

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY

Katedra fyzické geografie a geoekologie

**POLOHOVÉ CHARAKTERISTIKY KORYTOVÝCH AKUMULACÍ A ÚDOLNÍ
NIVY NA STŘEDNÍM TOKU OPAVY**

Pavel STRACHOTA

Vedoucí práce: RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Strážnice 2009

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval sám a uvedl veškerou použitou literaturu a informační zdroje.

Ve Strážnici, dne 15.5.2009

.....
Pavel Strachota



Obrázek 1: Dominanta města Krnova, výchozího místa terénního průzkumu

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu, RNDr. Marku Křížkovi Ph.D., za odbornou pomoc a cenné rady při psaní bakalářské práce. Poděkování patří RNDr. Filipu Hartvichovi za svolení k využití fotografií z leteckého snímkování povodí Opavy. Speciální poděkování bych rád věnoval také mým kolegům, Kristýně Bartuňkové a Janu Velemu, za pomoc při terénním mapování území a v neposlední řadě také mým rodičům za podporu a poskytnutí zázemí pro zpracování této práce.

Abstrakt

Název práce: Polohové charakteristiky korytových akumulací a údolní nivy na středním toku Opavy

Autor: Pavel Strachota

Katedra: Fyzická geografie a geoekologie

Vedoucí: RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Abstrakt: Cílem této práce je stanovit vztahy mezi jednotlivými sledovanými charakteristikami korytových akumulací. Sledovaným územím je oblast horního toku Opavy a dvou přítoků Opavy – Krasovky a Čižiny. Data byla získána vlastním terénním mapováním uvedeného území v roce 2007, přičemž úsek horního toku Opavy byl mapován také v roce 2008. Mapované území bylo rozděleno pro potřeby zpracování na oblasti přírodní, upravené a umělé. Z důvodu srovnatelnosti hodnot byla data dále rozdělena do dvou kategorií, na úsek horního toku Opavy a úsek Krasovky a Čižiny. Tato data byla poté zpracována v prostředí GIS na mapové výstupy. Statistické zpracování bylo provedeno v softwaru Statistica určením korelačních matic a aplikací jednocestné analýzy rozptylu ANOVA. Na základě statistického zpracování byly na hladině 95% spolehlivosti zjištěny mimo jiné korelace mezi typem vegetace a délkou i šířkou korytových akumulací, ale také mezi šířkou vodního toku a typem materiálového složení korytových akumulací.

Klíčová slova: korytové akumulace, údolní niva, polohové charakteristiky, Opava, ANOVA

Abstract

Title: Spatial characteristic of bed load and floodplain in the middle part of Opava River

Author: Pavel Strachota

Department: Physical Geography and Geoecology

Supervisor: RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Abstract: Main goal of this work is to find relations among characteristics of bed loads. Region of interest was upper stretch of the Opava river and its two inlets – the Krasovka river and the Čižina river. Data was taken by terrain survey in selected region of interest in 2007 and upper stretch of the Opava river was surveyed in 2008 in addition. Region of mapping was divided, for reason of data processing, in natural, adjusted and artificial stretches of the river. Because of comparability of data, region of interest was divided in two main categories (upper stretch of the Opava river, the Krasovka river and the Čižina river). This data was processed in GIS environment to maps. Statistic processing was made in Statistica software. Two main methods were used (correlation matrix and one-way analysis of dispersion ANOVA). There were observed correlations, based on the statistic processing, such as positive correlation among type of vegetative cover and length of bed load or width of bed load, and negative correlation between width of the stream bed and type of material composition of bed load.

