

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**VLIV FYZICKOGEOGRAFICKÝCH PODMÍNEK NA
POVODŇOVÉ RIZIKO V POVODÍ HORNÍ RADBUZY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Václav Duffek

Přírodovědná studia, obor Geografie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Jan Kopp, Ph.D.

Plzeň 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 15. dubna 2015

.....
Václav Duffek

Tímto bych rád poděkoval všem odborníkům, kteří se doposud podíleli na utváření mé geografické cesty. Zvláštní poděkování patří RNDr. Janu Koppovi, PhD., za odborné vedení a ochotný přístup při zpracování bakalářské práce. Rovněž děkuji svým nejbližším, kteří mi pomáhali a podporovali mě, zvláště pak svému otci, bez kterého by terénní výzkum nebylo možno realizovat. V neposlední řadě bych rád projevil dík rodinným inženýrům, kteří mě neustále podporují a neodrazují od studia na Fakultě pedagogické ZČU v Plzni.

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINAL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

OBSAH

Úvod	3
1 CÍLE.....	4
2 REŠERŠE.....	5
2.1 POVODEŇ.....	5
2.2 DRUHY POVODŇOVÉHO RIZIKA	6
2.2.1 Letní typ povodní z krátkodobých dešťů	6
2.2.2 Letní typ povodní z regionálních dešťů	6
2.2.3 Zimní a jarní typ následkem tání sněhu.....	7
2.2.4 Zimní a jarní povodně spojené s pohybem ledové masy	7
2.2.5 Povodně ze specifických příčin	8
2.3 HODNOCENÍ VLIVU SYNOPTICKÝCH SITUACÍ NA VÝSKYT POVODNÍ.....	8
2.4 FYZICKOGEOGRAFICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POVRCHOVÝ ODTOK	10
2.5 VYUŽITÍ KRAJINY JAKO FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ POVRCHOVÝ ODTOK	11
2.5.1 Lesy	11
2.5.2 Plochy s vegetací a bez vegetace.....	11
2.6 VLIV JEDNOTLIVÝCH TYPŮ PŮD A JEJICH NASYCENÍ NA FORMOVÁNÍ ODTOKU	11
2.7 POSOUZENÍ VLIVU CELKOVÉ PLOCHY POVODÍ NA FORMOVÁNÍ ODTOKU.....	12
2.8 POSOUZENÍ VLIVU TVARU POVODÍ NA FORMOVÁNÍ ODTOKU.....	13
2.9 VLIV ANTROPOGENNÍCH ÚPRAV NA FORMOVÁNÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA.....	13
2.10 VLIV SRÁŽKOVÝCH ÚHRŇŮ NA FORMOVÁNÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA	14
3 METODIKA	16
STATISTICKÉ METODY	16
NÁSTROJE GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ	16
HODNOCENÍ KRAJINNÉHO POKRYVU	16
3.1 METODY HODNOCENÍ ANTROPOGENNÍ UPRAVENOSTI ŘIČNÍ SÍTĚ	17
3.1.1 Charakteristika mapovaných toků.....	21
Černý potok 1-10-02-018.....	21
Zubřina 1-10-02-044	21
Radbuza 1-10-02-001	22
3.2 PŘEDPOVÍDÁNÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA	23
4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	24
5 HYDROSYNOPTICKÁ ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH POVODŇOVÝCH STAVŮ	26
5.1 CHARAKTERISTIKA HYDROLOGICKÝCH STANIC	26
5.2 HYDROLOGICKÁ ANALÝZA POVODNÍ	26
5.3 SEZONALITA POVODNÍ	29
5.3.1 Sezonalita povodní ve stanici Staňkov.....	30
5.3.2 Sezonalita povodní ve stanici Tasnovice	30
5.3.3 Sezonalita povodní v zájmovém území	31
5.4 SYNOPTICKÁ ANALÝZA POVODNÍ	32
6 FYZICKOGEOGRAFICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POVRCHOVÝ ODTOK	35
6.1 ZHODNOCENÍ KRAJINNÉHO POKRYVU.....	37
6.2 ZHODNOCENÍ PŘEVAŽUJÍCÍ HYDROLOGICKÉ SKUPINY PŮD	41
7 ANTROPOGENNÍ UPRAVENOST ŘIČNÍ SÍTĚ	42
7.1 UPRAVENOST TRASY TOKU.....	42
7.2 UPRAVENOST KORYTA TOKU	45
7.3 UPRAVENOST PODÉLNÉHO PROFILU	47

7.4	HODNOCENÍ PŘÍBŘEŽNÍ ZÓNY	49
7.5	SYNTÉZA HODNOCENÍ UPRAVENOSTI TOKU	51
8	SYNTÉZA HODNOCENÍ	54
9	DISKUSE	59
10	ZÁVĚR	62
	RESUMÉ	I
	SEZNAM LITERATURY	II
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ	IV
	SEZNAM OBRÁZKŮ	IV
	SEZNAM GRAFŮ	IV
	SEZNAM TABULEK	V
	SEZNAM SOUBORŮ GRAFŮ	V
	PŘÍLOHY	VI
	ZÁKLADNÍ POPIS PŘÍČINNÝCH POVĚTRNOSTNÍCH SITUACÍ: OBRÁZKY A TEXT PŘEVZAT Z ČHMÚ	VIII
	FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA	XIII

Úvod

Když jsem si vybíral téma své bakalářské práce, stanovil jsem si sám pro sebe dvě podmínky. Zabývat se něčím, co mne zajímá a problém řešit v oblasti mně blízké. Chvilí jsem nad tím přemýšlel a nakonec si vzpomněl na to, jak v minulosti řeka Zubřina zaplavila Domažlice. Rozhodl jsem se tedy pro zkoumání povodní, a jelikož mne více zajímá fyzická geografie, zahrnul jsem do práce i toto zaměření. Na řece Zubřině ale není oficiální hydrologická stanice, musel jsem proto pro zkoumání povodňového rizika zvolit stanici ve Staňkově, na řece Radbuze.

Domnívám se, že existuje velmi málo lidí, kteří jsou k povodňovému riziku lhostejní. Spousta lidí je povodněmi fascinována, hodně vědců se jimi zabývá, ale největší část populace je záplavami ohrožena. Povodně člověku působily, působí a budou působit obtíže, škody a strasti. Ve 20. a 21. století se ale tyto dopady znásobily. Především díky populačnímu růstu a nárůstu využívaného území říčních niv. Právě zastavěné říční nivy a člověkem upravená koryta se nejvíce podepisují na ničivé síle povodně. Když se totiž tok vylíje z koryta na louky a mokřady, nikomu to moc neublíží. Když ale řeka opustí své koryto ve městě, nebo v zahrádkářské oblasti, škody se mohou sčítat ve velkém. Velká města ležící na řekách nemůžeme přemístit mimo říční nivu. Je proto otázkou, jak minimalizovat povodňové riziko právě v těchto kritických oblastech. Jednou možností jsou mobilní hráze, u kterých ale potřebujeme určitý čas na jejich postavení, což může při povodni hrát významnou roli, proto na mnoha tocích jsou umístěné automatické hlásiče, které posílají data o průtocích do potenciálně ohrožených měst. Druhá možnost je, zaměřit se na to, proč, kdy a kde samotné povodně vznikají, analyzovat jednotlivé případy a z nich vyvodit závěry. Například, když na Šumavě spadnou intenzivní a neočekávané srážky, jak ovlivní průtoky Otavy, Úhlavy nebo Úslavy. Průtok každé řeky silně ovlivňují její přítoky, ať už jsou to potoky, nebo také řeky. Samotné povodně vznikají nejčastěji právě zde. Do páteřního toku vyústí několik potoků s vyšším vodním stavem a povodeň je na světě.

1 CÍLE

Svoji práci budu strukturovat do tří základních částí.

V první se budu zabývat povodňovými stavy, které zasáhly mé zájmové území v minulosti. Bude zapotřebí projít historická data průtoků ve Staňkově a rozumně je analyzovat. Budu se zabývat možnou sezonalitou extrémních průtoků. Chtěl bych také pro každou povodeň stanovit příčinnou meteorologickou situaci a popřípadě najít nějaké pravidelnosti. Cílem této kapitoly je tedy udělat přehled jednotlivých povodňových stavů a k nim přiřadit příčinnou meteorologickou situaci. Dále pak zhodnotit možnou sezonalitu povodní.

Druhou kapitolu bych rád věnoval celému zájmovému území, které rozdělím na dílčí povodí, u kterých budu následně zkoumat jednotlivé fyzickogeografické faktory, které by měly snižovat či zvyšovat náchylnost povodí na povodňové riziko. Z výsledků této kapitoly bych měl být schopen určit oblast, nebo dokonce jedno povodí, které je v tomto ohledu nejnáchylnější na vznik povodňového rizika.

Na závěr bych zmapoval a zanalyzoval antropogenní úpravy toků v zájmovém území. Domnívám se, že toto téma se do mé práce také hodí, jelikož souvisí jak s povodněmi, tak i s fyzickogeografickými faktory. Nejdříve se budu muset naučit danou metodiku mapování, což беру také jako cíl, ale spíše pro sebe. Bude mě samozřejmě zajímat míra upravenosti řek a potoků, kterou vizualizuji na mapách zhotovených v počítačovém programu ArcGIS. Výsledkem této části práce by mělo být stanovení nejvíce a nejméně upraveného toku, či jeho části.

Přesně nadefinované cíle práce uvádím níže:

- Rozbor regionální a metodické literatury a datových zdrojů.
- Stanovení metodiky práce.
- Získání a analytické zpracování informací a geodat.
- Syntéza - vyhodnocení vlivu fyzickogeografických faktorů na povodňové riziko.
- Prezentace a diskuse výsledků.
- Závěrečné zhodnocení a shrnutí výsledků.

2 REŠERŠE

V úvodu své práce jsem představil myšlenku, že existuje velmi málo lidí, kteří berou povodňové riziko na lehkou váhu. Proto také existuje nespočet děl, která se touto problematikou zabývají. Ať jsou to práce legislativního, přehledového, nebo výzkumného typu. Povodeň, jako přírodní jev a riziko, může mít ale v každém povodí jiný průběh, napáchat jiné škody, dokonce mít i jiné příčiny. Tím bych rád naznačil, že využití odborných pramenů má i svá omezení. Do využitých pramenů bych tedy měl zařadit obecně platné zkušenosti nebo práce, které byly zpracovány v podobném zájmovém území, nebo pro podobný účel.

V závislosti na zvoleném zájmovém území a vytyčení základních cílů práce jsem se rozhodl pracovat s těmi poznatky, které především splňují tyto charakteristiky:

- Definují základní hydrometeorologické pojmy, se kterými se dále pracuje.
- Stanovují obecné poznatky a závěry o povodňovém riziku.
- Zabývají se typizací synoptickými situacemi.
- Vymezují vliv fyzickogeografických podmínek na vznik a vývoj povodní.
- Kvantitativně hodnotí působení antropogenních úprav toků na povodně.
- Popisují zájmové území, povodí jemu blízké, či řádově vyšší povodí.

2.1 POVODEŇ

Pod termínem povodeň si někdo vybaví zatopené domy a zahrady, jiný zase masu vody proudící pod mosty. Jaká je ale přesná definice pojmu povodeň. Je důležité si uvědomit, že vymezení tohoto problému závisí na několika faktorech. Proto jich také můžeme nelézt několik. Ottův slovník naučný např. uvádí povodeň jako: *„mimořádně vysoký stav vody, který přináší obyvatelům okolních ploch značné škody na polích i majetku.“* [Otto, 1890]

Legislativní popis povodně vydaný Ministerstvem životního prostředí v roce 2001 zní: *„Přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škodu. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod.“* [MŽP, 2001]

2.2 DRUHY POVODŇOVÉHO RIZIKA

Nejvíce povodní vzniká ze spadlých srážek na zemský povrch. Existují také případy, že povodeň vznikne náhlým oteplením v zimních měsících, které způsobí tání sněhové pokrývky, nebo sněhovými srážkami. Někdy mají povodně ale i jiné příčiny, např. přehrazení koryta ledovou masou, nebo sesuvem, narušení přírodní či antropogenní hráze vodní plochy, apod. Matějček a Hladný uvedli ve své práci označení druhů povodní:

Letní typ:	Následkem krátkých přívalových dešťů. Následkem regionálních dešťů.
Zimní a jarní typ:	Následkem tání sněhu. Následkem vytváření a pohybu ledové masy v toku.

Povodně z jiných specifických příčin.

[Matějček, Hladný 1998]

2.2.1 LETNÍ TYP POVODNÍ Z KRÁTKODOBÝCH DEŠŤŮ

Typické pro tento typ je krátkost doby, která uběhne mezi spadem hlavní příčinné srážky a kulminací povrchového odtoku. Což znamená i poměrně krátkou dobu utváření povodňové situace, která je ale charakteristická rychlým a velikým zvednutím vodních stavů. Tyto povodně jsou často utvářeny místní bouřkovou činností, nebo stacionární cyklonou. Ve světě pak i monzunovými dešti. [Štěpánková, 2004] V povodí Berounky se bleskové povodně vyskytují nejčastěji od 2. poloviny dubna až do konce září. Srážky odpovídají výše popsanému popisu: mají většinou velmi silnou intenzitu a jejich průběh je poměrně krátký (2-6 hodin), zasahují majoritně menší území, což znamená, že mohou vyvolat povodeň spíše na malých povodích. [Štěpánková, 2004]

2.2.2 LETNÍ TYP POVODNÍ Z REGIONÁLNÍCH DEŠŤŮ

Tyto povodně vznikají z méně intenzivních srážek, které jsou charakteristické relativně dlouhým trváním a tím, že zasahují poměrně velká území. Deště vznikají především díky atmosférickým frontám, častěji teplým. Existují určité limity množství spadlé vody, které když jsou překročeny, tak nebezpečí vzniku povodně narůstá. [Kacíř, 2010] Tato prahová hodnota srážek je velmi proměnlivá a závisí mimo jiné na předchozím úhrnu srážek a také na nadmořské výšce. Orientační prahové hodnoty jsou znázorněny v tab. 1.

Poznámky a vysvětlivky k tab. 1:

- Období platnosti: květen-říjen. Typy oblastí: horská (nad 700 m n. m.), střední (400-700 m n. m.), nižší (pod 400 m n. m.). Za nasycené povodí se považuje to, které za posledních 10 dnů obdrželo srážky o průměrném úhrnu vyšším než 50 mm. [Matějček, Hladný 1998]

Tabulka 1: Orientační odhad prahových hodnot povodňových srážek [mm]

Výšková poloha krajiny	Nenasycené povodí		Nasycené povodí	
	1. SPA	2. SPA	1. SPA	2. SPA
horská	60 - 80	80 - 100	30 - 60	60 - 70
střední	50 - 70	70 - 80	30 - 50	50 - 60
nižší	40 - 60	60 - 70	20 - 40	40 - 50

Zkratka SPA znamená stupeň povodňové aktivity, ten je pro každý tok v každé hydrologické stanici rozdílný.

Zdroj: podle Matějček, Hladný 1998

Na tento typ povodní v povodí Berounky jsou často vázány rozsáhlé záplavy v údolních nivách, při kterých je jen otázkou, kolik škody zde napáchají. [Štěpánková, 2004]

2.2.3 ZIMNÍ A JARNÍ TYP NÁSLEDKEM TÁNÍ SNĚHU

Velikost odtoku z povodí závisí v tomto případě na mocnosti sněhové pokrývky a na tom, jak obleva probíhá. Pokud je tání díky oteplování podpořeno ještě deštěm, povodňové ohrožení stoupá. Nejhorší případ nastává, když je pod sněhem půda ještě zmrzlá a voda se tedy nemůže vsakovat. Na horách se zpravidla vytváří mocnější pokrývka, ale uvolňování vody probíhá postupně od nejnižších položených míst do vyšších poloh. Pokud jsou sněhem pokryté i nížiny a dojde k oteplení, dochází většinou k poměrně rychlému odtoku na velké ploše, což může opět způsobit zvýšení vodního stavu. Tento typ má charakteristické povodňové vlny. A jelikož mají jednu z nejdelších dob trvání, způsobují často maximální roční průtokové objemy. [Kacíř, 2010]

2.2.4 ZIMNÍ A JARNÍ POVODŇNĚ SPOJENÉ S POHYBEM LEDOVÉ MASY

Ledové útvary které se pohybují v korytě toku velmi výrazně snižují průtočnost koryta a mohou v kombinaci s dalšími faktory vyvolat zvýšený povodňový stav. Častokrát se ale stane, že je koryto ledem zcela zacpáno a tekoucí voda se začne rozlévat do okolí. Tyto zácpy mohou vyvolat záplavy stejného rozsahu, jako například 100letý průtok. [Štěpánková, 2004]

2.2.5 POVODNĚ ZE SPECIFICKÝCH PŘÍČIN

Do této kategorie řadíme vzestup vodního stavu vyvolaný zmenšenou průtočností, nebo dokonce přehrazením koryta toku jistými událostmi: např. náhlé přehrazení sesuvem půdy, ucpání mostních otvorů a propustí nebo akumulace plavenin. Patří sem ale i záplavy způsobené zpětným vzduťím na přítocích, nebo porucha zařízení přehradní nádrže, nebo dokonce i její protržení. [Štěpánková, 2004]

2.3 HODNOCENÍ VLIVU SYNOPTICKÝCH SITUACÍ NA VÝSKYT POVODNÍ

Vše, co se v atmosféře děje, je určeno a popsáno. Když ráno vstaneme a svítí slunce, obloha je bez mraku a vítr nefouká, můžeme říci, že je slunečno a bezvětří. Stejně tak můžeme pojmenovat jednotlivé příčinné synoptické situace, které často mají svůj specifický průběh. Pro území Československa vznikly v minulosti dvě typizace. První byla vyhodnocena a zveřejněna Brádkou a kol. [Brádka a kol., 1961], druhá byla připravena Končekem a Rheinem. [Konček a Rhein, 1971] Tato druhá kategorizace byla aktualizována od r. 1950 do r. 1971, proto se většina nynějších pracovníků a autorů ztotožňuje s první typizací, která je kompletnější.

Jak jsem již uvedl, Brádkova typizace byla uvedena roku 1961, zpětně byly pro jednotlivé dny přiřazeny situace až do roku 1946. Tento katalog je průběžně aktualizován a vychází v meteorologických zprávách. Je také volně k prohlédnutí na webových stránkách ČHMÚ. Původně měla tato kategorizace sloužit k předpovědi počasí. Základní kategorizace je prováděna podle směru pohybu cyklon/anticyklon a cirkulace atmosférických procesů. Typizace měla zpočátku 20 typů, které však při dalším popisování nestačily. Bylo proto přidáno dalších 8 typů. Těchto 28 kategorií již stačilo k popsání všech zatím známých situací. Přehled lze najít v tab. 2. Detailní popis vybraných situací pak v příloze. [ČHMÚ]

Nyní bych se rád pozastavil nad některými poznatky autorů, kteří studovali vztahy mezi jednotlivými synoptickými situacemi a denními srážkami. Nejprve bych uvedl práce Brádky. [Brádka, 1972, 1973] Ten posuzoval množství srážek při jednotlivých synoptických typech na území dnešní ČR. V druhé práci se Brádka zabýval atlantským a středomořským vlivem na srážky na území ČSR. 28 typů synoptických situací rozdělil do tří skupin:

- Atlantské: fronty vchází do střední Evropy ze západního sektoru (Wc, Wcs, Wal, Wa, NWc, Nwa, Nc, Vfz, SWa, SWc₂, SWc₃).
- Středomořské: frontální poruchy jdou ve výšce z jižního sektoru s jižním, nebo východním prouděním (NEc, NEa, Ec, Ea, SEc, SEa, Sa, B, Bp, C, SWc₁).
- Srážkově nevýznamné typy (Cv, A, skupina Ap).

Tabulka 2: Přehled jednotlivých synoptických situací

Wc	západní cyklonální situace	Sa	jižní anticyklonální situace
Wcs	západní cyklonální situace s jižní dráhou	SWc1	jihozápadní cyklonální situace
Wa	západní anticyklonální situace	SWc2	jihozápadní cyklonální situace
Wal	západní anticyklonální situace letního typu	SWc3	jihozápadní cyklonální situace
NWc	severozápadní cyklonální situace	SWa	jihozápadní anticyklonální situace
Nwa	severozápadní anticyklonální situace	B	brázda nízkého tlaku nad střední Evropou
Nc	severní cyklonální situace	Bp	brázda postupující přes střední Evropu
NEc	severovýchodní cyklonální situace	Vfz	vchod frontální zóny
NEa	severovýchodní anticyklonální situace	C	cyklóna nad střední Evropou
Ec	východní cyklonální situace	Cv	cyklóna výšková
Ea	východní anticyklonální situace	A	anticyklóna nad střední Evropou
SEc	jihovýchodní cyklonální situace	Ap	putující anticyklóna 4 subtypy
SEa	jihovýchodní anticyklonální situace		

Zdroj: podle ČHMÚ

Ze svých prací Brádka vyvodil závěr, že kromě zimního období dominuje téměř na celém území ČR středomořský typ. Na jaře se dominanta atlantských typů koncentruje pouze na Krušnohoří, severní Čechy, Orlické hory a právě Český les. V létě pak na západní a severní Čechy. [Brádka, 1973] Denním průběhem atmosférické cirkulace spojeným s časovým průběhem povodně se také věnoval Duckstein a kol. [Duckstein a kol., 1993]

Touto tematikou se také zabývali: Šamaj, Valovič a Brázdil. [Šamaj, Valovič, Brázdil, 1985] Mimo jiné se věnovali časovému výskytu extrémních srážek na území ČR. Přišli na to, že 96,2 % všech přeháněk se vyskytlo v letním půlroce. Na závěr práce navázali autoři na práce Brádka, kdy potvrdili jeho myšlenky, že extrémní srážky v ČR jsou vázány na

postup nasycených cyklon z oblasti středozevního moře do oblasti střední Evropy. Tento pohyb určujících útvarů je charakteristický pro případy B, Bp, NEc a C. [Štěpánková, 2004]

2.4 FYZICKOGEOGRAFICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POVRCHOVÝ ODTOK

Je logické, že povrchový odtok závisí na intenzitě a časovém rozložení srážek. Co se ale děje, když kapka deště dopadne na zem? Část příčinné srážky se zadrží na vegetaci, kde probíhá tzv. intercepce (zachycení vody rostlinou). Ta část která se dostane až na zem je do jisté doby půdou vsakována. Když je půda zcela nasycena, voda se začíná hromadit na povrchu a vyplňuje místní prohlubně. Poté se již objem vody začíná pohybovat a to ve směru největšího sklonu svahu. V počáteční fázi hovoříme nejčastěji o tzv. ronů (plošném odtoku) a skoro neznatelných ronových rýhách. Ty se postupně spojují a koncentrují do stružek, které mohou dále utvářet patrné erozní rýhy. [Štěpánková, 2004] Na daném území se pak odehrává tzv. evapotranspirace, což je celkový výpar, skládající se z evaporace (fyzikální výpar) a transpirace (výdej vody vegetací). [Davie, 2008]

Část vsakování probíhá také v říčních korytech a jejich sousední zóně. Se zvyšováním vodní hladiny se totiž také zvyšuje hydrostatický tlak, který svojí silou vcezuje vodu do příbřežní zóny. Tento neviditelný jev trvá až do chvíle, kdy korytem protéká maximální vodní stav. Později začne hladina klesat, tudíž klesá i hydrostatický tlak a přilehlá oblast se postupně vyprazdňuje. [Štěpánková 2004]

Z výše popsaného průběhu srážek můžeme lehce odvodit, co dalšího, kromě síly příčinné srážky, ovlivňuje povrchový odtok. Přímý vliv má určitě půdní složení a jeho propustnost. Významným činitelem v této oblasti je reliéf zemského povrchu. Z procesu vsakování vody do půdy jen po určitou dobu můžeme vyčíst, že povrchový odtok také závisí na tom, zdali je území, zasažené srážkou, již vodou nasyceno, či nikoli. Celková plocha povodí je částečně také určující. Nějaký vliv na utváření průtoků v korytech má i tvar povodí.

Kvantifikováním vlivu fyzicko-geografických faktorů se zabývali i američtí autoři, kteří přišli v té době se zcela novou metodikou. Jedná se o metodiku tzv. CN křivek (Curve Number = Číslo křivky). Hodnoty výšky odtoku jsou závislé na příčinné srážce, vegetačním krytu, hydrologické skupině půd, intercepce a povrchové akumulaci vody. Princip metody je podrobněji popsán v práci Bevena. [Beven, 2001]

2.5 VYUŽITÍ KRAJINY JAKO FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ POVRCHOVÝ ODTOK

2.5.1 LESY

Lesy se v České republice rozkládají převážně ve středohorských a horských oblastech, které svojí nadmořskou výškou srážky přitahují. Roční úhrny srážek se v těchto oblastech pohybují okolo 800 až 1500 mm. Pro účely mé práce je ale rozhodující, zdali lesní porost nějak ovlivňuje výšku odtoku. Jedno z prvních měření tohoto jevu bylo provedeno v Německu již v roce 1863. V následujících měřeních byl porovnáván průběh odtoku v bezlesé a plně zalesněné krajině. V Československu se tyto otázky začaly řešit až od roku 1928. Nyní hlavní výzkum probíhá v Deštné v Orlických horách, kde se vědci zabývají rozdíly dvou hlavních dřevin českých lesů: smrku a buku. [Štěpánková, 2004]

Z výsledků výzkumů plyne několik informací: les je velkým spotřebitelem vody, smrkové porosty potřebují vody více, než bukové, ale hlavně, že les je schopen utlumit pouze srážku určité velikosti. Přívalové srážky (do 50 mm) se na celkovém odtoku vůbec neprojeví. Srážky od 50 mm do 100 mm ale již ano a při srážkách větších než 100 mm dochází k úplnému nasycení půdy pod lesním ekosystémem a odtok se tak stává neřízeným a spontánním. [Štěpánková, 2004]

2.5.2 PLOCHY S VEGETACÍ A BEZ VEGETACE

Zkoumání velikosti odtoku na zatravněných plochách a na úhoru v rámci své práce prováděl Janeček. [Janeček, 2003] Z jeho závěrů jasně vyplývá, že odtok velmi závisí na typu půdy, na které k němu dochází, což se hodnotí níže. Výzkumný tým Kříže a Kolejky přišel na zajímavý fakt. Uvedl myšlenku, že za určitých podmínek mohou rostliny vsakování bránit. Dochází k tomu při tzv. střešním efektu, kdy je vegetace po vydatném dešti natolik slehlá, že se v daném okamžiku voda k půdě ani nedostane. A voda odtéká ve směru největšího sklonu svahu. [Kříž, Kolejka 1999]

2.6 VLIV JEDNOTLIVÝCH TYPŮ PŮD A JEJICH NASYCENÍ NA FORMOVÁNÍ ODTOKU

Zrnitost, pórovitost, nebo hloubka půd zásadním způsobem ovlivňuje vsak příčinné srážky a tudíž i povrchový odtok z daného území. Každý typ i subtyp je něčím specifický. Podle hydrologických vlastností se v metodice CN křivek rozlišují 4 skupiny půd. Znázorněné v tab. 3. [Stejskalová, 2005]

Tabulka 3: Jednoduchá charakteristika hydrologických skupin půd

Charakteristika hydrologických vlastností půd	Skupina
Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,12 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo štěrky.	A
Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité.	B
Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité	C
Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.	D

Zdroj: Stejskalová, 2005

Tuto tabulku používáme pouze pro přibližné zařazování půd do hydrologických skupin. Pro přesné zařazení BPEJ ČR do již zmíněných čtyř hydrologických skupin můžeme využít souhrnnou tabulku uvedenou v příloze (tab. 19).

