázek č. 10, Model zastavěného území v záplavové zóně 100leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Byl vytvořen i model zaplaveného zastavěného území při povodni v roce 2002. Z modelu (obrázek č. 11 a 12) je patrné, že zaplavené území je ještě rozsáhlejší, než záplavová zóna 100leté povodně, což odpovídá i vyhodnocení povodně jako více než 1000leté. Postižené byly především oblasti střelnice v Lobzích, oblast Božkovského ostrova a budovy v okolí Božkovského náměstí, lokalita v Božkově přilehlá levému břehu Úslavy, budovy v Koterově v ulicích Na Břehu a Pod Chalupami a domy v ulici V Závrtku.

V zájmovém území byly škody při povodni 2002 ovlivněny nejen intenzivními a dlouhotrvajícími srážkami, ale i negativním působením antropogenních vlivů v této lokalitě. Jedná se o nedostatečnou výšku a šířku a nevhodnou orientaci mostů a lávek – konkrétně most v Koterově a lávka v Lobzích před střelnicí. Kvůli nedostatečné výšce a šířce lávky v Lobzích, působila lávka jako bariéra rozvodněného toku, vlivem které došlo k turbulentnímu proudění s ničivou silou. V Koterově dochází před mostem k zúžení koryta toku a při zvýšené hladině a průtoku je vlivem tohoto zúžení tok směřován mostním otvorem. Ten je však natočen směrem k budovám v ulici Na Břehu a vodní tok směřuje přímo na budovy a pozemky k nim přilehlé.



Obrázek č. 11, Model zastavěného území zaplaveného při povodni v roce 2002, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)



Obrázek č. 12, Model zastavěného území zaplaveného při povodni v roce 2002, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Podobné jednoduché analýzy lze využít i při výuce o povodních. Data jednotlivých záplavových zón pro všechny toky ČR jsou volně dostupné na webových stránkách Výzkumného ústavu vodohospodářského. Dále je nutné pomocí vektorizace vytvořit vrstvu zastavěného území (tu může pro studenty předem připravit učitel). Zbývá studentům vysvětlit princip topologického překrytí. Poté mohou studenti sami vytvářet jednoduché modely v GIS, pomocí kterých mohou vizualizovat zastavěné území ve svém regionu, které je povodněmi ohroženo. Smysl takového vyučování je především takový, že studenti sami řeší konkrétní a reálný geografický problém týkající se prostředí, které dobře znají. Mají možnost si uvědomit, že teoretické znalosti a dovednosti mají praktické využití při řešení reálných problémů, což může posloužit jako motivace k dalšímu učení. Dalším přínosem je, že studenti se podobnými příklady učí hodnotit interakci přírodních a společenských prvků a jejich vzájemnou prostorovou koexistenci, což je i jedním z cílů vzdělávacího obsahu Životní prostředí, který je součástí oboru Geografie v RVP G (RVP G, 2007). Učí se také hodnotit vliv exogenních procesů na život lidí, což je očekávaný výstup vzdělávacího obsahu Přírodní prostředí oboru Geografie v RVP G (RVP G, 2007).

#### ***6.2.4 Zhodnocení ochrany zájmového území proti povodním***

Na výše uvedených modelech (viz Obr. č. 5–12) je patrné, jaké lokality a v jakém rozsahu jsou v zájmovém území jednotlivými 5-, 20-, 100- a 1000letými povodněmi ohroženy. Z hlediska ochrany těchto území před škodami způsobenými povodněmi dochází v zájmovém území k plánování různých protipovodňových opatření. Za tímto účelem se v roce 2007 Útvar koncepce a rozvoje města Plzně rozhodl provést komplexní studii Revitalizace nábřeží plzeňských řek. Hlavními principy celého projektu jsou (Revitalizace nábřeží plzeňských řek – Úslava, 2010):

- umožnění přirozeného rozlivu do údolních niv
- zvýšení retenční schopnosti krajiny pomocí doplnění břehových a doprovodných porostů
- snaha předejít umělému navyšování původního terénu z důvodu stavební činnosti v aktivní zátopové zóně

Dosud bylo zpracováno několik návrhů a projektů. Revitalizace nábřeží Úslavy přímo v zájmovém území se týká několik projektů. Prvním z nich je vybudování průlehu s vodotečí na Božkovském ostrově, který by přes ostrov spojoval náhon s řekou. Součástí

průlehu mají být i tůně a jezírka, do kterých by se tok mohl při zvýšení průtoků rozlévat. Projekt počítá i s revitalizací samotného náhonu – odstranění sedimentů a zpevnění levé hrany náhonu směrem k Božkovskému areálu. Celý návrh (obrázek č. 13) si klade za cíl ochranu před zaplavováním a celkové zatraktivnění lokality (Revitalizace nábřeží plzeňských řek – Úslava, 2010). Zůstává však otázkou, jestli průleh spojující náhon s Úslavou dokáže zabránit zaplavování při vyšších stavech, když celý ostrov je v záplavové zóně 20leté povodně.



Obrázek č. 13, Návrh průlehu s vodotečí na Božkovském ostrově, převzato z Revitalizace nábřeží plzeňských řek – Úslava, 2010

Koncepce revitalizace nábřeží Úslavy počítá dále i s rozšiřováním břehových a doprovodných porostů s fragmenty lužního lesa v úseku mezi Božkovem a Koterovem a dále je zde uveden návrh na případné obnovení slepého ramene na řece Úslavě v témže úseku (Revitalizace nábřeží plzeňských řek – Úslava, 2010).

Návrhy konkrétních variant protipovodňových opatření se zabývá i studie Plzeňského kraje – Koncepce ochrany vod, Studie protipovodňových opatření z roku 2004, která na řece Úslavě plánuje protipovodňovou ochranu v lokalitě střelnice v Lobzích. „Navrhovaná ochrana areálu spočívá ve vybudování opěrné zídky výšky odpovídající stupni požadované ochrany (pro  $H_{100}$  zhruba 1,7 m) v trase současného oplocení, jež bude zavázána v přilehlém svahu. V prostoru střelnice bude třeba doplnit systém odvodňovacích příkopů svedených k čerpací jímce na odstranění průsakových vod. Areál zahradnictví pod Chrásteckou ulicí je v současnosti chráněn zemní hrází podél levého břehu Úslavy a poměrně vysokým násypem nad kanalizačním sběračem na  $Q_{20}$ , což je pro tento typ pozemků postačující. Pokud by byl vznesen požadavek na vyšší zabezpečení areálu, bylo

by nutné zvýšit ochranné hráze a to pro  $Q_{100}$  zhruba o jeden metr.“ (Plzeňský kraj, 2004, s. 49–50)

V rámci popovodňových rekonstrukcí byla na místě staré lávky v Lobzích u areálu střelnice vybudována nová lávka, která díky rozšíření a zvýšení nebude při povodních tvořit rozvodněnému toku bariéru. Most v Koterově byl po povodních z roku 2002 opraven, ale jeho rozměry i umístění zůstaly stejné.

Zhodnocení návrhů protipovodňových opatření je také vhodným zakončením vyučování o povodních. Studenti by si měli uvědomit, že řešení geografického problému nekončí vymezením ohroženého území, ale že je třeba navrhnout i vhodná opatření vůči ohrožení. Nejprve by se studenti měli sami zamyslet, jaké možnosti protipovodňové ochrany vůbec existují. Dále lze se studenty prodiskutovat již navržená opatření (viz výše) a vést je k jejich zhodnocení (Jaká opatření jsou užitečná? Jaká jsou finančně náročná a jaká naopak finančně dostupná? Jaká opatření jsou efektivní?). Takovéto vyučování směřuje studenty k uvažování v souvislostech a ke komplexnímu řešení problému, což je jedna z šesti základních klíčových kompetencí, kterou by si studenti na vyšším stupni gymnázia měli osvojit (RVP G, 2007).

### **6.3 Svahové procesy v zájmovém území**

#### ***6.3.1 Svahové procesy spojené s povrchovou vodou – obecná charakteristika***

Mezi svahové procesy tohoto typu je řazen *Plošný splach*, který Demek (1988) definuje jako proces odnosu jemných částic půdy nebo zvětralinového pláště plošným tokem slabé vrstvy vody po povrchu terénu. Proces splachu se skládá ze dvou částí, a to zaprvé z mechanického působení vodních kapek a za druhé z odnosu uvolněných jemných částic půdy. Vodní kapky dopadající na půdní povrch svahu uvolňují jednotlivé částice. Důležitým faktorem je i velikost kapek. Největší velikosti dosahují při bouřkách, kdy se jejich erozní schopnost zvětšuje. Současně dešťové kapky udusávají povrch půdy, čímž zmenšují infiltrační schopnost půdy (Demek, 1988). K *odnosu* neboli *erozi* půdy na svahu dochází v momentě, kdy je síla vodního proudu větší než síly udržující částice na povrchu (Demek, 1988). Kromě splachu se k fluviaálním svahovým pochodům řadí dále *stružková*



*eroze*, což je proces probíhající na svahu, na němž se nacházejí nerovnosti, „které rozdělují souvislý laminární vodní pokryv na jednotlivé stružky s turbulentním tokem“ (Demek, 1988, s. 200). Vlivem těchto nerovností vzniká na svazích soustava různě hlubokých stružek, které rozrušují povrch svahu. Prohlubováním stružek dochází pozvolna ke vzniku *strží*, ve kterých dále probíhá stržová eroze. Jako strže jsou definovány zářezy mající příkré stěny a v příčném profilu tvar písmene „V“. Vznikají většinou v málo zpevněných horninách (Demek, 1988)

Proces odnosu půdy je výsledkem činnosti mnoha faktorů. Mezi činitele ovlivňující tento proces řadí Demek (1988): vlastnosti reliéfu (sklon, expozice, délka a tvar svahu), horninové složení, půdní vlastnosti, podnebí, vegetační pokryv a způsob hospodaření v dané lokalitě.

Důsledkem výše uvedených procesů je poškozování až úplné zničení půdy v zemědělsky využívaných oblastech. Mimo zemědělství působí odnos půdy značné škody např. poškozováním komunikací, popř. budov, zanášením vodních nádrží a toků splaveninami a znečišťováním toků, pokud odnesená půda obsahuje nebezpečné chemické látky např. v podobě hnojiv a pesticidů ze zemědělsky využívané půdy (Pasák a kol., 1984).

V zájmovém území byl několikrát zaznamenán plošný splach půdy ze zemědělsky využívaných ploch na komunikace. V důsledku toho dochází ke ztrátě zemědělské půdy a poškozování komunikací. Následující kapitola (č. 6.3.2) se proto zabývá vymezením lokalit, které jsou plošným splachem ohroženy nejvíce. Dále se zabývá možnostmi ochrany před odnosem půdy a také zařazením této problematiky do výuky.

### ***6.3.2 Ohrožení zájmového území svahovými procesy spojenými s povrchovou vodou***

Pro zjištění míry ohrožení zájmového území svahovými procesy spojenými s působením povrchové vody – zejména plošným splachem a navazující stružkovou erozí, byl vytvořen jednoduchý model v programu ArcGIS. Podobně jako u modelu, který vymezoval lokality ohrožené zaplavením lze i model zjišťující míru ohrožení území splachem zařadit do výuky o environmentálních hazardech. Při tvorbě modelu si studenti uvědomí, jaké faktory mají na proces splachu vliv, které ho ovlivňují nejvíce a lépe si tak

celý proces dokážou představit. Cílem této prakticky orientované výuky je:

- 1) Představit GIS jako užitečný nástroj při řešení konkrétních geografických problémů (vymezení ohrožených lokalit)
- 2) Zprostředkovat studentům, jaká rizika sebou splach půdy přináší.
- 3) Přimět studenty k zamyšlení nad vhodnou ochranou ohrožených oblastí.

Model si klade za cíl vymežit lokality, které jsou potenciálně fluviálními svahovými procesy ohroženy a vychází ze zjednodušeného předpokladu, že k vyššímu působení svahových procesů dochází u svahů s vyššími sklony. Dalším předpokladem je, že svahové pochody jsou intenzivnější na svazích s „teplou“ orientací tj. s jižní, jihozápadní a západní (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. in Dokoupil J, Matušková A. a kol., 2005). Posledním předpokladem důležitým pro vznik modelu je vyšší působení svahových pochodů u svahů s absencí vegetačního krytu, který přímo ovlivňuje stabilitu i infiltrační schopnosti půdy (Demek, 1988). Cílem modelu je tedy lokalizovat svahy s vyšším sklonem, teplou orientací a s celoroční nebo sezónní absencí vegetačního krytu. Na těchto svazích je předpokládáno nejvyšší ohrožení svahovými pochody.

Model byl vytvořen v programu ArcGIS (verze 10.0) a byla použita následující vstupní data<sup>6</sup>:

vektorová liniová vrstva vrstevnic, Český úřad zeměměřičský a katastrální, ZABAGED, 2012

vektorová polygonová vrstva území trvale bez vegetačního krytu získaná vektorizací rastrového leteckého snímku zájmového území (letecký snímek poskytl P. Mentlík)

---

<sup>6</sup> Pro využití těchto dat ve výuce je třeba, aby učitel předem provedl vektorizaci leteckého snímku zájmového území. Letecké snímky jsou běžně dostupné na mapových serverech. Je třeba vymežit území trvale bez vegetačního krytu a území bez vegetačního krytu po určitou dobu roku (obdělávaná pole). Dále je nutné získat liniovou vrstvu vrstevnic, kterou pro studijní účely poskytuje zdarma Český úřad zeměměřičský a katastrální.

vektorová polygonová vrstva území přechodně bez vegetačního krytu (obdělávaná pole) získaná vektorizací rastrového leteckého snímku zájmového území (letecký snímek poskytl P. Mentlík)

Pro odvození sklonů a orientace svahů bylo potřeba nejprve vytvořit digitální model reliéfu (DMR), k čemuž byla použita vektorová vrstva vrstevnic. Vzniklý DMR byl následně převeden do rastru, z kterého bylo dále možné odvodit sklony a orientace svahů. Dalším krokem bylo převedení dvou vektorových polygonových vrstev území trvale a přechodně bez vegetace do rastrové podoby. Tím vznikly čtyři rastrové vrstvy (sklony, orientace, území bez vegetace a pole), které tvoří vstupní parametry modelu (viz obrázek č. 14). Tyto rastrové vrstvy prošly v dalším kroku reklasifikací. Reklasifikace byla provedena z důvodu přiřazení váhy vlivu na svahové pochody jednotlivým faktorům a částečně vychází z metodiky použité pro tvorbu „Modelu pro delimitaci georeliéfu z hlediska potenciálu hospodářských aktivit v zájmové oblasti“ uvedený v „Metody pro určení oblastí potenciálního hospodářského rozvoje (problematika geologie, geomorfologie a GIS)“ autorů Mentlíka, Jedličky a Krafa, 2005 (In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005). Při vytváření modelu ve výuce by bylo vhodné, aby učitel připravil data do této podoby (čtyři vstupní rastry modelu) a studenty nechal pracovat na reklasifikaci a samotné tvorbě modelu.<sup>7</sup>

Při reklasifikaci rastru orientace svahů (viz tabulka č. 3) byla buňkám, na nichž se rozkládají svahy s chladnou orientací, přiřazena hodnota 1 a buňkám, které jsou vyplněny svahy s teplou orientací, hodnota 2. Vyšší váha pro svahy s teplou orientací byla zvolena z toho důvodu, že obecně platí, že svahové pochody jsou u svahů s teplou orientací častější, minimálně s ohledem na předpokládané rychlejší zvětrávání a následnou akumulaci zvětralin na svazích. Uvedený postup sice silně zjednodušuje danou problematiku, ale názorně přibližuje základní charakteristiky geomorfologických procesů –

---

<sup>7</sup> Příprava dat do této podoby je pro studenty bez zkušeností s prací s GIS softwarem poměrně náročná a snadno může dojít k technickým potížím a k následné časové prodlevě při řešení těchto potíží. Na druhé straně proces reklasifikace a výpočet sumy reklasifikovaných povrchů není technicky náročná operace a nemělo by při ní docházet k problémům. Nejprve je však v teoretickém úvodu nutné vysvětlit, proč k reklasifikaci vůbec musí dojít a proč se jednotlivým faktorům přiřazuje daná hodnota. Tím studenti získají představu, jaké faktory a v jaké míře mají na proces splachu vliv.

vhodné pro přiblížení studentům. V chladných obdobích pleistocénu navíc byly geomorfologické procesy často intenzivnější (z důvodu přítomnosti permafrostu a geliflukce) a rozdíl mezi svahy s teplou a chladnou orientací byl ještě výraznější, než je tomu dnes (Czudek, 1997). Proto je v současnosti na svazích s teplou orientací vyvinutá silnější vrstva zvětralin, které jsou náchylnější ke svahovým pohybům (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005). Buňkám, odpovídajícím rovinám, byla přiřazena nulová váha.

Orientace svahu	Hodnota reklasifikace
rovina	0
chladná orientace (S, SV, V, JV, SZ)	1
teplá orientace (J, JV, Z)	2

Tabulka č. 3, Reklasifikace orientace svahů, upraveno podle (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005.