Keywords: bed loads, floodplain, spatial characteristics, Opava river, ANOVA

Obsah

1	Úvod	7
1.1	Téma a cíle práce	7
2	Fyzicko-geografická charakteristika území	8
2.1	Vymezení a poloha území	8
2.2	Geologické poměry	14
2.3	Geomorfologická charakteristika	15
2.4	Klimatická charakteristika	21
2.5	Vodstvo	21
2.6	Pedologie	23
2.7	Fauna a flora	23
3	Použitá metodika	24
3.1	Terénní výzkum	24
3.2	Zpracování dat	26
3.3	Zpracování v GIS	26
3.4	Statistika	27
4	Výsledky	31
4.1	Základní charakteristiky mapovaných prvků	31
4.2	Korelační matice	38
4.3	Jednocestná ANOVA	43
5	Diskuse	53
	Srovnání různě velkých toků	53
	Srovnání různých typů koryta na horním toku Opavy	54
	Srovnání charakteristik stabilních korytových akumulací	54
	Vliv vodní nádrže Pocheň na charakteristiky korytových akumulací	56
	Dostupná literatura	56
6	Závěr	58

Literatura	60
Seznam obrázků	63
Seznam tabulek	64
Přílohy	65

Kapitola 1

Úvod

1.1 Téma a cíle práce

Vodní toky tvoří nedílnou součást prostředí, ve kterém žijeme. Přestože se lidé obávají povodní a dalších živelných pohrom, neuvědomují si, že nejlepší ochranu lze vytvořit jen po dlouhodobém sledování a studování chování vodních toků. Bohužel, jejich studium se většinou zaměřuje pouze na jejich hydrologické charakteristiky (např. vodní stav, průtok, ...) a často jsou opomíjeny další důležité charakteristiky, které vypovídají o chování vodního toku. Tématem této práce je studium geomorfologických projevů vodních toků, definovaných v části 3.1, v rámci jejich koryt a údolních niv. Analýzou vztahů mezi těmito projevy, morfologií koryta a antropogenními činiteli lze získat přehled o souvislostech mezi nimi. Ve spojení se znalostí hydrologických a dalších charakteristik daného území lze, pokud jsou rozlišeny všechny důležité děje (např. odtokové poměry, svahové procesy, ...), těmito událostem lépe předcházet.

Velká část tvarů nacházejících se v korytě vodního toku je podmíněna přímo činností vodního toku. Avšak jejich vzájemná souvislost už tak zřejmá není, protože závisí na množství dalších parametrů vztahujících se k vlastnostem oblasti, ve které se vodní tok nachází. Záměrem této práce je zhodnocení vztahů mezi vybranými geomorfologickými objekty, morfologií říčního koryta a inundačního území. Pro zvolené území, definované v části 2.1, a vybrané geomorfologické projevy, definované v části 3.1, si volím dílčí cíle:

- určit vztahy mezi geomorfologickými jevy navzájem
- určit vztahy mezi geomorfologickými a antropogenními jevy
- zdůvodnit nalezené vazby
- možnosti všeobecného použití

Syntézou těchto dílčích cílů, při aplikaci na zvolené povodí, byly určeny dva hlavní cíle:

Určit zákonitosti v rozmístění sledovaných jevů a vytvořit srovnání mezi typologicky odlišnými úseky vodních toků vytvořených dle metodiky v kapitole 3.

Určit rozdíly a podobnosti v charakteristikách korytových akumulací mezi různě velkými toky.

Určit vliv vodní nádrže na charakteristiky korytových akumulací.

Kapitola 2

Fyzicko-geografická charakteristika území

2.1 Vymezení a poloha území

Studované úseky koryt příslušných vodních toků a jejich údolních niv se nacházejí v povodí Opavy. Souhrnná délka všech mapovaných vodních toků je 70 km. Definice údolní nivy, která byla používána při mapování je uvedena v části 3.1. Celá oblast leží v západní části Moravskoslezského kraje (obr. 2.1).

Horní tok řeky Opavy

Prvním samostatným celkem je horní tok řeky Opavy v úseku od místa soutoku Černé a Střední Opavy ve Vrbně pod Pradědem po soutok s Opavicí v Krnově. Tento úsek byl zvolen z důvodu srovnatelnosti velikosti toku po celé mapované délce. Podle hodnot průtoků ve stanicích ČHMÚ v Karlovicích (obr. 2.3 přibližná vzdálenost stanice od počátku je 6 km) a v Krnově (obr. 2.4 na konci mapovaného území), je navýšení průtoku minimální ke stavu v Karlovicích, případně může dojít i k poklesu (Weissmanová, 2004).