Jak bylo již uvedeno výše, výzkum zabývající se odtokem na zatravněné, zalesněné ploše a ploše zcela bez vegetace prováděl Janeček. [Janeček, 2003] Posuzoval rozdíly odtoku ze suché a plně vodou nasycené půdy. Vycházel z předpokladu, že 24 hodinová srážka o velikosti 100 mm dopadla na čtyři hydrologické typy půd rozdělené ještě na holé, s travním porostem a lesním porostem. Přišel na to, že z ploch zarostlých travinami a dřevinami se při plném nasycení odtoky zvyšují vícekrát, než z ploch bez vegetace. Tento jev nabýval na síle v závislosti na propustnosti půd. Tudíž můžeme jasně říci, že vsakovací schopnost půd má své meze. Můžeme také říci, že les nebo louka dokážou zachytit větší množství spadlých srážek. Když jsou to ale srážky extrémní a dojde k úplnému nasycení půdy, zarostlé oblasti odtok spíše podporují, než aby jej omezovaly. [Janeček, 2003]

2.7 POSOUZENÍ VLIVU CELKOVÉ PLOCHY POVODÍ NA FORMOVÁNÍ ODTOKU

Šercl ve Sborníku prací Českého hydrometeorologického ústavu uvádí, že závislost mezi objemem povodňové vlny a velikostí plochy povodí je jasně prokazatelná. Svoje myšlenky dokládá tzv. dobou koncentrace, která roste se zvyšující se plochou povodí (vyjádřenou tzv. hydraulickou vzdáleností, která udává délku, kterou částice vody spadlá na nejvzdálenějším místě od závěrového profilu urazí, než dosáhne právě závěrového

profilu) a zkracuje se zvyšováním průměrného sklonu povodí. Obecně platí, že s rostoucí plochou povodí roste hydraulická vzdálenost, ale klesá průměrný sklon svahů v povodí. [Šercl, 2009] Dalším významným faktorem v této oblasti je procento plochy zasažené příčinnou srážkou. U malých povodí častěji zaznamenáváme srážky, které udeří na celém povodí, kdežto na větších ne.

2.8 POSOUZENÍ VLIVU TVARU POVODÍ NA FORMOVÁNÍ ODTOKU

Další fyzickogeografickou charakteristikou ovlivňující průběh povodní je tvar povodí. K vzájemnému srovnávání různých povodí musíme ale tuto charakteristiku vyjádřit kvantitativně. Nejčastější metodou je součinitel tvaru povodí α . Ten se vypočítá jako poměr plochy povodí k druhé mocnině délce toku: $\alpha = \frac{P}{L^2}$. [Hrádek, 1982]

Podrobnějším rozbořením vlivu tvaru povodí na extrémní průtoky se u nás zabýval Kašpárek a kol. Podobně jako Šercl [Šercl, 2009] dospěli k názoru, že koeficient tvaru povodí nemá na povodňové riziko moc velký vliv. [Kašpárek a kol., 1980]

Tabulka 4: Charakteristika tvaru povodí podle dílčích hodnot koeficientu α

Povodí	Koeficient tvaru povodí α	
	pro $P < 50 \text{ km}^2$	pro $P > 50 \text{ km}^2$
Protáhlé	do 0,24	do 0,18
Přechodné	0,24-0,26	0,18-0,20
Vějířovité	přes 0,26	přes 0,20

Zdroj: Netopil 1984

2.9 VLIV ANTROPOGENNÍCH ÚPRAV NA FORMOVÁNÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA

Řada autorů se zabývala a stále zabývá antropogenní upraveností vodních toků. Ať je to již zkrácení délky a upravení koryta toku umělými stupni, nebo přetváření krajinného rázu v území říční nivy. To vše se pak více či méně ukáže na velikosti a průběhu povodňové vlny a projevených škodách. [Langhammer, 2004]

V tomto směru proběhly již nějaké výzkumy, ale díky poměrné časové náročnosti nejsou takto zhodnoceny všechny řeky a potoky. Celkové zmapování a poznání lidských úprav v povodí ale může být pro následné plánování protipovodňové ochrany poměrně zásadní. [Langhammer, 2004]

Jak jsem již zmiňoval, v historii již v tomto ohledu nějaká bádání proběhla. Často reagovala na extrémní situace v určitých povodích. Takovýmto výzkumem bylo například mapování antropogenních úprav v povodí Otavy, které bylo zasaženo katastrofální povodní v roce 2002. [Langhammer, 2004] Na přelomu března a dubna 2006 se v povodí Labe vyskytla nejextrémnější povodeň z tajícího sněhu za posledních 60 let. Konkrétně se jednalo o povodí Sázavy. [Langhammer, 2007] Tyto dva výzkumy byly pro mě výchozí. Autoři ve svých příspěvcích popisují nejen stanovenou a nově vyvinutou metodiku, ale i průběh a informace k mapování a samozřejmě i výsledky.

V povodí Otavy vědci zjistili, že nejvyšší podíl úseků s přímou trasou se nachází na střední a dolní části povodí. [Langhammer, 2004] Naopak tomu bylo při mapování úprav v povodí Sázavy, kde jsou v dolní části toku úpravy trasy koryta minimální. V této oblasti také klesá míra zásahů do podélného profilu směrem od pramenných oblastí po dolní části povodí. [Langhammer, 2007] Modifikace geometrie trasy toku se promítá také do upravenosti podélného profilu, proto v povodí Otavy je nejvyšší četnost výskytu umělých stupňů opět na střední a dolní části povodí. Nejzřetelnější úpravy koryta jsou v tomhle povodí zase vázány na dolní části, kde řeky protékají zemědělskými oblastmi s intenzivním osídlením. V povodí Sázavy jsou úpravy koryt soustředěny především na intravilány a celkový ukazatel se zvyšuje směrem k níže položeným částem povodí. Podél celé říční sítě pak převládá přírodě blízký charakter. [Langhammer, 2007] V oblasti, kterou odvodňuje Otava má příbřežní zóna podobný charakter, jako v povodí Sázavy. V horních částech převládají přírodě blízké plochy a největší podíl člověkem zasažených ploch se vyskytuje na dolních částech povodí. [Langhammer, 2004] Díky syntetickým ukazatelům můžeme následně porovnat jednotlivé úseky, části toků, samotné toky, nebo dokonce i celková povodí. V obou zkoumaných povodích platí, že vyšší index upravenosti toků je silně vázán na průchody intravilánem a dále pak, že nepatrně vzrůstá od horní k dolní části povodí.

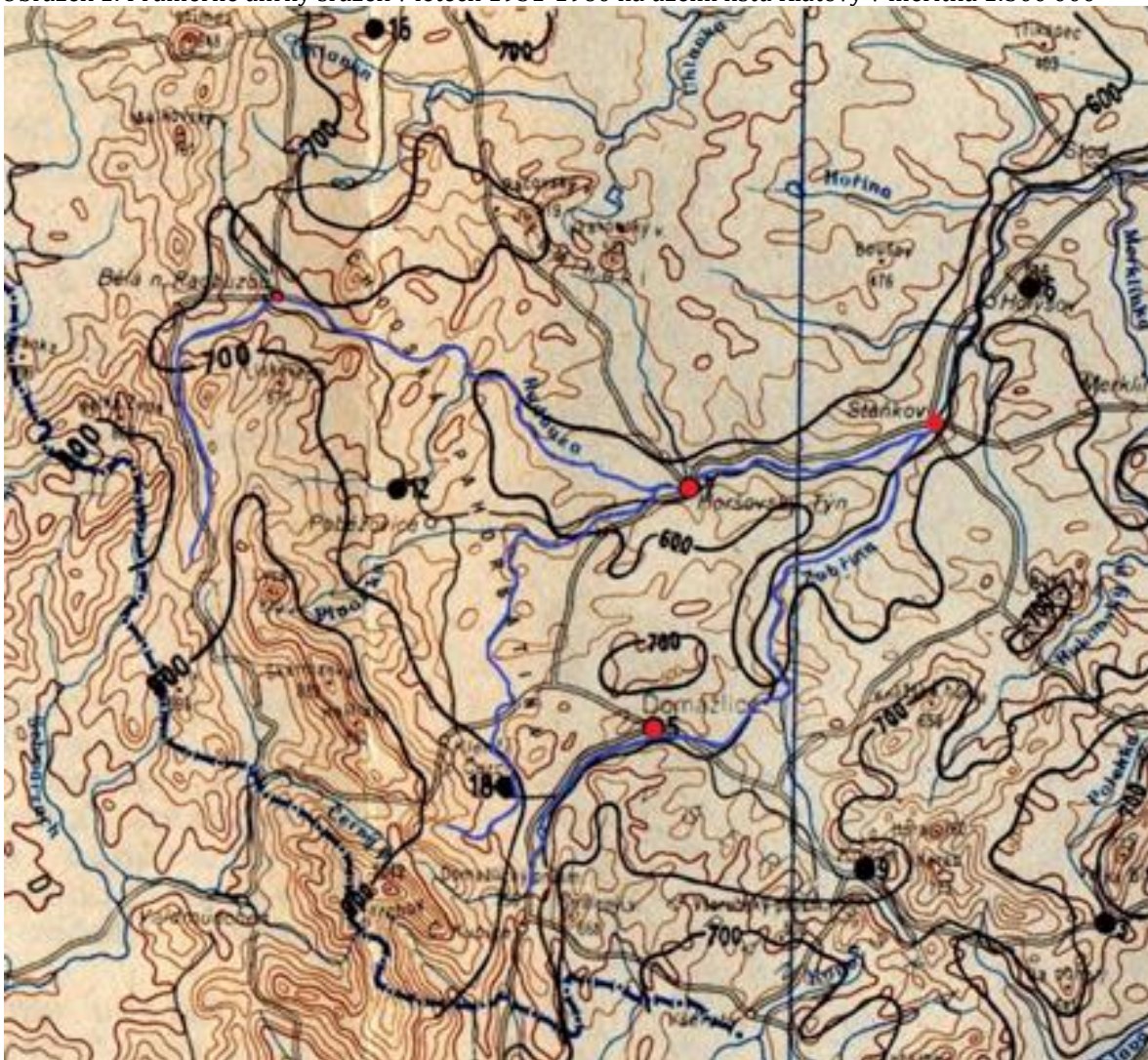
2.10 VLIV SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ NA FORMOVÁNÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA

Vznik, průběh, síla a škody povodně závisí především na příčinné srážce. Je totiž logické, že když nepadne na zem ani kapka, povodeň se neutvoří, naopak když je dané území dotováno silnou srážkou existuje vyšší pravděpodobnost, že vznikne na tocích povodňový stav. Proto bych v této kapitole zhodnotil roční průměrné úhrny srážek ve svém zájmovém území.

Průměrné roční úhrny srážek jsem hodnotil z mapy Průměrných úhrnů srážek v letech 1931-1960 na území listu Klatovy v měřítku 1:500 000, která je součástí vysvětlivek k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000. Tu jsem naskenoval a vložil do práce. Pro lepší orientaci jsem v mapě zvýraznil páteřní toky a významná města.

Z analýzy mapy vyplývá snižování úhrnu srážek ve směru od západu na východ. To odpovídá i snižování nadmořské výšky. Nejvíce dílčích povodí se nachází v oblasti, kde za rok průměrně spadne 700 mm srážek, druhou nejčetnější skupinou jsou povodí s ročním přísunem 600 mm srážek a nejméně povodí je dotováno 800 mm srážek.

Obrázek 1: Průměrné úhrny srážek v letech 1931-1960 na území listu Klatovy v měřítku 1:500 000



Zdroj: Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000

3 METODIKA

Pro vypracování této práce budu jistě potřebovat několik metodických aparátů, ke zhodnocení jevů, určení problémů a zobrazení výsledků. Jistě se nevyhnu použití statistických a matematických metod. Pro vizualizaci dat bych rád použil statisticko-grafický editor MSEXcel a geografický informační systém ArcGIS. V něm bych rád prováděl další geografické analýzy.

STATISTICKÉ METODY

Ze základních statistických metod jistě použiji míry charakterizující centrální tendenci, jako je průměr. Dále pro hodnocení antropogenní upravenosti jednotlivých toků budu muset jednotlivé kategorie vážit celkovou vzdáleností úseku, tudíž použiji vážený průměr. Náročnější úlohy a funkce nebudou v práci zapotřebí.

NÁSTROJE GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

V ArcMapu budu jednak data zpracovávat, ale i vizualizovat. V první řadě bude zapotřebí zvektorizovat jednotlivé úseky toků nad podkladem říční sítě ArcČR500. Do atributové tabulky budu muset doplnit charakteristiky pro každý úsek, abych je následně mohl zobrazit v mapě. Bude zapotřebí získat data pro zhotovení digitálního modelu území, data krajinného pokryvu a data rozložení půd v zájmovém území. V tomto softwaru budu provádět nejrůznější analýzy a z jeho výstupů vyvozovat základní závěry.

HODNOCENÍ KRAJINNÉHO POKRYVU

Při hodnocení krajinného pokryvu budu muset vrstvu Landcover proložit jednotlivými povodími, z čehož by mi měla vyjít vrstva povodí, ve které budou zahrnuty i jednotlivé polygony zobrazující různé využití krajiny. Pro lepší práci s daty budu muset provést shrnutí jednotlivých typů do několika kategorií. Tabulku všech typů krajinného pokryvu lze nalézt v příloze. (tab. 20) Tyto kategorie následně kvantifikuji podle jejich rozlohy a údaje přidám ke každému povodí. Získám procentuální zastoupení kategorií v jednotlivých povodích, což budu moci již zobrazit na mapách.

3.1 METODY HODNOCENÍ ANTROPOGENNÍ UPRAVENOSTI ŘÍČNÍ SÍŤE

Tato část práce zahrnovala vlastní terénní mapování, při kterém jsem sbíral primární data pro následné analýzy. Pro tento problém, bylo vyvinuto několik metodických aparátů, které se ale výrazně liší jak používanými daty, tak i účelem vyhodnocení. [Langhammer, 2004] Tímto tématem se v poslední době ale nejvíce zabýval doktor Langhammer. Ten vypracoval několik projektů, ve kterých se zabýval právě upraveností řek.

On a jeho spolupracovníci na PŘF UK sestavili novou metodiku, jejímž cílem je získat primární informace o charakteru a intenzitě antropogenních zákroků do vodního toku a říční nivy. [Langhammer, 2004] Také o jejich prostorovém rozložení. Navržená metodika by měla být maximálně objektivní, ale přitom dostatečně jednoduchá na to, aby pomocí ní bylo možno zpracovat rozsáhlé území. I tato splňuje základní novodobý předpoklad, a to možnost integrace výsledků do prostředí geografických informačních systémů, kde může být dále zpracovávána pomocí geostatické analýzy.

Základním východiskem je rozčlenění toků na části, pro které je následně zjišťována míra lidského zásahu v různých proměnných. Segmenty jsou definovány tak, aby alespoň jeden znak byl jednotný. Délka každého úseku může být tedy odlišná. Začátek a konec segmentu se vyznačí v mapě, danému úseku se přiřadí unikátní kód a zjištěné parametry se zapíše do formuláře. Z mapování pak můžeme vysledovat několik ukazatelů. Především jsou to ukazatele analytické a z nich následně odvozené hodnoty syntetické. Analytické ukazatele jsou podle podávané informace dále členěny na indikátory intenzivní, identifikační a informační. Intenzivní charakterizují intenzitu zásahu do toku a nivy (upravenost trasy toku, podélného profilu, koryta toku a využití říční nivy, které je hodnoceno pro pravý a levý břeh odděleně). [Langhammer, 2004] Identifikační přinášejí údaje o prostorovém rozmístění prvků, které jsou důležité z hlediska průběhu a následků povodně (překážky proudění, geomorfologické projevy povodně a povodňové škody). Poslední ukazatele podávají doplňkové informace o prostředí toku a údolní nivy. Dílčí ukazatele jsou znázorněny v tabulkách 5, 6 a 7. Základními syntetickými ukazateli jsou index upravenosti úseku, a následně toku, a identifikace kritických míst. [Langhammer, 2004]

Tabulka 5: Přehled intenzitních ukazatelů dle Langhammera

Intenzitní ukazatele			
Upravenost trasy toku	Upravenost podélného profilu	Upravenost koryta toku	Využit příbřežní zóny
Divočící, rozvětvený	Úsek bez vertikálních překážek	Přírodní koryto bez známky úprav	Les
Přirozeně meandrující tok	Přirozené nízké stupně v korytě	Vegetační opevnění, dřevěná kulatina	Louka
Zákruty přirozeného původu	Přirozené vysoké stupně v korytě	Břeh zpevněný kamenným pohozením	Orná půda
Přirozeně přímý úsek	Nízký jez (do 1 m)	Břeh nebo dno zpevněné trávno-betonovou dlažbou	Opuštěná orná půda
Zákruty se známkami napřímení	Stupňovitý jez, skluz	Břeh nebo dno zpevněné vyzdívkou či betonem	Zahrady
Napřímený úsek	Vysoký jez (přes 1 m)	Souvislé betonové zpevnění břehu i dna	Roztroušená zástavba
Revitalizovaný úsek	Hráz	Zatrubnění	Intravilán + průmysl

Zdroj: podle Langhammera, 2004

Tabulka 6: Přehled identifikačních ukazatelů dle Langhammera

Identifikační ukazatele		
Potenciální překážky proudění při povodni	Geomorfologické projevy povodně	Povodňové škody
Most	Bez následků na korytě a příbřežní zóně	Poškození nebo destrukce budov v nivě
Propustek	Drobné břehové nátrže (do 5 m délky břehu)	Poškození nebo destrukce mostů
Vysoký jez	Rozsáhlé břehové nátrže (přes 5 m délky břehu)	Poškození nebo destrukce jezů
Překážka v korytě	Sesuvy vyvolané povodní	Poškození nebo destrukce komunikací
Budovy v nivě	Drobné fluvialní akumulace (do 100 m ²)	
Násep silnice / trati napříč nivou	Rozsáhlé fluvialní akumulace (přes 100 m ²)	
Jiná překážka	Přemístění balvanů nebo velkého objemu hmoty	
	Vytvoření nového koryta	

Zdroj: podle Langhammera, 2004

Tabulka 7: Přehled informačních ukazatelů dle Langhammera

Informační ukazatele					
Šířka údolní nivy	Šířka koryta	Zahloubení koryta	Charakter rozlivu při povodni	Charakter břehové vegetace	Retenční potenciál údolní nivy
údolní niva není vyvinutá	do 1 m	do 0,5 m	Voda neopustila koryto	Břeh bez vegetace	Opuštěný meandr/rameno toku
do 10 m	1–2 m	0,5–1 m	Rozliv pouze v rámci protipovodňových hrází	Jednotlivé stromy	Mokřad
10–50 m	2–5 m	1–2 m a více	Rozliv do blízké přibřežní zóny (do 50 m od koryta)	Skupiny stromů a keřů	Poldr
50–200 m	5–10 m		Rozsáhlý rozliv do údolní nivy s výškou hladiny do 1 m u koryta toku	Pás vegetace podél toku	Povodňová hráz
200–500 m	10–20 m		Rozsáhlý rozliv do údolní nivy s výškou hladiny vyšší než 1 m u koryta toku	Les	Přirozené nebo umělé sníženiny v nivě
500 m a více	20 m a více				Vodní nádrže v nivě

Zdroj: podle Langhammera, 2004

Z dané struktury databáze lze následně provádět určité kvantitativní hodnocení. Základním principem je bodování ve škále 1-5, kdy 1 bod připadá na nejnižší intenzitu upravenosti a 5 bodů na maximální intenzitu. Škálu pro intenzitní ukazatele uvádím v tab. 8, kde každý sloupec B označuje bodovou hodnotu jednotlivého ukazatele.

Bodové hodnoty jsou k jednotlivým případům připojeny na základě zkušeností s hodnocením upravenosti toků a následků povodní 2002 a 2006. (Vilímek a kol, 2003, Langhammer a kol, 2005, Langhammer a kol, 2006) [Langhammer, 2007] Toto hodnocení bylo již několikrát použito a testováno v různých povodích (Otava, Blanice, Sázava). Základním kvantitativním výsledkem je již zmíněný index upravenosti (vypočítán jako aritmetický průměr hodnot indexu pro jednotlivé úseky) a kumulativní index upravenosti.

V rámci své práce jsem v terénu mapoval pouze ukazatele intenzitní. A to z několika důvodů. Pro představu daný rozsah stačí, druhým důvodem jsou mé nedostatečné znalosti a možnosti posouzení dalších ukazatelů a třetím, zřejmě tím nejvýznamnějším je nemožnost zaznamenání následků povodně, jelikož těsně před, či v průběhu zkoumání se žádný povodňový stav neobjevil.

Tabulka 8: Bodové hodnocení intenzitních ukazatelů dle Langhammera

Intenzitní ukazatele							
Upravenost trasy toku	B	Upravenost podélného profilu	B	Upravenost koryta toku	B	Využití příbřežní zóny	B
Divočící, rozvětvený	1	Úsek bez vertikálních překážek	1	Přírodní koryto bez známky úprav	1	Les	1
Přírozně meandrující	2	Přírozně nízké stupně v korytě	2	Vegetační opevnění, dřevěná kulatina	2	Louka	2
Zákruty přírodního původu	3	Přírozně vysoké stupně v korytě	3	Břeh zpevněný kamenným pohozen	3	Orná půda	3
Přírozně přímý úsek	4	Nízký jez (do 1 m)	3	Břeh nebo dno zpevněné trávobetonovou dlažbou	3	Opuštěná orná půda	2
Zákruty se značkami napřímení	4	Stupňovitý jez, skluz	3	Břeh nebo dno zpevněné vyzdívkou či betonem	4	Zahrady	3
Napřímený úsek	5	Vysoký jez (přes 1 m)	4	Souvislé betonové zpevnění břehu i dna	4	Roztroušená zástavba	4
Revitalizovaný úsek	2	Hráz	5	Zatrubnění	5	Intravilán	5
						Průmysl, těžba	5

Zdroj: podle Langhammera, 2004

Při výzkumu antropogenních úprav a následků povodně v povodí Otavy bylo zapotřebí zmapovat 610 km říční síť. To zajišťovalo 20 pracovníků, kteří stihli daný úkol za 90 dní. [Langhammer, 2004] Po dohodě se svým vedoucím práce jsem se rozhodl si práci lehce zkrátit a zmapovat pouze páteřní toky povodí. Respektive tři největší toky s největším povodím. Jednalo se tedy o Černý potok vlévající se do Radbuzy nedaleko od Horšovského Týna, Zubřinu protékající okresním městem Domažlice a Radbuzu. I přes výrazné zkrácení mapované délky toků mě čekalo skoro 120 říčních kilometrů, což ale vůbec neodpovídá vzdálenosti, kterou jsem doopravdy nachodil. Mapování mi zabralo necelých 20 dní. Každá změna prostředí toku či nivy znamenala začátek nového úseku. Takhle jsem tedy zmapoval všechny tři toky. Výsledky jsem převedl do počítačové podoby a jednotlivé úseky následně zvektorizoval nad podkladem říční sítě ArcČR500. V ArcMapu

jsem již s novou vrstvou mohl provádět různé analýzy, které jsem následně zobrazoval na jednoduchých mapách. Ke konci jsem pro každý úsek spočítal i index upravenosti, z čehož jsem následně spočítal stejný index pro jednotlivé toky.

Hodnocení upravenosti podélného profilu probíhalo následovně: když se v daném úseku objevil určitý vertikální stupeň, zaznamenal jsem si jej, a při následné kontrole výsledků jsem k danému úseku přiřadil hodnotu uvedenou v tabulce 8.

Využití příbřežní zóny jsem celé mapování zaznamenával podrobněji. Místo 8 kategorií jsem využití nivy kategorizoval do 14 tříd. Aby ale byla metodika zachována, zkonzultovali jsme s vedoucím práce vliv jednotlivé třídy na retenci a zpětně přiřadili ke škálové hodnotě.

Číslování a značení úseků probíhalo stejně jako v uvedené metodice. Tudiž úsek s nejvyšším označením připadá na pramennou část toku a úsek číslo 1 začíná ústím do Radbuzy, případně hraničním bodem na Radbuze. Tímto směrem byla také určována pravá a levá strana příbřežní zóny.