In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005)

Při reklasifikaci sklonů svahů (viz tabulka č. 4) byla váha přiřazována na základě faktu, že „u svahů s vyššími sklony dochází k více intenzivnímu působení svahových pochodů“ (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005). Váha tedy rostla s narůstajícími sklony svahu až do hodnoty 25°, což je hranice, do které roste pravděpodobnost plošného odnosu půdy. Za touto hranicí pravděpodobnost plošného splachu opět klesá a narůstá už jen pravděpodobnost lineární eroze, sesuvů a skalního říčení (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005). U svahů se sklony 25 – 35° byly tedy přiřazeny váhy nižší. V zájmovém území se nenachází svahy s vyšším sklonem než 35°. Lokalitám, ve kterých se rozprostírá rovina, byla opět přiřazena nulová váha.

Sklon svahu (°)	Převládající svahové procesy	Hodnota reklasifikace
rovina	Absence svahových pochodů	0
0–2,5	Slabý plošný splach a lineární eroze	1

2,5–5	Silná denudace (plošný splach a stružková eroze)	2
5–10	Silná denudace (plošný splach a stružková eroze), Počátek nebezpečí vzniku sesuvů	4
10–15		6
15–20	Silná plošná i lineární eroze, velká pravděpodobnost vzniku sesuvů	8
20–25		10
25–30	Velmi intenzivní zejména lineární eroze, vznik sesuvů	9
30–35		8

Tabulka č. 4, Reklasifikace sklonu svahů, upraveno podle (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005)

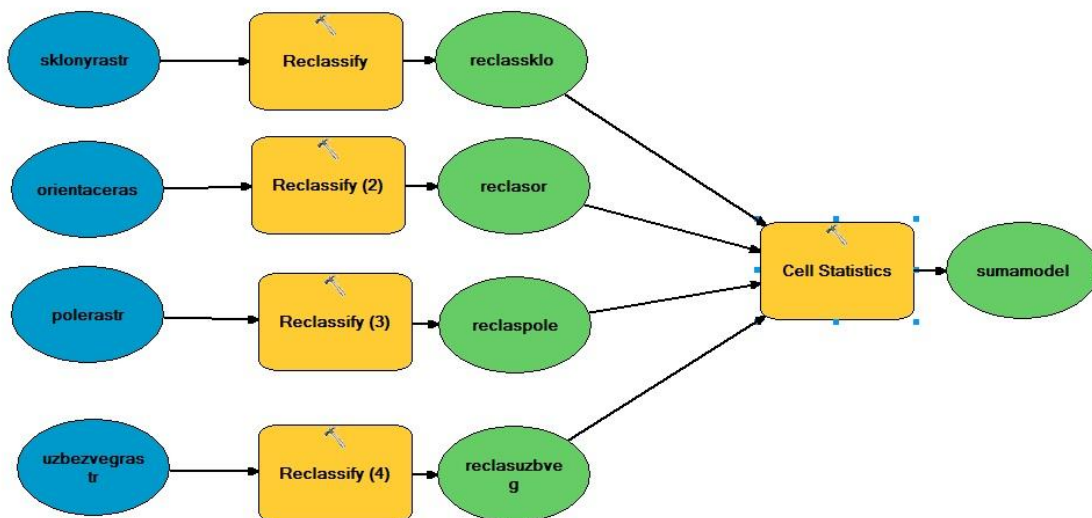
Při přiřazování váhy rastrům území trvale a přechodně bez vegetace byla vyšší hodnota přiřazena lokalitám, které jsou celoročně bez vegetačního krytu, a to hodnota 3. Hodnota 2 byla přidělena všem plochám, na kterých se rozkládají obdělávaná pole, která jsou bez vegetačního krytu jen část roku (viz tabulka č. 5).

Využití území (land use)	Hodnota reklasifikace
Území přechodně bez vegetace (obdělávaná pole)	2
Území trvale bez vegetace	3

Tabulka č. 5, Reklasifikace využití území, vlastní zpracování

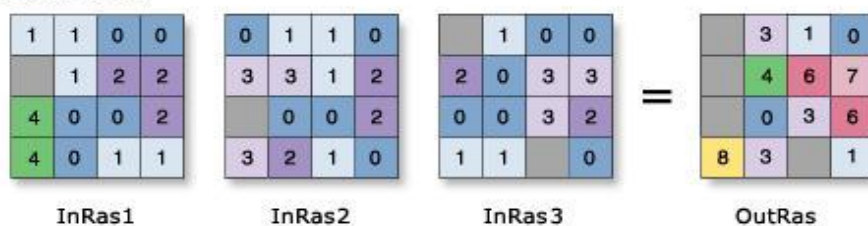
Po reklasifikaci vstupních rastrů byl proveden součet všech těchto rastrů pomocí nástroje Cell Statistics – SUM, který sečte buňky všech vstupních rastrů (viz obrázek č. 15). Výsledkem je model s hodnotami buněk 0–15, přičemž platí, že čím vyšší je hodnota buňky, tím vyšší je pravděpodobnost výskytu plošného splachu. Výsledný rastr (viz obrázek č. 16) byl rozdělen do pěti skupin, přičemž skupina s hodnotami buněk 0–3 byla

vyhodnocena jako místa splachem neohrožená, buňky s hodnotami 3–6 jako území mírně ohrožené splachem, buňky s hodnotami 6–9 byly vyhodnoceny jako místa středně ohrožená splachem, 9–12 jako lokality ohrožené splachem a buňky s hodnotami 12–15 byly vyhodnoceny jako místa splachem silně ohrožená.



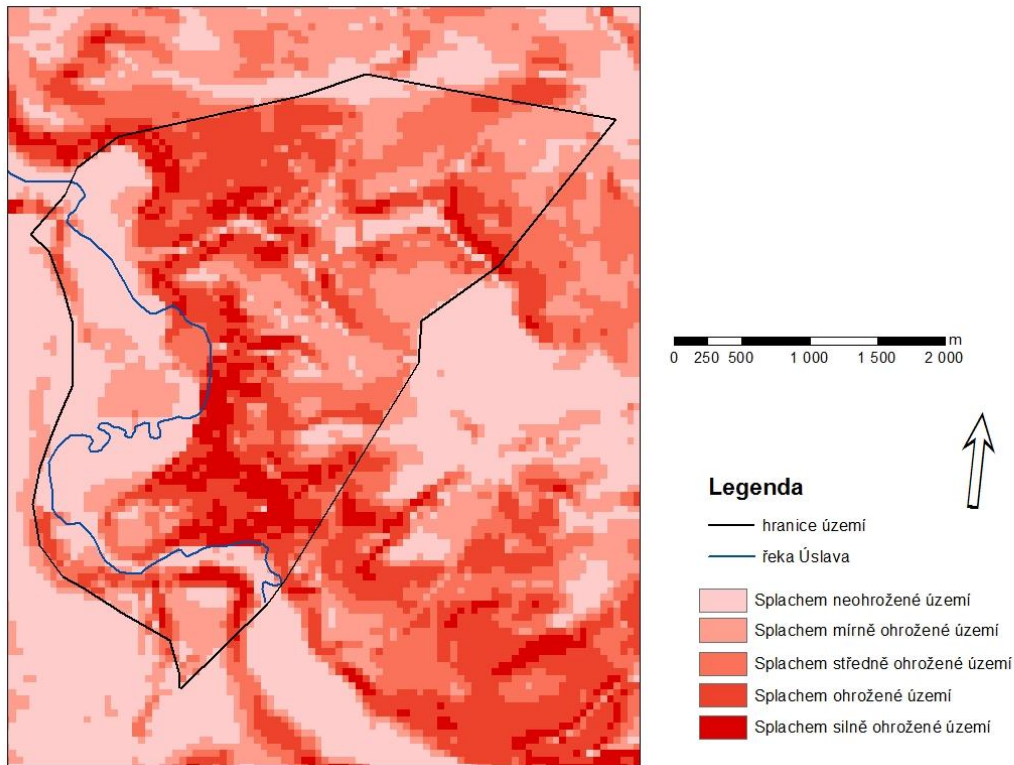
Obrázek č. 14, Model vizualizace svahů s potenciálním ohrožením vůči plošnému splachu, vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0

### Illustration



$$OutRas = CellStatistics([InRas1, InRas2, InRas3], "SUM", "DATA")$$

Obrázek č. 15, Princip fungování nástroje Cell Statistics – SUM, Převzato z ArcGIS Resource Center, Desktop 10, 2011



Obrázek č. 16, Model ohrožení území plošným splachem, vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0

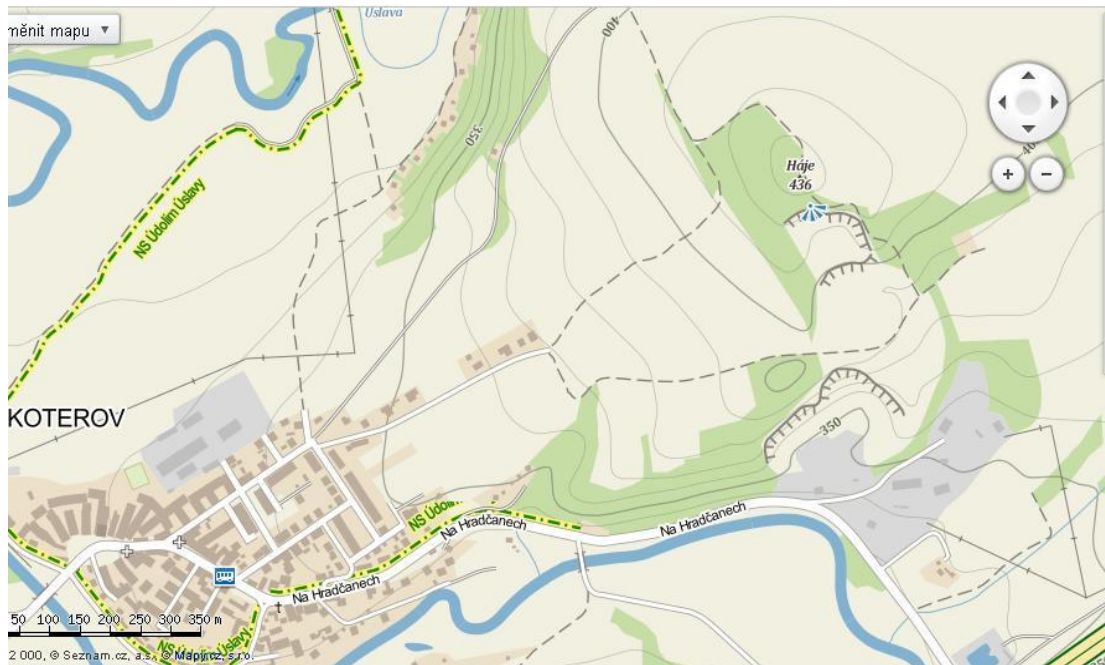
Jako území splachem silně ohrožené je vyhodnoceno zejména zemědělsky využívané území nacházející se u obce Koterov. Riziko je zde ještě umocněno orbou polí po spádnici (viz obrázek č. 17 ilustrující pomocí vrstevnic průběh spádnice svahu u Koterova, na kterém se pole rozkládá a č. 18), která pravděpodobnost splachu zvyšuje – zjištěno v roce 2012 a 2013.

Podobná situace se opakovala (zjištěno v roce 2012) i u polí u Božkova (napravo od ulice Letkovská), která jsou modelem také vyhodnocena jako riziková pro plošný svah a navíc je i zde orba provedena po spádnici svahu (viz obrázek č. 19 ilustrující pomocí vrstevnic průběh spádnice pole u Božkova a č. 20). Podobné lokální problémy je vhodné monitorovat a důsledně využívat ve výuce. Žáci a studenti by měli chápat závažnost a dopady těchto negativních forem prací v krajině (snižování úrodnosti půd a s tím spojené nižší výnosy ze zemědělství, zanášení vodních toků a nádrží a možnost jejich znečištění kvůli obsahu chemických látek v zemědělské půdě).

Dále je z modelu dobře patrná lokalita zakleslého meandru mezi Božkovem a Lobzy, kde se nachází velký počet strží a území je tedy náchylné ke stržové erozi a zároveň není vyloučeno ani působení plošného splachu. Jako území splachem značně ohrožené je území



vyplněné příkrým svahem na pravém břehu Úslavy, který je také protkán stržemi. Ohrožené je podle modelu i údolí Božkovského potoka a svahy nad odkalištěm popílku mezi Božkovem a Letkovem.



Obrázek č. 17, Vrstevnice v okolí obce Koterov ilustrující průběh spádnice svahu, na kterém se rozkládá pole, převzato z Mapy.cz s.r.o., 2011



Obrázek č. 18, Orba polí po spádnici v okolí obce Koterov, převzato z Mapy Google, 2013





Obrázek č. 19, Vrstevnice zobrazující průběh spádnice svahu v okolí obce Božkov, na kterém se rozkládá pole, převzato z Mapy.cz s.r.o., 2011



Obrázek č. 20, Orba polí po spádnici v okolí obce Božkov, převzato z Mapy Google, 2013

Zemědělskou půdu na svazích lze před odnosem půdy chránit pomocí protierozních opatření. Jedná se o soubor různých opatření, které se vzájemně doplňují. Protierozní

opatření lze rozdělit na organizační, agrotechnická a technická (Hauptman, Ivo et al., 2009).

Do organizačních opatření se řadí například protierozní rozmístění plodin, pásové hospodaření a pozemkové úpravy (Dostál T., Protierozní opatření, 2012). Protierozní rozmístění plodin stanovuje, jaké plodiny jsou vhodné k pěstování na různých sklonech svahu. Například obiloviny, řepka i okopaniny jsou vhodné k pěstování jen na svazích do sklonu 7°. Další hranicí je 12°, do které je vhodné pěstování jen úzkořádkových plodin. Nad tuto hranici je doporučeno pouze zatravnění nebo zalesnění. Při pásovém hospodářství vznikají na polích travní pásy, které sníží objem odtoku a jeho rychlost a zachytí splaveniny nebo jsou v pásích pěstovány střídavě plodiny více a plodiny méně náchylné k erozi, přičemž pásy plodin méně náchylných k erozi plní podobnou funkci jako travní pásy. Do pozemkových úprav patří například tvorba mezí, remízů a příkopů na zemědělské půdě ve svazích (Dostál T., Protierozní opatření, 2012).

Mezi agrotechnická opatření řadíme vrstevnicové obdělávání, ochranné obdělávání půdy a protierozní technologie pěstování vybraných plodin (Hauptman, Ivo et al., 2009)

Do poslední kategorie, technických protierozních opatření, patří terénní urovnávky, protierozní meze a terasování (Hauptman, Ivo et al., 2009).

K ochraně především zemědělsky využívaných ploch, které byly modelem vyhodnoceny jako ohrožené, lze výše popsaná protierozní opatření doporučit. Především lze doporučit aplikaci nepříliš nákladných opatření v podobě vrstevnicového obdělávání půdy a protierozní rozmístění plodin.

Návrh protierozních opatření ohrožených lokalit by měl být také součástí práce s modelem ve výuce. Nejprve by mělo dojít k diskuzi, jaká opatření mohou splachu v ohrožených oblastech zabránit. Dále by bylo dobré seznámit studenty s výše uvedenými typy protierozních opatření a nechat je vyhodnotit jejich dostupnost, finanční náročnost, efektivitu atd. v konkrétní lokalitě. Studenti by si měli uvědomit klady a zápory jednotlivých řešení.

## 6. 4 Sucho

### 6.4.1. Sucho – obecná charakteristika

Pojem *sucho* není jednoznačně definovatelný pojem. V rámci České republiky lze jako sucho obecně označit „vodní deficit jako následek zmenšeného množství srážek a malé četnosti jejich výskytu pro dané místo a období“ (Němec, Hladný a kol. 2006). Při definování ale často záleží na úhlu pohledu, z kterého je tento jev zkoumán a definice se v různých vědních oborech liší. Nejčastěji je na sucho pohlíženo z hlediska meteorologického, hydrologického, zemědělského a socioekonomického.

Při hodnocení sucha z pohledu meteorologického je bráno v úvahu několik ukazatelů, kterými je jednak četnost výskytu a množství srážek a dále ukazatele ovlivňující evapotranspiraci jako jsou teplota vzduchu, intenzita slunečního záření, rychlost větru a vlhkost vzduchu. Často je sucho definováno pomocí odchylky úhrnu srážek od dlouhodobého průměru. Další definice označují za sucho období vymezené počtem dnů s úhrnem menším než je určitá stanovená hodnota. Takovéto definice se vždy vztahují jen k určité lokalitě a charakteristikám místního klimatu (Němec, Hladný a kol. 2006).

Definice sucha z hlediska zemědělského navazuje na definici meteorologickou s přídavkem zmínění dopadů na zemědělskou činnost a sucho podle ní nastává, když dostupné množství vody nepokrývá potřeby zemědělské produkce. Působení sucha v zemědělství může být do jisté míry zmírněno použitím zavlažovací techniky v dané oblasti. V případě zemědělského sucha dochází k celkovému poklesu zemědělské produkce a ztrátě výnosů (Němec, Hladný a kol. 2006).

Hydrologické sucho se v krajině projevuje až po určité době nedostatku srážek. Při hodnocení sucha z hydrologického hlediska jsou posuzovány ukazatele jako velikost odtoku z povodí a zásoby vody ve vodních nádržích. Často je hydrologické sucho definováno pomocí ukazatele  $Q_{355}$ , což je průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen 355 krát v roce. Pokud průměrný denní průtok ve třech po sobě jdoucích dnech dosáhne hodnoty  $Q_{355}$  nebo je menší, nastalo z hydrologického hlediska sucho. Negativní dopady hydrologického sucha se odrážejí v hydroenergetice, zásobování pitnou vodou, při rekreaci nebo vodní dopravě (Němec, Hladný a kol. 2006).