Základní informace o mapovaném úseku:

délka vodního toku (od soutoku Černé a Střední Opavy po soutok Opavy s Opavicí): 40,4 km

rozloha povodí (včetně povodí Krasovky): 229,6 km²

plocha údolní nivy na levém břehu: 9,7 km²

plocha údolní nivy na pravém břehu: 10,1 km²

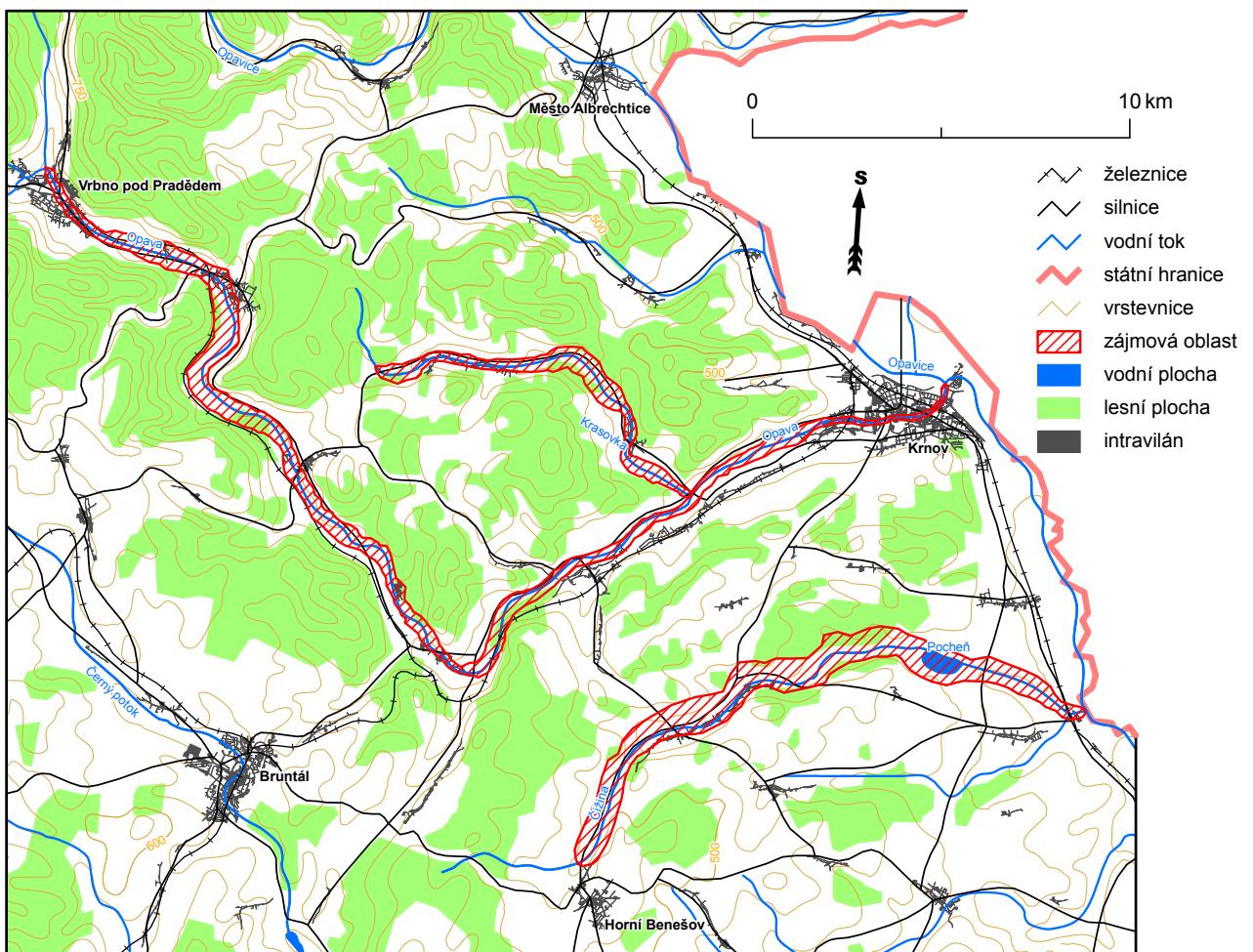
nejvyšší bod povodí: 1 030 m n. m.

nejvyšší bod toku: 540 m n. m.

nejnižší bod toku: 301 m n. m.