3.1.1 CHARAKTERISTIKA MAPOVANÝCH TOKŮ

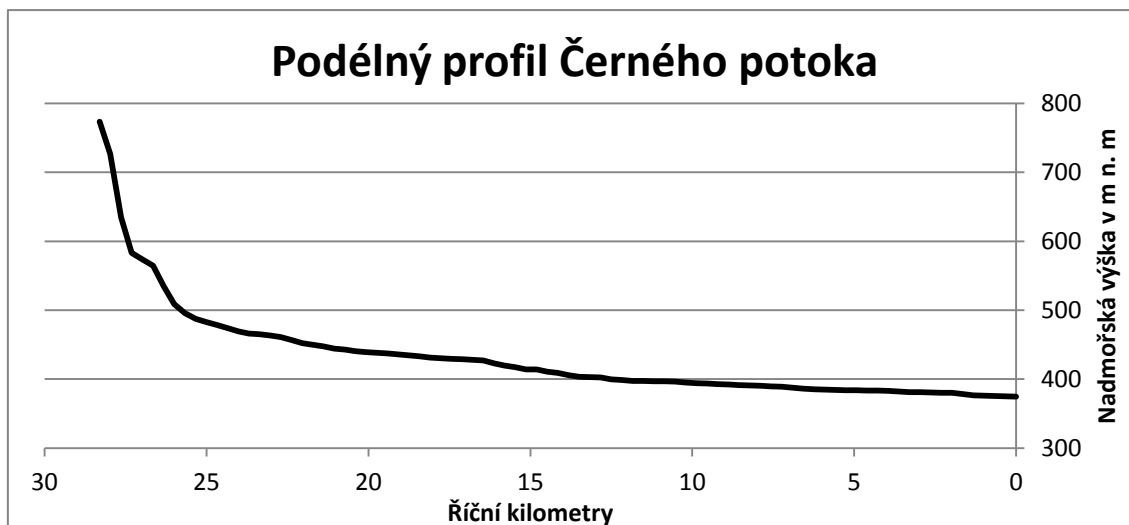
ČERNÝ POTOK 1-10-02-018

Pramení v Českém lese na svahu Čerchova ve výšce 785 metrů nad mořem. Vlévá se jako pravostranný přítok do Radbuzy u Horšovského Týna (374 m n. m.). Tento potok odvodňuje povodí o rozloze 170,53 km². Celková délka toku je 28,3 km, na své trase protéká např. Trhanovem, nebo Meclovem. Celkový spád toku je 411 metrů a relativní sklon je mírně přes 14,5 m. [Vlček, 1984]

ZUBŘINA 1-10-02-044

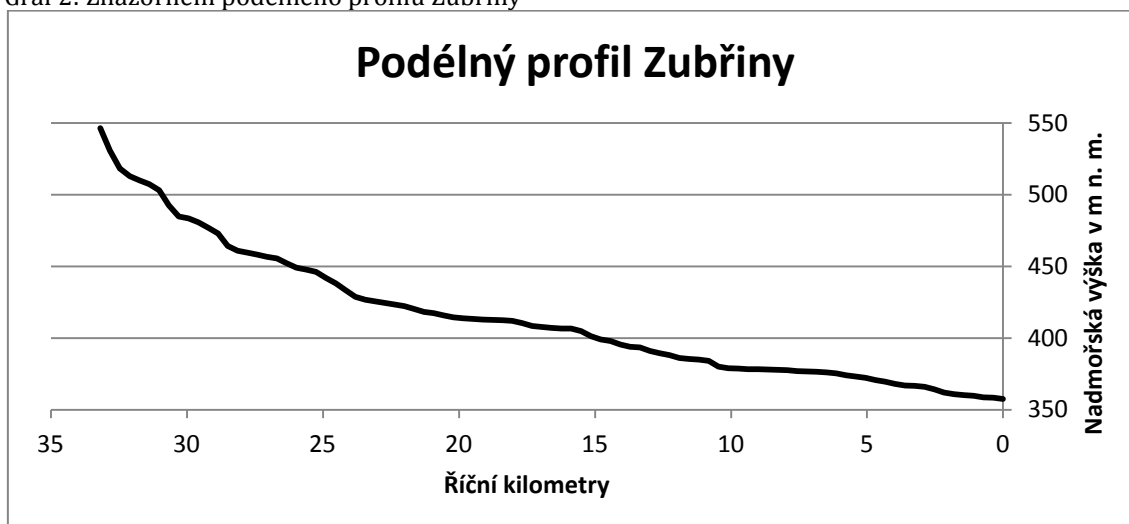
Pramení jihovýchodně od vesničky Pasečnice v nadmořské výšce 550 m n. m. Ústí zprava do Radbuzy poměrně blízko obce Staňkov (357 m n. m.). Celková plocha povodí této řeky je 215,36 km². Je zapotřebí zmínit, že na své dráze dlouhé 33,19 km protéká okresním městem Domažlice, dále pak obcemi Milavče, Blížejev a Osvračín. Celkový spád tohoto toku je 193 výškových metrů, odvozený relativní sklon je 5,82 m. [Vlček, 1984]

Graf 1: Znázornění podélného profilu Černého potoka



Zdroj: vlastní zpracování dat

Graf 2: Znázornění podélného profilu Zubřiny



Zdroj: vlastní zpracování dat

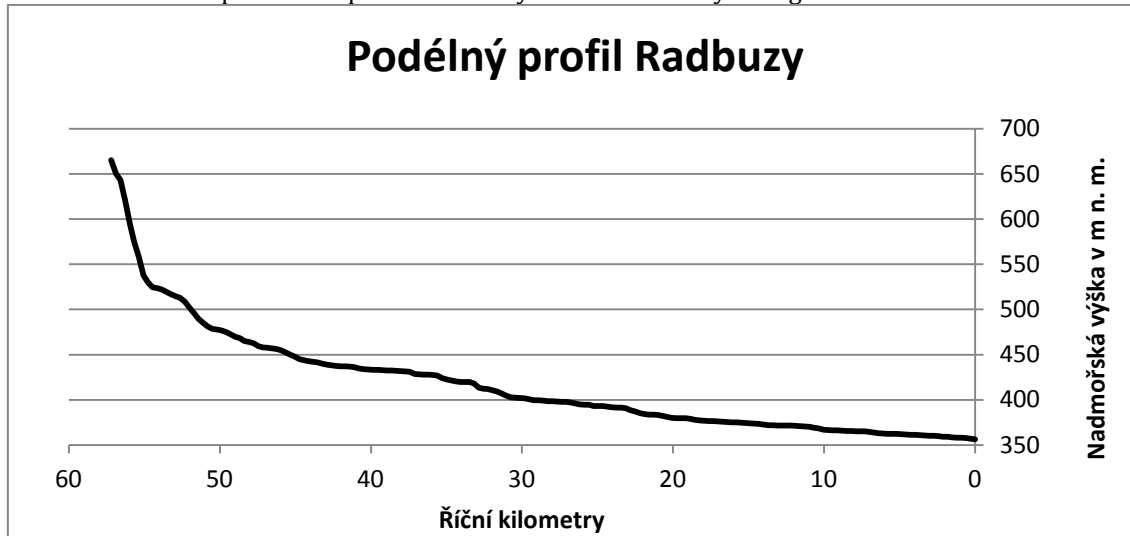
RADBUZA 1-10-02-001

Tato západočeská řeka pramení necelých 1,5 kilometru severovýchodně od obce Závist (665 m n. m.). V Plzni se stává zdrojnicí Berounky (298 m n. m.). Na své délce 111,5 km odvodňuje Radbuza povodí veliké 2179,4 km². [Vlček, 1984]

Jak jsem ale již uváděl, můj výzkum probíhal pouze v povodí ohraničeném hydrologickou stanicí Staňkov. Proto uvádím ještě charakteristiky od pramene po Staňkov. Nadmořská výška toku ve Staňkově je přibližně 350 m n. m. Plocha povodí vázaná k tomuto sídlu je 700,37 km² a délka toku ohraničená stejným místem pak 57,5 km. Tato řeka protéká např. Bělou nad Radbuzou, Tasnovicemi, Horšovským Týnem a právě

Staňkovem. Na spád toku připadá hodnota 315 m a na relativní sklon toku pak 5,48 m. [Vlček, 1984] Nepatrná část povodí této řeky leží za hranicemi ČR ve Spolkové republice Německo. Jedná se o plochu 595 885,37 m². V celkových analýzách tuto hodnotu vezmu v potaz.

Graf 3: Znárodnění podélného profilu Radbuzy ohraničeného hydrologickou stanicí Staňkov



Zdroj: vlastní zpracování dat

3.2 PŘEDPOVÍDÁNÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA

V práci se předpovídáním povodní, jejich průtokům a následkům věnovat nebudu, ale pro informaci udávám jednoduchý přehled metod predikcí povodňových stavů

Existuje několik různých vědeckých postupů, podle kterých se následně provádí odhady do budoucnosti. Některé jsou čistě empirické, některé vychází ze statistické analýzy předchozích povodňových stavů. Prakticky je můžeme rozdělit na metody:

- Založené na pozorování nejvyšších stavů a maximálních historických průtoků.
- Založené na empirických výpočtech.
- Založené na studování frekvence povodňových stavů.
- Založené na derivaci návrhu povodně z informací získaných studií příčinných srážek.

[GHOSH, 1999]

4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Jak je uvedeno v názvu práce, zadané cíle jsem řešil v povodí řeky Radbuzy. Kvůli veliké časové náročnosti terénního mapování jsem se zaměřil pouze na horní část povodí, kterou jsme po konzultaci ohraničili hydrologickou stanicí ve Staňkově (700,37 km²). Takto vymezené území se téměř celé nachází v okrese Domažlice. Ten se nachází na západě České Republiky v Plzeňském kraji. Díky své poloze o něm můžeme mluvit jako o pohraničním okrese. Jeho rozloha je 1 123 km² čímž se řadí na čtvrté místo v Plzeňském kraji. Na této ploše žije 60 596 obyvatel (stav k 31. 12. 2009) z čehož vyplývá hustota zalidnění 54 osob na km². To je hodnota poměrně nižší a je dána jak polohou, tak i geomorfologickou strukturou okresu. Z tohoto hlediska je totiž převážná plocha území tvořena pohraničními pahorkatinami s průměrnou nadmořskou výškou 450m n. m. [Český statistický úřad]

Na jihozápadě tvoří hranici zájmového území Všerubská vrchovina, která také odděluje Šumavu od Českého lesa. Skládá se ze Všerubské brány a Kdyňské brázdy. Tyto dva podcelky na severu a severovýchodě přechází v Chodskou pahorkatinu. Na Kdyňskou brádu navazuje také Čerchovský les, který je součástí českoleského masivu. V něm leží nejvyšší bod okresu a pohoří Českého lesa, Čerchov (1042 m n. m.). Dále na sever pokračuje Haltrava. Severním hraničním celkem je Plešská vrchovina s vrchem Zvon (859 m n. m.). Do středozeší se táhne již zmíněná Chodská pahorkatina, která dosahuje až ke Staňkovu. Na severovýchodě se rozprostírá Holýšovská pahorkatina. [Geoportál INSPIRE]

Celé území stejně jako celá Česká republika leží v mírném pásu severní polokoule na rozhraní mezi kontinentálním a oceánským typem podnebí. Z čehož vyplývá pravidelné střídání čtyř ročních období a s tím související roční režim srážek. Díky rozdílům v nadmořské výšce nacházíme v této oblasti mírně teplé i chladné klima. Průměrné roční teploty se v nižších oblastech pohybují okolo 7–8 °C ve vyšších pak mezi 4 a 5 °C. Letní dny můžeme pozorovat 20x až 40x ročně. Průměrně zde spadne 600-700 mm srážek za rok. [Zahradnický, Mackovčín, 2004] I v tomto regionu můžeme pak najít rozdílné klimatické poměry. Např. rozdíl mezi průměrnými teplotami a úhrny srážek v oblasti Českého lesa a východní částí území, která je položená níže.

Z hydrologického hlediska je zásadní řeka Radbuza, která náleží k povodí Berounky. Tato řeka se svojí délkou 112 km odvodňuje povodí o rozloze 2 179 km². Pramení právě na svazích Čerchova v Českém lese a ve Staňkově má již průměrný průtok 3,70 m³.s⁻¹. [ČHMÚ] Jejimi nejsilnějšími přítoky jsou Černý potok (s průtokem při ústí 1,02 m³.s⁻¹), který se do ní vlévá u Horšovského Týna a Zubřina (s průtokem při ústí 1,18 m³.s⁻¹), která do ní zprava ústí u Staňkova. [Vlček, 1984] Oblast je také poměrně bohatá na výskyt rybníků. Jejich největší koncentrace je na Postřekovsku a v Sedmihoří. Největší rybník je Mezholezský s plochou 38 ha. [Kacíř, 2010]

V zájmovém území se nevyskytují naleziště cenných nerostných surovin. Obecně lze říci, že má v tomto ohledu omezené zdroje. K nejvýraznějším ložiskům patří naleziště živce na Poběžovicku. Dále se těží cihlářské jíly a kámen. [Český statistický úřad]

V roce 2003 se na základě zákona okres Domažlice administrativně rozdělil do dvou správních obvodů. Tudíž jej spravují dvě obce s rozšířenou působností (ORP): Domažlice a Horšovský Týn. Na území ORP Domažlice se nacházejí tři obce s pověřeným obecním úřadem (POU): Domažlice, Kdyně a Poběžovice. Na území ORP Horšovský Týn pak pouze dvě obce s POU: Horšovský Týn a Staňkov. Na tomto území je poměrně řídká železniční síť, ve které stojí za zmínku pouze významná spojnice Plzeň-Domažlice, která dále pokračuje přes Českou Kubici do SRN. Silniční síť v okrese byla k 31. 12. 2009 dlouhá 754 km. V tomhle směru je důležitá spojnice mezinárodního významu Plzeň-Folmava. [Český statistický úřad]

V roce 2009 se orná půda rozkládala na 54 % rozlohy okresu (60 234 ha) naopak lesy zabíraly necelých 38 % (42 787 ha). Z toho můžeme soudit, že Domažlicko je okresem průmyslově zemědělským, kdy průmyslové podniky se nacházejí především v Domažlicích, Kdyni a v Klenčí pod Čerchovem. Rostlinná výroba se orientuje především na pěstování pšenice, ječmene, řepky olejky a kukuřice. Živočišná pak na chov skotu, prasat a drůbeže. [Český statistický úřad]

5 HYDROSYNOPTICKÁ ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH POVODŇOVÝCH STAVŮ

V této části práce bych rád zhodnotil hydrometeorologické příčiny vzniku povodní v zájmovém území. To by mělo zahrnovat výběr samotných povodňových událostí na řece Radbuze, dále pak bych se rád zaměřil na možnou sezonalitu povodní. A závěrem bych se rád zabýval zhodnocením synoptických situací a tudíž i výběrem příčinných povětrnostních okolností.

5.1 CHARAKTERISTIKA HYDROLOGICKÝCH STANIC

Ve výše popsaném zájmovém území se nacházejí 2 hydrologické stanice. Stanice Staňkov a stanice Tasnovice. Obě dvě měří vodní stavy řeky Radbuzy.

Stanice Staňkov:

Tato stanice se nachází v obci Staňkov, na levém břehu řeky Radbuzy, u lávky, která spojuje náměstí a cestu od kostela. Uzavírá 55,3 % celkového povodí této řeky (plocha povodí: 701,54 km²). [ČHMÚ] První dva stupně povodňové aktivity mají ohraničení 26,9 m³.s⁻¹ a 34,8 m³.s⁻¹, SPA3 pak 42,8 m³.s⁻¹, přičemž průměrný roční průtok Staňkovem je 3,7 m³.s⁻¹. [ČHMÚ]

Stanice Tasnovice:

Číslo hydrologického pořadí této stanice je 1-10-02-015. Nachází se na pravém břehu, necelých 150 metrů po proudu od silničního mostu, který vede právě přes Tasnovice. Bohužel se zde začalo měřit až v roce 1999, tudíž moc dat k analyzování není (konkrétně se jedná o 8 povodňových stavů). Plocha povodí Radbuzy vázána k tomuhle místu je 172 km² (13,6 %). [ČHMÚ] Stupně povodňové aktivity jsou v této stanici vymezeny průtoky SPA1 = 10,8 m³.s⁻¹; SPA2 = 14,5 m³.s⁻¹ a SPA3 = 18,6 m³.s⁻¹. Průměrný roční průtok je 1,07 m³.s⁻¹. [ČHMÚ]

5.2 HYDROLOGICKÁ ANALÝZA POVODNÍ

Jak jsem již zmiňoval, v zájmovém území se nacházejí dvě hydrologické stanice. Proto pro přehlednost uvádím tabulky významných povodňových stavů pro obě stanice. Při výběru zájmové povodňové události jsem postupoval tak, že jsem shromáždil všechny vodní stavy v daných stanicích, které se těsně blížily, nebo překračovaly stav prvního stupně povodňové aktivity (stav bdělosti). Výsledky selekce jsou uvedeny v tab. 9 a 10.

Tabulka 9 Charakteristika jednotlivých povodní ve Staňkově

Datum kulminace	q/max [m ³ .s ⁻¹]	N-letost	Q/P [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]
23. 8. 1977	27,8	Q ₁	0,04
8-9. 5. 1978	143	Q ₁₀ -Q ₅₀	0,20
9. 8. 1978	32,4	Q ₁	0,05
14. 3. 1979	63,8	Q ₁ -Q ₅	0,09
25. 9. 1979	25,5	Q ₁	0,04
7. 2. 1980	81,4	Q ₅	0,12
23. 7. 1980	26,9	Q ₁	0,04
20. 7. 1981	53,5	Q ₁ -Q ₅	0,08
31. 5. 1986	99,2	Q ₅	0,14
21. 12. 1993	138,1	Q ₁₀ -Q ₅₀	0,20
27. 2. 1997	50,6	Q ₁ -Q ₅	0,07
2. 11. 1998	47,3	Q ₁	0,07
13. 8. 2002	79,12	Q ₅	0,11
18. 3. 2005	37	Q ₁	0,05
3. 6. 2013	73,1	Q ₁ -Q ₅	0,10
11. 6. 2013	52,1	Q ₁ -Q ₅	0,07

Zdroj: vlastní zpracování dat

Z tabulky číslo 9 jasně vyplývá, že roky 1978 a 1993 byly v daném povodí jednoznačným unikátem. Za zkoumané období (1965-2013) ve Staňkově byl totiž průtok desetileté vody překročen pouze dvakrát, a to právě v letech 1978 a 1993. Kdy korytem řeky protékalo úctyhodných 140 m³.s⁻¹. Od roku 1965 stanice zaznamenala i několik pětiletých vod. V letech 1980, 1986, a 2002. Šestý největší průtok byl zaregistrován v roce 2013.

Tabulka 10 Charakteristika jednotlivých povodní v Tasnovicích

Datum kulminace	Qmax [m ³ .s ⁻¹]	N-letost	Q/P [m ³ .s ⁻¹ .km ⁻²]
13. 8. 2002	25,0	Q ₁ -Q ₅	0,15
3. 1. 2003	42,0	Q ₅	0,24
14. 1. 2004	16,8	Q ₁ -Q ₅	0,10
13. 2. 2005	29,8	Q ₁ -Q ₅	0,17
28. 5. 2006	18,2	Q ₁	0,11
3. 12. 2007	20,4	Q ₁	0,12
18. 4. 2009	13,8	Q ₁	0,08
3. 6. 2013	41,6	Q ₅	0,24

Zdroj: vlastní zpracování dat

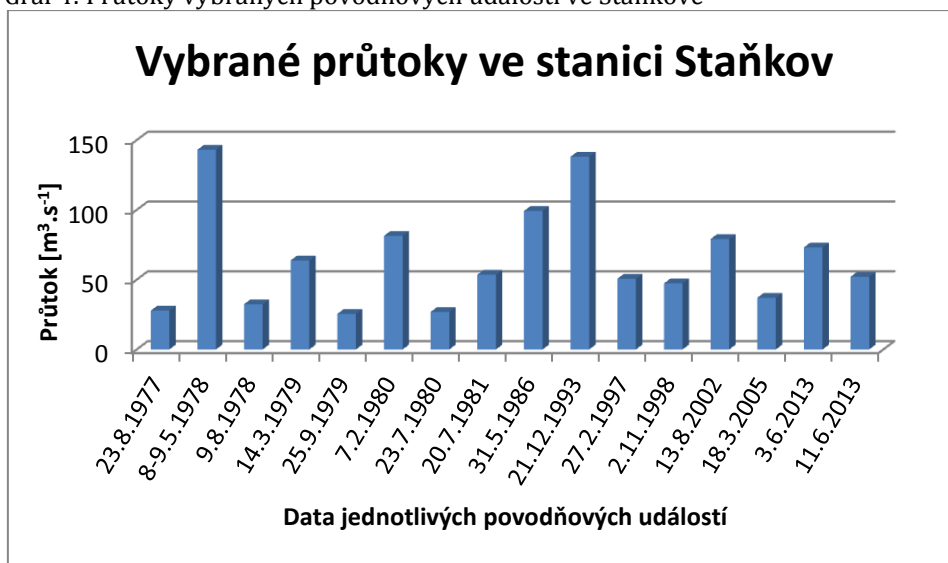
Jak jsem již uvedl, hydrologická stanice Staňkov zaznamenává vodní stavy na Radbuze již od roku 1950. Po aplikaci výběru povodňové události jako vodní stav blížící se, či překračující stav bdělosti mi v tomto období vyšlo 16 povodní, které jsem mohl dále analyzovat. Do tabulky jsem uvedl základní charakteristiky: datum kulminace, maximální průtok, N-letost a specifický průtok v závěrové stanici.

Stejně jako do tabulky č. 9 jsem do tab. č. 10 uvedl základní charakteristiky povodňové události. Jak jsem již zmiňoval v popisu hydrologických stanic, v Tasnovicích se měří pouze od roku 1999. Což znamená, že po zavedení stejného výběrového mechanismu jsem získal pouze 8 případů.

Největší průtok byl zaznamenán v roce 2003, kdy Radbuzou protékalo $42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Druhý největší příval vody byl zapsán v roce 2013. Zajímavý je fakt, že tyto dvě povodně byly specifickým průtokem větší, než dvě nejobtavnější povodně ve Staňkově.

Data z obou tabulek byla pro lepší názornost následně graficky zpracována. Nejdříve pro každou stanici zvlášť a následně pro obě stanice dohromady. Na grafech 4 a 5 můžeme vidět největší a nejmenší povodňové stavy.

Graf 4: Průtoky vybraných povodňových událostí ve Staňkově



Zdroj: vlastní zpracování dat

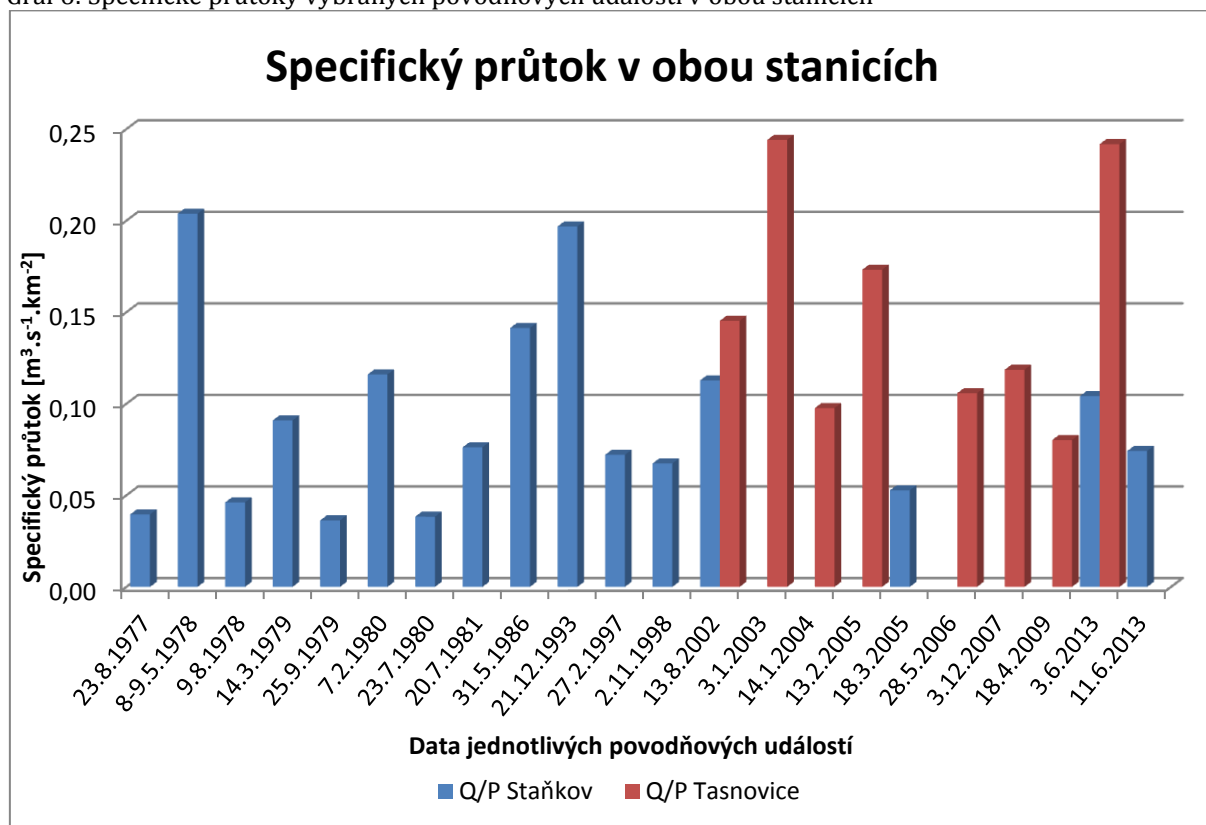
Graf 5: Průtoky vybraných povodňových událostí v Tasnovicích



Zdroj: vlastní zpracování dat

V grafu číslo 6 se promítlo srovnání povodňových stavů v obou stanicích pomocí specifického odtoku. Můžeme si všimnout, jak jsem již uváděl, že největší povodně v přepočtu na povodí byly v letech 2003 a 2013.

Graf 6: Specifické průtoky vybraných povodňových událostí v obou stanicích



Zdroj: vlastní zpracování dat

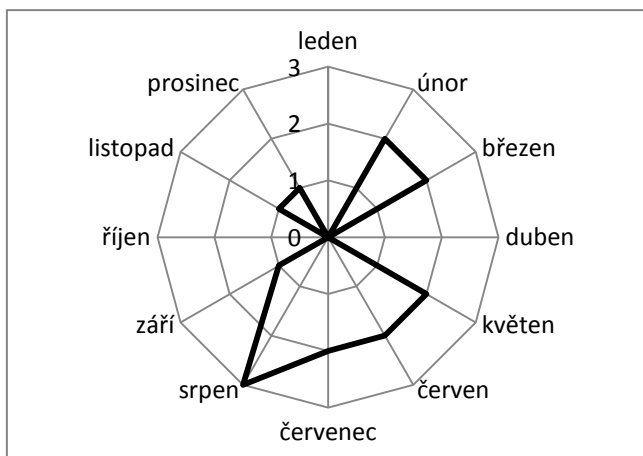
5.3 SEZONALITA POVODNÍ

Dílčím úkolem této části práce bylo zhodnocení možné sezonality vybraných povodňových událostí. Povodně se vyskytují po celý rok, proto také můžeme mluvit o zimních, jarních, letních a podzimních povodních. Jelikož se povodně na podzim moc neobjevují, termín podzimní povodeň není příliš běžný. Jednotlivé povodně jsem tedy graficky znázornil a z grafů jsem již mohl vyvozovat závěry. Musím ale znovu podotknout, že referenční období obou stanic je poměrně krátké, proto vyvozené závěry musíme brát s velkým odstupem a považovat je spíše za orientační.

Pro každou stanic i pro celkový součet jsem zhotovil jednak graf zobrazující zmíněnou sezonalitu povodní, ale také graf, zohledňující sílu a velikost jednotlivé povodňové události. To jsem provedl součtem specifických průtoků v jednotlivé stanici. Je tedy možné, že se oba grafy zobrazující sezonalitu povodní v určité stanici mohou lišit.

5.3.1 SEZONALITA POVODNÍ VE STANICI STAŇKOV

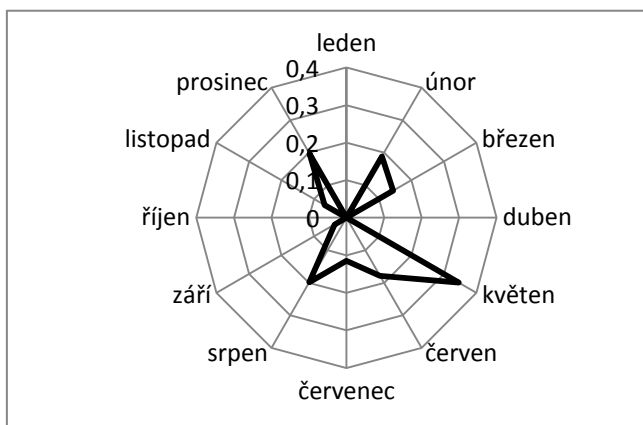
Graf 7: Sezonalita povodní podle četnosti



Z grafu č. 7 můžeme vypočítat maxima a minima četností povodní. První a největší maximum je vázáno na letní měsíce. Konkrétně na srpen, kterému předcházejí měsíce také bohaté na povodně. Obecně lze tedy říci, že povodně ve stanici Staňkov jsou spíše letního charakteru.