Socioekonomické definice sucha pracují především s následky sucha meteorologického, hydrologického a zemědělského na společnost a její hospodářskou činnost. Sucho z pohledu socioekonomického tedy nastává v případě, že nedostatek vody začne narušovat fungování některého hospodářského odvětví nebo negativně ovlivňovat obyvatele postižené oblasti (Němec, Hladný a kol. 2006).

Sucho často společností není vnímáno jako přírodní riziko a v porovnání s ostatními riziky mu není věnována velká pozornost. Je to především z toho důvodu, že působení sucha je pomalé a lze jen obtížně stanovit jeho začátek a konec. Proto bývá sucho někdy označováno jako „plíživý“ jev. Tento „plíživý“ jev však dokáže způsobit ohromné škody, v rozvojových zemích dokonce ztráty na životech a jeho následky jsou patrné někdy i několik let (Němec, Hladný a kol. 2006). Právě z toho důvodu, že je sucho jako environmentální hazard často podceňováno, je vhodné integrovat tuto tematiku do výuky. Studenti by si měli uvědomit, že sucho není jen riziko ohrožující země subtropického podnebného pásu, ale že je velkým rizikem i v zemích mírného pásu a svými následky může ohrozit i Českou republiku. Studenti by se měli naučit:

- 1) Kdy nejčastěji dochází ke vzniku sucha (*V letních měsících, kdy je nejvyšší výpar. Při častějším výskytu tlakových výší, které brání přechodu frontálních systému z Atlantického oceánu (Němec, Hladný a kol. 2006)*)
- 2) Jaké faktory (přírozené i antropogenní) se na vzniku sucha podílejí (*nízký srážkový úhrn, vysoký výpar, zvyšování podílu nepropustných ploch – znemožnění infiltrace srážkové vody, snižování podílu ploch s vegetačním krytem, nadměrný odběr vody pro závlahy atd.*)
- 3) Jaké může mít sucho následky (*snížení výnosů ze zemědělství, zhoršení fyzikálně chemických vlastností půd, silná eroze při výskytu přivalových dešťů po obdobích sucha, snižování biodiverzity, nedostatek vody pro hospodářské účely, omezení energetického využití vody atd. (Rožnovský et al., 2012)*)
- 4) Jaké jsou možnosti ochrany a prevence před suchem (*zvyšování retenční schopnosti krajiny, recyklace vody, dokonalejší čištění odpadních vod, výstavba vhodných vodních nádrží atd.*)

#### 6.4.2 Sucho v zájmovém území

V článku Hydrologická hodnocení ve vztahu k regionálnímu rozvoji (Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005) se autor mimo jiné věnuje problematice srážkových limitů pro zemědělskou výrobu. Při hodnocení zajištění vláhy pro zemědělské plodiny klimatickými podmínkami se v praxi používá výpočet hydrotermických koeficientů, které se vypočítávají na základě hodnot srážkových úhrnů a teplot. Pro analýzu vlivu klimatických podmínek na zajištění vláhy pro zemědělství v Plzeňském kraji použil Kopp (In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005) vzorce pro výpočet hydrotermického koeficientu v následujícím tvaru:

$$HTK = H_s / (0,1 \cdot \sum t), \text{ kde}$$

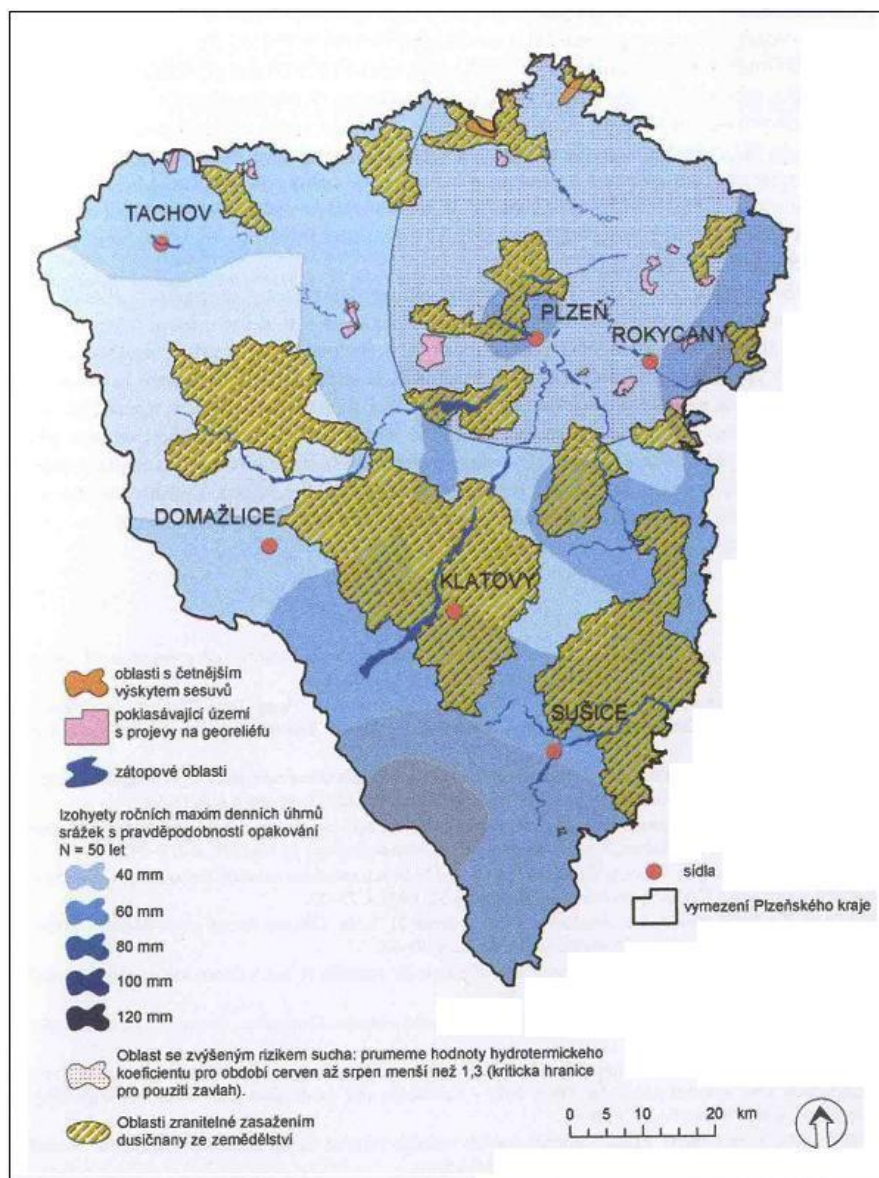
„ $H_s$  je úhrn srážek (mm) v kritickém období (vybrané letní měsíce);  $\sum t$  je součet průměrných denních teplot vyšších než 10 °C za kritické období;  $0,1 \cdot \sum t$  je přibližným odhadem potenciální evapotranspirace“ (Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005, s. 69). Výpočet byl proveden pro kritické období ve vývoji některých zemědělských plodin a dále pro celé letní období od června do srpna ( $HTK_1$ ). V oblasti kolem Plzně (viz obrázek č. 21), kam spadá i zájmové území, se hodnoty  $HTK_1$  pohybovaly kolem 1,3, což je bráno jako limitní hranice pro použití závlah v zemědělství.

Zájmové území vykazuje extrémně nízké hodnoty i u dalšího ukazatele sucha, kterým je nízký odtok. Příčinou nízkých průtoků je především delší období bez srážek zejména v letním období, kdy zároveň dochází k vysokému výparu. Povodí Úslavy, především dolní část povodí, která se rozkládá v zájmovém území, je hodnoceno jako povodí s malou retenční schopností (Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005). Dále povodí Úslavy vykazuje nízké hodnoty  $q_{355}$ , což je specifický 355denní průtok ( $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ ), jehož hodnota je pro řeku Úslavu ve stanici Koterov 0,42. Celkově je povodí charakterizováno nižším odtokovým koeficientem a nízkými srážkami. Odtokový koeficient je vyjádřen jako poměr srážkového úhrnu ( $H_s$ ) a odtokové výšky ( $H_o$ ) a jeho hodnota je na Úslavě ve stanici Koterov 0,24. Příčinou těchto nízkých hodnot (viz tabulka č. 6) může být fakt, že na rozdíl od ostatních toků Plzeňského kraje, které pramení na Šumavě nebo v Českém lese, Úslava pramení v nižších nadmořských výškách.



Plocha povodí P (km <sup>2</sup> )	Dlouhodobý průměrný roční průtok Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Stoletý průtok Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Průměrný roční úhrn srážek na povodí H <sub>s</sub> (mm)	Specifický odtok Q (l.s <sup>-1</sup> .km <sup>-2</sup> )	355denní průtok Q <sub>355</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Odtokový koeficient (H <sub>s</sub> / H <sub>0</sub> )	Specifický 355denní průtok q <sub>355</sub> (l.s <sup>-1</sup> .km <sup>-2</sup> )
734,3	3,53	247	628	4,81	0,31	0,24	0,42

Tabulka č. 6, Odtokové charakteristiky řeky Úslavy ve stanici Koterov, vlastní zpracování dle dat (Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005)



Obrázek č. 21, Mapa geohazardů Plzeňského kraje, převzato z Mentlík, Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005

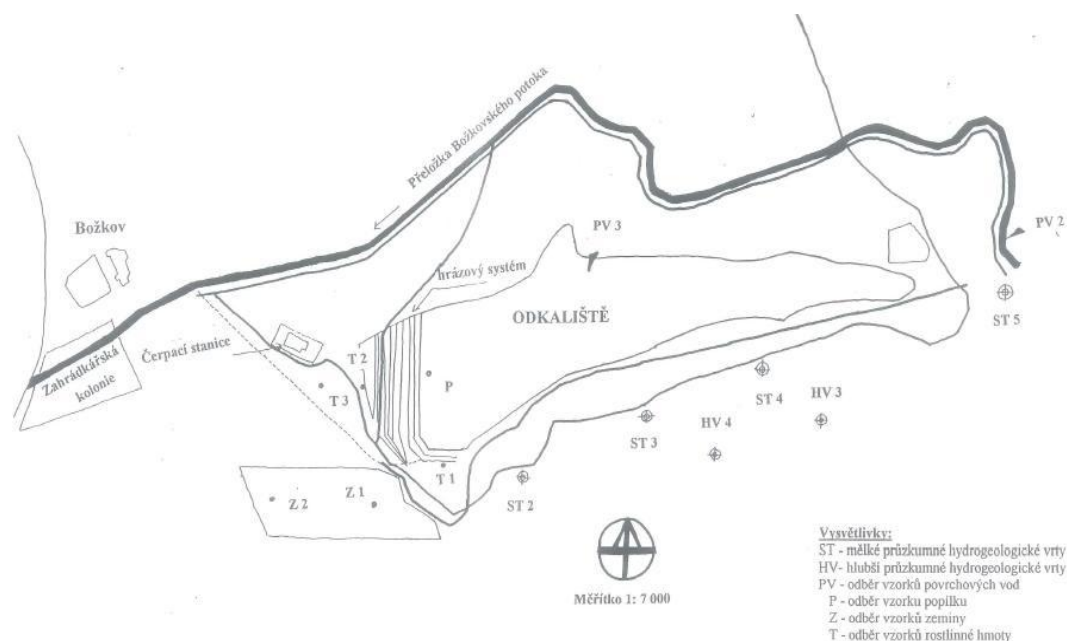
## 6.5 Odkaliště popílku Plzeň – Božkov

V zájmovém území je možné identifikovat potenciální environmentální hazard antropogenního původu, kterým je odkaliště nacházející se východně od obce Božkov směrem k obci Letkov. Odkaliště bylo vybudováno k ukládání odpadů vznikajících při výrobě tepla a elektrické energie vyráběné v Plzeňské teplárenské (Kokoška J. a Vlasák P., 2004). Odkaliště zaujímá plochu cca 21 ha a svou činnost zahájilo v roce 1983. Od té doby až do roku 1999 zde byl ukládán popílek vznikající při spalování fosilního paliva a struska z provozu kotlů. Tuhý i kapalný odpad byl pomocí systému potrubí vypouštěn do odkaliště. Popílek i struska se ukládaly na dně a odsazená voda byla odváděna zpět do teplárny. V roce 1998 bylo v odkališti uloženo přibližně 700 000 tun popílku (Kolářová M., 2002). Po zavedení fluidního spalování začala teplárna produkovat jiné druhy odpadů, které už nemohly být technologií naplavování ukládány. Z tohoto důvodu bylo využívání odkaliště v roce 2001 definitivně ukončeno. Už v roce 1999 byl však zpracován projekt na rekultivaci odkaliště (Kokoška J. a Vlasák P., 2004).

Prováděnou rekultivaci božkovského odkaliště lze rozdělit na technickou a biologickou. Úkolem technické rekultivace je připravit rekultivační materiál, který je tvořen třemi základními komponenty, kterými jsou teplárenský popílek, kaly z čistíren odpadních vod a odpadní zeminou. Vhodný poměr všech komponentů musí projít řádným promísením. Tak vzniká svrchní biologicky aktivní vrstva, která je vhodná k finálnímu osázení při rekultivaci biologické. Plochy vyplněné rekultivačním materiálem jsou následně zatravněny. Po zapojení travních porostů následuje vysazení stromů a keřů. Podle informací zveřejněných firmou provádějící rekultivační práce, kterou je společnost Rekka s. r. o., je termín realizace technické části stanoven od roku 1999 do roku 2014. Následná biologická část rekultivace spočívající v založení porostů a v následné péči o ně má proběhnout v rozmezí let 2014 – 2018 (Rekka s. r. o., Odkaliště Plzeň – Božkov).

Rizik spojených s přítomností odkaliště je celá řada. Odkaliště jsou náchylná k vodní i větrné erozi, znečištění půdy, povrchových i podzemních vod (Kolářová M., 2002). Popílek, který vzniká jako vedlejší produkt spalování fosilního paliva – v případě Plzeňské teplárenské – hnědého uhlí, obsahuje těžké kovy (As, Cd, Ni, Be, Al). Tyto těžké kovy se průsakem mohou dostat do podloží a negativně ovlivnit půdy a podzemní vodu. V případě odkaliště Plzeň – Božkov proběhla v letech 1996–1998 analýza vlivu odkaliště na životní prostředí se zaměřením na znečištění podzemních vod, kterou provedla společnost AQUATEST – Stavební geologie a.s. V areálu odkaliště bylo provedeno několik vrtů

k odběru podzemní vody (viz obrázek č. 22). Ta prošla úplnou chemickou analýzou a následné hodnocení bylo provedeno podle normy ČSN 75 7111 pro pitnou vodu. Hodnocení ukázalo, že v podzemní vodě byly překročeny limity u těchto kovů: Cd, As, Be, Al (Kolářová M., 2002).



Upraveno podle AQUATEST (1998)

Obrázek č. 22, Mapa odebraných vrtů podzemní vody v areálu odkaliště Plzeň – Božkov, převzato z Kolářová M., 2002

Zařazením podobného příkladu z místního regionu do výuky získají studenti konkrétní představu, jaké zdroje znečištění se v jejich okolí vyskytují a jaké mohou mít na životní prostředí dané lokality vliv. Proto je vhodné podobné příklady integrovat do výuky a upozorňovat na potenciální rizika s nimi spojené.



## **7. Didaktická transformace**

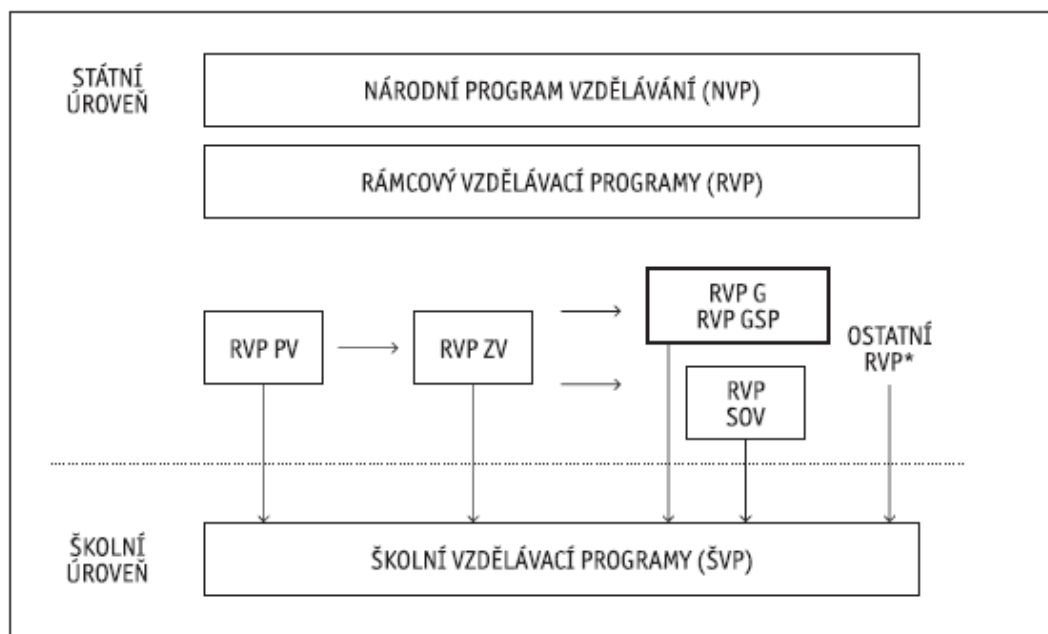
Druhým hlavním cílem této práce je didaktická transformace dominantních hazardů v zájmovém území s cílem navržení konkrétního projektu pro studenty gymnázií. Jak je patrné z předchozích kapitol, dominantním hazardem v zájmové oblasti jsou říční povodně. Proto byl pro tento hazard zpracován projekt, který přiblíží danou tematiku studentům ať ve výuce nebo v rámci zájmových kroužků. Tato kapitola se tedy zabývá nejprve analýzou současných kurikulárních dokumentů a zařazením tématu environmentálních hazardů v rámci těchto dokumentů, což umožní konkrétní zasazení projektu do výuky. V další části je uveden popis navrženého projektu.