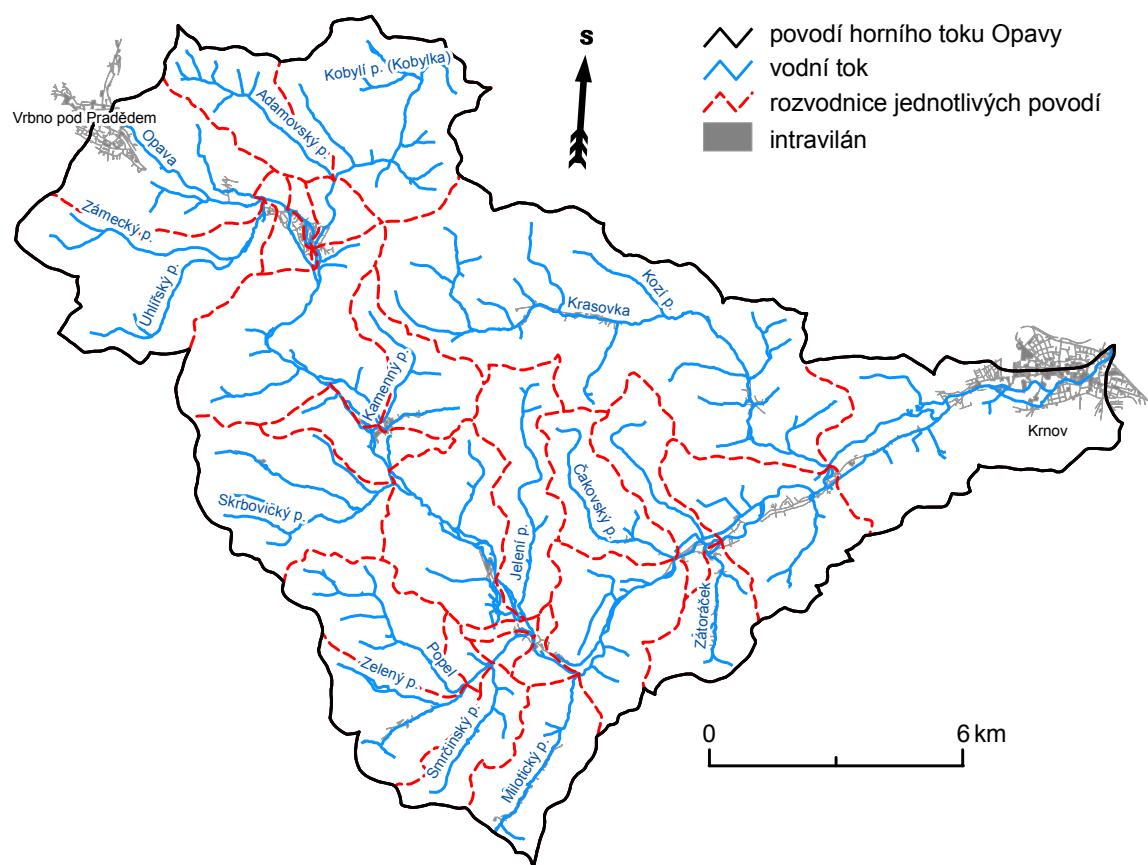
maximální šířka údolní nivy (mimo oblast Krnova): 795 m