Zdroj: vlastní zpracování dat

Graf 8: Sezonalita s zohledněním specifického průtoku



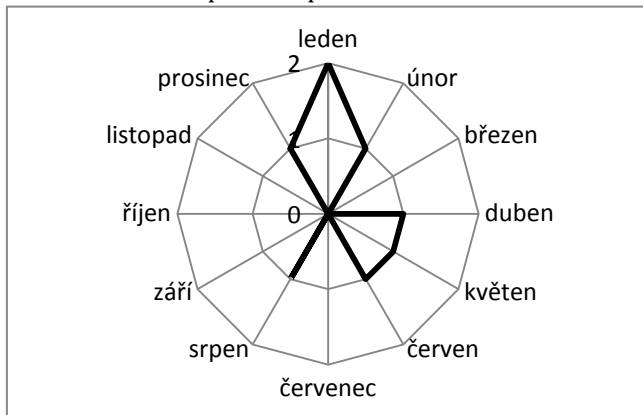
V grafu č. 8, který zohledňuje i velikost jednotlivé povodňové události se maxima poměrně liší. Maximum připadá na měsíc květen, kdy se zaznamenaly pouze dvě povodňové události. Oproti srpnu, který byl na povodně nejčetnější.

Zdroj: vlastní zpracování dat

Minima logicky souhlasí s minimy v grafu č. 7. Tudiž nastávají v lednu, dubnu a říjnu. Kdy se za zkoumané období žádné povodňové stavy ve Staňkově neobjevily.

5.3.2 SEZONALITA POVODNÍ VE STANICI TASNOVICE

Graf 9: Sezonalita povodní podle četnosti

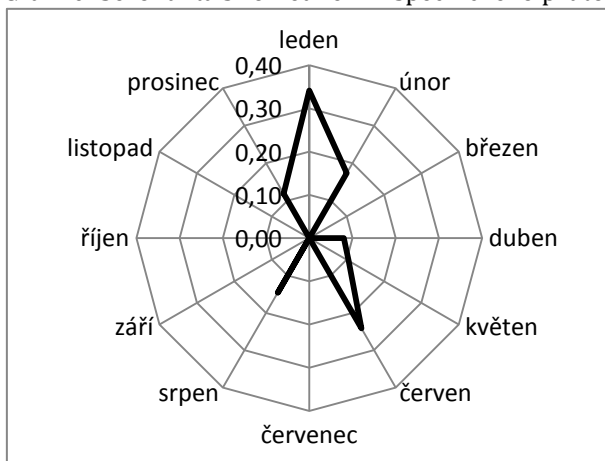


Při analýze sezonality záplav pro hydrologickou stanici Tasnovice se ukázkově projevilo fakt, že stanice má velmi krátké referenční období. Tudiž vyhodnocené závěry považují za velmi orientační. Opět zde můžeme najít dvě maxima.

Zdroj: vlastní zpracování dat

První připadá na měsíc leden, kterému předchází méně četný prosinec a nadchází také co do počtu menší únor. Druhé menší maximum pozorujeme v měsících duben, květen a červen.

Graf 10: Sezonalita s zohledněním specifického průtoku



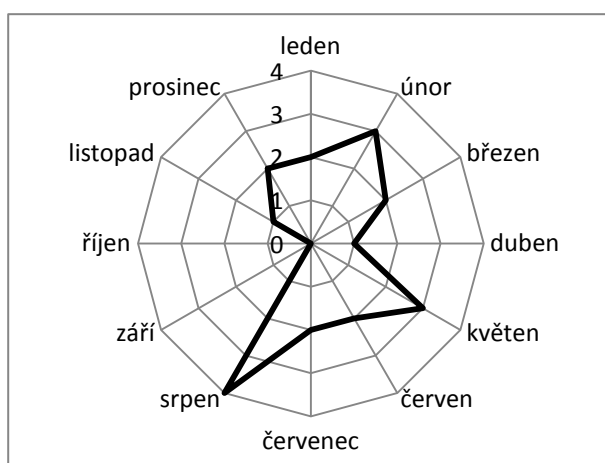
Graf č. 10 zohledňující specifický průtok z většiny odpovídá grafu č. 9. Opět zde nacházíme dvě maxima. 1. maximum připadá na měsíc leden, má v přepočtu na plochu povodí podobnou sílu, jako květnové maximum ve Staňkově. Druhé, o něco menší, se vyskytuje v měsíci červnu.

Zdroj: vlastní zpracování dat

5.3.3 SEZONALITA POVODNÍ V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

Pro celé zájmové území jsem musel sloučit tabulky povodňových stavů, z čehož jsem získal 24 událostí, které jsem pak mohl přiřadit k jednotlivým měsícům. Během postupu jsem si ale všiml, že 2 situace se překrývají. Vycházejí na stejný den. Proto, abych se vyhnul znehodnocení výsledků, jsem každou situaci započítal pouze jednou.

Graf 11: Sezonalita povodní podle četnosti

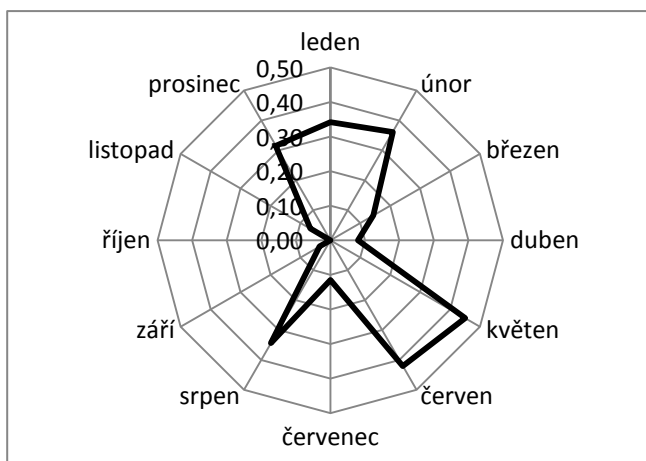


Poměr mezi povodněmi v letním a zimním půlroce je 12:10. Nemůžeme tedy říci, že v daném povodí převažují pouze letní či zimní povodně. V letním půlroce připadá maximum na měsíc srpen, druhé o trochu menší odpovídá měsíci květnu. V zimním půlroce je největší četnost povodní v únoru.

Zdroj: vlastní zpracování dat

Když zohledníme průtok každé povodňové události, dostaneme zcela rozdílný graf, graf č. 12. Maximum pozorujeme v měsíci květnu a červnu. Druhé o něco menší maximum náleží přelomu roku. Třetí největší maximum připadá na měsíc srpen.

Graf 12: Sezonalita s zohledněním specifického průtoku



Zdroj: vlastní zpracování dat

5.4 SYNOPTICKÁ ANALÝZA POVODNÍ

Ke každému povodňovému stavu v obou hydrologických stanicích byl pro jednotlivé dny před kulminačním průtokem přiřazen příslušný typ synoptické situace. Pro specifické označení dnů před povodní byl použit systém, se kterým přišel Wehry. Jedná se o symboliku, kde den kulminace povodňové vlny se zvolí jako počáteční den D. [Štěpánková, 2004] Předcházející dny jsou pak logicky označovány D-1, D-2, atd. Příčinná povětrnostní situace jak pak značena DD. Hladný a kol. uvedli ve své práci myšlenku, že pro hrubou orientaci stačí na území ČR pracovat s intervalem jen do D-5. [Štěpánková, 2004] Pro názornost jsem v této části sestavil tabulku s kratším intervalem <D-3;D>, tab. č. 11. Tabulku s přiřazenými typy povětrnostních situací s určujícím intervalem <D-5;D> můžeme nalézt v příloze (tab. 21).

Z tabulky č. 11 jsem následně prováděl určení jednotlivých příčinných situací. Tato identifikace byla jednoznačná a poměrně nenáročná v případech, kdy se v celém intervalu vyskytoval pouze jeden typ synoptické situace. Problém nastal, když jich v daném období bylo více. V tom případě jsem nahlédl do tabulky s delším obdobím, kde podle četnosti a návaznosti na den kulminace jsem stanovil příčinnou povětrnostní situaci.

Data z výše uvedené tabulky jsem následně graficky znázornil. Opět jsem udělal jeden graf pro obě stanice, tudíž jsem musel, v případech kdy se povodně překrývají, počítat situaci pouze jednou, graf č. 13.

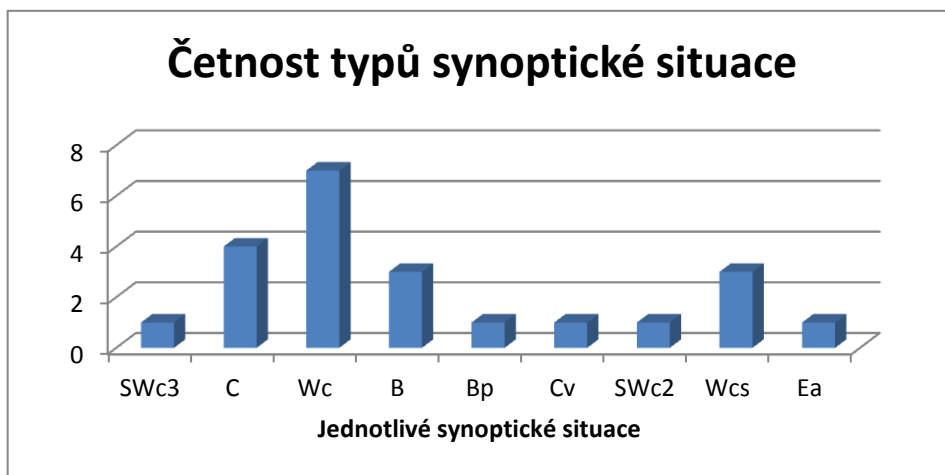
Tabulka 11: Přehled přiřazených synoptických událostí ke dnům před a při kulminaci

Hydrologická stanice Staňkov					
Datum kulminace	D-3	D-2	D-1	D	Příčinná situace DD
23. 8. 1977	SWc3	SWc3	SWc3	SWc3	SWc3
8-9. 5. 1978	SWa	C	C	C	C
9. 8. 1978	Bp	Bp	C	C	C
14. 3. 1979	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc
25. 9. 1979	B	B	B	B	B
7. 2. 1980	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc
23. 7. 1980	Wc	Cv	Cv	Nec	Cv
20. 7. 1981	Wc	B	B	B	B
31. 5. 1986	SWc2	B	B	B	B
21. 12. 1993	Wcs	Wc	Wc	Wc	Wc
27. 2. 1997	SWc2	SWc2	SWc2	Bp	SWc2
2. 11. 1998	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs
13. 8. 2002	SEc	C	C	C	C
18. 3. 2005	SWa	Wc	Wc	Vfz	Wc
3. 6. 2013	C	C	NEc	NEc	C
11. 6. 2013	NEa	Bp	Bp	Bp	Bp
Hydrologická stanice Tasnovice					
13. 8. 2002	SEc	C	C	C	C
3. 1. 2003	Vfz	Ap3	Wcs	Wcs	Wcs
14. 1. 2004	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs
13. 2. 2005	Wc	Wc	Wc	Nc	Wc
28. 5. 2006	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc
3. 12. 2007	Wc	Wc	Wc	Bp	Wc
18. 4. 2009	Ea	Ea	Bp	Bp	Ea
3. 6. 2013	C	C	NEc	NEc	C

Zdroj: vlastní zpracování dat

Z výsledného grafu (graf č. 13) můžeme stanovit, které synoptické situace jsou při utváření povodně nejčastější, respektive kolik povodní zapříčinila daná povětrnostní situace. Nejvíce povodní vzniklo při podmínkách Wc, dále pak při povětrnostních poměrech C, B a Wcs. Díky těmto situacím vzniklo v zájmovém území za zkoumané období přes 77% povodňových událostí.

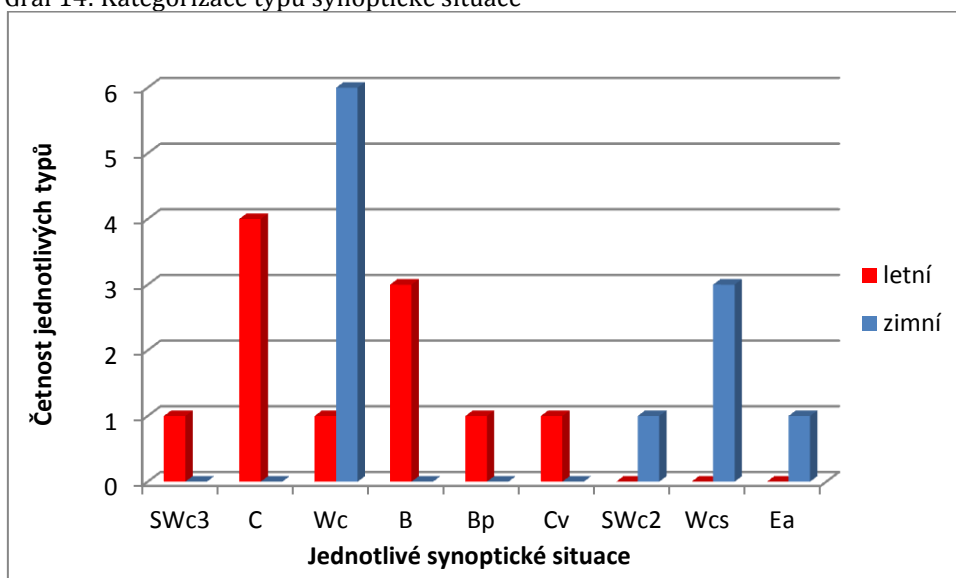
Graf 13: Znázornění četnosti jednotlivé synoptické situace



Zdroj: vlastní zpracování dat

Graf č. 14 je zaměřen na kategorizaci jednotlivých synoptických situací. Ty jsem podle měsíce zařadil do letního, nebo zimního hydrologického půlroku. Z jednoduché vizualizace můžeme jednotlivé typy umístit do skupin. 1. třída s povětrnostními podmínkami, které svůj výskyt mají spíše v létě, obsahuje typy: SWc3, C, B, Bp a Cv. Pro tyto situace je většinou charakteristická určující cyklóna v oblasti Islandu a řídicí anticyklóna nad Azorami. [ČHMÚ] Do druhé skupiny se zimním zastoupením náleží typy: Wc, SWc2, Wcs a Ea. Charakteristické svojí frontální zónou, která ve většině případů postupuje z Atlantiku, přes Francii až do centrální části Ruské federace. [ČHMÚ]

Graf 14: Kategorizace typů synoptické situace



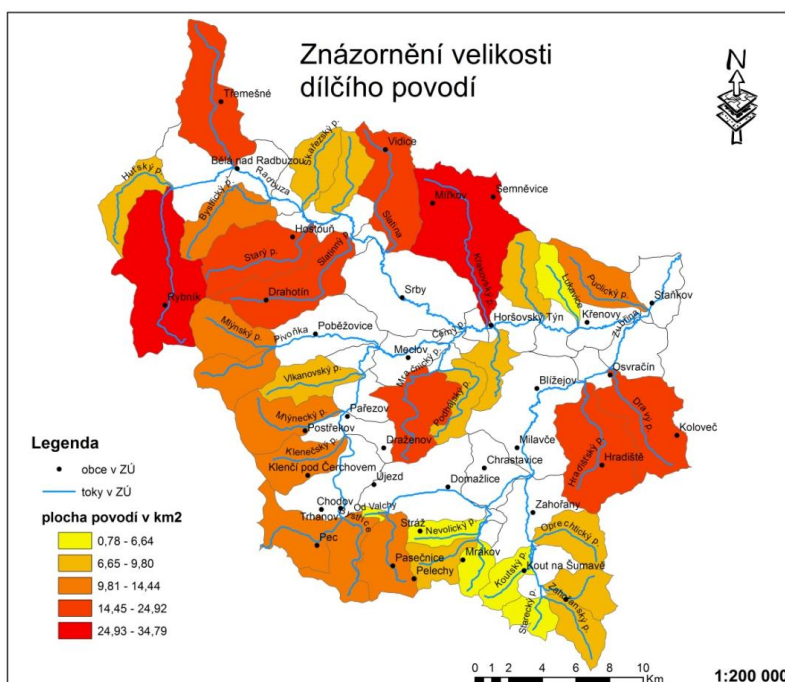
Zdroj: vlastní zpracování dat

6 FYZIKOGEOGRAFICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POVRCHOVÝ ODTOK

Pro účely své práce jsem pro každé dílčí povodí v zájmovém území hodnotil tyto charakteristiky: celková plocha povodí, koeficient tvaru povodí α , průměrná nadmořská výška, průměrný sklon svahů, krajinný pokryv a hydrologická typologie půd.

Pro každý jev jsem zhotovil mapu v měřítku 1:200 000, kde bych měl být schopen rozpoznat, jaké povodí je v daném směru náchylné na povodňové riziko a jaké ne. Již zmíněné mapy se pokusím sjednotit do jedné, která zobrazuje nejnáchylnější oblasti.

Obrázek 2: Znázornění velikosti každého povodí

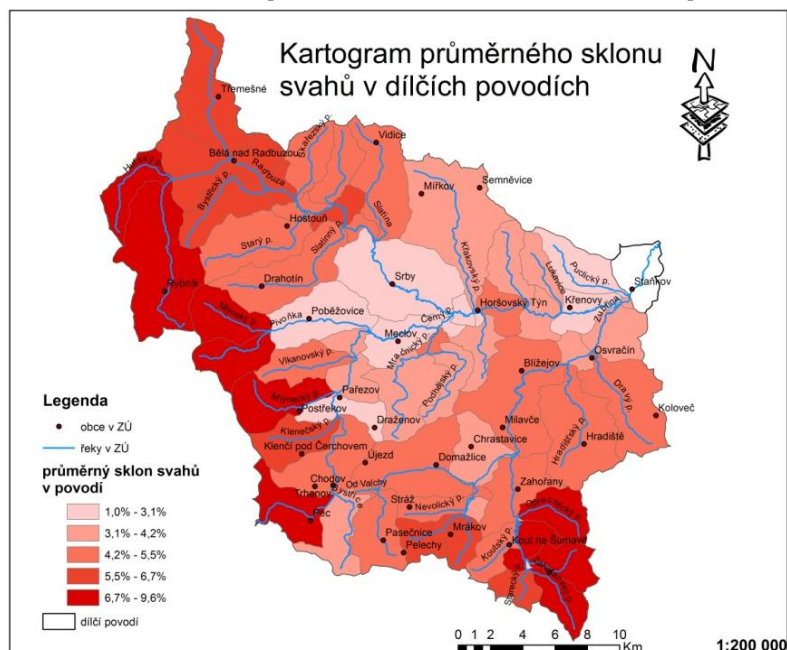


První mapa znázorňuje rozdílnost ve velikosti každého povodí. Jejich plocha se pohybuje od 0,78 km² až do necelých 35 km². Nejmenší plochu má krátký úsek ústí do Zubřiny a vytékající z rybníka: Od Valchy. Největší je pak povodí Křakovského potoka.

Zdroj: vlastní zpracování dat ArcČR500

Na obrázku č. 3 máme graficky znázorněnou vypočtenou charakteristiku tvaru povodí: index α . Za určitých předpokladů postupu srážek platí, že čím je tento index nižší, tím je povodí méně náchylné na vznik povodňového stavu. Protože čím je index vyšší, tím na stejnou vzdálenost toku připadá větší povodí, které musí případně odvodnit. A tudíž když je celé povodí zasaženo příčinnou srážkou, přitéká do koryta více vody. Zde se nám ukázalo několik extrémů. Nejnižší index má povodí Podhájského potoka 0,13. Nejvyšší index pak náleží povodí Stařeckého potoka, které má hodnotu indexu 0,84, po něm následuje Mlýnský potok (0,51).

Obrázek 5: Znázornění průměrného sklonu svahů v každém povodí



Obrázek zobrazující průměrný sklon svahů v povodí relativně odpovídá předchozí mapě. Západní povodí jsou charakteristické vyšším průměrným sklonem, než ty, které jsou položené více na východě.

Zdroj: vlastní zpracování dat DMÚ 25

Zde bych se opět rád pozastavil nad povodím Zahořanského potoka, které nese zatím známky toho, že se bude jednat o povodí velmi náchylné na povodně.

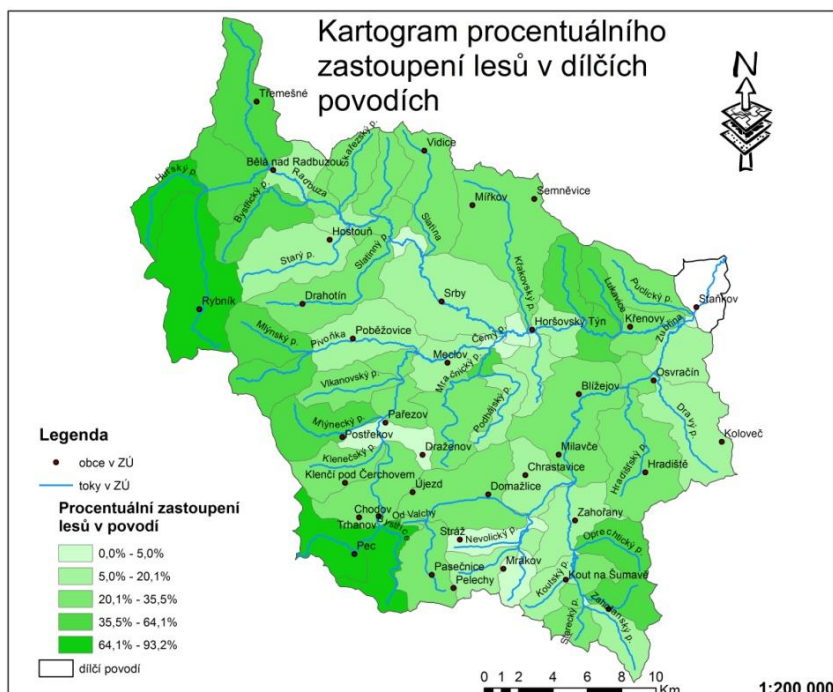
6.1 ZHODNOCENÍ KRAJINNÉHO POKRYVU.

Zhodnocení krajinného pokryvu probíhalo z jednotné vrstvy CORINE Land Cover 2012 tak, že jsem udělal průnik s vrstvou jednotlivých povodí, a následně jsem dané kategorie rozřadil do základních čtyř: lesy, louky a pastviny, orná půda a zastavěná plocha. Klíč pro rozřazování můžeme nalézt v příloze (tab. 22). V zájmovém území se nachází ještě dva typy krajinného pokryvu: oblasti současné těžby surovin a vodní plochy. Ty jsem do výběru nezařazoval z toho důvodu, že bych pro ně musel dělat samostatné kategorie. Zaujímají v celkové ploše nepatrné procento, proto se nemusím obávat, že by tímto vyčleněním byly moje výsledky nějak znehodnocené. Pro každé povodí jsem spočítal procentuální zastoupení jednotlivé kategorie, výsledky jsem přidal do atributové tabulky a na závěr jsem z nich zhotovil kartogramy zobrazující právě procentuální zastoupení jednotlivých tříd v každém povodí.

Obecně platí, že nejlepší retenční potenciál v krajině mají lesní společenstva. Ta dokážou zadržet a udržet velké množství vody, proto můžeme prohlásit, že v ohledu na náchylnost vzniku povodní je větší podíl lesního společenstva lepší. Druhou nejúčinnější kategorií proti tendenci vzniku velké vody jsou louky a pastviny. Dále následuje orná půda

a zcela nejhorší dispozice má povodí, kde má velký podíl zastavěná plocha. Na ní totiž často nedochází k žádnému vsaku a voda, která dopadne na povrch, hned odtéká ve směru největšího sklonu svahů.

Obrázek 6: Znázornění procentuálního zastoupení lesů v každém povodí



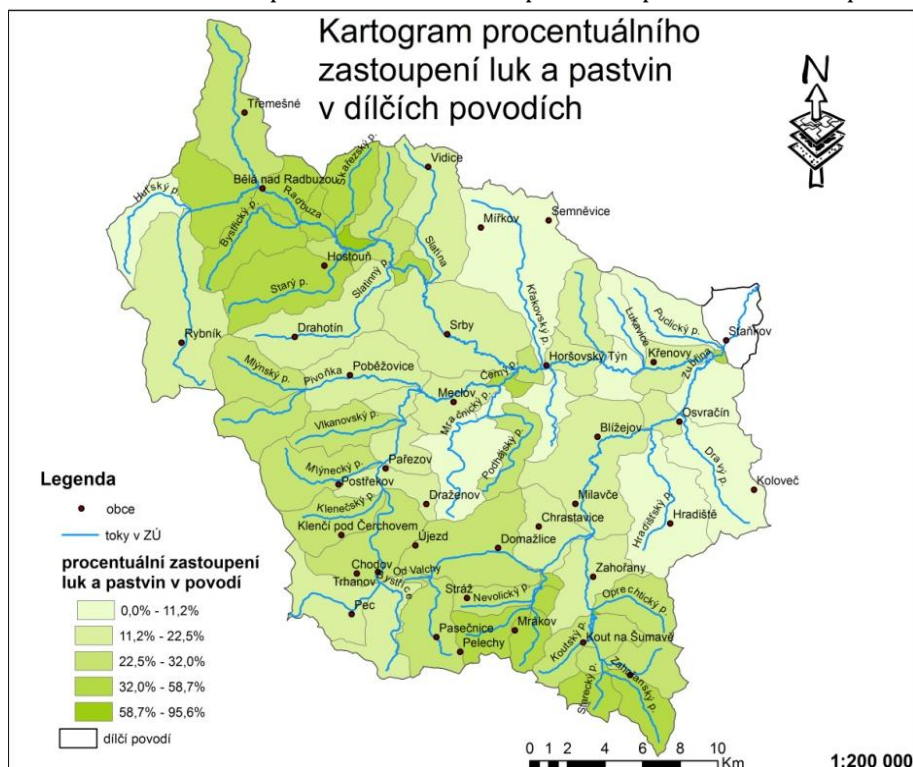
Obr. č. 6 je kartogram procentuálního zastoupení lesů v každém povodí. Povodí náležící do Českého lesa, či jeho předhůří jsou charakteristická velkou lesnatostí. Tato povodí by z této stránky neměla být náchylná na vznik povodní.

Zdroj: vlastní zpracování dat CORINE Land Cover 2012

Na druhou stranu, jak je uvedeno na obrázku 4, tato povodí jsou položena relativně vysoko, a my víme, že se s nadmořskou výškou zvyšuje průměrný roční úhrn srážek. Oblastí s nejmenším podílem lesů je v ZÚ povodí Tlumačovského potoka, který se vlévá do Zubřiny za Domažlicemi.