### **7.1 Analýza tématu „environmentální hazardy“ v RVP**

Následující kapitola se zabývá zařazením tématu „environmentální hazardy“ do oficiálních kurikulárních dokumentů, které vyplývají z Národního programu rozvoje vzdělávání v ČR (tzv. Bílé knihy) a jsou zakotveny v zákoně č. 561/ 2004 Sb. (RVP G, 2007). Celý systém kurikulárních dokumentů prošel v nedávné době rozsáhlými změnami. Z tohoto důvodu budou nejdůležitější změny a základní struktura těchto dokumentů popsány v následujících odstavcích. Práce se zaměřuje především na gymnaziální vzdělávání.

#### ***7.1.1 Systém kurikulárních dokumentů***

Systém kurikulárních dokumentů je v současnosti rozdělen do dvou úrovní – státní a školní. Na státní úrovni stojí Národní program vzdělávání (NPV), který definuje nejobecnější principy a požadavky vzdělávání, a dále Rámcový vzdělávací program (RVP), který vymezuje závazné rámce pro jednotlivé etapy vzdělávání (předškolní, základní a střední vzdělávání). Na školní úrovni vznikají Školské vzdělávací programy (ŠVP), které si tvoří každá škola na základě požadavků uvedených v RVP (RVP G, 2007). Struktura kurikulárních dokumentů je uvedena ve schématu na obrázku č.23.



Obrázek číslo 23, Systém kurikulárních dokumentů současného vzdělávacího systému; PV – předškolní vzdělávání, ZV – základní vzdělávání, G - gymnázia, GSP - gymnázia se sportovní profilací, SOV - střední odborné vzdělávání (převzato: RVP G, 2007, s. 5).

K reformě celkové strategie vzdělávání došlo hned z několika důvodů. Jedním z nich byla potřeba definovat očekávanou úroveň dosaženého vzdělání v jednotlivých vzdělávacích etapách, která je nyní stanovena v RVP v podobě očekávaných výstupů a je závazná pro všechny žáky, kteří ukončí danou vzdělávací etapu. Nová strategie podporuje kromě klasického získávání znalostí a vědomostí i rozvoj tzv. klíčových kompetencí, které zahrnují i schopnosti, dovednosti, postoje a hodnoty. Těmito klíčovými kompetencemi jsou: *kompetence k učení, kompetence komunikativní, kompetence k řešení problémů, kompetence personální a sociální, kompetence občanská a kompetence k podnikavosti* (RVP G, 2007). Dalším důvodem pro zavedení RVP je snaha o zvýšení autonomie škol a jejich vyšší odpovědnost za vzdělávání svých žáků. RVP totiž obsahuje jen závazné vzdělávací obsahy a očekávané výstupy. Jakým způsobem jich bude dosaženo (jaké vzdělávací postupy, metody a formy výuky budou zvoleny) je nyní v kompetenci jednotlivých škol. RVP je koncipován tak, aby podporoval celoživotní učení (RVP G, 2007).

V dokumentu RVP je celkový vzdělávací obsah dělen do vzdělávacích oblastí. Konkrétně RVP pro gymnázia (RVP G) je dělen do osmi vzdělávacích oblastí (*Jazyk a jazyková komunikace, Matematika a její aplikace, Člověk a příroda, Člověk a společnost,*

*Člověk a svět práce, Umění a kultura, Člověk a zdraví a Informatika a informační a komunikační technologie*) (RVP G, 2007). Každá vzdělávací oblast je tvořena jedním nebo více obsahově blízkými obory (např. vzdělávací oblast Člověk a příroda je tvořena obory Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie a Geologie). Jednotlivé vzdělávací oblasti obsahují vždy stručnou charakteristiku a cíle. Následuje popis vzdělávacích obsahů a očekávaných výstupů pro každý obor dané vzdělávací oblasti.

Důležitou součástí RVP jsou tzv. průřezová témata. Jedná se o aktuální společenská témata, která mají především formativní funkci a ovlivňují postoje a hodnoty žáků. Dále propojují a doplňují jednotlivé vzdělávací oblasti a pomáhají rozvíjet klíčové kompetence. RVP G definuje pět průřezových témat (*Osobnostní a sociální výchova, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Multikulturní výchova, Environmentální výchova a Mediální výchova*) (RVP G, 2007). Každé průřezové téma obsahuje opět stručnou charakteristiku, popis přínosu k rozvoji osobnosti žáka a tematické okruhy. Tematické okruhy jsou povinné a školy je musí zařadit do svých ŠVP. Školy si však mohou samy zvolit, jakým způsobem budou průřezová témata plnit. Je možné je zařadit do jednotlivých vzdělávacích oblastí nebo je realizovat formou projektů, seminářů a besed nebo vytvořit samostatný vyučovací předmět. Tyto varianty lze také libovolně kombinovat (RVP G, 2007).

### **7.1.2 Zařazení tématu „environmentální hazardy“ do RVP G**

Následující část se zabývá vhodným zařazením problematiky environmentálních hazardů do gymnaziální výuky. Vychází při tom z platného kurikulárního dokumentu pro gymnázia – RVP G. Téma environmentálních hazardů je v RVP G součástí především vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Problematika zasahuje i do průřezového tématu Environmentální výchova.

Z oborů vzdělávací oblasti Člověk a příroda se téma environmentálních hazardů přímo dotýká oboru Geografie a Geologie, další obory (Fyzika, Chemie, Biologie) jsou zahrnuty nepřímo resp. částečně. Environmentální hazardy tak mají velmi významný multidisciplinární charakter. Mezi obecné cíle celé vzdělávací oblasti patří mimo jiné i následující body, které mohou být naplňovány právě i výukou environmentálních hazardů (RVP G, 2007):

- *předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných zákonitostí;*
- *předvídání možných dopadů praktických aktivit lidí na přírodní prostředí.*

Obor Geografie je dále dělen do pěti tematických okruhů, kterými jsou: Přírodní prostředí, Sociální prostředí, Životní prostředí, Regiony a Geografické informace a terénní vyučování. Z těchto pěti tematických okruhů se problematika environmentálních hazardů přímo či nepřímo objevuje ve čtyřech okruzích (viz tabulka č. 7). V tabulce se nacházejí jednotlivé tematické okruhy a pro ně definované očekávané výstupy a učivo (RVP G, 2007), které souvisejí s tématem environmentálních hazardů. Poslední sloupec v tabulce obsahuje zapojení tematiky environmentálních hazardů do výuky.

<b>Tematické okruhy</b> oboru Geografie (vzdělávací oblast Člověk a příroda)	<b>Očekávané výstupy</b> související s tematikou environmentálních hazardů	<b>Učivo</b> související s tematikou environmentálních hazardů	<b>Téma</b> environmentálních hazardů <b>ve výuce</b>
Přírodní prostředí	Žák porovnává na příkladech mechanismy působení endogenních a exogenních procesů a vliv na utváření zemského povrchu a na život lidí	Fyzickogeografická sféra – vzájemné vazby a souvislosti složek fyzickogeografické sféry, základní zákonitosti stavu a vývoje složek fyzickogeografické sféry, důsledky pro přírodní prostředí	Nabývání obecných zákonitostí fyzickogeografické sféry a pojmů s nimi spojených → teoretický základ pro hodnocení environmentálních hazardů Přírodní hazardy na všech úrovních (zemětřesení, vulkanismus, povodně atd.)
Životní prostředí	Žák zhodnotí některá rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni	Vývoj interakce příroda – společnost – prostorová koexistence, udržitelný rozvoj (život), limity přírodního prostředí, globální problémy lidstva, výchovné, hospodářské a právní nástroje ochrany přírody a životního prostředí	Zhodnocení konkrétních hazardů na všech úrovních

Regiony	Žák vymezí místní region na mapě podle zvolených kritérií, zhodnotí přírodní, hospodářské a kulturní poměry mikroregionu a jeho vazby k vyšším územním celkům a regionům	Místní region- možnosti rozvoje mikroregionu, strategické a územní plánování	Zhodnocení environmentálních hazardů v rámci místního regionu; rozdíly mezi regiony vzhledem k jejich zranitelnosti vůči environmentálním hazardům
Geografické informace a terénní vyučování	Používá dostupné kartografické produkty a další geografické zdroje dat a informací v tištěné i elektronické podobě pro řešení geografických problémů	Geografické informační a navigační systémy – GIS, DPZ a jejich praktické využití	Aplikace geografických a navigačních systémů při vyhledávání a vyhodnocování lokalit s působením potenciálních hazardů
Geografické informace a terénní vyučování	-	Terénní geografická výuka, praxe a aplikace – geografická exkurze a terénní cvičení, postupy při pozorování, zobrazování a hodnocení přírodních a společenských prvků krajiny	Geografická exkurze s cílem zhodnocení prvků v krajině, které by mohly v budoucnu vyústit v environmentální hazardy

Tabulka č. 7 – Zařazení problematiky environmentálních hazardů do tematických okruhů oboru

Geografie (převzato: RVP G, 2007, s. 34-37).

Dalším oborem, do kterého spadá problematika environmentálních hazardů, je obor Geologie. Tento obor je v RVP G dělen do čtyř tematických oblastí a téma environmentálních hazardů může být zařazeno do třech následujících tematických oblastí uvedených v tabulce 8.

<b>Tematické okruhy</b> oboru Geologie (vzdělávací oblast Člověk a příroda)	<b>Očekávané výstupy</b> související s tematikou environmentálních hazardů	<b>Učivo</b> související s tematikou environmentálních hazardů	<b>Téma</b> environmentálních hazardů <b>ve výuce</b>
Geologické procesy v litosféře	Žák analyzuje různé druhy poruch v litosféře	Deformace litosféry – mechanismus deskové tektoniky; zemětřesení a vulkanismus, tvary zemského povrchu	Přírodní hazardy – především zemětřesení a vulkanismus, na globální i regionální úrovni

Voda	Žák zhodnotí využitelnost různých druhů vod a posoudí možné způsoby efektivního hospodaření s vodou v příslušném regionu	Povrchové vody – hydrogeologický cyklus, geologické působení vody	Povodně na všech úrovních, sucho na všech úrovních
Člověk a anorganická příroda	Žák posuzuje geologickou činnost člověka z hlediska možných dopadů na životní prostředí	Interakce mezi přírodou a společností – přístupy environmentální geologie, rekultivace a revitalizace krajiny práce v terénu a geologická exkurze	Environmentální hazardy spojené s činností člověka především na regionální a lokální úrovni (poddolování, svahové deformace)

Tabulka č. 8 – Zařazení problematiky environmentálních hazardů do tematických okruhů oboru Geologie (převzato: RVP G, 2007, s. 37-38).

Kromě již výše zmíněné vzdělávací oblasti Člověk a příroda a do nich spadajících oborů Geografie a Geologie se problematika environmentálních hazardů vyskytuje v průřezovém tématu Environmentální výchova. V charakteristice tohoto průřezového tématu se dozvídáme, že náplní tohoto tématu by se mělo stát především propojování znalostí a dovedností z různých přírodovědných i společenských oborů s cílem řešení environmentálních problémů v praxi – „Dochází k propojování poznatků a zkušeností z různých oborů a tyto zkušenosti a poznatky jsou potom využívány pro konkrétní řešení environmentálních problémů v praxi. Významnou součástí realizace průřezového tématu může být ekologizace provozu a prostředí školy, **zaměření na řešení problémů v obci a okolí** a na spolupráci s různými partnery mimo školu“ (RVP G, 2007, s. 75).

Vzhledem k tomu, že průřezová témata lze mimo jiné realizovat formou projektů, a že si průřezové téma Environmentální výchova klade za cíl řešit konkrétní environmentální problémy v obci a okolí školy, lze právě do prostředí tohoto průřezového tématu implementovat níže navržený projekt zabývající se nejdominantnějším hazardem v zájmovém území – povodněmi. Velmi vhodně by se zde uplatnily i další podobné projekty, zpracované vzhledem k významnosti určitého hazardu v daném území (např. sesuvy ve flyšových oblastech, sesedání v poddolovaných územích apod.). Průřezové téma Environmentální výchova definuje i přínosy tohoto tématu k rozvoji osobnosti žáka, a to ve dvou úrovních. První úroveň je přínos v oblasti postojů a hodnot a druhou v oblasti vědomostí, dovedností a schopností. Navržený projekt pomáhá splňovat přínos v bodech

uvedených v tabulce č. 9:

Přínos projektu v oblasti <b>postojů a hodnot</b>	Žák se naučí vnímat místo, ve kterém žije, a změny, které v něm probíhají, a cítit zodpovědnost za jeho další vývoj, a to nejen z hlediska životního prostředí.
Přínos projektu v oblasti vědomostí, <b>dovedností a schopností</b>	Žák pozná složitou propojenost přírodních systémů a pochopí, že narušení jedné složky systému může vést ke zhroucení celého systému. Žák zná z vlastní zkušenosti přírodní a kulturní hodnoty ve svém okolí, uvažuje o nich v souvislostech a chápe příčiny a následky jejich poškozování. Žák propojuje poznatky a dovednosti z jednotlivých vzdělávacích oblastí a využívá je při řešení environmentální problematiky.

Tabulka č. 9 – Přínosy průřezového tématu Environmentální výchova naplňované projektem navrženým v této práci (převzato: RVP G, 2007, s. 76).

## 7.2 Navržení konkrétního projektu pro žáky středních škol

Navrhovaný projekt je určen pro studenty gymnázií a odpovídá i cílům kurikulárního dokumentu vytvořeného pro tuto vzdělávací oblast – RVP G. Obsah lze ale podle potřeb zjednodušit a provést i se žáky na druhém stupni základních škol. Test projektu byl zrealizován se studenty vysoké školy (FPE ZČU v Plzni – studenti oboru Geografie pro vzdělávání a Ekonomická a regionální geografie) a se studenty Univerzity třetího věku. Byl zpracováván a využit i v rámci projektu EnviroGIS.

Projekt si klade za cíl seznámit studenty s problematikou přírodních rizik na lokální úrovni, tedy přiblížit tuto problematiku studentům na příkladech, které se běžně

vyskytují v jejich bezprostředním okolí.

V rámci projektu je postupováno následujícím způsobem:

- 1) Studenti se seznámí s pojmy, které s problematikou povodní souvisí.
- 2) Naučí se rozpoznávat tvary, které po sobě rozvodněné toky zanechávají.
- 3) Představí si dopad činnosti rozvodněných toků na přilehlé okolí.
- 4) Naučí se, že i lidská činnost má vliv na průběh povodní.
- 5) Zamyslí se nad ochranou před povodněmi do budoucna.

To vše je uvedeno na příkladu poslední výrazné povodně z roku 2002.

### **7.2.1 Průběh projektu: Teoretický úvod**

Úvod projektu by měl probíhat formou diskuze se studenty. Prvním úkolem je na základě úrovně znalostí společně se studenty definovat, co jsou to povodně (nejprve studenty nechat, aby pojem zkusili vysvětlit vlastními slovy, poté uvést definici – *Přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků, při kterém voda zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody (VÚV TGM, 2012)*).

Dalším úkolem je zmínit nejčastější příčiny povodní. Učitel by se měl studentů zeptat, v jakých ročních obdobích dochází k povodním nejčastěji a z jakého důvodu. Na závěr je třeba informace utřídit a vysvětlit, že povodně jsou nejčastěji způsobené následujícími událostmi v těchto obdobích:

- 1) *dlouhotrvající regionální dešťové srážky – jaro, léto*
- 2) *krátkodobé srážky velké intenzity – léto*
- 3) *tání sněhové pokrývky – jaro*
- 4) *ledové jevy (zahrazení koryta ledovými krami) – zima, jaro*

*zdroj: (VÚV TGM, 2012)*

V poslední části úvodu je třeba studenty seznámit s výskytem rozsáhlých povodní v regionu. Učitel může diskutovat se studenty, zda si pamatují, kdy v nedávné minulosti došlo k výrazným povodním v regionu. Pokud studenti nezmíní povodně z roku 2002, měl by tuto událost zmínit učitel a krátce jí popsat (příčiny, rozsah). Právě s povodněmi z roku



2002 bude dále pracováno v praktické části projektu. Proto je nutné tuto událost zmínit jako úvod do praktické části.