Na většině toku proběhla po povodni v roce 1997 revitalizace spojená s tvorbou protipovodňových opatření (Povodí Odry, 1998a). Mezi stále ještě aktuálně zamýšlená opatření patří rozhodnutí vystavět za obcí Nové Heřminovy přehrada (Povodí Odry, 1998b). Původních neupravených úseků již mnoho není. Většina opatření se dotkla především koryta, které bylo v zástavbě napřímeno a mimo zástavbu byla naopak vytvořena místa umožňující rozliv, popsané mimo jiné v územních plánech pro danou oblast (Povodí Odry, 1998a). Kromě úseků od Karlovic do Pochče a od Nových Heřminov do Zátoru



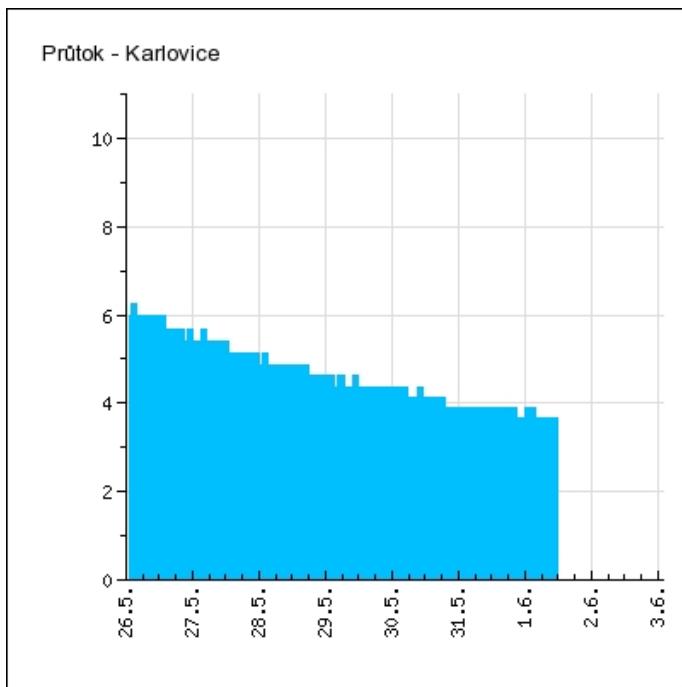
Obrázek 2.1: Vymezení území

topografický podklad: ArcCR, ZABAGED



Obrázek 2.2: Hydrografická síť povodí horního toku řeky Opavy (po soutok s Opavicí)

topografický podklad: ArcCR, ČHMÚ



Obrázek 2.3: Vybraný příklad hodnot průtoku na profilu Karlovice - horní tok Opavy

převzato (ČHMÚ, 2008)

byl do koryta přidán hrubý substrát v rámci úprav koryta směrem ke snížení vodního stavu a jeho rozšíření (Povodí Odry, 1998a). Přímo ve Vrbně pod Pradědem byly vystavěny suché poldry, které se staly jedním z několika prvků v ochraně před povodněmi, v tomto případě, pro zabezpečení dodatečné kapacity pro průtok Vrbnem (MZe ČR, 2001). Úsek od obce Zátor po soutok s Opavicí převážně vede zástavbou, a je také do značné míry upraven (Povodí Odry, 1998a).

Krasovka – přítok Opavy

Druhým studovaným územím je údolní niva Krasovky – levostranného přítoku Opavy, ústící u obce Brantice. Krasovka pramení v Krasovské vrchovině.

Základní informace o mapovaném úseku:

délka mapovaného úseku vodního toku: 10,8 km (z 13,8 km celkové délky toku)