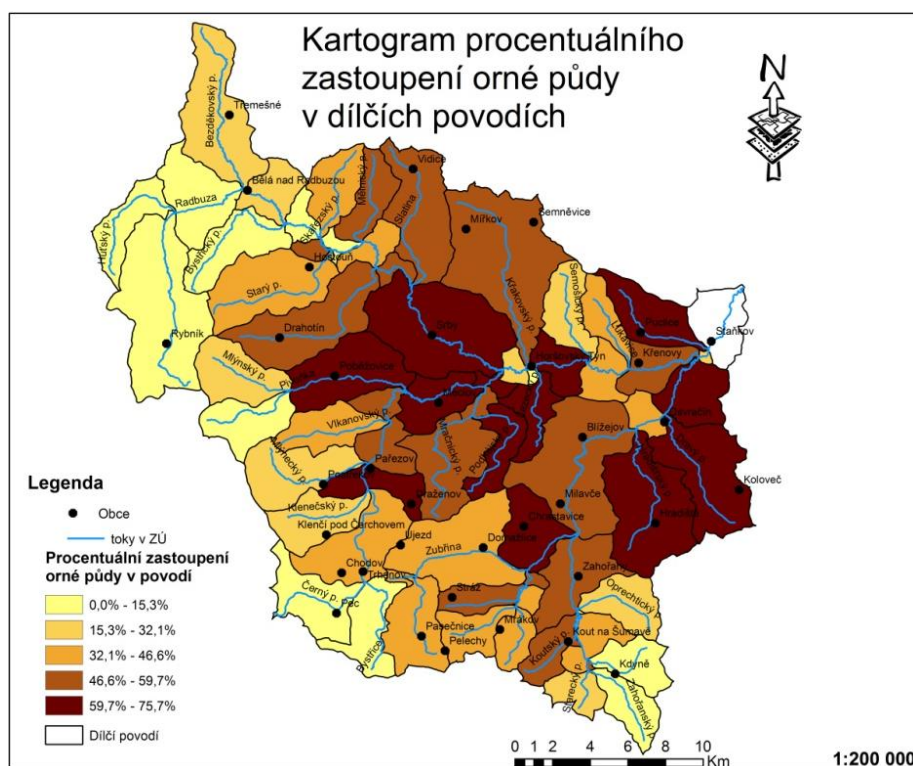
Obrázek č. 7 zobrazuje procentuální zastoupení luk a pastvin. V příhraničních povodích, která mají obecně vysoký podíl lesů, doplňují louky a pastviny celkový krajinný pokryv. Zajímavá je oblast okolo Bělé nad Radbuzou, která je typická vysokým podílem luk a pastvin. Společně s vysokým podílem lesů by tento fakt měl na Bělsku značit relativní odolnost proti vzniku povodní.

Obrázek 7: Znázornění procentuálního zastoupení luk a pastvin v každém povodí



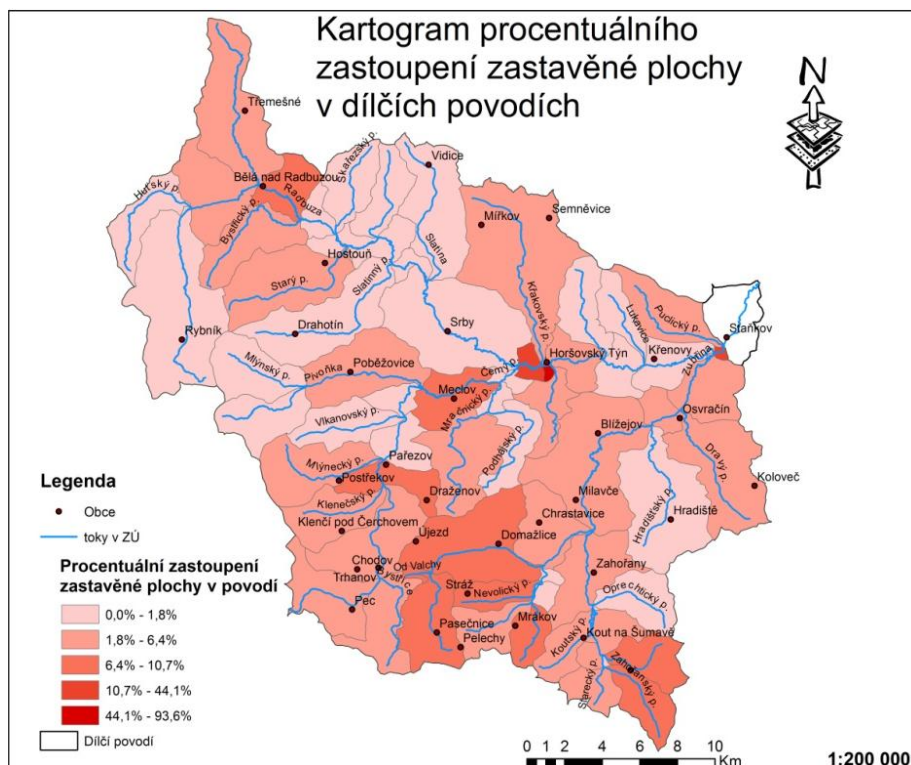
Zdroj: vlastní zpracování dat CORINE Land Cover 2012

Obrázek 8: Znázornění procentuálního zastoupení orné půdy v každém povodí



Zdroj: vlastní zpracování dat CORINE Land Cover 2012

Obrázek 9: Znárodnění procentuálního zastoupení zastavěné plochy v každém povodí



Zdroj: vlastní zpracování dat CORINE Land Cover 2012

Na kartogramu č. 8 si již můžeme všimnout toho, že tmavší barva, znázorňující vyšší procento zastoupení, má jiné rozložení, než na předchozích dvou. Do oka nám padnou jiné oblasti než povodí v Českém lese. Například dolní tok Černého potoka nebo Zubřiny. To proto, že tyto oblasti jsou pro zemědělskou techniku již dostupné a podmínky pro pěstované plodiny příznivé. Bohužel tyto oblasti už nemají takovou schopnost zadržovat vodu a navíc v nich dochází k silné půdní erozi, což by bylo téma pro další práci, takže jej zde nebudu dále rozebírat.

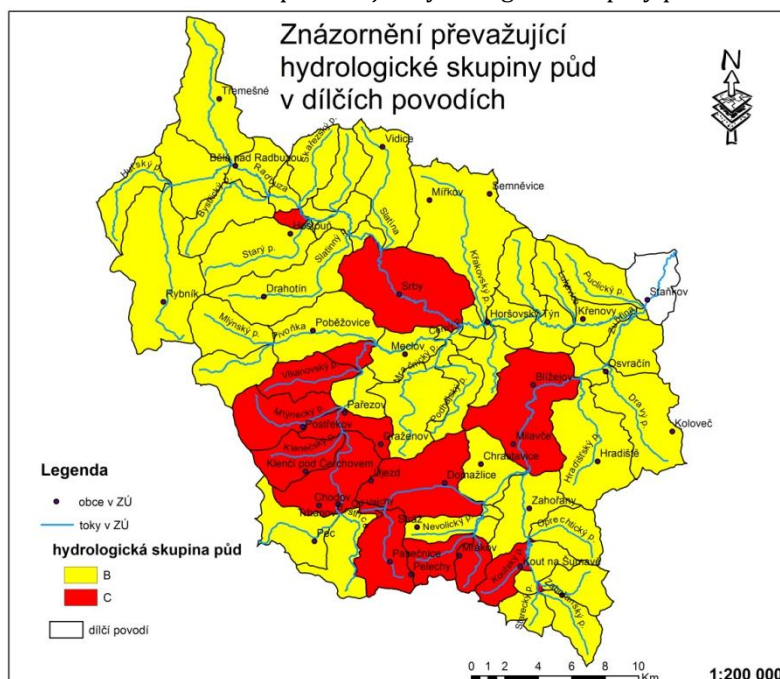
Jak jsem již uvedl, zastavěné plochy, zobrazené na obrázku č. 9, jsou nejnáchylnější na vznik povodňového stavu. Nepochází totiž k vsaku a většina vody se kumuluje v korytě toku. Je ale velmi nepravděpodobné, že celé povodí bude zastavěno. Tyto problémy musí řešit hlavně města. V zájmovém území se v Horšovském Týně na řece Radbuze nachází mezipovodí, které je z necelých 94 % zastavěno. Průměrné procento tohoto jevu je v ZÚ 5,5. Můžeme proto soudit, že zastavěná plocha nebude mít na povodňové riziko takový vliv, jako např. rozložení orné půdy v zájmovém území.

6.2 ZHODNOCENÍ PŘEVAŽUJÍCÍ HYDROLOGICKÉ SKUPINY PŮD

Bohužel polygonovou vrstvu skupin půd jsem pro své zájmové území nesehnal. Česká geologická služba ji sice studentům poskytuje bezplatně, ale pouze jeden list. Proto jsem se po konzultaci rozhodl toto hodnocení zjednodušit. V mapovém prohlížeči jsem si půdní vrstvu překryl jednotkovými povodími a vizuálně jsem určil, který typ půdy v daném povodí převládá. Když se zdálo zastoupení stejné, změřil jsem základním nástrojem plochu a mohl s jistotou určit, jaká půda je v majoritě. Takto získané výsledky jsem následně spojil se svou vrstvou povodí, kterou jsem mohl analyzovat a zobrazovat na mapě.

Na poslední mapě této kapitoly je znázorněna převažující hydrologická skupina půd v jednotlivých povodích. V zájmovém území se v převažující části vyskytují pouze 2 hydrologické skupiny půd. Skupina B a C, přičemž skupina B je více propustná, tudíž na povodňové riziko méně náchylná.

Obrázek 10: Znázornění převažující hydrologické skupiny půd



Skupina C převažuje pouze v povodí Černého potoka, v pramenné části Zubřiny a v povodí Tlumačovského potoka. Lze tedy tvrdit, že v tomto ohledu budou tato povodí náchylnější na vznik povodňového rizika.

Zdroj: vlastní zpracování dat geoportálu INSPIRE

Celkové zhodnocení vlivu fyzickogeografických jevů na utváření povodňového rizika nalezneme v závěrečné syntéze hodnocení.

7 ANTROPOGENNÍ UPRAVENOST ŘÍČNÍ SÍŤE

Jak jsem již uvedl, díky časové náročnosti jsem zmapoval pouze tři páteřní toky. Řeky jsem analyzoval nejdříve samostatně, následně jsem je srovnal vzájemně

Tabulka 12: Přehled výsledků terénního mapování

Mapované charakteristiky	Jednotlivé toky		
	Černý potok	Zubřina	Radbuza
Délka toku	27 963,95	32 566,08	57 535,23
Počet úseků	87	93	189
Upravenost trasy toku	4,18	3,93	3,52
Upravenost koryta toku	2,36	1,55	1,31
Upravenost podélného profilu	1,67	1,31	1,45
Upravenost příbřežní zóny	2,01	2,34	2,00
Index upravenosti	2,44	2,29	2,06
Kumulovaný index upravenosti	12,22	11,47	10,28

Zdroj: vlastní zpracování dat

7.1 UPRAVENOST TRASY TOKU

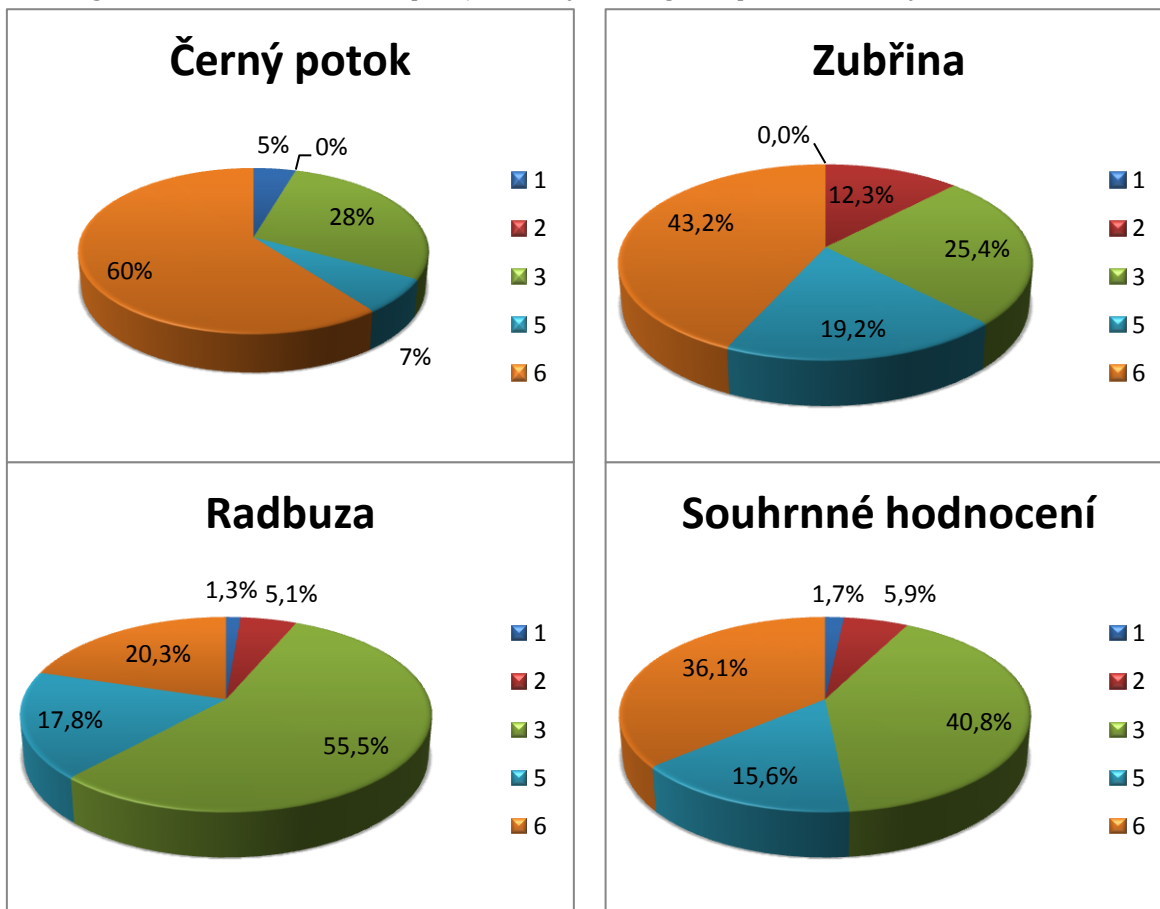
Jak je popsáno výše, upravenost trasy toku jsem mapoval a úseky rozřazoval do sedmi kategorií. Na trase toků se dvě třídy nevyskytují. Jedná se o úsek s přirozeně přímou trasou toku, jelikož velká část přímých úseků byla vázána na úpravy koryta. Druhou kategorií, kterou jsem nemohl zaznamenat, byly revitalizované části toků. Tyto třídy jsem do níže uvedené tabulky ani nezahrnoval. V tabulce je uvedena celková vzdálenost jednotlivých skupin pro každý tok s procentuálním rozložením. Dále zde můžeme najít celkovou vzdálenost pro každou třídu opět s procentuálním složením.

Tabulka 13: Přehled výsledků mapování upravenosti trasy toku

Upravenost trasy toku					
	1. Divočící, rozvětvený	2. Přirozeně meandrující	3. Zákruty přirozeného	5. Zákruty se známkami	6. Napřímený úsek
Černý potok	1 275,55 ↑ 4,56%	0,00 ↓ 0,00%	7 953,09 ↓ 28,44%	1 873,76 ↓ 6,70%	16 861,55 ↑ 60,30%
Zubřina	0,00 ↓ 0,00%	4 002,12 ↑ 12,29%	8 255,83 ↓ 25,35%	6 253,12 ↑ 19,20%	14 055,01 ↑ 43,16%
Radbuza	760,25 ↓ 1,32%	2 954,80 ↓ 5,14%	31 904,45 ↑ 55,45%	10 248,74 ↑ 17,81%	11 667,00 ↓ 20,28%
Celek	2 035,79 → 1,72%	6 956,92 → 5,89%	48 113,37 → 40,75%	18 375,62 → 15,56%	42 583,56 → 36,07%

Zdroj: vlastní zpracování dat

Soubor grafů 1: Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií upravenosti trasy toku v dílčích tocích



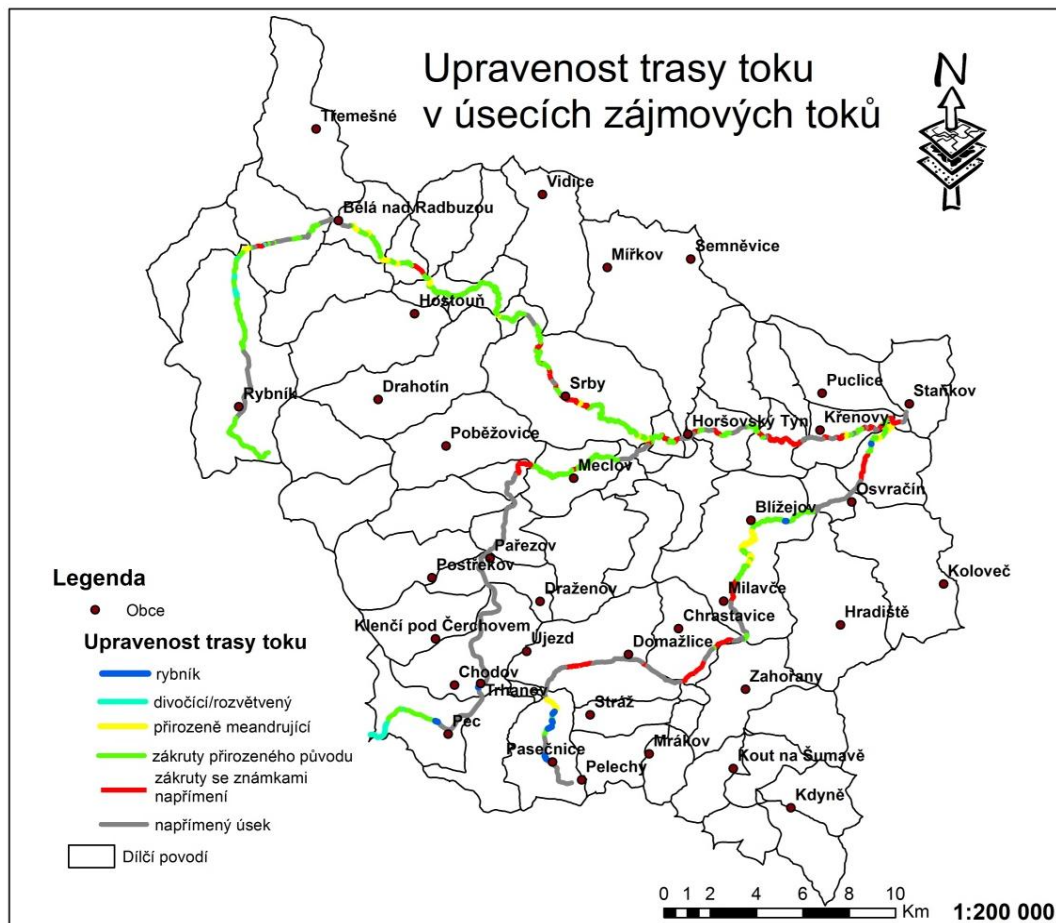
Zdroj: vlastní zpracování dat (legenda odpovídá legendě tabulky č. 13)

Pro názornost jsem do tabulky přidal podmíněné formátování a zobrazil tak pro každý tok v každé kategorii zdali je nad, či pod celkovým průměrem vypočítaným ze vzdálenosti všech toků. Můžeme proto zanalyzovat upravenost trasy toku pro jednotlivé řeky a potoky.

Data z tabulky jsem následně graficky zobrazil v kruhových grafech, abych docílil ještě lepší vizualizace. Jednotlivé kategorie uvedené v legendě odpovídají kategoriím v tabulce č. 13.

Z takto zobrazených dat můžeme vyvodit několik závěrů. Nejdelší vzdálenost říčních kilometrů je charakteristická svými zákruty přirozeného původu (40,8 %), následuje kategorie napřímený úsek (36,1 %). Zajímavé je, že každý tok je typický něčím jiným. Černý potok má charakter napřímeného toku, Zubřina má zastoupení tříd relativně vyrovnané s převahou opět napřímených úseků. Radbuza, jako největší tok v povodí je charakteristická vysokým podílem úseků s přirozenými zákrutami.

Obrázek 11: Znárodnění upravenosti trasy úseků vybraných toků



Zdroj: vlastní zpracování dat

Na závěr jsem zhotovil mapu pomocí programu ArcGIS. Na této mapě je přidán datům další rozměr: umístění v prostoru. Nejedná se tedy již o čistě statistické informace, ale můžeme říci, že nyní pracujeme s geostatickými daty. Díky tomuto třetímu rozměru můžeme z mapy určit prostorové rozložení jednotlivých úseků.

Na tomto zobrazení vidíme, že se řeky odlišují v zastoupení kategorií celkovým podílem, ale můžeme si všimnout i odlišností v rámci jedné řeky. Tok Radbuzy je v zájmovém území v horní části charakteristický relativní neupraveností trasy (až na úseky protékající obcemi a městy), naopak na dolní části v zájmovém území je Radbuza silně poznamenána zásahy člověka do dráhy toku. Černý potok má přírodní průběh pouze v pramenné části a u obce Meclov. Zbytek tohoto potoka (od Pece pod Čerchovem až po soutok s Pivoňkou) je silně napřiměn. Řeka Zubřina je silně postižena tím, že protéká okresním městem Domažlice. V této části své cesty se velmi podobá napřimění Černého potoka. Znamky přírodního průběhu můžeme vidět na úseku mezi Milavčemi a Blížejovem.

7.2 UPRAVENOST KORYTA TOKU

Upravenost trasy toku byla kategorizována do sedmi tříd, přičemž 7. třída byla popsána, jako zatrubněná. Na trasách toku se moc nevyskytovala. V tabulce je opět uvedena celková vzdálenost (v metrech) jednotlivých skupin pro každý tok s procentuálním rozložením. A znovu pro lepší názornost jsou zde šipky, které ukazují, zda je hodnota pod, či nad průměrem.

Kategorie znázorňují: **1** přírodní koryto bez známek úprav; **2** vegetační opevnění, či dřevěná kulatina; **3** břeh zpevněný kamenným pohozem; **4** břeh nebo dno zpevněné trávo-betonovou dlažbou; **5** břeh nebo dno zpevněné vyzdívkou či betonem; **6** souvislé betonové zpevnění břehu i dna; **7** zatrubnění.

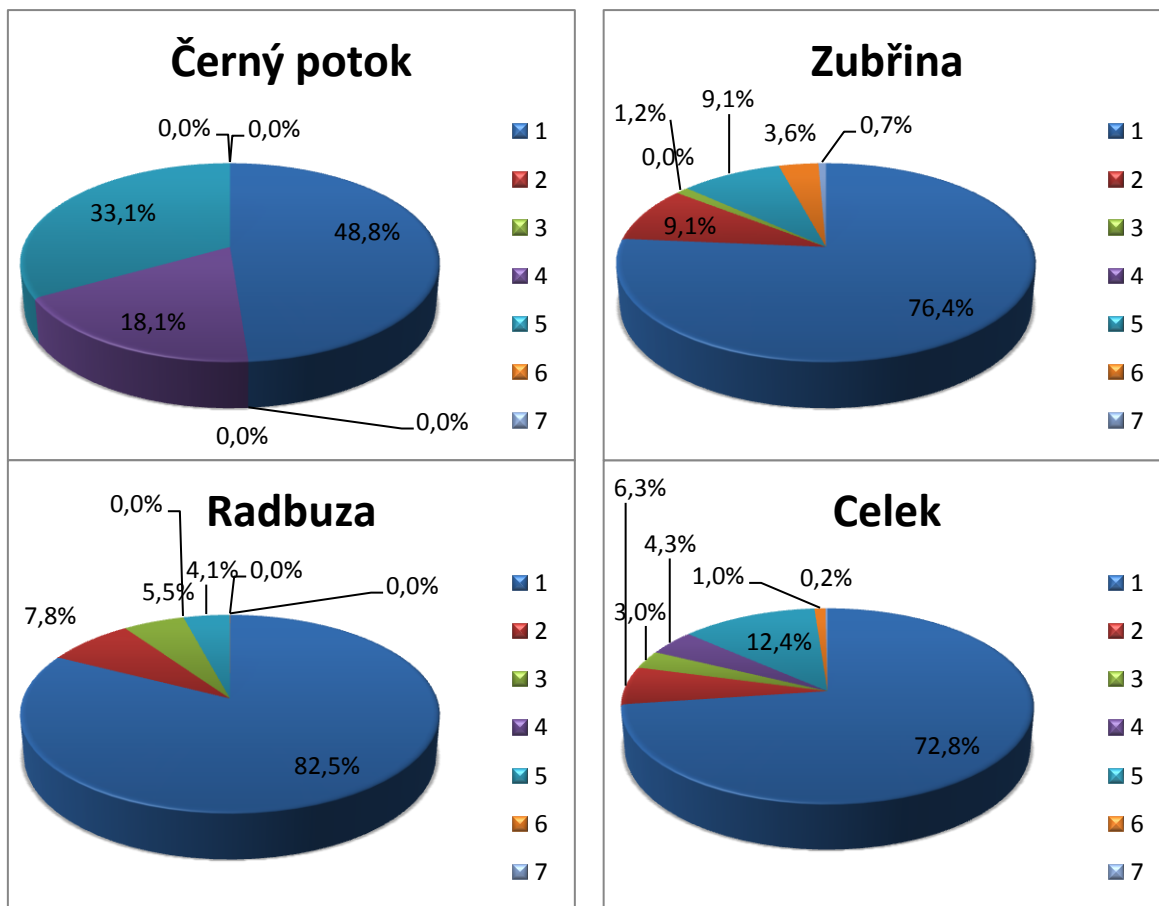
Tabulka 14: Přehled výsledků mapování upravenosti koryta toku

Upravenost koryta toku							
	1	2	3	4	5	6	7
Černý potok	13 644,57 ↓ 48,79%	0,00 ↓ 0,00%	0,00 ↓ 0,00%	5 053,53 ↑ 18,07%	9 265,85 ↑ 33,13%	0,00 ↓ 0,00%	0,00 ↓ 0,00%
Zubřina	24 869,24 ↑ 76,37%	2 976,99 ↑ 9,14%	381,51 ↓ 1,17%	0,00 ↓ 0,00%	2 960,05 ↓ 9,09%	1 156,56 ↑ 3,55%	221,74 ↑ 0,68%
Radbuza	47 479,84 ↑ 82,52%	4 478,75 ↑ 7,78%	3 179,60 ↑ 5,53%	0,00 ↓ 0,00%	2 376,64 ↓ 4,13%	20,40 ↓ 0,04%	0,00 ↓ 0,00%
Celek	85 993,65 → 72,84%	7 455,74 → 6,31%	3 561,10 → 3,02%	5 053,53 → 4,28%	14 602,53 → 12,37%	1 176,95 → 1,00%	221,74 → 0,19%

Zdroj: vlastní zpracování dat

Tabulku jsem opět převedl do kruhových grafů, kde legenda odpovídá tabulce, abych mohl provést základní analýzu. Vidíme, že v tomhle směru se výrazně odlišuje pouze Černý potok, který má, více než polovinu své délky, koryto upravené. Necelých 14,5 km je totiž břeh nebo dno zpevněné trávo-betonovou dlažbou nebo vyzdívkou či betonem. Radbuza se Zubřinou mají největší podíl kategorie číslo 1 (přírodní koryto bez známek úprav). Zatrubnění toku se vyskytuje pouze na Zubřině (cca 220 m).