### **7.2.2 Průběh projektu: Definice základních pojmů**

Před praktickou částí je třeba studenty nejprve seznámit s terminologií spojenou s říční (fluviální) činností. Tuto část projektu lze uskutečnit dvěma způsoby. Jednou z možností je forma diskuze, jejímž cílem je snažit se studenty přimět, aby nejprve vysvětlili pojmy vlastními slovy, poté učitel vymezí přesnou definici. Dále lze použít formu skupinové práce, kdy se každá skupina snaží vymyslet vlastní definice k uvedeným pojmům. Návrhy je možné zapisovat na tabuli a po prezentaci všech skupin učitel se studenty vytvoří definice správné.

K dalšímu plnění projektu je třeba s žáky definovat následující pojmy (viz první cvičení pracovního listu – příloha č. 1):

**Říční koryto** – *Místo, kde se soustředí vodní tok – tvořeno dnem a břehy (Demek, 1988). Při povodni dochází k rozlivu mimo říční koryto.*

**Údolní niva** – *Rovina podél vodního toku, na níž se ukládají sedimenty, které byly vodním tokem unášeny. Při povodních bývá zpravidla zaplavována (Demek, 1988).*

**Eroze vodních toků** – *Činnost tekoucí vody, při které se uvolňuje materiál buď ze břehu (boční eroze) nebo ze dna (hloubková eroze) toku. Touto činností dochází k rozšiřování (boční eroze) a k prohlubování (hloubková eroze) říčního koryta (Chábera, 1996). Během povodni dochází díky zvýšení průtoku a rychlosti i ke zvýšení energie toku, tím se zvyšuje i erozní činnost toku (tok uvolňuje větší množství materiálu a materiál o větší hmotnosti).*

**Transport** – *Erozí uvolněný materiál unášený vodním tokem (Demek, 1988). Při povodních se unášecí schopnost toku zvyšuje a v toku jsou přemísťovány velké objemy sedimentů za velmi krátkou dobu na poměrně velké vzdálenosti (Kraft J., Mentlík P., 2004)*

**Splaveniny** – *Hrubozrnné částice posunované a převalované po dně koryta vodním proudem (Demek, 1988). Během povodni se zvyšuje množství i hmotnost splavenin ve vodním toku.*

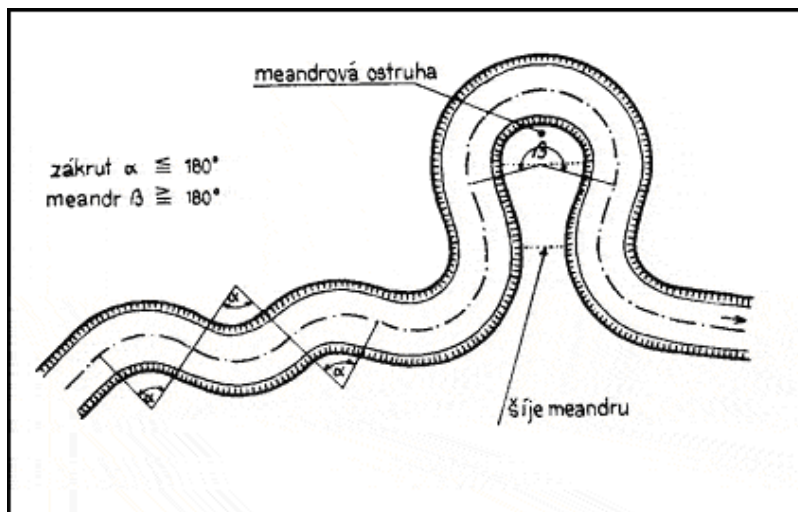
**Plaveniny** – *Jemnozrnný materiál rozptýlený ve vodě (Demek, 1988). Během povodňových událostí se zvyšuje množství plavenin ve vodním toku.*

**Sediment (říční)** – Usazený materiál, který byl unášen vodním tokem. Po snížení unášecí schopnosti toku (snížení průtoku i rychlosti toku), dochází k usazení materiálu, který byl během povodní unášen – velké množství, velké částice materiálu.

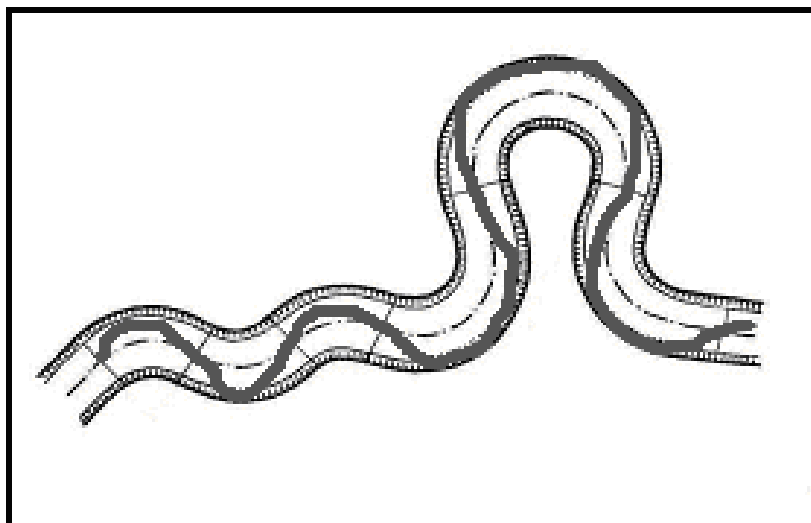
**Zákrut** - zvlněný úsek toku, středový úhel oblouku je menší než  $180^\circ$  (Demek, 1988)(viz obrázek č. 24)

**Meandr** - zvlněný úsek toku, středový úhel oblouku je větší než  $180^\circ$  (Demek, 1988)( viz obrázek č. 24) Při povodňových událostech se vodní tok napřimuje.

**Proudnice** – linie spojující místa s nejrychlejším prouděním vody (viz obrázek č. 25)



Obrázek č. 24, Zákrut a meandr, převzato z Demek, 1988



Obrázek č. 25, Proudnice, upraveno podle Demka, 1988

### ***7.2.3 Průběh projektu: Praktická část***

Praktická část projektu se zabývá konkrétním příkladem povodní z roku 2002 v zájmovém území. Na tomto příkladu je ukázáno, jak povodně probíhaly, jaké faktory průběh ovlivňovaly a jaké byly následky těchto povodní. Projekt se skládá ze dvou částí. První část studenti plní ve škole v počítačové učebně a zabývá se především geomorfologickými tvary, které po sobě povodeň v roce 2002 v krajině zanechala. Úkoly jsou mimo jiné plněny pomocí programu Google Earth. Druhá část je plněna přímo v zájmovém území v rámci terénní exkurze. Zde studenti navštíví místa, ve kterých se po povodních nacházely výrazné geomorfologické tvary, s kterými pracovali již v první části projektu. Díky terénní exkurzi by si studenti měli všechny procesy lépe představit.

#### *7.2.3.1 Práce ve škole*

Studenti vypracovávají ve skupinách pracovní list (viz příloha č. 1), ve kterém si procvičí teoretické poznatky nabyté v první části hodiny. V pracovním listě budou studenti pracovat s obrázky z povodní v roce 2002 na řece Úslavě v úseku mezi Koterovem a Lobzy a s vrstvami jednotlivých tvarů vzniklých během této povodně vizualizovaných v programu Google Earth. Mapování a fotografickou dokumentaci povodňových tvarů prováděl bezprostředně po povodni P. Mentlík (Mentlík, nepublikováno), který daná data pro potřeby této práce poskytl. Pracovní list se skládá z následujících cvičení:

V druhém cvičení si studenti zopakují, k jakým dvěma základním činnostem dochází ve vodním toku (eroze a akumulace) a pomocí obrázků získají představu, jaké tvary za sebou tyto činnosti zanechávají (viz pracovní list, příloha č. 1).

Ve třetím cvičení budou studenti v programu Google Earth přiřazovat obrázky jednotlivých tvarů a forem (viz příloha č. 2 – 14) ke konkrétním místům v údolní nivě. K dispozici budou mít předem vytvořené vrstvy jednotlivých akumulčních i erozních tvarů, které si načtou do Google Earth a několik fotografií daných tvarů (příklad viz obrázky č. 26 – 28). Úkolem studentů je, pokusit se najít, na kterých místech mohly být fotografie pořízeny a v těchto místech vytvořit body v programu Google Earth s příslušným číslem obrázku.

Dále se budou studenti pomocí tvarů v nivě snažit vymezit území, které bylo během povodní zaplaveno. Jejich úkolem bude vytvořit v Google Earth polygon kolem řeky Úslavy a na základě výskytu tvarů odhadnout, kam až sahala hladina řeky během povodňové události v 2002. Cílem je, aby studenti získali představu, jak rozsáhlé území

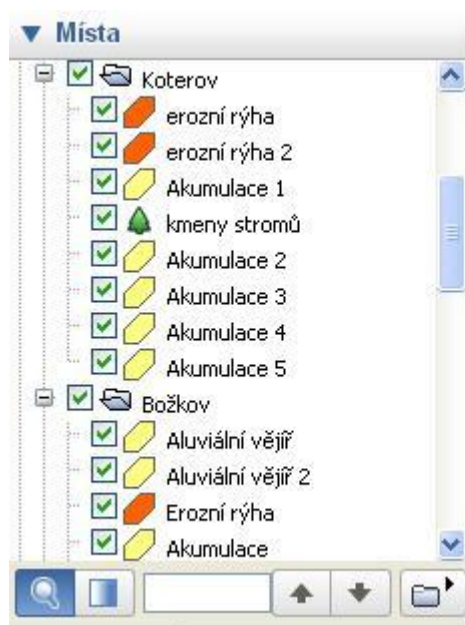
může být řekou ovlivněno při extrémní události.

V posledním cvičení se studenti pokusí podle tvaru písečných lavic vymezit proudnici toku během povodní v roce 2002 a porovnat ji s proudnicí současnou. Výstupem bude linie povodňové proudnice v Google Earth. Účelem tohoto úkolu je především to, aby si studenti uvědomili, že směr proudnice se během extrémních událostí může měnit a co vše může mít na tuto změnu vliv. V případě Úslavy v zájmovém území hrají důležitou roli zejména mosty, které působí jako přirozené bariéry toku, a které směr proudnice mohou při extrémních situacích ovlivňovat. Dobře patrný je tento vliv zejména u akumulací v oblasti Koterova, kde most při zvýšeném vodním stavu působil jako „tryska“, která směřovala vodu mimo koryto řeky. Vychýlení proudnice je patrné díky akumulacím vedle koryta toku.

Na závěr hodiny by měla proběhnout kontrola výsledků. Zvláště u druhého cvičení by měla proběhnout diskuze, při níž by každá skupina žáků vysvětlila svůj postup a důvody přiřazení obrázku a místa.



Obrázek č. 26, Vrstvy jednotlivých akumulčních a erozních tvarů v Google Earth, vlastní zpracování



Obrázek č. 27, Legenda jednotlivých tvarů v Google Earth, vlastní zpracování



Obrázek č. 28, Fotografie erozní rýhy se stromem a akumulací v pozadí pořízená v oblasti Koterov a přiřazená území v Google Earth zobrazenému na obrázku č. 26, Zdroj: P. Mentlík

### 7.2.3.2 Práce v terénu

Jako završení celého projektu je plánována vycházka do zájmového území s cílem zhodnotit vývoj jednotlivých míst, s kterými bylo pracováno v programu Google Earth.

Studenti by měli zhodnotit, jak se území změnilo a porovnat současný stav vymezených míst se stavem v roce 2002. Měli by zhodnotit i protipovodňová opatření, která v místech vznikla. Trasa exkurze začíná v Koterově, končí v Lobzích a součástí jsou tři stanoviště (obrázek č. 29). Žáci budou během exkurze vypracovávat následující úkoly (viz příloha č. 1 – pracovní list, cvičení 6–7):

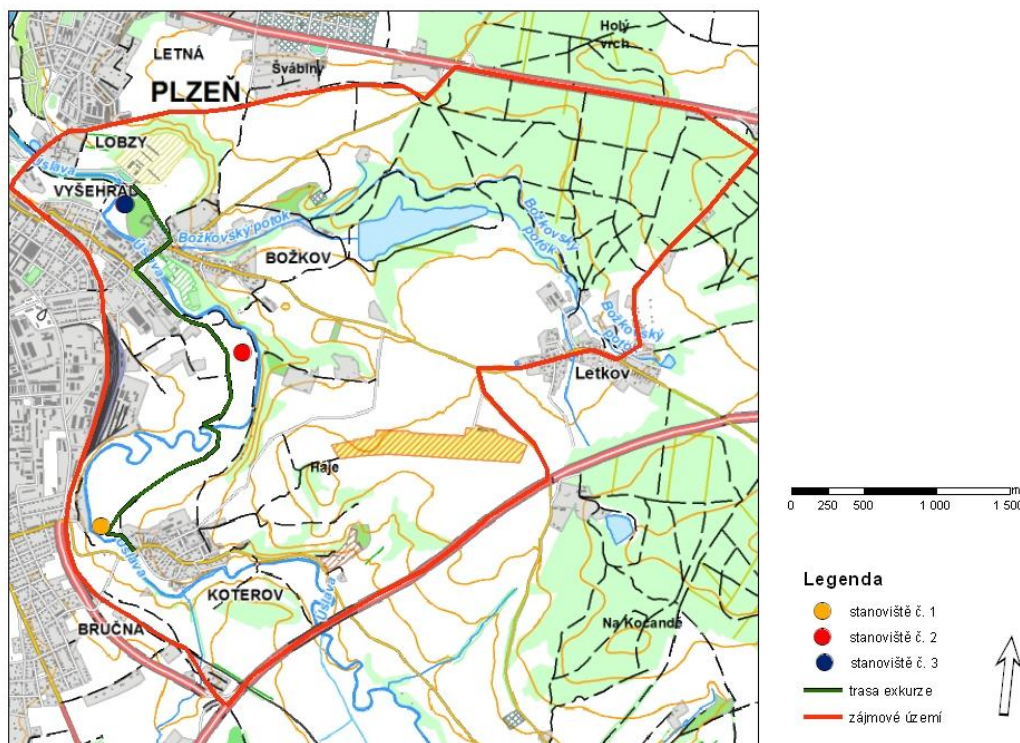
Prvním úkolem studentů v terénu bude poznat místa, s kterými v Google Earth pracovali a kde se nacházely četné povodňové formy (viz obrázek č. 29 stanoviště 1 – 3).

Jejich dalším úkolem bude zhodnotit, do jaké míry se místo změnilo, jestli se formy na daném místě ještě vůbec nacházejí nebo jestli jsou alespoň patrné jejich zbytky (učitel má sebou fotografie jednotlivých forem a vytištěné printscreeny z Google Earth všech tří oblastí – Koterov, Božkov a Lobzy, aby si studenti oživilí rozsah tvarů a dokázali změnu dobře popsat).

Dále by měli zhodnotit, zda jsou změny (protipovodňová opatření) v nivě pozitivní či negativní a své argumenty by měli být schopni odůvodnit. Starší studenti by se mohli pokusit jmenovat faktory, které podmiňovaly události, ke kterým během povodní 2002 docházelo (např. zúžení koryta před lávkou v Lobzích) a zda jsou tyto faktory stále aktuální.

Tento projekt lze přizpůsobit různým věkovým kategoriím. Práci s vrstvami v Google Earth by měli zvládnout i studenti nižšího stupně gymnázia a žáci druhého stupně základních škol. Očekává se, že mladší žáci a studenti nebudou znát všechny odborné pojmy povodňových tvarů a procesy budou zjednodušovat. U starších studentů se naopak očekává zvládnutí terminologie a přesnější hledání souvislostí při jednotlivých procesech.





Obrázek č. 29, Trasa exkurze se stanovišti, vlastní zpracování na podkladu mapy Národní geoportál Inspire, 2011

### 7.2.4 Realizace projektu I

Navržený projekt byl dne 26. 4. 2012 realizován se studenty geografie druhého ročníku bakalářského studijního programu Přírodovědná studia a Geografie (účastnili se studenti oborů Ekonomická a regionální geografie a Geografie pro vzdělávání). Realizace proběhla především pro ověření využitelnosti projektu v praxi. Předpokladem bylo odhalení a následné odstranění případných nedostatků projektu. Popis průběhu realizace, výsledky projektu, zjištěné nedostatky a návrhy na jejich odstranění jsou obsahem této kapitoly.

#### 7.2.4.1 Popis průběhu realizace

Projekt byl uskutečněn v rámci předmětu „Praxe z fyzické geografie“ a zúčastnilo se ho 29 studentů. Teoretická část se konala ve škole v počítačové učebně Katedry geografie Fakulty pedagogické ZČU v Plzni.

V průběhu projektu studenti vypracovávali ve skupinách pracovní list (viz příloha 1), který se skládal ze sedmi otázek, přičemž prvních pět otázek studenti řešili ve škole a zbylé

dvě během praktické části v zájmovém území. Utvořilo se osm skupin po třech nebo čtyřech studentech.