rozloha povodí: 38,9 km²

plocha údolní nivy: 1,4 km²

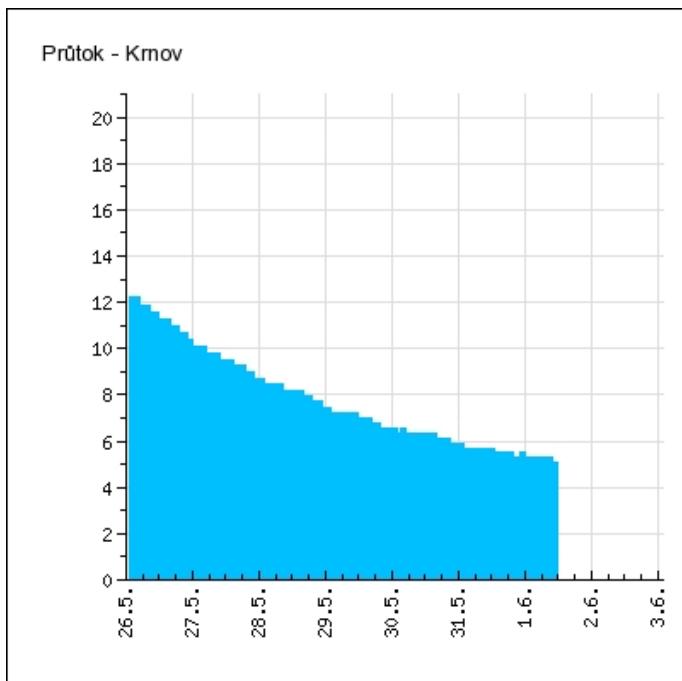
nejvyšší bod povodí: 724 m n. m.

nejvyšší bod toku: 530 m n. m.

nejvyšší bod celého toku: 619 m n. m.

nejnižší bod toku: 345 m n. m.

maximální šířka údolní nivy: 278 m



Obrázek 2.4: Vybraný příklad hodnot průtoku na profilu Krnov - horní tok Opavy

převzato (ČHMÚ, 2008)

Čižina – přítok Opavy

Poslední mapovaná oblast je Čižina – pravostranný přítok Opavy, ústící u obce Skrochovice. Čižina pramenní nad městem Horní Benešov. Mapovaný úsek začíná až za městem, po soutoku se Sitinou, kde již tok není upravován a bylo tak možné provést mapování. Další upravené úseky jsou v obci Lichnov a nad přehradní nádrží Pocheň (Brosch, 2005), která se nachází na střední části toku a byla postavena v letech 1973 až 1975 s objemem zadržované vody 0,7 mil. m³, původně pro zavlažování, ale nakonec byla využívána převážně pro rekreaci (Brosch, 2005).

Základní informace o mapovaném území:

délka mapovaného úseku vodního toku: 19,1 km (z 22,0 km celkové délky toku)

rozloha povodí mapovaného úseku: 102,5 km²

plocha údolní nivy: 3,4 km²

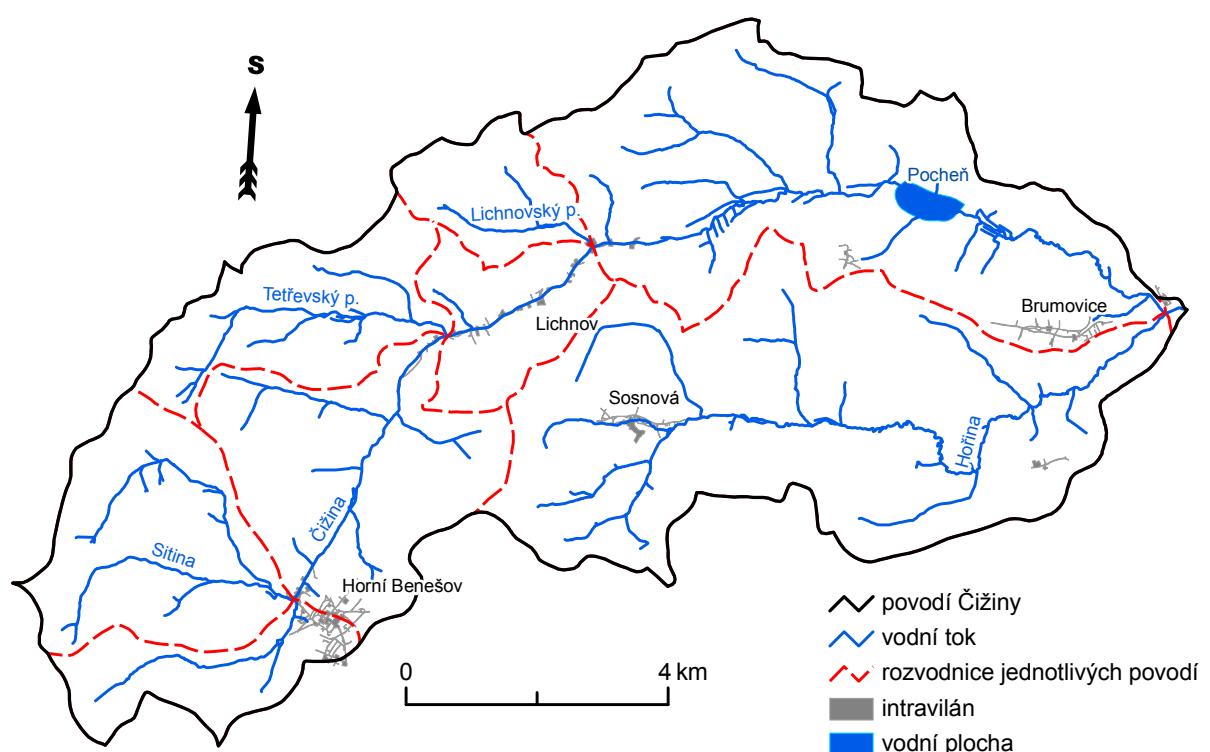
nejvyšší bod povodí: 702 m n. m.