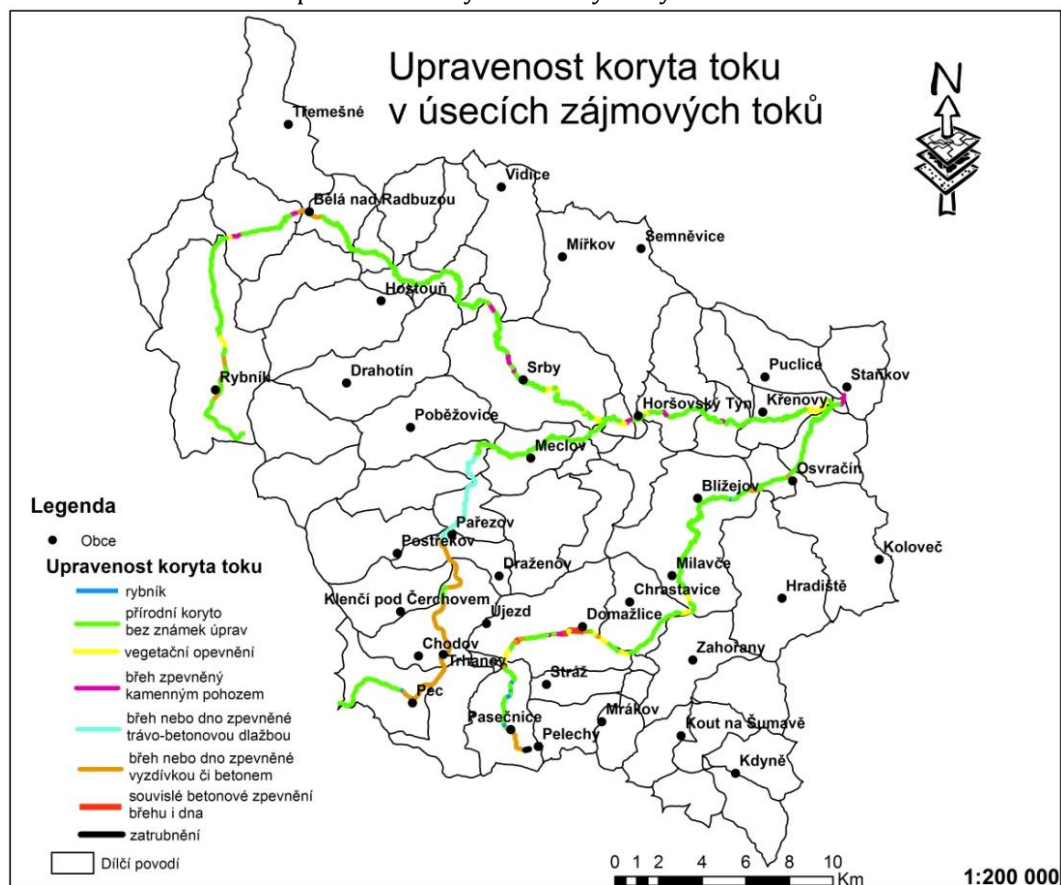
Soubor grafů 2 Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií upravenosti koryta toku v dílčích tocích



Zdroj: vlastní zpracování dat (legenda odpovídá legendě tabulky č. 14)

Stejně jako v předchozím rozboru jsem k problematice sestrojil mapu, abych mohl zanalyzovat i rozložení jevů v prostoru. Zde již takové rozdíly nevidíme, kromě Černého potoka. Na něm se totiž promítá umělé napřímení v úseku od Pece pod Čerchovem po soutok s Pivoňkou. Zubřina opět doplácí na průtok Domažlicemi, kde můžeme vyzorovat nejsilnější upravenost koryta toku vůbec. Vyjma průtoku Havlovicemi a 20 metrového úseku na Radbuze se zde nachází 100 % souvislého betonového zpevnění břehu i dna. Další úsek, s výrazným zásahem do stavu koryta, je na Radbuze, při průtoku městem Bělá nad Radbuzou.

Obrázek 12: Znázornění upravenosti koryta úseků vybraných toků



Zdroj: vlastní zpracování

7.3 UPRAVENOST PODÉLNÉHO PROFILU

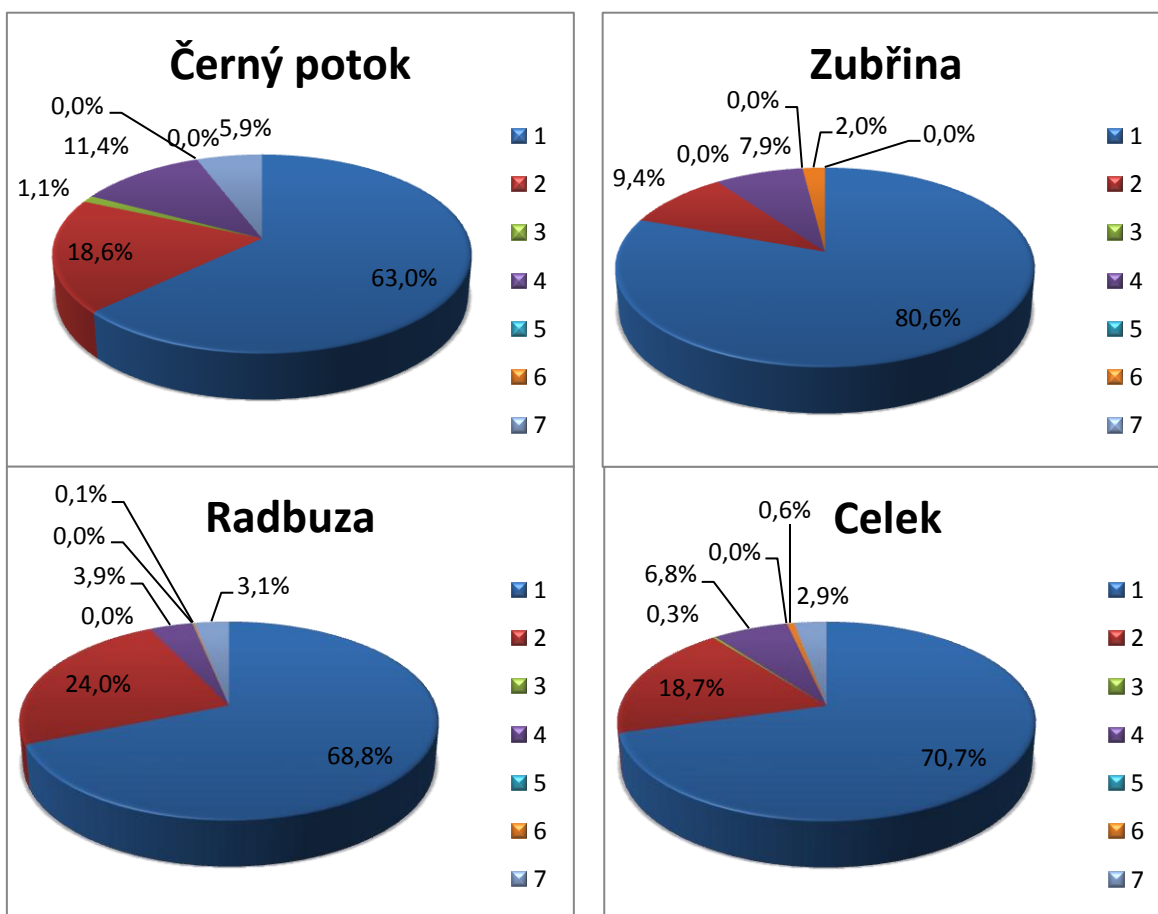
Při zhotovování tabulky jsem postupoval podle stejného principu jako v tabulkách 13 a 14. Podélný profil je hodnocen 7 kategoriemi, které vyjadřují: **1** úsek bez vertikálních překážek; **2** přirozené nízké stupně v korytě; **3** přirozeně vysoké stupně v korytě; **4** nízký jez (do 1 m); **5** stupňovitý jez, skluz; **6** vysoký jez (přes 1 m); **7** hráz

Tabulka 15: Přehled výsledků mapování upravenosti koryta toku

Upravenost podélného profilu							
	1	2	3	4	5	6	7
Černý potok	17 626,43 ↓ 63,03%	5 201,18 ↓ 18,60%	306,56 ↑ 1,10%	3 189,85 ↑ 11,41%	0,00 ↓ 0,00%	0,00 ↓ 0,00%	1 639,93 ↑ 5,86%
Zubřina	26 250,14 ↑ 80,61%	3 073,21 ↓ 9,44%	0,00 ↓ 0,00%	2 588,95 ↑ 7,95%	0,00 ↓ 0,00%	653,78 ↑ 2,01%	0,00 ↓ 0,00%
Radbuza	39 587,99 ↓ 68,81%	13 822,77 ↑ 24,02%	0,00 ↓ 0,00%	2 227,80 ↓ 3,87%	20,40 ↑ 0,04%	80,39 ↓ 0,14%	1 795,88 ↑ 3,12%
Celek	83 464,56 → 70,69%	22 097,15 → 18,72%	306,56 → 0,26%	8 006,60 → 6,78%	20,40 → 0,02%	734,17 → 0,62%	3 435,81 → 2,91%

Zdroj: vlastní zpracování dat

Soubor grafů 3: Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií upravenosti podélného profilu toku v dílčích tocích



Zdroj: vlastní zpracování dat (legenda odpovídá legendě tabulky č. 15)

I v této části si můžeme všimnout několika anomálií i podobností. Je jasné, že v průběhu toku musí převládat úseky, které nejsou ovlivněny nějakým vertikálním stupněm. To se také promítlo v grafech. Zajímavé ale je, že Černý potok a Radbuza mají procentuálně těchto úseků méně, než je celkový průměr. Černý potok dokonce o necelých 8 %. Vysvětlují si to opět úsekem Pec pod Čerchovem-soutok s Pivoňkou, jelikož tato část je skoro celá napřímena a sklon toku se musí kompenzovat stupni v korytě. Nejvíce stupňů je na řece Radbuze a hráze se vyskytují pouze na Černém potoce a Radbuze.

Jako v předchozích kapitolách jsem zhotovil jednoduchou mapu, ze které můžeme snadněji číst a vyzorovat geografické souvislosti. Poměrně výrazný úsek je část Zubřiny před Domažlicemi. Jedná se o delší úsek, který je zakončen poměrně vysokým stupněm. Jezů je v zájmovém území ještě několik, ale většinou jsou vázány na kratší úseky, proto nejsou v mapě dobře viditelné. Na několika úsecích se nacházejí docela vysoké a bytelné bobří hráze, tyto části jsem tedy kategorizoval jako úseky s hrází.

Obrázek 13: Znárodnění upravenosti podélného profilu úseků vybraných toků



Zdroj: vlastní zpracování dat

7.4 HODNOCENÍ PŘÍBŘEŽNÍ ZÓNY

Jak jsem se již zmínil, příbřežní zónu jsem hodnotil zvlášť pro pravý a zvlášť pro levý břeh. Celkem jsem ji tedy kategorizoval do 14 tříd, přičemž nakonec jsem stejně musel provést sjednocení s metodikou Langhammera [Langhammer, 2004], abych mohl vypočítat indexy upravenosti. Uvádím tedy hodnoty již sjednocené. Jelikož těchto dat bylo poměrně dost, zobrazil jsem je pouze v tabulce (tab. č. 16) a pruhovém grafu (graf č. 15).

Z tabulky a grafu můžeme opět vyčíst výsledky této části. Lze 100% stanovit, že v zájmovém území podél řek převládá kategorie číslo 2, kterou zastupují louky a pastviny. Druhou nejpočetnější třídou jsou lesy. Skoro shodně v zastoupení jsou na tom zahrady s ornou půdou, a okolo pěti procent z celku tvoří skupina zahrnující roztroušenou zástavbu, intravilán a průmysl s těžbou.

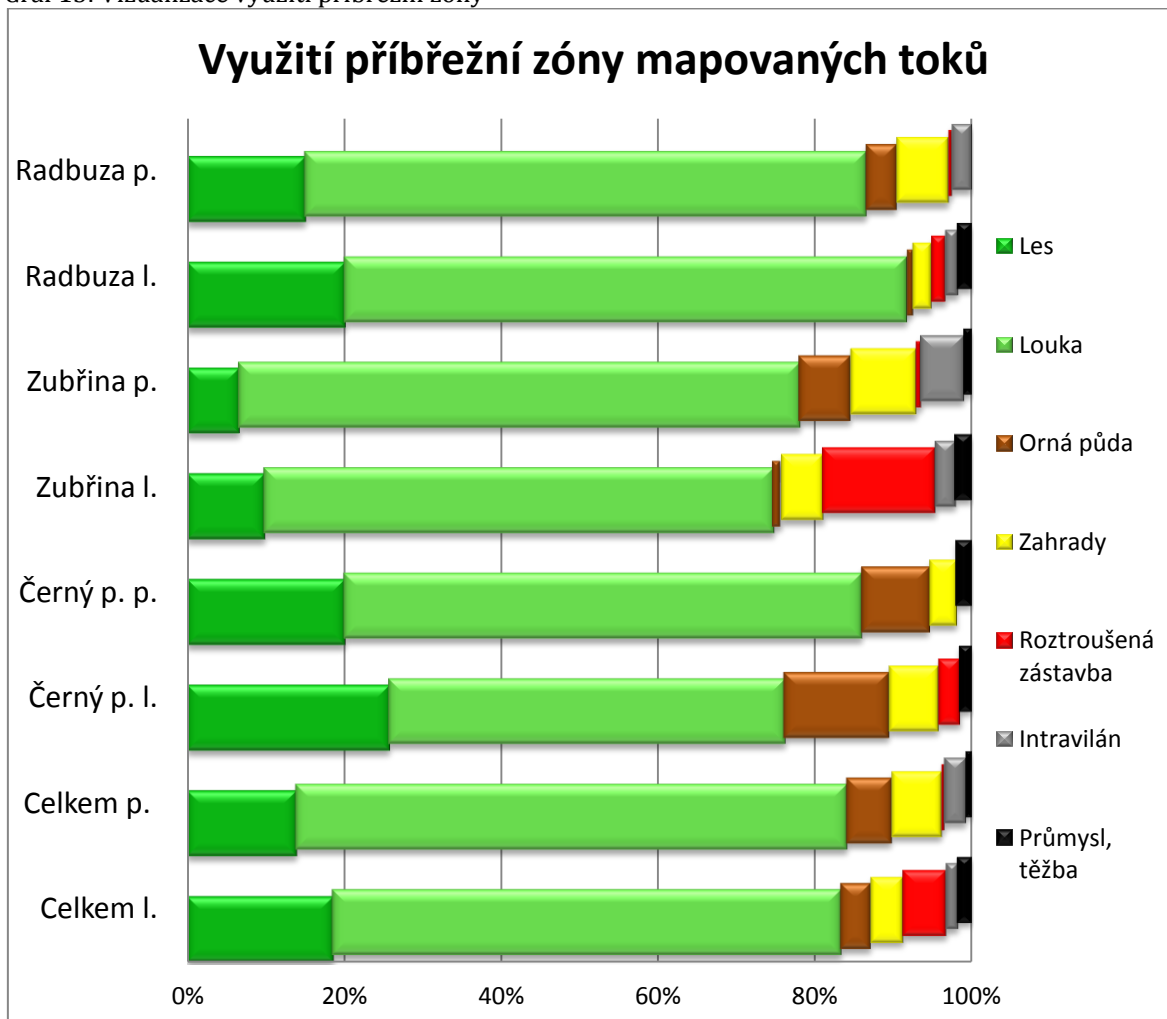
Tabulka 16: Přehled kategorií využití příbřežní zóny podél jednotlivých toků

Hodnocení příbřežní zóny							
	Les	Louka	Orná půda	Zahrady	Roztroušená zástavba	Intravilán	Průmysl, těžba
Černý p. levá	7 171,3	14 043,7	3 686,4	1 742,8	769,9	0,0	400,0
	25,78 %	50,49 %	13,25 %	6,27 %	2,77 %	0,00 %	1,44 %
Černý p. pravá	5 628,4	18 425,3	2 403,4	986,8	0,0	0,0	520,0
	20,13 %	65,89 %	8,59 %	3,53 %	0,00 %	0,00 %	1,86 %
Zubřina levá	3 235,0	21 137,3	332,2	1 751,6	4 629,0	834,7	646,2
	9,93 %	64,91 %	1,02 %	5,38 %	14,21 %	2,56 %	1,98 %
Zubřina pravá	2 180,1	23 276,0	2 110,5	2 716,2	219,7	1 746,8	316,8
	6,69 %	71,47 %	6,48 %	8,34 %	0,67 %	5,36 %	0,97 %
Radbuza levá	11 529,5	40 956,5	441,2	1 369,0	1 039,8	917,3	960,3
	20,15 %	71,59 %	0,77 %	2,39 %	1,82 %	1,60 %	1,68 %
Radbuza pravá	8 661,5	40 973,4	2 221,5	3 809,5	241,9	1 426,8	0,0
	15,11 %	71,46 %	3,87 %	6,64 %	0,42 %	2,49 %	0,00 %
Celkem levá	21 935,8	76 137,4	4 459,9	4 863,4	6 438,7	1 752,0	2 006,5
	18,65 %	64,75 %	3,79 %	4,14 %	5,48 %	1,49 %	1,71 %
Celkem pravá	16 470,0	82 674,7	6 735,5	7 512,5	461,6	3 173,6	836,9
	13,97 %	70,14 %	5,71 %	6,37 %	0,39 %	2,69 %	0,71 %

Zdroj: vlastní zpracování dat

Při důkladném pohledu na graf č. 15 bychom si měli všimnout rozdílů mezi jednotlivými toky. Radbuza je charakteristická vysokým podílem luk a pastvin na utváření svého rozložení tříd (okolo 50 % na obou březích z celé třídy). Zubřina pak zase na levém břehu svým vysokým procentuálním zastoupením roztroušené zástavby a na pravém břehu intravilánem (více než 50 % z celé třídy). Pro Černý potok je v příbřežní zóně typická orná půda.

Graf 15: Vizualizace využití příbřežní zóny



Zdroj: vlastní zpracování dat

7.5 SYNTÉZA HODNOCENÍ UPRAVENOSTI TOKU

Výsledkem celého mapování by měl být určitý syntetizující ukazatel celkové upravenosti zvolených toků. Tímto indikátorem je v tomto případě index upravenosti toku. Jak bylo již uvedeno, ten se počítá stanovením průměru z bodové škály jednotlivých ukazatelů. Lze vypočítat obyčejný, nebo kumulativní index upravenosti (vypočítaný jako součet dílčích indexů upravenosti). Vypočítal jsem oba dva typy, které uvádím v níže.

Tabulka 17: Souhrnný přehled I. upravenosti Tabulka 18: Souhrnný přehled kum. I. upravenosti

Tok	Index upravenosti
Černý potok	2,44
Zubřina	2,29
Radbuza	2,06
Průměr	2,26

Zdroj: vlastní zpracování dat

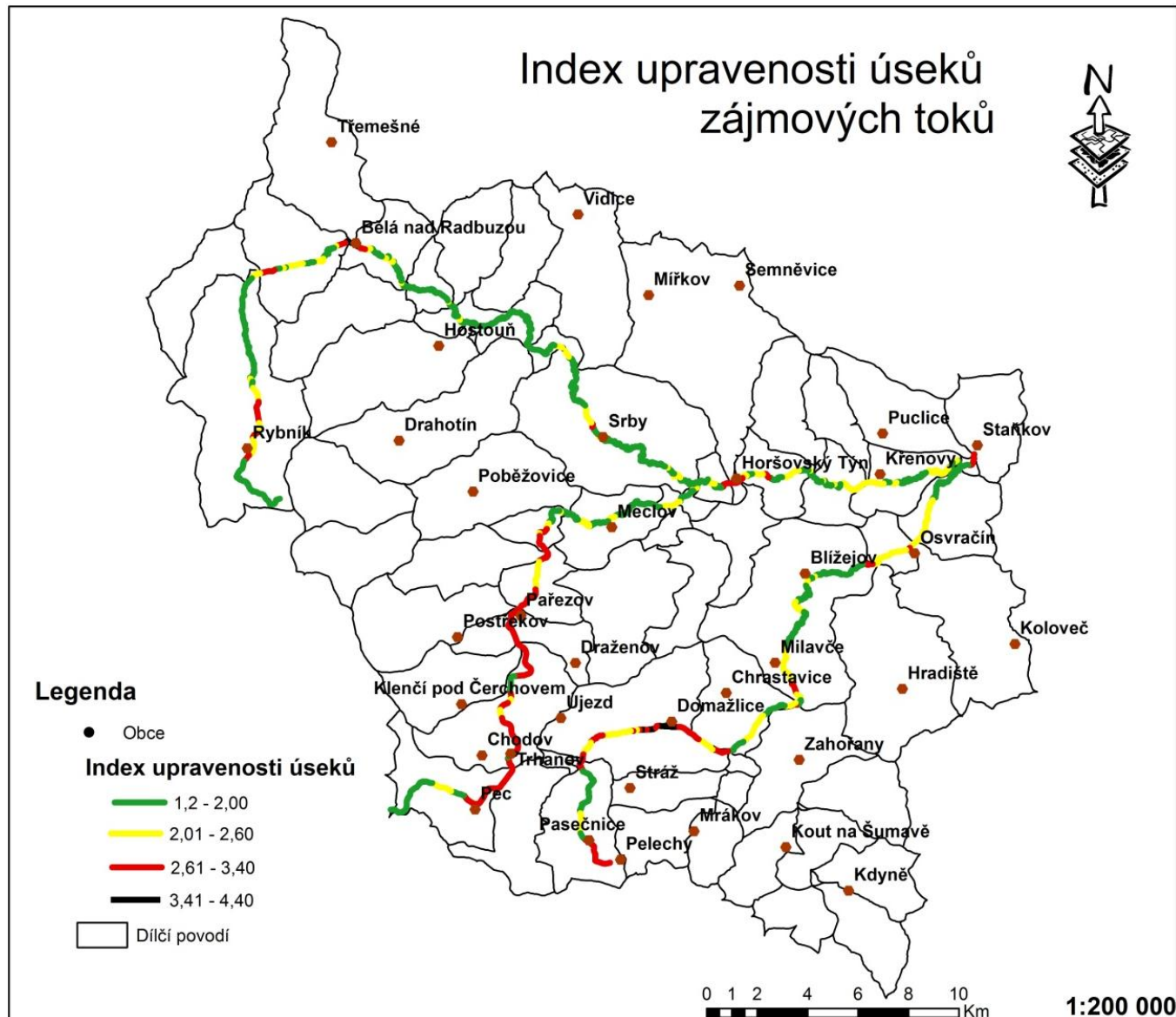
Tok	Kumulativní index upravenosti
Černý potok	12,22
Zubřina	11,47
Radbuza	10,28
Průměr	11,32

Zdroj: vlastní zpracování dat

Z tabulek 17 a 18 je možno stanovit, který tok je poznamenán lidskou činností nejvíce, a který nejméně. Hodnota Radbuzy 2,06 značí, že tato řeka je z vybraných toků nejméně postižená lidskou činností. Upravenost Zubřiny se pohybuje v blízkosti průměru. Naopak Černý potok je antropogenními úpravami velmi silně zasažen.

V tomto případě bylo vytvoření mapy znázorňující prostorové rozložení indexu upravenosti nutností. Při pohledu na tuto mapu bychom měli být schopni stanovit základní závěry. Nejkritičtějšími místy v zájmovém území jsou průtoky velkými městy. Bělou nad Radbuzou, Horšovským Týnem a Domažlicemi. Což je poměrně logické, protože ve městech se síla vody musí usměrnit a korigovat. Koryta toků zde nejčastěji nejsou přírodního charakteru a mnohdy se zde vyskytují vysoké vertikální stupně. To vše utváří celkový výsledek indexu, který se často blíží, i překračuje hodnotu 3,5. Poměrně výrazným je i úsek na Černém potoce: Pec pod Čerchovem po soutok s Pivoňkou. Tuto část jsem mnohdy zmiňoval také v předchozích kapitolách, jako úsek často napřímený, s upraveným korytem i vertikálními stupni. Tohle vše, když se spojilo dohromady, tak nemohl pro tuto část Černého potoka vyjít příznivý index upravenosti. Krátce bych se pozastavil u skoro pramenné části Radbuzy u obce Rybník. Zde můžeme také vyzorovat lehký nárůst indexu upravenosti. Je to zapříčiněno tím, že zde řeka vytéká z lesů na louky, které slouží jako pastviny pro skot. Tok je zde proto napřímen a koryto zpevněné betonovými dlaždicemi. Celkově se ale na Radbuze nacházejí úseky s nižším indexem upravenosti. Jedná se skoro o celý úsek od Bělé nad Radbuzou až po Horšovský Týn. Tato část toku je v průběhu povodně velice významná. U vesničky Štítary se totiž nachází rozlivová oblast, která by měla zmírnit extremitu kulminačních průtoků v Horšovském Týně. Výše jsem uvedl, že řeka Zubřina se pohybuje na pomezí průměru. Úsek od Milaveč přes Blížejov směrem na Osvračín má relativně nízký index upravenosti. Zubřina zde protéká pastvinami, ale má přírodní charakter, což znamená, že není zasaženo do trasy jejího toku a ani koryto není nijak upraveno. Naproti tomu úsek před, za a v Domažlicích je velmi silně poznamenán lidskými úpravami.

Obrázek 14: Znázornění indexu upravenosti úseků vybraných toků



Zdroj: vlastní zpracování dat

8 SYNTÉZA HODNOCENÍ

V úvodu této práce jsem uvedl, že bych se rád zabýval třemi poměrně rozdílnými tématy, která ale všechny spojuje slovo povodeň a její příčiny. V první kapitole jsem hodnotil jednotlivé povodňové události, jejich sezonalitu a příčinnou meteorologickou situaci. Ze dvou hydrologických stanic jsem po selekci získal 24 povodní, přičemž 2 události se překrývaly, což jsem při analýze zohlednil. Největší průtok na řece Radbuze byl zaznamenán 8.-9. Května 1978 ve Staňkově ($143 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), ovšem největší specifický průtok byl naměřen v Tasnovicích 3. 1. 2003 ($0,24 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). Jednotlivé povodňové stavy si můžeme prohlédnout výše v tab. 9 a 10. Dílčím úkolem první kapitoly bylo zhodnotit možnou sezonalitu povodní. Jak jsem již uvedl, hydrologická stanice Tasnovice má velmi malé referenční období od roku 1999. Proto výsledky sezonality povodní v této stanici nebudu považovat za dostatečně reprezentativní. Naopak stanice Staňkov zaznamenává průtoky již déle. Z výsledných grafů je patrné, že povodňové riziko hrozí ve Staňkově spíše v létě. Největší četnost povodní má měsíc srpen, a když přidáme váhu jednotlivých povodní, tak měsíc květen. V celém zájmovém území se pak vyskytují tři období, která jsou na povodňové riziko nejnáchylnější. Největší připadá na měsíce květen a červen, druhé o něco menší na prosinec, leden a únor. A třetí nejmenší maximum náleží měsíci srpnu. V závěru hydrosynoptické analýzy povodní jsem se zabýval stanovením příčinné synoptické situace. Tabulku s přiřazenými hodnotami nalezneme v příloze (tab. 21). V zájmovém území se za zkoumané období na utváření povodní nejvíce podílela západní cyklonální situace. Ta totiž ve skupině se situací C, B a WCs zapříčinila přes 77 % povodní.