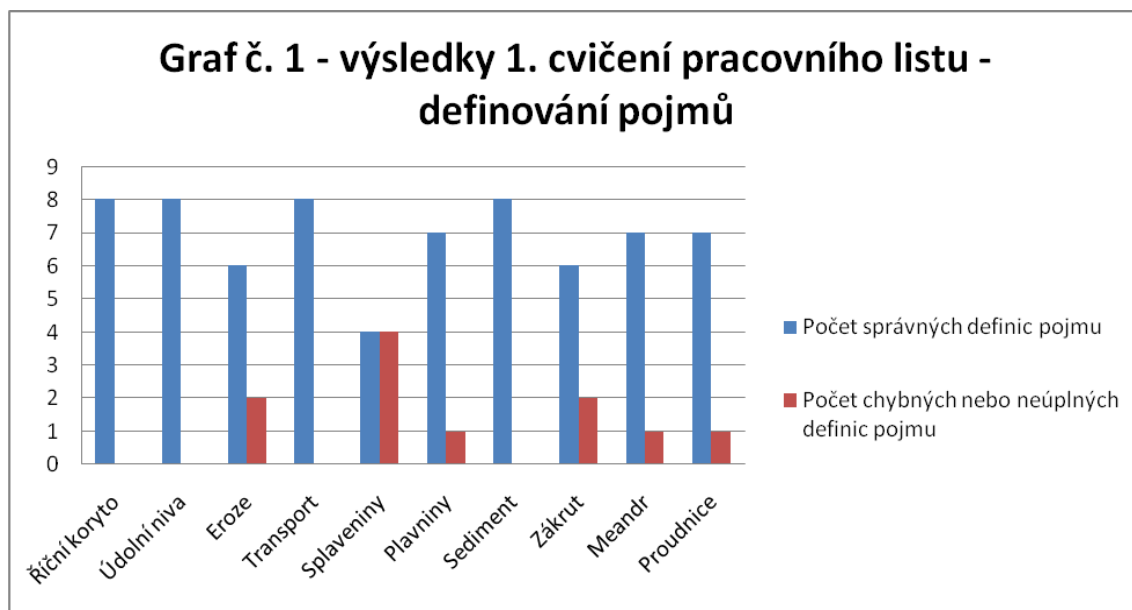
#### *7.2.4.2 Výsledky práce studentů*

Výsledky otázek č. 1 a 2 (viz pracovní list), které studenti vypracovávali písemně, jsou znázorněny v grafech (graf č. 1 a 2). Úkoly č. 3–5 (viz pracovní list) byly plněny v programu Google Earth a kontrola proběhla formou diskuze. Rovněž úkol č. 6, který byl plněn v zájmovém území, byl na místě rozebírán formou diskuze. Výsledky úkolu č. 7 (viz pracovní list), který studenti vyplňovali písemně do pracovních listů, jsou opět znázorněny graficky (graf č. 3).

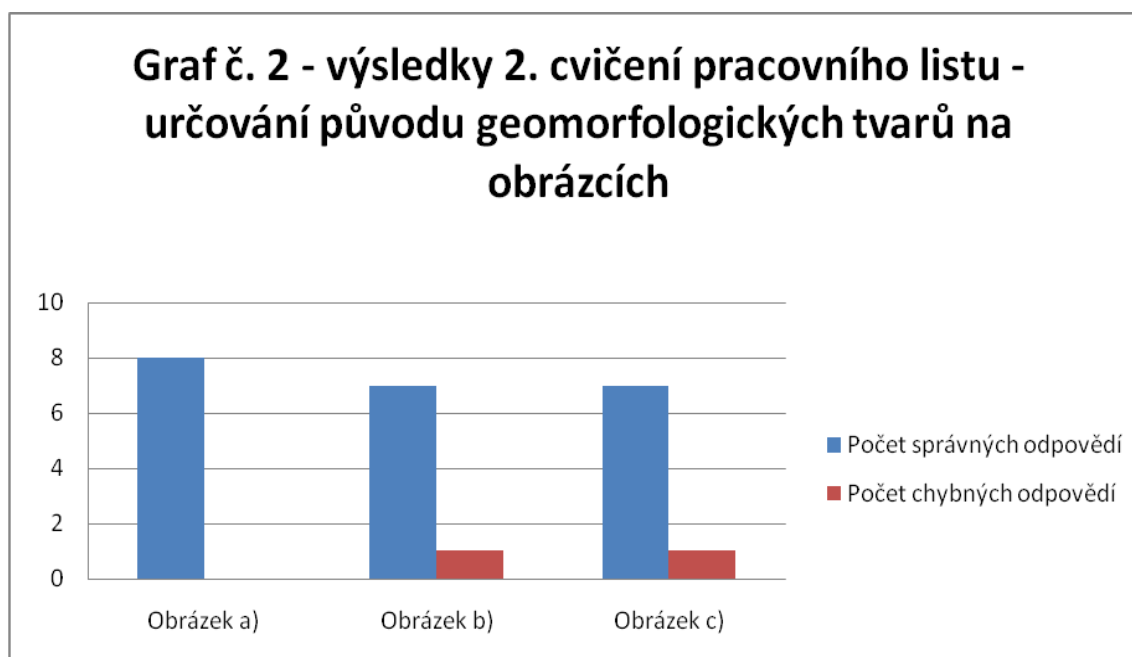
Z uvedených výsledků je patrné, že studenti projekt zvládli bez větších komplikací. Drobné nedostatky lze pozorovat u definování některých pojmů (otázka č. 1). Problémy s definováním pojmů lze tedy očekávat zejména u mladších žáků (učitel může vhodně pojmy zjednodušit nebo při zadávání úkolu částečně vysvětlit). Neočekává se však, že žáci a studenti budou všechny pojmy znát a budou je definovat bezchybně. Cílem tohoto projektu je, aby se studenti nad pojmy zamysleli a o definice se alespoň pokusili. Důraz na definování pojmů by mohl eliminovat problém vyplývající z využití projektové metody, kdy převažuje získávání dovedností nad znalostmi (Huclová a Vrbík, 2012). Je však třeba, aby učitel jednotlivé nápady sjednotil, s definováním pojmů žákům pomohl a zcela neznámé pojmy žákům v rámci diskuse ve skupinách vysvětlil.

Určité problémy přineslo třetí cvičení, které bylo kontrolováno přímo při realizaci. V průběhu řešení většina skupin přesně nevěděla, jak daný úkol plnit, protože studenti neměli zkušenost s prací v programu Google Earth. Podobnou nezkušenost lze předpokládat i u studentů gymnázií, pro které je projekt primárně navržen. Proto by bylo dobré před zahájením cvičení, studentům přesně vysvětlit, jak lze povodňové formy i s legendou v Google Earth zobrazit a jak přidávat nové body. Pro lepší představu lze ukázat jeden příklad přiřazení obrázku k povodňové formě na dataprojektoru, aby studenti přesně věděli, jak úkol plnit. Zbylé úkoly plnili studenti bez větších komplikací.

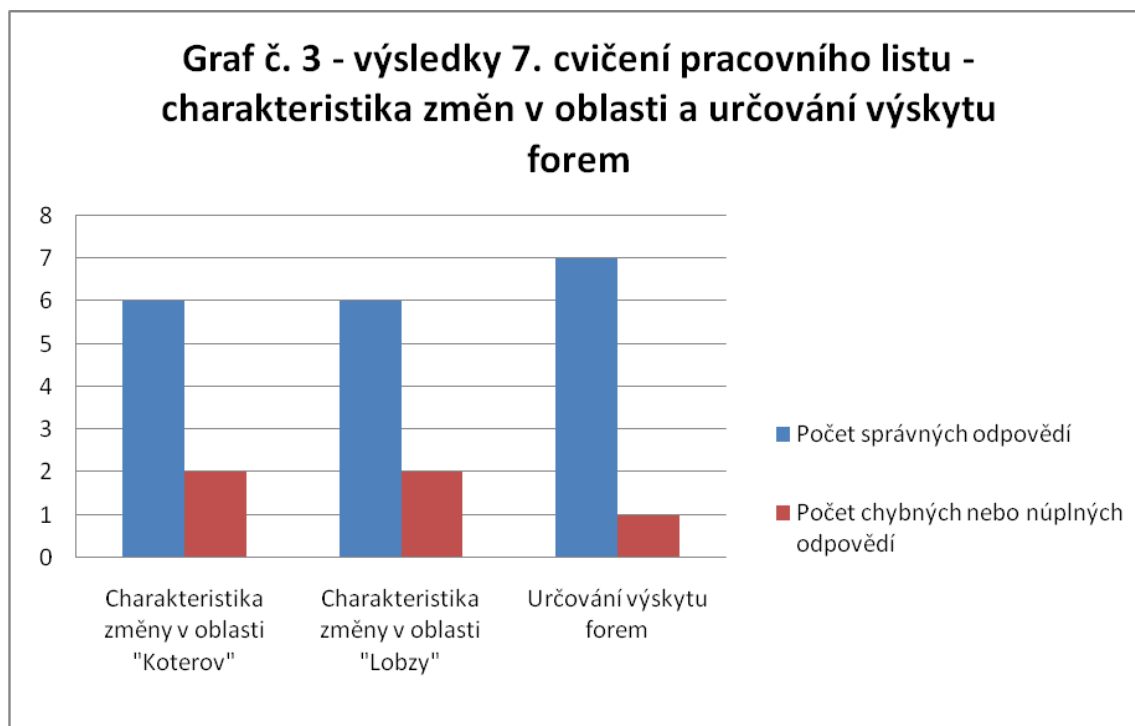




Graf č.1 Výsledky 1. cvičení pracovního listu – definování pojmů, vlastní zpracování



Graf č.2 Výsledky 2. cvičení pracovního listu – určování původu geomorfologických tvarů na obrázcích, vlastní zpracování



Graf č.3 Výsledky 7. cvičení pracovního listu – charakteristika změn v oblasti a určování výskytu forem, vlastní zpracování

#### 7.2.4.3 Zhodnocení realizace

Během realizace nebyly zjištěny vážnější nedostatky projektu. Jako menší nedostatek lze hodnotit nedostatečné vysvětlení plnění úkolu č. 3, který je popsán výše. Je tedy nutné studentům přesně vysvětlit, jak mají úkol plnit a ukázat příklad.

Jako další nedostatek hodnotím znění otázky č. 7 v pracovním listě. „Charakterizujte, do jaké míry se konkrétní místo změnilo, a určete, zda se v území ještě nacházejí formy, které vznikly během povodní v roce 2002, nebo alespoň jejich zbytky.“ Zřejmě by bylo vhodnější nahradit ji konkrétní otázkou „Jaká protipovodňová opatření byla v území vybudována? Hodnotíte tato opatření jako pozitivní nebo spíše negativní?“. Studenti se totiž ve svých odpovědích k protipovodňovým opatřením často vůbec nevyjádřili, protože k tomu nebyli přímo vyzváni. Zamyšlení se nad těmito opatřeními je však důležitou součástí projektu.

Zhodnotit projekt měli možnost i samotní studenti. Celkem se k průběhu projektu vyjádřilo 8 studentů, přičemž všechna hodnocení byla kladná. Studentům se především líbilo, že díky ukázkám v terénu si mohli lépe představit, jak povodně probíhají a co vše má na jejich průběh vliv (např. bariéry v podobě úzkých a nízkých mostů).

### **7.2.5 Realizace projektu II**

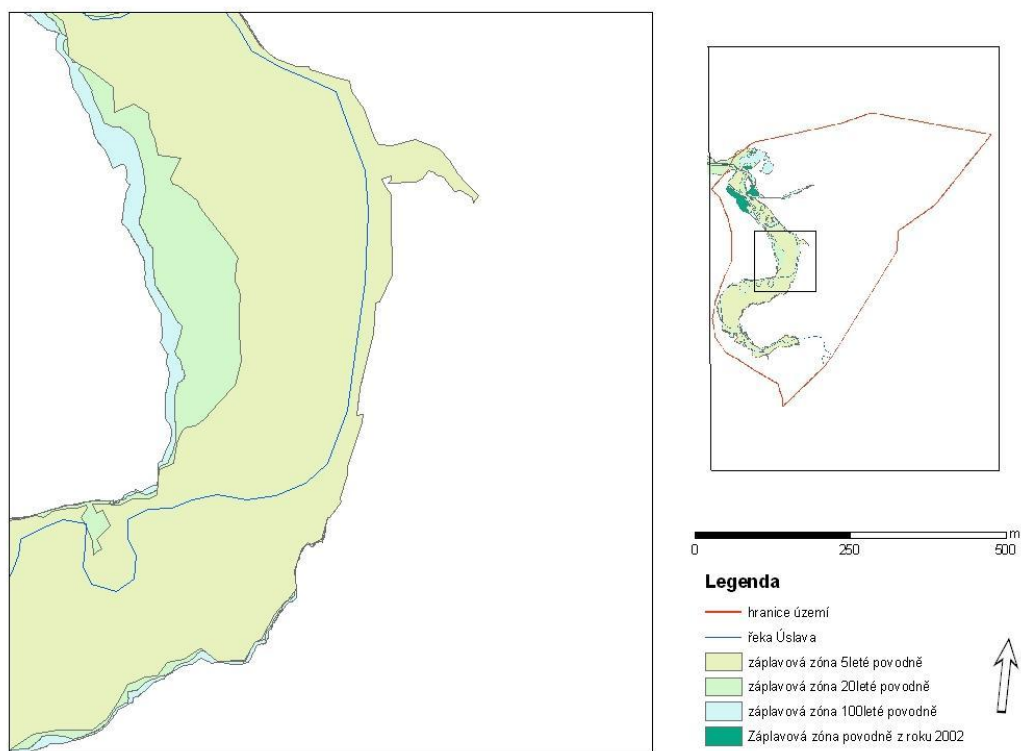
Dne 27. 3. 2013 byl výše popsáný projekt zrealizován podruhé. Účastníky projektu byli tentokrát studenti Univerzity třetího věku, programu Přírodní vědy aktivně. Celkem se do realizace projektu zapojilo 30 účastníků, kteří utvořili 5 skupin.

Z důvodu menší časové dotace byla vypuštěna první část projektu řešena v programu Google Earth a proběhla jen část realizovaná v terénu. Došlo tedy i k úpravě pracovního listu (viz příloha č. 2). Pracovní list se tedy u této realizace skládal ze čtyř cvičení.

V prvním cvičení měli účastníci vlastními slovy definovat pojmy (užity stejné pojmy jako u realizace I) související s fluviální geomorfologií. Cílem bylo vymezit správnou terminologii potřebnou pro další plnění projektu. Úkolem druhého cvičení bylo určit, zda jsou fluviální geomorfologické tvary na obrázcích erozního nebo akumulárního původu. Třetí cvičení bylo zaměřeno na určení a charakteristiku míst, kde se v roce 2002 nacházely výrazné povodňové formy. Účastníci měli za úkol popsat, zda se daná místa změnila a určit, jestli se na nich formy nebo alespoň jejich zbytky zachovaly (vedoucí projektu má sebou zvětšené fotografie tvarů a forem z roku 2002 – viz i výše) Náplní posledního cvičení bylo zhodnocení úprav a protipovodňových opatření, která byla na území od roku 2002 provedena.

Při realizaci projektu byl také proveden odběr půdních profilů pomocí sondy v lokalitě V Závrtku. V této lokalitě se nachází široká niva, ve které jsou dobře patrné hranice mezi záplavovými zónami 5leté, 20leté a 100leté povodně (viz obrázek č. 29). Cílem odběrů bylo potvrdit či vyvrátit hypotézu, že v nejčastěji zaplavované zóně (záplavové území 5leté povodně) se v půdním profilu bude nacházet nejvíce hrubozrnného materiálu naplaveného během povodni a nejméně tohoto materiálu se bude nacházet v záplavové zóně 100leté povodně. Byly provedeny tři sondy, v každé záplavové zóně jeden. První profil odebraný v blízkosti toku naproti strži v Bukové neobsahoval předpokládané větší množství hrubozrnných naplavenin. Profil však ve střední části obsahoval úlomky cihel pravděpodobně naplavené při povodni z protilehlé strže (zástavba a v minulosti těžba kyzových břidlic). Druhý profil odebraný v zóně 20leté povodně obsahoval ve střední části několik hrubozrnných klastů a ve spodní části glejový horizont, který svědčí o zvýšené hladině podzemní vody. Glejový horizont byl ještě výraznější ve spodní části profilu třetího odběru. Tento profil neobsahoval žádný naplavený hrubozrnný materiál a v jeho svrchní části byl silně vyvinutý humusový horizont A (silně

poznamenaný orbou). Hypotéza se tedy částečně potvrdila, protože nejvíce povodňových naplavenin bylo v profilu odebraném v těsné blízkosti toku, ačkoliv bylo předpokládáno, že těchto naplavenin bude větší množství a budou více stratifikovány. Přesto se daný experiment ukázal jako didakticky vhodný – zjištěné profily prokázaly předpokládaný stupeň vývoje.



Obrázek č. 30, Záplavové zóny v lokalitě V Závrtku, kde byly odebírány půdní profily, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

#### 7.2.5.1 Výsledky jednotlivých skupin

Výsledky, kterých dosáhly skupiny u jednotlivých cvičení, jsou znázorněny graficky (viz graf č. 4 – 7). Z výsledků prvního cvičení je patrné, že při definování pojmů docházelo k určitým nepřesnostem. V porovnání s výsledky stejného cvičení studentů bakalářského studijního programu lze u studentů univerzity třetího věku pozorovat v definování pojmů chyb více. Pro studenty univerzity třetího věku je tento úkol obtížnější pravděpodobně proto, že před realizací projektu neabsolvovali žádné teoretické a odborné předměty z geologie a geomorfologie, zatímco studenti bakalářského studijního programu podobné předměty absolvovali a s terminologií už byli seznámeni. Podobnou absenci znalosti odborných termínů lze předpokládat i u studentů gymnázií, pro které je projekt primárně

určen. S pomocí učitele by však měli být schopni pojmy definovat a novou terminologii si během projektu osvojit.