nejvyšší bod toku: 566 m n. m.

nejvyšší bod celého toku: 650 m n. m.

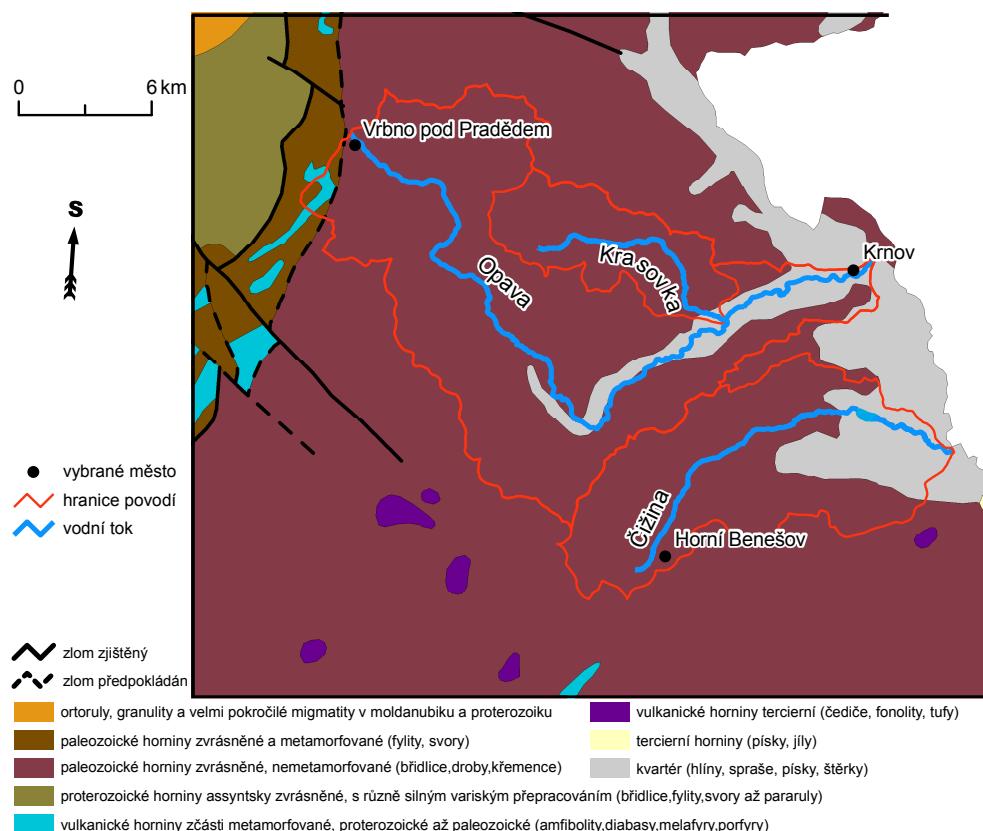
nejnižší bod toku: 281 m n. m.