V druhé kapitole jsem hodnotil různé fyzickogeografické faktory, které, jak jsem se dozvěděl z rozboru literatury, by měly mít vliv na utváření povodňových stavů. Tyto faktory jsem hodnotil samostatně, což bych zde rád shrnul a následně posoudil ve vzájemných souvislostech. První dva kartogramy jsem zhotovoval pro celkovou velikost povodí a pro charakteristiku tvaru povodí α . Z rozboru literatury vyplynulo, že tyto dvě charakteristiky ovlivňují povodňové riziko velmi málo, proto jsem je do souhrnného hodnocení nezahrnoval. Obr. č. 4 znázorňuje průměrnou výšku každého povodí i mezipovodí v zájmovém území. Ta ovlivňuje úhrn srážek a při oblevě i postup tání sněhu. Průměrná nadmořská výška má silnou vazbu i na průměrný sklon svahů v povodí, proto jsem v závěrečném výstupu zahrnul pouze jednu z těchto charakteristik. Nejvyšší

průměrnou výšku má povodí Pivoňky na západě zájmového území (643 m n. m.) s průměrným sklonem svahů 8,48 %. Nejvyšší průměrný sklon svahů je v povodí Kojetického potoka na jihovýchodě zájmového území (9,64 %) s průměrnou nadmořskou výškou 557 m n. m. Jak jsem již poznamenal výše, povodí Zahořanského potoka, do kterého spadá i povodí Kojetického potoka má v tomto ohledu velmi extrémní vlastnosti. Je to tím, že pravostranné přítoky Zahořanského potoka pramení na svazích Rýzemberka s nadmořskou výškou okolo 700 m n. m. Po analýze morfometrických charakteristik jsem hodnotil krajinný pokryv. Data jsem kategorizoval do čtyř skupin, přičemž z rozboru literatury vyplynulo, že dvě třídy: lesy; louky a pastviny mají v jistém ohledu schopnost povodňové riziko tlumit. Druhé dvě kategorie: orná půda a zastavěná plocha naopak podporují povrchový odtok a navíc na orné půdě dochází k největší erozi půdy. Analýzou map jsem opět vytyčil oblasti náchylnější a méně náchylné na vznik povodní, viz výše. Poslední fyzicko-geografickou charakteristikou, kterou jsem se zabýval, bylo zhodnocení vlivu jednotlivých typů půd na utváření povodní. Z této analýzy vyplývá naprostá převaha hydrologické skupiny B nad skupinou C, která se plošněji vyskytuje pouze v povodí Černého potoka a pramenné oblasti Zubřiny.

Jak jsem již uvedl, cílem této kapitoly bylo stanovení nejnáchylnější oblasti, nebo povodí na povodňové riziko. Existuje mnoho metod, jak zjistit nejnáchylnější oblasti, nebo jaký fyzickogeografický faktor se na utváření povodní podílí nejvíce (metoda CN křivek, faktorová a vícerozměrná analýza). Bohužel jsou ale moje schopnosti a vědomosti zatím omezeny, proto jsem nebyl schopen faktory kvantitativně analyzovat. Zhotovil jsem mapu klíčových faktorů, ve které je zahrnut vliv průměrného sklonu povodí a krajinného pokryvu.

Dané vrstvy jsem v ArcMapu rozdělil do intervalů, přičemž v obou případech jsem použil metodu Natural Breaks (Jenks) kde jsou jednotlivé intervaly voleny pomocí přirozeného seskupení hodnot. Jednotlivé Break values (hraniční hodnoty) jsou pak vytyčeny mezi hodnoty, mezi nimiž je relativně velký rozestup. [ArcGIS Resource centre, 2012] Samozřejmě existují i jiné metody pro zobrazení intervalů dat. Z literatury jsem se ale nedočel, jaké se zrovna používají pro zobrazování průměrného sklonu a průměrného zastoupení určité plochy v území v souvislosti s povodňovým rizikem.

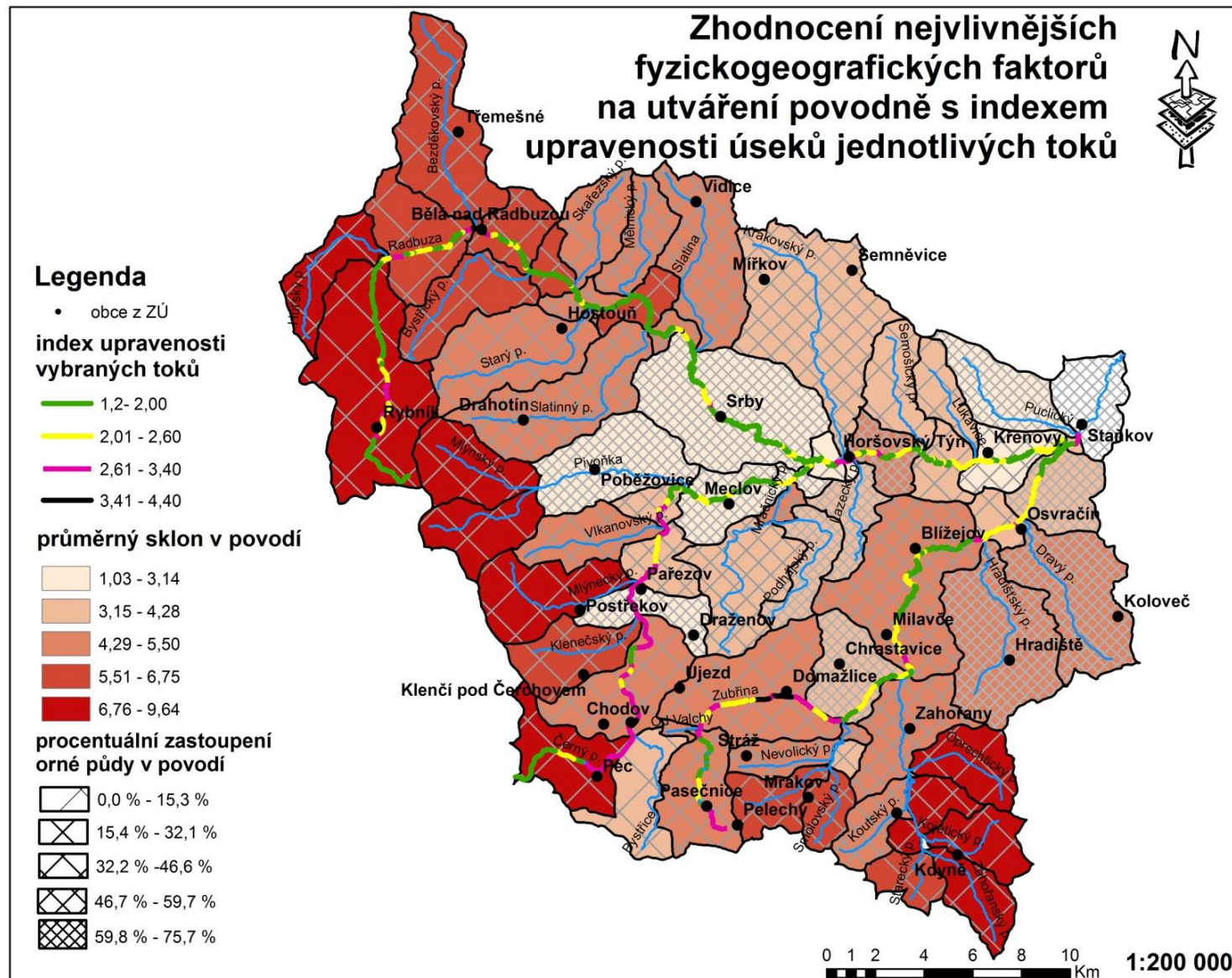
Z mapy (obrázku) č. 15 můžeme stanovit oblasti náchylné a oblasti, které nejsou náchylné na povodňové riziko. Samozřejmě bychom se měli zaměřit pouze na jednotlivé povodí a mezipovodí vůbec nehodnotit, protože nelze použít ukazatele definované pro ucelená povodí. V mezipovodí se povodňové vlny z dílčích povodí často skládají a díky soutokům jednotlivých toků zde dochází k vylití vody z koryta.

Zřejmě nejohroženější částí mého zájmového území je podle shrnující mapy povodí Zubřiny. Již pramenná část má průměrný sklon, ale i průměrné zastoupení orné půdy v povodí, což u toků (v zájmovém území) pramenících na západě či jihozápadě není zvyklostí. Černý potok i Radbuza mají v pramenných povodích minimální zastoupení orné půdy. Její přítoky se zdají být také velmi náchylné na povodňové riziko. Zahořanský potok tvoří přítoky s relativně velkým průměrným sklonem a o něco menším zastoupením orné půdy. Vůbec nejkritičtěji se v povodí Zubřiny jeví povodí Hradištského a Dravého potoka, charakteristické průměrným sklonem svahů, ale jedním z nejvyšších podílů orné půdy.

Druhou, poměrně náchylnou oblastí je území okolo vesnice Tasnovice (na východ od Hostouně). Do Radbuzy zde totiž ústí několik potoků, které se z výsledků také zdají být velmi náchylné na povodňové riziko. Jedná se o Skařecký, Starý, Mělnický a Slatinný potok a Slatinu. Tato povodí jsou opět charakteristická průměrným sklonem svahů a průměrným, některé i nadprůměrným procentuálním zastoupením orné půdy.

Oblasti, které nejsou na vznik povodní náchylné, se vyskytují v pramenné části Radbuzy, okolo obce Bělá nad Radbuzou. Oblast je charakteristická sice vyšším průměrným sklonem svahů, ale téměř bez zastoupení orné půdy ve využití krajiny. Zde zaznamenáváme možná nejrozsáhlejší oblast, která podle zmiňovaných charakteristik nebude náchylná na povodňové riziko. Další oblastí odolnou na vznik povodní by mohla být okolo soutoku Černého potoka s Radbuzou. Oba toky zde sice protékají územím s maximálním zastoupením orné půdy, ale tato oblast má skoro nulový průměrný sklon svahů. Voda spadlá na toto území má tedy delší dobu na to, aby se vsákla, a povodňový stav nemusí být tak extrémní.

Obrázek 15: Zobrazení nejnáchylnějších oblastí a povodí na povodňové riziko



Zdroj: vlastní zpracování dat

V poslední části práce jsem hodnotil upravenost říční sítě zájmového území podle metodiky Langhammera. Přehled výsledků terénního mapování je uveden výše (tab. č. 12). Jak jsem již uváděl, v terénu jsem využil, pro omezené schopnosti a časovou náročnost, pouze část metodiky a zmapovány byly pouze páteřní toky povodí: Radbuza, Zubřina a Černý potok. Jednotlivé závěry vyvozené z výsledků mapování jsou již uvedeny v kap. 7. Syntetizujícím výsledkem použité metodiky je tzv. index upravenosti toku a kumulovaný index upravenosti toku. Ty byly spočítány pro každý úsek váženým průměrem a následně byly vypočítány pro každý tok, viz tab. 17. a 18. Je patrné, že nejupravenější tok z mapovaných je Černý potok. Nejméně lidských zásahů je pak na Radbuze. Nejkritičtější úsekem je zcela jistě střední tok Černého potoka, od Pece pod Čerchovem po soutok s Pivoňkou. Druhou kritickou částí toku by mohl být průtok Zubřiny Domažlicemi, kde se index upravenosti pohybuje i nad hodnotou 3,5. Z druhého hlediska, přírodě blízký charakter má úsek přes 20 km dlouhý, ležící na Radbuze od Bělé nad Radbuzou až téměř k vesnici Srby.

9 DISKUSE

Ze své práce jsem vyvodil několik závěrů, které je nutno objektivně zhodnotit. Výsledky z první části práce jsou poměrně jasné. Již v počátcích práce jsem si troufal tvrdit, že pro zhodnocení sezonality povodní pro stanici Tasnovice má tato stanice krátké referenční období. Zhodnocení pro hydrologickou stanici Staňkov již cenu mělo, proto jsem se jím zabýval více. Zjistil jsem, že povodně ve Staňkově jsou spíše letního charakteru a je jen otázka, zdali jsou způsobeny přívalovými dešti, nebo dlouhodobě vytrvalou srážkou. V dílčí části přiřazování jednotlivé synoptické situace jsem postupoval jako Štěpánková ve své práci. [Štěpánková, 2004] Bohužel jsem ale díky časové náročnosti práce nemohl při určování zajít tak hluboko, jako ona ve své disertační práci. Když se totiž vyskytl případ většího počtu situací před dnem D, stanovovala příčinnou situaci rozbořen denních úhrnů srážek a možnost nasycenosti povodí předchozími srážkami. Já jsem v nerozhodných případech zahrnul do hodnocení D-6 až D-8 a převažující situaci jsem označil jako příčinnou. Tím by výsledky této části mohly být mírně ovlivněny. Závěry se ale nelišíme, stejně jako Štěpánkové, která zkoumala tento jev v povodí Berounky [Štěpánková, 2004], mi vyšla nejpočetnější skupina Wc a dále C, B a Wcs. Kacířovi, který ve své diplomové práci rozebíral hydrosynoptickou analýzu mimořádných situací v povodí horní Berounky vyšly tyto výsledky. Třetina z celkového počtu povodní byla způsobena západní cyklonální situací (Wc). Dalšími nejčastějšími situacemi způsobujícími povodně v povodí horní Berounky jsou podle Kacíře B a NWc. [Kacíř, 2010]

V druhé kapitole jsem hodnotil fyzickogeografické faktory, ovlivňující povodňové riziko. Z rozboru literatury mi jich vyšlo několik, přičemž zásadní vliv pro utváření a vznik povodní má příčinná srážka, průměrný sklon svahů a využití krajiny. Menší vliv pak má zastoupení půd, tvar a velikost povodí. V závěrečném hodnocení jsem i pro omezené možnosti dostupných dat zhotovil mapu zobrazující procentuální zastoupení orné půdy a průměrný sklon svahů v povodí. Tato metoda není úplně objektivní, ale rozhodl jsem se pro ni spíše pro názornost. Ovšemže by bylo lepší sestavit mapu podobnou obrázku č. 16. uvedeného v příloze a převzatého ze zkrácené textové zprávy: Posouzení retenčních kapacit území Plzeňského kraje. [Institut regionálních informací, 2010] Potřeboval bych ale více dat a zkušeností práce s mapovou algebrou v programu ArcMap. Opět se ale v několika případech s touto výzkumnou zprávou shodují. Kritická místa jako pramenná

část Zubřiny, povodí Zahořanského potoka a střední část Černého potoka s přítoky jsem též identifikoval jako riziková. Další shodu můžeme najít v odolnosti oblasti u Horšovského Týna proti vzniku povodní. V čem se ale neshodujeme, je moje stanovení velké náchylnosti povodí Hradištského a Dravého potoka. Ve zprávě jsou totiž tato povodí značena spíše zelenou barvou, značící nejnižší potenciál vzniku povodní. Také mnou vyřčená myšlenka nenáchylnosti Bělska na povodňové riziko se neshoduje se zprávou. V tomto případě by to mohlo být nezahrnutím všech faktorů, se kterými pracuje výzkumná zpráva. Což je průměrný roční úhrn srážek, tzv. koeficient ekologické stability, půdní typ a lesnatost. [Institut regionálních informací, 2010]

V závěru jsem se věnoval antropogenní upravenosti říční sítě v zájmovém území. Již několikrát jsem podotkl, že díky časové náročnosti, nedostatečným zkušenostem a nemožností mapování následků povodně jsem byl nucen zmapovat pouze intenzivní ukazatele páteřních toků. V České republice bylo stejnou metodikou zmapováno pouze několik toků. Nejznámější práce byly zpracovány pro povodí Blanice, Sázavy a nakonec i pro celé povodí Otavy. Blanice má např. celkový index upravenosti 2,17, dolní Sázava pak 2,51 a horní tok Sázavy 2,14. V povodí Otavy je pak přes 55 % říční sítě přírodě blízké. [Langhammer, 2007] Co se týče mého mapování, jediné znehodnocení výsledků mohlo nastat při vektorizování dat, které neproběhlo automaticky, ale manuálně a tudíž se mohlo stát, že jsem nějaký úsek o nějaký metr zkrátil, respektive prodloužil. I přesto si troufám tvrdit, že jsem svým mapováním přispěl do databáze upravenosti říční sítě, a že by další výzkumy mohly své výsledky mapování srovnávat i s těmi mými.

V této části bych ještě rád předal nějaké rady pro ty, kteří by se tímto problémem rádi zabývali. Nejdůležitější je mít kvalitní GPS přístroj, který dokáže přesně zaměřit vaši polohu a zaznamenat si její souřadnice, pomocí kterých nad podkladem říční sítě vymezíte jednotlivé úseky. Na dolních tocích jsem často uvažoval, zda by nebylo vhodnější řeku splouvat na lodi, podél toku se často vyskytovali rozsáhlé oblasti zarostlé hustým křovím, tudíž bylo velmi obtížné držet se v blízkosti koryta. Pro detailní mapování rozsáhlejších povodí by bylo zapotřebí zajistit si spolupracovníky, protože mapování v terénu je jak fyzicky, tak i časově velmi náročné.

Dovolil bych si konfrontovat některé své výsledky s povodňovými plány Plzeňského kraje. Z mapy povodňového plánu vyplývá několik závěrů. Nejkritičtějším místem

v zájmovém území je průtok Zubřiny Domažlicemi, jednak se zde vyskytuje nejvíce míst omezující průtočnost toku a dále zde Zubřina protéká silně osídlenou oblastí, tudíž při rozlivu jsou škody největší. [Povodňový plán plzeňského kraje] Z mých výsledků mapování mi také vyšel nejkritičtější úsek průtok Zubřiny Domažlicemi. Z výsledků jsem si troufl tvrdit, že oblast na Radbuze za Bělou je velmi vhodná pro přibrzdění povodňové vlny. Tok má zde velmi přírodě blízký charakter, neprotéká většími sídly a příbřežní zóna není tolik aktivně využívána. V povodňovém plánu se v této oblasti nachází aktivní zóna záplavového území a Radbuza se zde vylévá z koryta již při překročení průtoku Q_5 . Na využití příbřežní zóny a celé údolní nivy v této oblasti se můžeme podívat na obr. 20 v příloze. Index upravenosti dolního toku Černého potoka se mi v závěrečném hodnocení také jevil jako vhodný pro rozliv. Až na to, že zde tok protéká Meclovem, má podobné charakteristiky, jako již zmiňovaná část Radbuzy. V povodňovém plánu se zde ale nenachází aktivní zóna záplavového území a tok se vylévá z koryta pouze po překročení Q_{100} . Před Horšovským Týnem, kde se Černý potok vlévá do Radbuzy, se ale nachází poměrně rozsáhlá oblast, kde se voda rozlévá již při překročení Q_5 . Za tohoto poměrně běžného stavu zaplavuje Radbuza dokonce i Novoveský rybník. [Povodňový plán plzeňského kraje]

V první kapitole jsem se zabýval zhodnocením hydrosynoptické analýzy jednotlivých povodní. K dispozici jsem měl data ze dvou hydrometeorologických stanic. Data ze stanice Staňkov jsem převzal z diplomové práce Kacíře, který se zabýval hydrosynoptickou analýzou mimořádných stavů v povodí horní Berounky. Za poskytnutí dat mu tímto způsobem děkuji. Data z hydrologické stanice Tasnovice mi poskytl Český hydrometeorologický ústav. Pracovníkům také tímto způsobem děkuji. V zájmovém území se nachází ještě několik hydrologických stanic, které ale spravuje Povodí Vltavy. Vyjma již zmíněných dvou stanic na Radbuze se jedná o stanici na Černém potoce v Klenčí pod Čerchovem a stanice na Zubřině v Domažlicích. Bohužel jsem zjistil, že data o výskytech povodní a jejich průtocích nesouhlasí s daty, které mi byly poskytnuty. Dokonce i autoři stránek upozorňují na to, že veškerá data jsou bez záruky. Raději jsem s těmito daty nepracoval, aby nedošlo k znehodnocení mé práce.

10 ZÁVĚR

Výzkumem ve své práci jsem přišel na několik poznatků. V první části jsem stanovil největší povodňové stavy v referenčním období pro obě hydrologické stanice. Pro stanici Staňkov připadá maximální vodní stav na 8.-9. května 1978, pro stanici v Tasnovicích pak na 3. 1. 2003. Analýzou sezonality povodní jsem přišel na fakt, že v zájmovém území nepřevažuje extrémně jeden typ povodní. Z hodnocení synoptických příčin povodní jsem zjistil, že v zájmovém území nejvíce způsobují povodně situace Wc, C, B a WCs.

Nejnáchylnějším povodím na povodňové riziko se z hodnocení fyzickogeografických podmínek zdá být povodí řeky Zubřiny, do které také ústí potoky poměrně náchylné na vznik povodní. Oblasti, které nejsou na vznik povodní náchylné, se vyskytují v pramenné části Radbuzy, okolo obce Bělá nad Radbuzou.

Z terénního mapování a následných analýz vybraných řek se Černý potok jednoznačně jeví jako nejvíce upravený tok. Naopak Radbuza je v míře upravenosti podprůměrná. Nejkritičtější úsekem je průtok Zubřiny Domažlicemi a část Černého potoka od Pece pod Čerchovem po soutok s Pivoňkou. Nejméně upraveným úsekem je pak část Radbuzy od Bělé nad Radbuzou téměř až k vesnici Srby.

RESUMÉ

Zpracovaná bakalářská práce se zabývá vlivem fyzickogeografických faktorů na povodňové riziko v povodí horní Radbuzy. Je rozdělena do tří částí. V první se hodnotí samotné povodně a přiřazuje se k nim příčinná meteorologická situace. Ve druhé jsou uvedeny jednotlivé fyzickogeografické faktory a jejich zastoupení v jednotkových povodích. Autor se zde zabýval vlivem plochy povodí, charakteristiky tvaru povodí, průměrnou výškou a průměrným sklonem svahů v povodí. Posuzoval také krajinný pokryv a vliv jednotlivých typů půd. Třetí část je o antropogenní upravenosti vybraných toků. Autor provedl vlastní terénní mapování, které je zde analyzováno v softwaru GIS. Výsledky jsou vizualizované v mapách.

Klíčová slova: povodně, synoptické situace, fyzickogeografické faktory, povodí horní Radbuzy, Zubřina, Černý potok, antropogenní úpravy, index upravenosti.

The written bachelor's work deals with influence of physical geographic conditions on flood risk in the upper basin of the Radbuza river. It is divided into three parts. The first is about floods, which happened in area of interest. The finding of causal meteorological situation was made and these causal situations were connected with every flood. Single physical geographic conditions are introduced in the second part. Author dealt with influence of basin's area, basin's shape, average height of basin and average slope of slopes in basin. He assessed land cover and influence of single types of soil too. The third part is about human's modifications of chosen river. Author made his own mapping in the nature, which is analysed here in GIS software. The results are visualized in maps.

Key words: flood, meteorological situation, physical geographic conditions, the upper basin of the Radbuza river, Zubřina river, Černý potok river, human modifications, index of modification.

SEZNAM LITERATURY

- ArcGIS Resource centre: Help. [online]. Citováno: 1. 4. 2015. Poslední změna: 28. 9. 2012. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/>.
- Brádka, J., (1972): Srážky na území ČSSR při jednotlivých typech povětrnostní situace, Sborník prací HMÚ, sv. 18, Praha, s. 8-62.
- Brádka, J., (1973): Der Einfluss des atlantischen Ozeans und des Mittelmeeres auf die Niederschlagsverteilung auf dem Gebiet der ČSSR, Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun., XIV, Geografia 8, s. 61-68.
- Brádka, J., Dřevíkovský, A., Gregor, Z., Kolesár, J. (1961): Počasí na území Čech a Moravy v typických povětrnostních situacích, HMÚ, Praha, 31 s.
- Beven, K. J., 2001. Rainfal – Runoff Modelling: The Primer. Chichester: John Wiley & Sons. 353 s. ISBN 0-471-98553-8.
- ČHMÚ: Popis synoptických typů. [online]. Citováno: 28. 1. 2015. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P1_0_Home
- CZSO: Charakteristika okresu Domažlice. Citováno: 25. 11. 2014. [online]. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/xp/domazlice>.
- Duckstain, L., Bardossy, A., Bogardi, I. (1993) Linkage between the ochrance of daily atmospheric circulation patterns and floods: an Arizona case study, J. Hydrology, 143, p. 413-428.
- Davie, T., (2008): Fundamentals of hydrology. New York. 221 s. ISBN 0-203-93366-4.
- Ghosh, S., N. (1999) Flood control and drainage engineering. 326 s. ISBN 90-6191-481-7.
- Hrádek, F., (1982). Hydrologie. [Skriptum]. Praha: Vysoká škola zemědělská.
- Institut regionálních informací s.r.o. (2010): Posouzení retenčních kapacit Plzeňského kraje. Zkrácená textová zpráva.
- Janeček, M., (2003): Vliv protierozních opatření na snížení povrchového odtoku z povodí, Sdružení vodohospodářů Kutná hora, s. 75-80.
- Kašpárek, L. – Jedličková, M. – Halenková, Z., (1980). Rozbor vlivů činitelů, které působí na velikost stoletých průtoků. [Výzkumná zpráva]. Praha: ČHMÚ.
- Kacíř, J., (2010): Hydrosynoptická analýza mimořádných situací v povodí horní berounky. [Diplomová práce]. PŘF UK, Praha.
- Konček, M., Rein, F. (1971): Katalog der Witterungstypen für Mitteleuropa, Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Comen. Meteorologia IV, s. 1-33.

- Kříž, H., Kolejka, J. (1999). Vliv geografických podmínek na vznik extrémních hydrologických jevů v povodích. Sborník příspěvků z Woorkshpu '99, Praha.
- Langhammer, J. (2004): Antropogenní upravenost říční sítě v povodí Otavy. In: Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní, (eds. Langhammer, J, Engel, Z.), s. 104 - 124., PŘF UK, Praha.
- Langhammer, J. (Eds.). (2007): Změny v krajině a povodňové riziko. Sborník příspěvků semináře Povodně a změny v krajině, PŘF UK, 251 s. ISBN 978-80-86561-87-5.
- Matějčík, J., Hladný, J. (1998): Povodňová katastrofa 20. století, Vodní hospodářství, Praha, 60 s.
- MŽP: (2001): O vodách a o změně některých zákonů [vodní zákon]. MŽP, Praha, 78 s.
- Národní geoportál INSPIRE: Geomorfologická mapa ČR [online]. Citováno: 2. 12. 2014. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- Netopil, R. (1984): Fyzická geografie I., SPN, Praha.
- Povodňový plán Plzeňského kraje. [online]. Citováno: 2. 4. 2015. Dostupné z: http://mapy.kr-plzensky.cz/arcims/povodnovy_plan/viewer.htm.
- Povodí Vltavy: Stavy a průtoky na vodních tocích. [online]. Citováno: 28. 3. 2015. Dostupné z: <http://www.pvl.cz/portal/SaP/PC/>.
- Šamaj, F., Valovič, Š., Brázdil, R. (1985): Extrémne denné úhrny atmosférických zráží v ČSSR, Meteorologické zprávy, 36, ČHMÚ, Praha.
- Šercl, P. (2009): Vliv fyzicko-geografických faktorů na charakteristiky teoretických návrhových povodňových vln. Sborník prací ČHMÚ. Svazek 54. Praha. 88 str. ISBN 978-80-86690-62-9.
- Stejskalová, D., (2005): Krajinný plán mikroregionu v návaznosti na řešení krajinných opatření významného vodního toku. Průzkum a analýza současného stavu mikroregionu Spolek pro rozvoj venkova Moravský kras. Brno: VÚMOP.
- Štěpánková, R., (2004): Vliv fyzicko-geografického prostředí na vznik a vývoj povodní v povodí Berounky. [Disertační práce]. PŘF UK, Praha.
- Ottův Slovník naučný: ilustrovaná encyklopedie obecných vědomostí: J. Otto, Praha: 1890. 20. Díl.
- Vlček a kol. (1984): Vodní toky a nádrže, Academia Praha, ISBN 21-107-84.