Bez větších problémů studenti Univerzity třetího věku zvládli stejně jako studenti bakalářského programu cvičení číslo dvě, při kterém se chyby dopustila pouze jedna skupina u obrázku c). Lze předpokládat, že po vysvětlení pojmů „eroze“ a „akumulace“ v prvním cvičení, určování původu forem na obrázcích bez větších problémů zvládnou i studenti gymnázií.

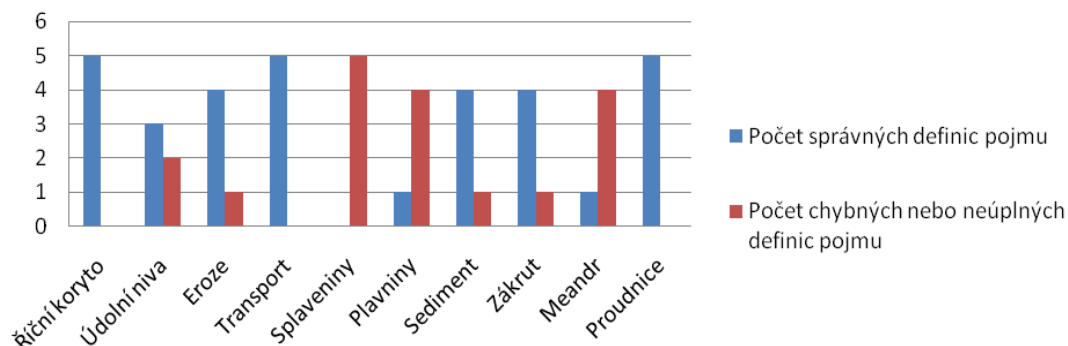
Cvičení číslo tři přineslo výborné výsledky u charakterizování a popisu změn v Koterově, kde byly změny oblasti a hodnocení zbytků popovodňových forem konzultovány společně. Všechny skupiny však zapoměly zhodnotit místo v Lobzích, kde ke společnému rozboru nedošlo a skupiny měly popsat změny samostatně.

Naopak u cvičení číslo čtyři zhodnotily téměř všechny skupiny úpravy a protipovodňová opatření v Lobzích, ale tři skupiny vůbec nezhodnotily opatření v Koterově. Důvod je zřejmě stejný jako u cvičení číslo tři. V Lobzích došlo ke společné diskuzi o protipovodňových opatřeních, která jsou v této lokalitě výrazná, zatímco v Koterově, kde bylo provedeno jen zpevnění břehů kameny, ke společnému zhodnocení nedošlo a většina skupin zhodnocení samostatně neprovedla.

#### *7.2.5.2 Zhodnocení realizace*

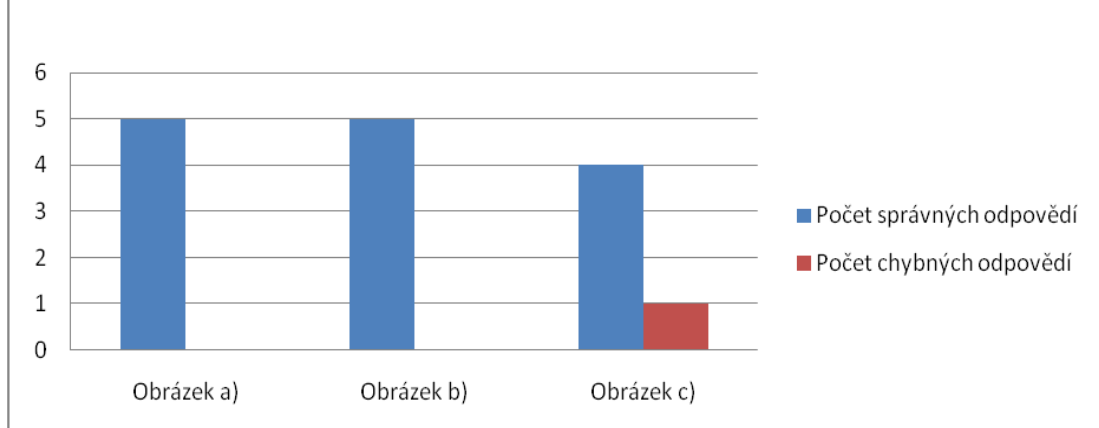
Jako nedostatek zjištěný v rámci realizace, který potvrzují i výše popsané výsledky, je zřejmě nejasné zadání úkolu tři a čtyři. V zadání by mělo být zdůrazněno, aby se skupiny vyjádřily k oběma navštíveným místům u obou cvičení. Pro lepší přehlednost lze do pracovního listu u obou cvičení názvy míst uvést a nechat u nich prostor pro vyjádření. Tím by mělo být zaručeno, že u obou lokalit dojde jak k zhodnocení vývoje, tak protipovodňových opatření. Při realizaci nebyly zjištěny jiné vážnější nedostatky.

**Graf č. 4 - výsledky 1. cvičení pracovního listu studentů Univerzity třetího věku - definování pojmů**

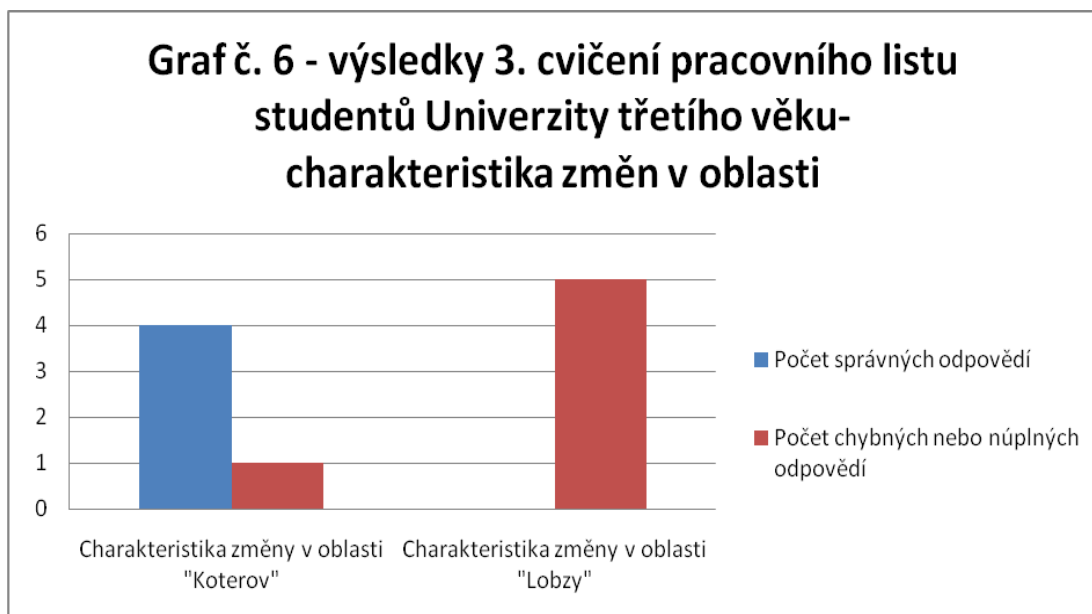


Graf č. 4 Výsledky 1. cvičení pracovního listu – definování pojmů, vlastní zpracování

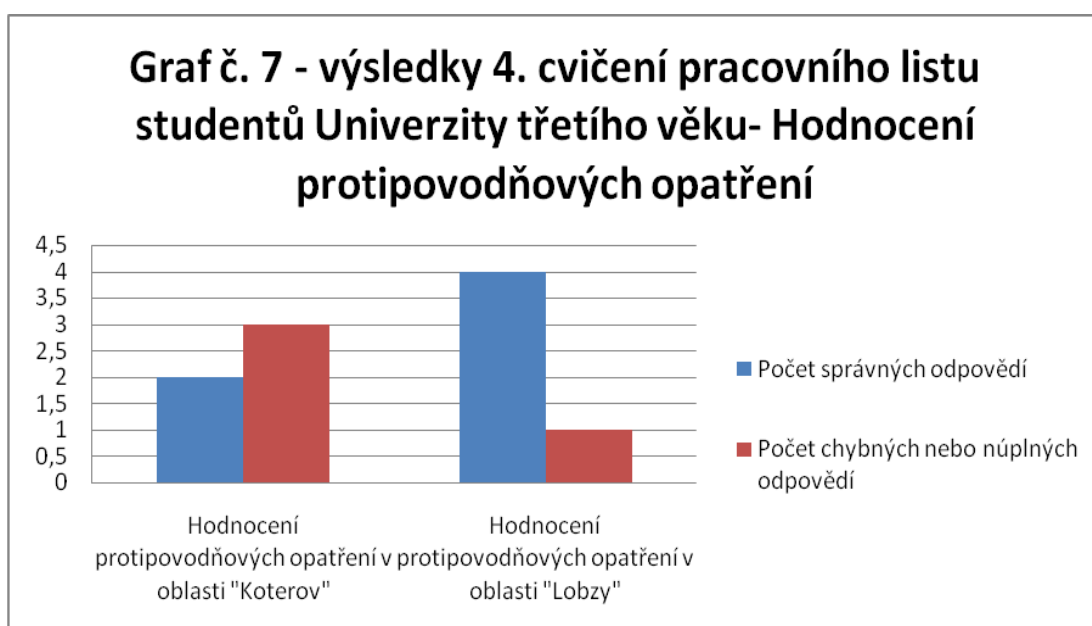
**Graf č. 5 - výsledky 2. cvičení pracovního listu studentů Univerzity třetího věku - určování původu geomorfologických tvarů na obrázcích**



Graf č. 5 Výsledky 2. cvičení pracovního listu – určování původu geomorfologických tvarů na obrázcích, vlastní zpracování



Graf č. 6 Výsledky 3. cvičení pracovního listu – charakteristika změn v oblasti a určování výskytu forem, vlastní zpracování



Graf č.7 Výsledky 4. cvičení pracovního listu – hodnocení protipovodňových opatření

#### 7.2.6 Celkové zhodnocení projektu

Po dvou realizacích byly zjištěny drobné, výše popsané nedostatky, kterých je třeba se pro další realizaci vyvarovat. Jinak se ale projekt jeví jako podařený. Účastníci se k projektu vyjadřovali pozitivně a projekt se jim líbil. Zároveň projekt splňuje svůj hlavní cíl – názorně zprostředkovat průběh povodní a ukázat, jaké faktory povodně ovlivňují i

jaké intenzity mohou dosáhnout.



## 8. Závěr

Tato práce si stanovila dva hlavní cíle. Prvním cílem bylo zhodnocení náchylnosti zájmového území vůči environmentálním hazardům. V rámci plnění tohoto cíle byly vytipovány čtyři hazardy, které by se s určitou pravděpodobností v zájmovém území mohly vyskytnout, a byla provedena analýza těchto hazardů. U nejdominantnějších hazardů, kterými jsou povodně a svahové procesy spojené s povrchovou vodou se zaměřením na plošný splach, byla provedena podrobnější analýza a vytvořeny modely ohroženého území v prostředí ArcGIS a byla navržena ochranná opatření. Tímto považuji první cíl práce za splněný. Průběžně byly rozebírány možnosti využití dané problematiky v rámci výuky na středních školách (gymnáziích).

Druhým hlavním cílem bylo provedení didaktické transformace tematiky environmentálních hazardů. Nejprve byla provedena analýza současných kurikulárních dokumentů a bylo zjišťováno, do jakých vzdělávacích oblastí lze téma environmentálních hazardů zařadit. Bylo zjištěno, že tato problematika je obsažena hned v několika oblastech. Následně byl navržen projekt, který se zabývá nejvýraznějším hazardem v zájmovém území (velmi významným i v České republice obecně) a tím jsou povodně. Tento projekt je zasazen do příměstské krajiny, ve které se žáci běžně pohybují a jeho cílem je názorně žákům problematiku povodní zprostředkovat.

Navržený projekt byl na zkoušku dvakrát realizován a přinesl uspokojivé výsledky. Lze ho doporučit k realizaci pro cílovou skupinu, kterou jsou studenti gymnázií, po úpravě žáci středních škol nebo studenti nižších ročníků univerzitních bakalářských (geograficky zaměřených) programů. Z tohoto důvodu je možné považovat i druhý cíl této práce za splněný.

## **9. Resumé**

This thesis deals with the topic of environmental hazards in the surrounding of south-eastern part of Plzeň (Plzeň- Božkov and Plzeň- Koterov). There were four hazards chosen, which could occur in the defined area. These are floods, mass movements, drought and pollution hazard. The thesis analyzes the potential threats of these hazards in the area. The analyses of floods and mass movements were accomplished in ArcGIS software. Simple ArcGIS models define the endangered area. Another important part of this thesis is the didactical transformation of the topic of environmental hazards for the grammar school students. For that reason the application of the simple models were described for teaching. The most dominant hazard in the area, floods, was chosen for creation of project for the grammar school students. The aim of the project is to demonstrate the course of floods, which forms the floods leave behind in the flood plain and which factors can influent the course of floods. Another important part of the project is evaluation of the protection against floods. The project was realised twice tentatively and was evaluated as successful.

## 10. Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Obrázek č. 1, Vymezení zájmového území, vlastní zpracování podle dat z (Národní geoportál INSPIRE, 2011)

Obrázek č. 2, Myšlenková mapa, vlastní zpracování

Obrázek č. 3, Hydrogram průtokové vlny a její prvky, převzato z Brázdil, 2005

Obrázek č. 4, Modely tvorby povrchů zastavěného území v záplavové zóně 5-, 20-, 100-leté povodně a povodně z roku 2002, vlastní zpracování

Obrázek č. 5, Model zastavěného území v záplavové zóně 5leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 6, Model zastavěného území v záplavové zóně 5leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 7, Model zastavěného území v záplavové zóně 20leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 8, Model zastavěného území v záplavové zóně 20leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 9, Model zastavěného území v záplavové zóně 100leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 10, Model zastavěného území v záplavové zóně 100leté povodně, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 11, Model zastavěného území zaplaveného při povodni v roce 2002, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 12, Model zastavěného území zaplaveného při povodni v roce 2002, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Obrázek č. 13, Návrh průlehu s vodotečí na Božkovském ostrově, převzato z Revitalizace nábřeží plzeňských řek – Úslava, 2010

Obrázek č. 14, Model vizualizace svahů s potenciálním ohrožením vůči plošnému splachu, vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0

Obrázek č. 15, Princip fungování nástroje Cell Statistics – SUM, Převzato z ArcGIS Resource Center, Desktop 10, 2011

Obrázek č. 16, Model ohrožení území plošným splachem, vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0

Obrázek č. 17, Vrstevnice v okolí obce Koterov ilustrující průběh spádnice svahu, na kterém se rozkládá pole, převzato z Mapy.cz s.r.o., 2011

Obrázek č. 18, Orba polí po spádnici v okolí obce Koterov, převzato z Mapy Google, 2013

Obrázek č. 19, Vrstevnice zobrazující průběh spádnice svahu v okolí obce Božkov, na kterém se rozkládá pole, převzato z Mapy.cz s.r.o., 2011

Obrázek č. 20, Orba polí po spádnici v okolí obce Božkov, převzato z Mapy Google, 2013

Obrázek č. 21, Mapa geohazardů Plzeňského kraje, převzato z Mentlík, Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005

Obrázek č. 22, Mapa odebraných vrtů podzemní vody v areálu odkaliště Plzeň – Božkov, převzato z Kolářová M., 2002

Obrázek číslo 23, Systém kurikulárních dokumentů současného vzdělávacího systému; PV – předškolní vzdělávání, ZV – základní vzdělávání, G - gymnázia, GSP - gymnázia se sportovní profilací, SOV - střední odborné vzdělávání (převzato: RVP G, 2007, s. 5).

Obrázek č. 24, Zákrut a meandr, převzato z Demek, 1988

Obrázek č. 25, Proudnice, upraveno podle Demka, 1988

Obrázek č. 26, Vrstvy jednotlivých akumulčních a erozních tvarů v Google Earth, vlastní zpracování

Obrázek č. 27, Legenda jednotlivých tvarů v Google Earth, vlastní zpracování

Obrázek č. 28, Fotografie erozní rýhy se stromem a akumulací v pozadí pořízená v oblasti Koterov a přiřazená území v Google Earth zobrazenému na obrázku č. 26, Zdroj: P.

Mentlík

Obrázek č. 29, Trasa exkurze se stanovišti, vlastní zpracování na podkladu mapy Národní geoportál Inspire, 2011

Obrázek č. 30, Záplavové zóny v lokalitě V Závrtku, kde byly odebírány půdní profily, vlastní zpracování na základě dat z databáze Dibavod (Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, 2013)

Tabulka č. 1, Hodnocení možnosti výskytu vybraných hazardů v zájmovém území, vlastní zpracování

Tabulka č. 2, Deset nejvyšších zaznamenaných vodních stavů naměřených od 1913 ve stanici Koterov na řece Úslavě, vlastní zpracování na základě dat Český hydrometeorologický ústav, 2011

Tabulka č. 3, Reklasifikace orientace svahů, upraveno podle (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005)

Tabulka č. 4, Reklasifikace sklonu svahů, upraveno podle (Mentlík, Jedlička, Kraft, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005)

Tabulka č. 5, Reklasifikace využití území, vlastní zpracování

Tabulka č. 6, Odtokové charakteristiky řeky Úslavy ve stanici Koterov, vlastní zpracování dle dat (Kopp, 2005. In Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005)

Tabulka č. 7 – Zařazení problematiky environmentálních hazardů do tematických okruhů oboru Geografie (převzato: RVP G, 2007, s. 34-37).

Tabulka č. 8 – Zařazení problematiky environmentálních hazardů do tematických okruhů oboru Geologie (převzato: RVP G, 2007, s. 37-38).

Tabulka č. 9 – Přínosy průřezového tématu Environmentální výchova naplňované projektem navrženým v této práci (převzato: RVP G, 2007, s. 76).

Graf č.1 Výsledky 1. cvičení pracovního listu – definování pojmů, vlastní zpracování

Graf č.2 Výsledky 2. cvičení pracovního listu – určování původu geomorfologických tvarů na obrázcích, vlastní zpracování

Graf č.3 Výsledky 7. cvičení pracovního listu – charakteristika změn v oblasti a určování výskytu forem, vlastní zpracování

Graf č. 4 Výsledky 1. cvičení pracovního listu – definování pojmů, vlastní zpracování

Graf č .5 Výsledky 2. cvičení pracovního listu – určování původu geomorfologických tvarů na obrázcích, vlastní zpracování

Graf č. 6 Výsledky 3. cvičení pracovního listu – charakteristika změn v oblasti a určování výskytu forem, vlastní zpracování

Graf č.7 Výsledky 4. cvičení pracovního listu – hodnocení protipovodňových opatření

Příloha č. 1, Pracovní list, vlastní zpracování, zdroj fotografií: P. Mentlík.

Příloha č. 2, Pracovní list pro studenty Univerzity třetího věku, vlastní zpracování, zdroj fotografií: P. Mentlík.

Příloha č. 3, Akumulace s naplavenými kmeny v Božkově, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 4, Akumulace materiálu před střelnicí v Lobzích, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 5, Akumulace před střelnicí v Lobzích, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 6, Akumulace v Lobzích u lávky, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 7, Akumulace v Lobzích u lávky, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 8, Erozní rýha s naplaveným kmenem v Koterově, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 9, Erozní rýha v Koterově vyplněná usazeným materiálem, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 10, Erozní rýha v Koterově s naplaveným materiálem, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 11, Erozní rýha s naplaveným materiálem v pozadí v Koterově, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 12, Velká akumulace naplaveného materiálu v nivě nedaleko Koterova, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 13, Erozní rýhy v Lobzích, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 14, Erozí deformovaný břeh u bývalé lávky v Lobzích, jejíž nízké a úzké rozměry způsobily při povodni turbulentní proudění s ničivými účinky, fotografie: P. Mentlík

Příloha č. 15 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality v Koterově s pomocí fotografií popovodňových tvarů, fotografie: V. Kreidlová

Příloha č. 16 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality v Koterově fotografie: V. Kreidlová

Příloha č. 17 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality u nové lávky Lobzích s pomocí fotografií popovodňových tvarů, fotografie: V. Kreidlová

Příloha č. 18 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality u nové lávky Lobzích s pomocí fotografií popovodňových tvarů, fotografie: V. Kreidlová

Příloha č. 19 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, hodnocení lokality v Koterově, fotografie: M. Vlachovská

Příloha č. 20 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, odebrání půdního profilu V Závrtku, fotografie: M. Vlachovská

Příloha č. 21 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, analýza prvního odebraného profilu s kousky cihel, fotografie: M. Vlachovská

Příloha č. 22 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, třetí půdní profil v místě nejdále od řeky s výrazným humusovým a glejovým profilem, fotografie: M. Vlachovská

## **11. Seznam použité literatury a jiné informační zdroje:**

### **11.1 Knižní zdroje**

Brázdil, 2005, Historické a současné povodně v České republice, 1. vydání, Brno: Masarykova univerzita v Brně, 369 s. ISBN 80-210-3864-0

Černík, 2011, Přírodní a environmentální rizika - znalosti a postoje obyvatel vybraných obcí Plzeňského kraje, Bakalářská práce, Západočeská univerzita, Plzeň

Czudek T., 1997, Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Tišnov: SURSUM. 213 s., ISBN 80-85799-27-8.

Demek J. a kol., 2006, Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny, 2. vydání, Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, ISBN 80-86064-99- 9

Demek J., 1988, Obecná geomorfologie, Praha: Academia, 480 s.

Dokoupil J, Matušková A. a kol. 2005. Rozvojový potenciál Plzeňského kraje, Západočeská univerzita v Plzni, Katedra geografie, 198 s., ISBN 80- 7043-429-5

Ferrier N., C. Emdad Haque, Hazards Risk Assessment Methodology for Emergency Managers: A Standardized Framework for Application in Natural Hazards 25, 2003, p. 271- 290

Greene R. W., 2002, Confronting Catastrophe: A GIS Handbook, ESRI, ISBN 1- 58948-040- 6

Hauptman, Ivo et al., 2009, Půda v České republice. Praha: Consult, 255 s. ISBN 978-80-903482-4-0.

Huclová, M. a Vrbík, V., 2012. Efektivita projektové metody při výuce informatiky na základní škole. ARNICA: 1-2, 1-9. – je dostupné online ze stránek FPE

Hydrologické poměry ČSSR díl I., 1965, 1. vyd. Praha: Hydrometeorologický ústav, 557 s.

Chábera S., 1996, Geomorfologie, Jihočeská univerzita České Budějovice, 151 s.



Kolářová M., 2002, Flóra a vegetace odkaliště popílku Plzeň – Božkov, Diplomová práce, Západočeská univerzita, Plzeň

Kraft J., Mentlík P., 2004, Úvod do geologie pro geografy, Endogenní a exogenní dynamika, Západočeská univerzita v Plzni, 178 s., ISBN 80-7043-290-X

Kukal Z., 1982, Přírodní katastrofy, Horizont

McGuire B., Mason I., Kilburn Ch., 2002, Natural hazards and Environmental Change, London: Arnold, ISBN 0- 340- 74220- 8

Němec, Hladný a kol., 2006, Voda v České republice, 1. vydání, Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 256 s., ISBN 80-903482-1-1

Pasák a kol., 1984, Ochrana půdy před erozí, 1. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 164 s.

Smith K., 2001, Environmental hazards, assessing risk and reducing disaster, Third edition, Routledge, ISBN 0- 415- 22464-0

Švorc L., Švorcová V., 2006, České řeky a říčky, 1. vydání, Příbram: Knihovna Jana Drdy, 265 s., ISBN 80-86937-11-9

## 11.2 Elektronické zdroje

ArcGIS Resource Center, Desktop 10, 2011, Cell Statistics (Spatial Analyst), [online, cit. 10. 4. 2011]. Dostupné z WWW:

<<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z0000007q000000.htm>>

Česká geologická služba: Mapová aplikace verze 1.1, 2011, Geologická mapa 1: 50 000, [online, cit. 2. 5. 2011]. Dostupné z WWW:

<[http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show\\_map.php?mapa=g50&y=817672&x=1073134&s=1](http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=817672&x=1073134&s=1)>

Česká geologická služba, 2011, Svahové nestability, [online, cit. 2. 2. 2012]. Dostupné z WWW: <[http://mapy.geology.cz/svahove\\_nestability/](http://mapy.geology.cz/svahove_nestability/)>

Český hydrometeorologický ústav, 2012, Přehled jednotlivých případů tornád a jevů příbuzných na území současné ČR, [online, cit. 2. 2. 2012]. Dostupné z WWW:

<<http://old.chmi.cz/torn/tortabcz.html>>

Český hydrometeorologický ústav, 2011, Evidenční list hlásného profilu č. 188, [online, cit. 2. 5. 2011]. Dostupné z WWW:

<[http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_prfbk\\_detail.php?seq=2505272](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=2505272)>

Český hydrometeorologický ústav, 2006, Zpráva o povodni květen - červen 2006, [online, cit. 2. 2. 2012]. Dostupné z WWW:

<[http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove\\_zpravy/pl\\_2006\\_05.pdf](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/povodnove_zpravy/pl_2006_05.pdf)>

Dostál T., Protierozní opatření, [online, cit. 10. 4. 2013]. Dostupné z WWW:  
<[http://storm.fsv.cvut.cz/on\\_line/vhk2/eroze%2008\\_protierozni%20opatreni.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/vhk2/eroze%2008_protierozni%20opatreni.pdf)>

Kokoška J. a Vlasák P., 2004, Rekultivace – návrat k přírodě, Plzeňská teplárenská, [online, cit. 10. 4. 2013]. Dostupné z WWW:  
<[http://www.pltep.cz/skladka/upload/File/napsali/PT\\_1-2004.pdf](http://www.pltep.cz/skladka/upload/File/napsali/PT_1-2004.pdf)>

Kukal Z. a Pošmourný K., 2005, Přírodní katastrofy a rizika. Příspěvek geologie k ochraně lidí a krajiny před přírodními katastrofami, In Planeta 2005. 3/2005. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2005. 52 s. ISSN 1213-3393, [online, cit. 10. 4. 2013]. Dostupné z WWW:  
<[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/3974fda531ea66b3c1257030001e709f/\\$file/planeta\\_katastrofy\\_2korektura.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/3974fda531ea66b3c1257030001e709f/$file/planeta_katastrofy_2korektura.pdf)>

Mapy.cz s.r.o., 2011, Seznam.cz a.s., [online, cit. 10. 4. 2013]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.mapy.cz/>>

Mapy Google, 2013, [online, cit. 10. 4. 2013]. Dostupné z WWW:  
<<https://maps.google.cz/>>

Národní geoportál Inspire, 2011, [online, cit. 10. 10. 2011]. Dostupné z WWW:  
<<http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>>

Plzeňský kraj, 2004, Koncepce ochrany vod, Studie protipovodňových opatření, Návrh variant možného řešení, [online, cit. 21. 3. 2013]. Dostupné z WWW: <<http://portal.kr-plzensky.cz/file.asp?name=1004268070315085028.pdf&folder=281>>

Portál městského obvodu Plzeň 2 – Slovany, 2011, Městský obvod Plzeň 2, [online, cit. 10. 10. 2011]. Dostupné z WWW: <<http://umo2.plzen.eu/>>.

Povodí Vltavy, 2003, Souhrnná zpráva o povodni v srpnu 2002, [online, cit. 2. 2. 2012].

Dostupné z WWW:

<[http://www.pvl.cz/download/files/zpravy\\_o\\_povodni/zprava\\_2002.pdf](http://www.pvl.cz/download/files/zpravy_o_povodni/zprava_2002.pdf)>

Povodí Vltavy, 2005, Souhrnná zpráva o povodni v březnu 2005, [online, cit. 2. 2. 2012].

Dostupné z WWW:

<[http://www.pvl.cz/download/files/zpravy\\_o\\_povodni/zprava\\_03\\_2005.pdf](http://www.pvl.cz/download/files/zpravy_o_povodni/zprava_03_2005.pdf)>

Rekka s. r. o., 2011, Odkaliště Plzeň – Božkov, [online, cit. 2. 2. 2012]. Dostupné z

WWW: <<http://www.rekka.cz/reference-rs-2.html>>

Revitalizace nábřeží plzeňských řek – Úslava, 2010, ÚKRMP, [online, cit. 21. 3. 2013].

Dostupné z WWW: <<http://www.plzen.eu/o-meste/multimedia/ebook/knihy/ebook-revitalizace-nabrezi-plzenskych-rek-i.aspx>>

Rožnovský et al. 2012, Sucho na území ČR a jeho dopady, ČHMÚ – pobočka Brno, [online, cit. 21. 3. 2013]. Dostupné z WWW:

<[http://www.chmi.cz/files/portal/docs/katastrofy/26zasedani/Roznovsky\\_sucho\\_230412.pdf](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/katastrofy/26zasedani/Roznovsky_sucho_230412.pdf)>

RVP G, 2007, Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 100 s. [online, cit. 21. 3.

2013]]. Dostupné z WWW: <[http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07\\_final.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf)>. ISBN 978-80-87000-11-3.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2012, Problematika povodní, [online, cit. 18. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.vuv.cz/index.php?id=993>>

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2013, Struktura DIBAVOD, [online, cit. 18. 3. 2013]. Dostupné z WWW: <<http://www.dibavod.cz/index.php?id=27>>

Zpráva o povodni – červenec 1981, 2011, ČHMÚ, [online, cit. 15. 3. 2013]. Dostupné z WWW:

<[http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1981\\_07/1981\\_07.html](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/PL/povodne/1981_07/1981_07.html)>

## 12. Přílohy

### Pracovní list

*Realizace cvičení 1 – 5 je plánována ve škole. Cvičení 6 – 7 budou zpracovávána během exkurze v terénu*

1. Definujte následující pojmy:

- *Říční koryto*
  
- *Údolní niva*
  
- *Eroze vodních toků*
  
- *Transport*
  
- *Splaveniny*
  
- *Plaveniny*
  
- *Sediment (říční)*
  
- *Zákrut*
  
- *Meandr*
  
- *Proudnice*

2. Určete, zda tvary na obrázcích jsou *akumulační* nebo *erozní*

a).....



b).....



c).....



3. Přiřaďte obrázky popovodňových tvarů (1-12) ze složky ke konkrétním místům v nivě řeky Úslavy v úseku od Koterova po Lobzy v programu Google Earth. Vytvořte v programu body v místech, ve kterých se domníváte, že se tvary nacházely. Bodům přiřaďte číslo příslušného obrázku.

4. Zkuste v programu Google Earth vymežit oblast, která byla během povodně zaplavena. Vytvořte polygon. Zkuste vymežit oblasti, kde docházelo k akumulaci a kde k erozi.

5. Podle tvaru akumulací a písčinych lavic zkuste vymežit průběh proudnice během povodní 2002. Vytvořte linii v Google Earth. Porovnejte se současnou proudnicí? O kolik metrů se proudnice během povodní vychýlila?

6. Určete místa, ve kterých se nacházely četné popovodňové formy.

7. Charakterizujte, do jaké míry se místo změnilo, a určete, zda se v území ještě nacházejí formy, které vznikly během povodní v roce 2002, nebo alespoň jejich zbytky.

Příloha č. 1, Pracovní list, vlastní zpracování, zdroj fotografií: P. Mentlík.



## Pracovní list

1. Definujte následující pojmy:

- *Říční koryto*
- *Údolní niva*
- *Eroze vodních toků*
- *Transport*
- *Splaveniny*
- *Plaveniny*
- *Sediment (říční)*
- *Zákrut*
- *Meandr*
- *Proudnice*

2. Určete, zda tvary na obrázcích jsou *akumulační* nebo *erozní*

a) .....



b) .....



c).....



3. Charakterizujte, do jaké míry se místa změnila, a určete, zda se v území ještě nacházejí formy, které vznikly během povodní v roce 2002, nebo alespoň jejich zbytky.
  
4. Jaká protipovodňová opatření v území vznikla? Hodnotíte tato opatření jako pozitivní nebo spíše negativní?

Příloha č. 2, Pracovní list pro studenty Univerzity třetího věku, vlastní zpracování, zdroj fotografií:  
P. Mentlík.





Příloha č. 3, Akumulace s naplavenými kmeny v Božkově, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 4, Akumulace materiálu před střelnicí v Lobzích, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 5, Akumulace před stělnicí v Lobzích, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 6, Akumulace v Lobzích u lávky, fotografie: P. Mentlík





Příloha č. 7, Akumulace v Lobzích u lávky, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 8, Erozní rýha s naplaveným kmenem v Koterově, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 9, Erozní rýha v Koterově vyplněná usazeným materiálem, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 10, Erozní rýha v Koterově s naplaveným materiálem, fotografie: P. Mentlík





Příloha č. 11, Erozní rýha s naplaveným materiálem v pozadí v Koterově, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 12, Velká akumulace naplaveného materiálu v nivě nedaleko Koterova, fotografie: P. Mentlík





Příloha č. 13, Erozní rýhy v Lobzích, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 14, Erozí deformovaný břeh u bývalé lávky v Lobzích, jejíž nízké a úzké rozměry způsobily při povodni turbulentní proudění s ničivými účinky, fotografie: P. Mentlík



Příloha č. 15 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality v Koterově s pomocí fotografií popovodňových tvarů, fotografie: V. Kreidlová



Příloha č. 16 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality v Koterově fotografie: V. Kreidlová





Příloha č. 17 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality u nové lávky Lobzích s pomocí fotografií popovodňových tvarů, fotografie: V. Kreidlová



Příloha č. 18 Realizace projektu se studenty FPE ZČU, hodnocení lokality u nové lávky Lobzích s pomocí fotografií popovodňových tvarů, fotografie: V. Kreidlová



Příloha č. 19 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, hodnocení lokality v Koterově,  
fotografie: M. Vlachovská



Příloha č. 20 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, odebrání půdního profilu V Závrtku,  
fotografie: M. Vlachovská





Příloha č. 21 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, analýza prvního odebraného profilu s kousky cihel, fotografie: M. Vlachovská



Příloha č. 22 Realizace projektu s Univerzitou třetího věku, třetí půdní profil v místě nejdále od řeky s výrazným humusovým a glejovým profilem, fotografie: M. Vlachovská