Data: Český hydrometeorologický ústav.

Národní geoportál INSPIRE: CORINE Land Cover 2012.

Národní geoportál INSPIRE: Půdní mapa ČR 1:250 000.

Ministerstvo obrany ČR: Digitální model území (2002). [CD].

Digitální geografická databáze: ArcČR500.

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Průměrné úhrny srážek v letech 1931-1960 na území listu Klatovy v měřítku 1:500 000	15
Obrázek 2: Znázornění velikosti každého povodí	35
Obrázek 3: Znázornění indexu v každém povodí α	36
Obrázek 4: Znázornění průměrné výšky v každém povodí.....	36
Obrázek 5: Znázornění průměrného sklonu svahů v každém povodí	37
Obrázek 6: Znázornění procentuálního zastoupení lesů v každém povodí	38
Obrázek 7: Znázornění procentuálního zastoupení luk a pastvin v každém povodí	39
Obrázek 8: Znázornění procentuálního zastoupení orné půdy v každém povodí	39
Obrázek 9: Znázornění procentuálního zastoupení zastavěné plochy v každém povodí	40
Obrázek 10: Znázornění převažující hydrologické skupiny půd.....	41
Obrázek 11: Znázornění upravenosti trasy úseků vybraných toků.....	44
Obrázek 12: Znázornění upravenosti koryta úseků vybraných toků	47
Obrázek 13: Znázornění upravenosti podélného profilu úseků vybraných toků.....	49
Obrázek 14: Znázornění indexu upravenosti úseků vybraných toků	53
Obrázek 15: Zobrazení nejnáchylnějších oblastí a povodí na povodňové riziko	57
Obrázek 16: Místa vzniku povodní v Plzeňském kraji.....	XII
Obrázek 17: Příklad napřimeného úseku na Černém potoce.....	XIII
Obrázek 18: Příklad divočícího úseku na Černém potoce.....	XIII
Obrázek 19: Příklad napřimeného koryta Černého potoka zpevněného kamennými dlaždicemi.....	XIV
Obrázek 20: Říční niva v aktivní zóně záplavového území na řece Radbuze.....	XIV

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Znázornění podélného profilu Černého potoka.....	22
Graf 2: Znázornění podélného profilu Zubřiny	22
Graf 3: Znázornění podélného profilu Radbuzy ohraničeného hydrologickou stanicí Staňkov	23
Graf 4: Průtoky vybraných povodňových událostí ve Staňkově	28
Graf 5: Průtoky vybraných povodňových událostí v Tasnovicích	28
Graf 6: Specifické průtoky vybraných povodňových událostí v obou stanicích.....	29
Graf 7: Sezonalita povodní podle četnosti.....	30
Graf 8: Sezonalita s zohledněním specifického průtoku	30
Graf 9: Sezonalita povodní podle četnosti.....	30
Graf 10: Sezonalita s zohledněním specifického průtoku	31
Graf 11: Sezonalita povodní podle četnosti.....	31
Graf 12: Sezonalita s zohledněním specifického průtoku	32
Graf 13: Znázornění četnosti jednotlivé synoptické situace.....	34
Graf 14: Kategorizace typů synoptické situace	34
Graf 15: Vizualizace využití příbřežní zóny.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Orientační odhad prahových hodnot povodňových srážek [mm]	7
Tabulka 2: Přehled jednotlivých synoptických situací	9
Tabulka 3: Jednoduchá charakteristika hydrologických skupin půd.....	12
Tabulka 4: Charakteristika tvaru povodí podle dílčích hodnot koeficientu α	13
Tabulka 5: Přehled intenzitních ukazatelů dle Langhammera.....	18
Tabulka 6: Přehled identifikačních ukazatelů dle Langhammera	18
Tabulka 7: Přehled informačních ukazatelů dle Langhammera	19
Tabulka 8: Bodové hodnocení intenzitních ukazatelů dle Langhammera.....	20
Tabulka 9 Charakteristika jednotlivých povodní ve Staňkově.....	27
Tabulka 10 Charakteristika jednotlivých povodní v Tasnovicích.....	27
Tabulka 11: Přehled přiřazených synoptických událostí ke dnům před a při kulminaci.....	33
Tabulka 12: Přehled výsledků terénního mapování	42
Tabulka 13: Přehled výsledků mapování upravenosti trasy toku	42
Tabulka 14: Přehled výsledků mapování upravenosti koryta toku	45
Tabulka 15: Přehled výsledků mapování upravenosti koryta toku	47
Tabulka 16: Přehled kategorií využití příbřežní zóny podél jednotlivých toků	50
Tabulka 17: Souhrnný přehled I. upravenosti Tabulka 18: Souhrnný přehled kum. I. upravenosti.....	51
Tabulka 19 Zařazení BPEJ do kategorií hydrologických skupin půd	VI
Tabulka 20: Přehled jednotlivých typů krajinného pokryvu se specifickými kódy	VII
Tabulka 21: Typy povětrnostní situace k jednotlivým dnům před kulminací povodňových stavů.....	VIII
Tabulka 22: Klíč k zařazení jednotlivých typů krajinného pokryvu do čtyř základních kategorií	XI

SEZNAM SOUBORŮ GRAFŮ

Soubor grafů 1: Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií upravenosti trasy toku v dílčích tocích.....	43
Soubor grafů 2 Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií upravenosti koryta toku v dílčích tocích.....	46
Soubor grafů 3: Procentuální zastoupení jednotlivých kategorií upravenosti podélného profilu toku v dílčích tocích.....	48

PŘÍLOHY

Tabulka 19 Zařazení BPEJ do kategorií hydrologických skupin půd

Kateg. v mapě BPEJ	Půdní subtyp	Substrát	Hydrolog. půdní skupina
01	CEm, CE _{mk} , CE _l	spraš	B
02	CE _l , CE _{lg'}	spraš	B
03	CE _{Ex} , CE _{Exc}	spraš, spraš-slín	B (C)
04	CE _r	lehké substráty	A
05	CEm, CE _{mc} , CE _l , FL _m , FL _{mc}	spraš/písek	B
06	CE _p , CE _{Exp}	slín	C – D
07	SM _m , SM _{mc} , CE _p , CE _{Exp}	slín, slinitý jíl	D
08	CEm, CE _p , HN, LU, KA _l	sprašové mat. (slín)	B (C)
09	SE _m , SE _{mg'} , SE _l	spraš	B
10	HN _m , HN _{mg'}	spraš	B
11	HN _m , HN _{mg'}	sprašová hlína	B
12	HN _m , HN _{mg'} , KA _m , KA _{mg'} , KA _l , KA _{lg'}	polygenetická hlína	B
13	HN _m , HN _{mg'} , HN _l , HN _{lg'} , LU _m , FL _m , FL _l	hlína – lehký materiál	B
14	LU _m , HN _l , LU _{mg'} , HN _{lg'}	sprašová nebo polygenetická hlína	B
15	LU _m , HN _l , LU _{mg'} , HN _{lg'}	polygenetická hlína	B (C)
16	LU _m , HN _r , HN _{rg'}	zahliněné (šterko)písky	B (A)
17	LU _r , LU _{rg'}	písky (hlinité proplástky)	A (B)
18	RZ _m , RZ _k , RZ _v	svahoviny vápenců, terrae	B – C
19	PR _m , PR _k , PR _v	opuky, slínovce	B – C
20	PE _m , PE _v , PE _n , Rgp, PA _p , PR _p , PR _{pg'}	slíny	D
21	RGr, PR _r , KA _r , FL _r	písky	A
22	RGr, PR _r , KA _r , FL _r	zahliněné (šterko)písky	A – B
23	RGr _{g'} , KA _{rg'}	písek/jíl	A – B
24	KA _{me'} , KA _{ma'} , KA _{pe'} , KA _{pa'}	svahoviny, flyš S – TS	B – C
25	KA _{me'} , KA _{ma'} , KA _{ve'} , KA _{va'} , KA _{pe'} , KA _{pa'}	svahoviny, opuky S – (TS)	B (C)
26	KA _{me'} – KA _{ma'}	svahoviny břidlic S – (TS)	B (C)
27	KA _{me'} – KA _{ma'}	svahoviny břidlic, drob, flyš LS	B
28	KA _{me'} , KA _{mb'}	svahoviny bazik S	B
29	KA _{me'} – KA _{ma'} , KA _{me'g'} – KA _{ma'g'}	svahoviny eruptiv, metamorfik LS – S	B
30	KA _{me'} – KA _{ma'}	svahoviny, permokarbon, LS – L	B
31	KA _{me'} – KA _{ma'} , KA _{re'} – KA _{ra'}	svahoviny pískovců LS – L	A (B)
32	KA _{ma'} – KA _{me'}	svahoviny eruptiv, metamorfik LS – S	(B) A

33	KAm ^{e'} – KAm ^{a'} , KAm ^j	svahoviny, permokarbon, S – TS	B C
34	KAd, KAm ^{a'} , KPm	Svahoviny eruptiv, metamorfik	B
35	KAd, KAm ^{a'} , KPm, KPm ^{g'}	svahoviny sediment. hornin	B (A)
36	KPm, PZm, KAd, KAm ^{a'}	svahoviny	B
37	KAt, KAr, KAs, RNm	rozpad hornin, svahoviny	B (A)
38	KAt, KAr, KAs, RNm	rozpad hornin, svahov. rozpad horn.	C D
39	LIm	rozpad hornin	
40	KA, RZ, PR, RN, RG, CE, HN	Horniny lehké až LS	B

Zdroj: Stejskalová, 2005

Tabulka 20: Přehled jednotlivých typů krajinného pokryvu se specifickými kódy

Kód	Krajinný pokryv
1.1.1.	Souvislá městská zástavba
1.1.2.	Nesouvislá městská zástavba
1.2.1.	Průmyslové a obchodní areály
1.2.2.	Silniční a železniční síť s okolím
1.2.3.	Přístavy
1.2.4.	Letiště
1.3.1.	Oblasti současné těžby surovin
1.3.2.	Haldy a skládky
1.3.3.	Staveniště
1.4.1.	Městské zelené plochy
1.4.2.	Sportovní a rekreační plochy
2.1.1.	Nezavlažovaná orná půda
2.2.1.	Vinice
2.2.2.	Sady, chmelnice a zahradní plantáže
2.3.1.	Louky a pastviny
2.4.2.	Směsice polí, luk a trvalých plodin
2.4.3.	Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací
3.1.1.	Listnaté lesy
3.1.2.	Jehličnaté lesy
3.1.3.	Smíšené lesy
3.2.1.	Přírodní louky
3.2.2.	Stepi a křoviny
3.2.4.	Nízký porost v lese
3.3.2.	Skály
3.3.3.	Oblasti s řídkou vegetací
4.1.1.	Mokřiny a močály
4.1.2.	Rašeliniště
5.1.1.	Vodní toky
5.1.2.	Vodní plochy

Zdroj: vlastní zpracování dat CORINE Land Cover 2012

Tabulka 21: Typy povětrnostní situace k jednotlivým dnům před kulminací povodňových stavů

Staňkov							
Datum	D-5	D-4	D-3	D-2	D-1	D	DD
23. 8. 1977	SWc3	SWc3	SWc3	SWc3	SWc3	SWc3	SWc3
8-9. 5. 1978	C	SWa	SWa	C	C	C	C
9. 8. 1978	Wc	Wc	Bp	Bp	C	C	C
14. 3. 1979	Bp	Bp	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc
25. 9. 1979	Wa	B	B	B	B	B	B
7. 2. 1980	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc
23. 7. 1980	Wc	Wc	Wc	Cv	Cv	Nec	Cv
20. 7. 1981	Wc	Wc	Wc	B	B	B	B
31. 5. 1986	Ap ₂	SWc2	SWc2	B	B	B	B
21. 12. 1993	Wcs	Wcs	Wcs	Wc	Wc	Wc	Wc
27. 2. 1997	SWa	SWa	SWc2	SWc2	SWc2	Bp	SWc2
2. 11. 1998	Wc	Wc	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs
13. 8. 2002	C	SEc	SEc	C	C	C	C
18. 3. 2005	SWa	SWa	SWa	Wc	Wc	Vfz	Wc
3. 6. 2013	C	C	C	C	NEc	NEc	C
11. 6. 2013	NEa	NEa	NEa	Bp	Bp	Bp	Bp
Tasnovice							
Datum	D-5	D-4	D-3	D-2	D-1	D	DD
13. 8. 2002	C	SEc	SEc	C	C	C	C
3. 1. 2003	Bp	Vfz	Vfz	Ap ₃	Wcs	Wcs	Wcs
14. 1. 2004	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs	Wcs
13. 2. 2005	SEa	SEa	Wc	Wc	Wc	Nc	Wc
28. 5. 2006	Bp	Ap ₁	Wc	Wc	Wc	Wc	Wc
3. 12. 2007	Ap ₂	Wc	Wc	Wc	Wc	Bp	Wc
18. 4. 2009	SEa	SEa	Ea	Ea	Bp	Bp	Ea
3. 6. 2013	C	C	C	C	NEc	NEc	C

Zdroj: vlastní zpracování dat

ZÁKLADNÍ POPIS PŘÍČINNÝCH POVĚTRNOSTNÍCH SITUACÍ: OBRÁZKY A TEXT PŘEVZAT Z ČHMÚ

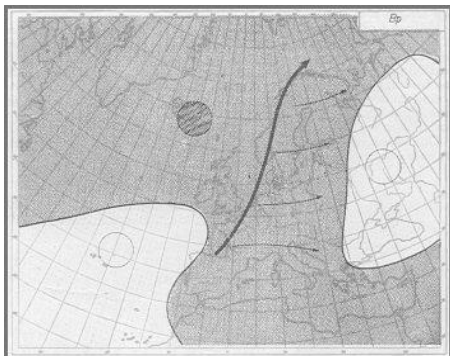
C CYKLÓNA NAD STŘEDNÍ EVROPOU



Charakteristické pro situaci C je nepohyblivá cyklóna v západní části Evropy. Jedna oblast vysokého tlaku vzduchu se opět nachází nad Azorskými ostrovy a druhá nad severozápadním Ruskem. Mezi nimi vzniká sedlo, které setrvává nad Britskými ostrovy. Pro naše území a počasí v něm je nejdůležitější poloha centra

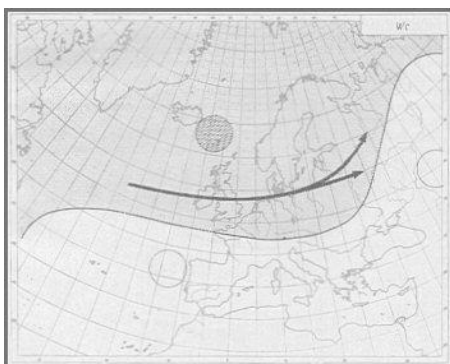
cyklóny. Protože když se třeba střed nízkého tlaku vzduchu nachází přesně nad naším územím, frontální vlny nás zcela obíhají, proto počasí v ČR vůbec neovlivňují.

B BRÁZDA NÍZKÉHO TLAKU NAD STŘEDNÍ EVROPOU



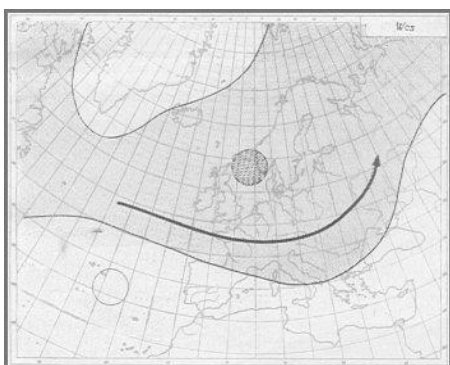
Tato situace je charakteristická řídicí cyklonou nad západní Skandinávií, Norským, či Severním mořem. Z té vychází brázda, která může sahat až do Středomoří. Oblasti vysokého tlaku vzduchu se nacházejí nad Atlantikem a evropskou částí Ruska. Frontální zóna, která směřuje od oceánu nad Biskajský záliv, ale nad západní Evropou zaniká a podporuje tak příliv studené masy od severozápadu na západ středomoří. Přibližně nad severní Itálií se střetává příliv teplejšího vzduchu od jihovýchodu a již zmiňovaný studený vzduch. Vzniká tak nová frontální zóna, která putuje přes Maďarsko až do Polska a ještě dále.

WC ZÁPADNÍ CYKLONÁLNÍ SITUACE



Již z názvu bychom mohli stručně říci, co je pro tenhle stav typické. Nad naším územím převládá působení nízkého tlaku, který nás ovlivňuje od západu. Cyklona leží v oblasti Islandu, anticyklony západně od Pyrenejského poloostrova a evropskou částí Ruska. Tento typ ovlivňuje ČR především tehdy, když Ruská anticyklóna se nachází více na jihu. Jednotlivé fronty totiž pak postupují od západu od vnitrozemí.

WCS ZÁPADNÍ CYKLONÁLNÍ SITUACE S JIŽNÍ DRÁHOU



Tento stav se liší od klasické západní cyklonální situace tím, že řídicí pole nízkého tlaku vzduchu je posunuto jižněji. Což znamená, že se udržuje nad Skotskem a jižní Skandinávií. Určující anticyklóna je také posunuta. A to západním směrem, tudíž setrvává nad Azorskými ostrovy. Tím že je cyklóna více na jihu,

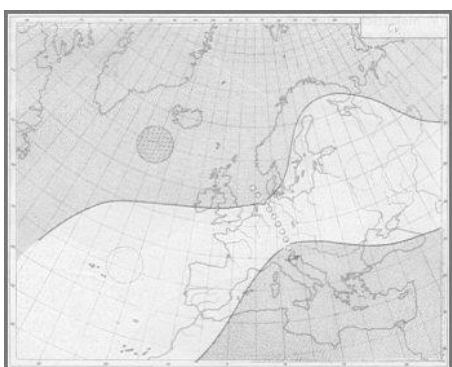
může její výběžek sahat taky více na jih. Frontální zóna tedy pak prochází nad Francií, Alpami a Českem. Dále pokračuje na severovýchod do centrální části Ruské federace.

Bp BRÁZDA POSTUPUJÍCÍ PŘES STŘEDNÍ EVROPU



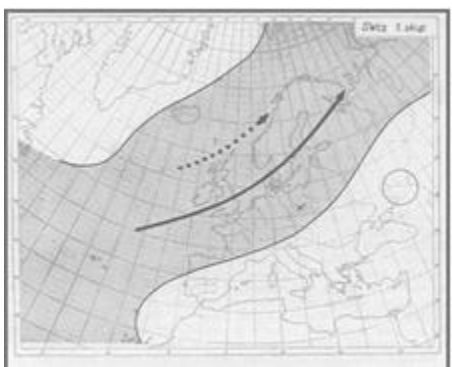
Stav Bp se odlišuje od klasické brázdy tím, že oblast nízkého tlaku vzduchu se nachází nad Islandem. Anticyklony se opět vyskytují nad Atlantikem a evropským Ruskem. Mezi těmito řídicími tlakovými útvary postupuje ze západu na východ brázda nízkého tlaku vzduchu.

Cv CYKLÓNA VÝŠKOVÁ



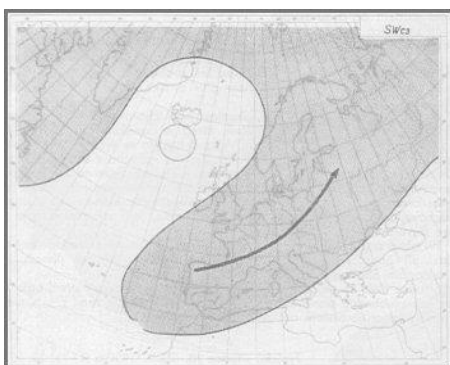
Pro případ Cv - výškové cyklóny je typický vznik poměrně malé výškové oblasti nízkého tlaku vzduchu nad Severním mořem. Nejdříve je výškové tlakové pole tvořeno hřebenem vyššího tlaku, který přes Evropský kontinent slučuje azorskou anticyklónu s anticyklónou nad západní částí evropského Ruska. Studená výšková cyklóna velmi rychle prostupuje kolem azorské oblasti vyššího tlaku. Proto pak přechodně vstupuje k severovýchodu ze Severního moře přes hřeben vysokého tlaku k jihu do oblasti Pádské nížiny.

SWc2 JIHOZÁPADNÍ CYKLONÁLNÍ SITUACE



Charakteristickým rysem téhle situace je frontální zóna ve směru od jihozápadu k severovýchodu nad Britskými ostrovy a Baltským mořem. Ovlivňující oblast vysokého tlaku vzduchu se obvykle nachází nad Středozemním mořem a přivádí tudíž do systému teplou vzduchovou masu. Určující cyklóna se v tomto případě vyskytuje jižně od Islandu. Takto postavené určující útvary vytváří vhodné podmínky právě pro typickou frontu s vchodem nad Atlantickým oceánem u Irského ostrova.

SWc3 JIHOZÁPADNÍ CYKLONÁLNÍ SITUACE



Tento stav má opět své osobité řídicí útvary i průběh. Což můžeme vidět již z obrázku. Výrazná je frontální zóna, která probíhá přes střední Evropu ve směru: jihozápad-severovýchod. Nad severní Afrikou se nachází teplá anticyklóna a jižně od Islandu leží druhá určující anticyklóna. Studená oblast nižšího tlaku se objevuje na území Severního moře, často

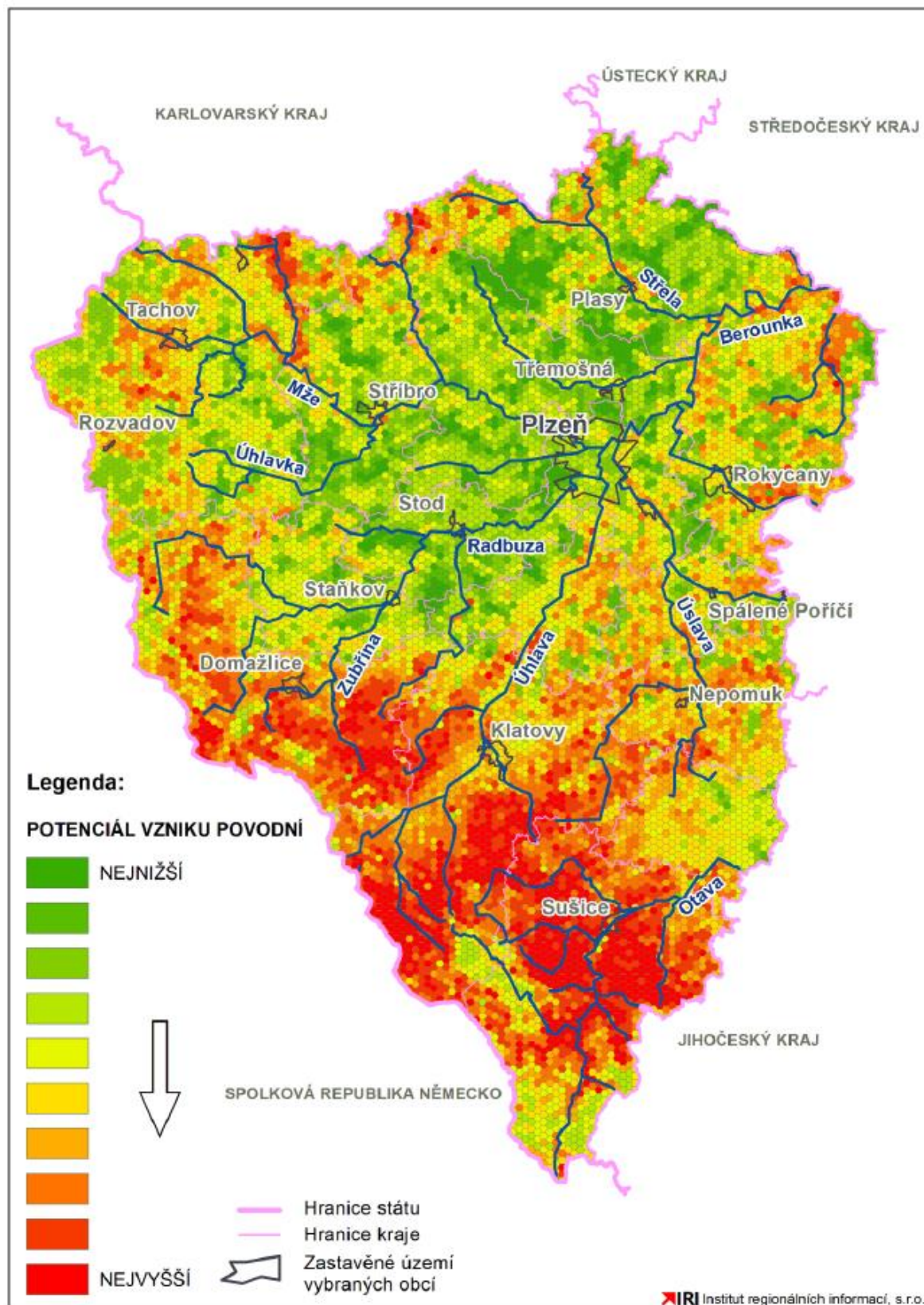
zde místo cyklóny bývá pouze brázda nízkého tlaku.

Tabulka 22: Klíč k zařazení jednotlivých typů krajinného pokryvu do čtyř základních kategorií

Typy krajinného pokryvu		Kategorie
3.1.1.	Listnaté lesy	Lesy
3.1.2.	Jehličnaté lesy	
3.1.3.	Smíšené lesy	
3.2.1.	Přírodní louky	Louky a pastviny
3.2.4.	Nízký porost v lese	
2.4.3.	Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	
2.4.2.	Směsice polí, luk a travnatých plodin	
2.3.1.	Louky a pastviny	Orná půda
2.1.1.	Nezavlažovaná orná půda	
1.1.2.	Nesouvislá městská zástavba	Zastavěná plocha
1.2.1.	Průmyslové a obchodní areály	
1.4.2.	Sportovní a rekreační plochy	

Zdroj: vlastní zpracování dat CORINE Land Cover 2012

Obrázek 16: Místa vzniku povodní v Plzeňském kraji



Zdroj: převzato ze zkrácené textové zprávy: Posouzení retenčních kapacit území Plzeňského kraje [Institut regionálních informací, 2010]

FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA

Obrázek 17: Příklad napřímeného úseku na Černém potoce (pořízeno 21. 10. 2014)



Zdroj: foto autora

Obrázek 18: Příklad divočícího úseku na Černém potoce (pořízeno 13. 10. 2014)



Zdroj: foto autora

Obrázek 19: Příklad napřímeného koryta Černého potoka zpevněného kamennými dlaždicemi (pořízeno 13. 10. 2014)



Zdroj: foto autora

Obrázek 20: Říční niva v aktivní zóně záplavového území na řece Radbuze (pořízeno 27. 10. 2014)



Zdroj: foto autora