maximální šířka údolní nivy: 405 m



Obrázek 2.5: Hydrografická síť povodí řeky Čižiny

topografický podklad: ArcCR, ČHMÚ



Obrázek 2.6: Zjednodušená geologická mapa zájmového území

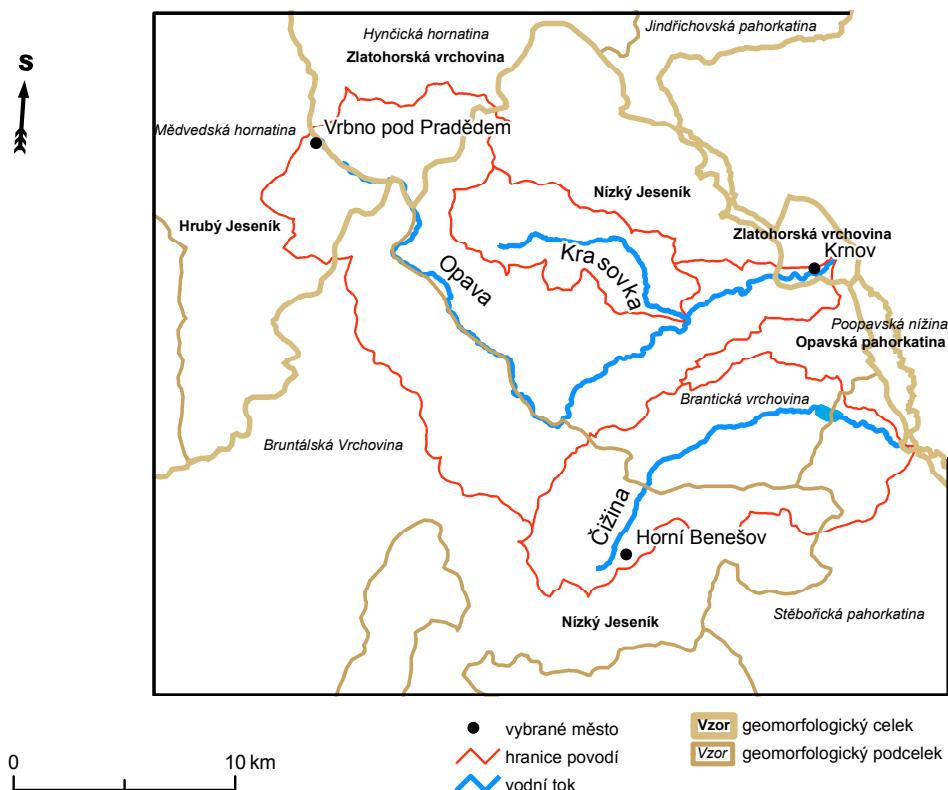
topografický podklad: CENIA, ArcCR

2.2 Geologické poměry

Mapované území se nachází na okraji Českého masivu, který patří k části zemské kůry konsolidované hercynskou orogenezí, proběhnuvší v závěru prvohor. Tato oblast se nachází na prekambrickém podkladu, krystalinických horninách a granitoidech, na které transgredují sedimenty devonu a spodního karbonu (Demek, 1987).

Povodí horního toku Opavy a Čižiny je z hlediska geologického složení poměrně ucelené. Většina území je tvořena paleozoickými horninami, zvrásněnými a metamorfovanými (obr. 2.6). Přesněji z období spodního karbonu. Především se jedná o jílovité břidlice a droby, částečně s polohami slepenců (Weissmannová, 2004). Na jih od Vrbna pod Pradědem je předpokládán zlom (Weissmannová, 2004). Na západ od tohoto předpokládaného zlomu můžeme nalézt paleozoické horniny zvrásněné a metamorfované, v tomto případě se jedná o fyllity a svory, a vulkanické, zčasti metamorfované, jakými jsou například amfibolity, diabasy či porfyry.

Na dolní části toku Čižiny můžeme nalézt pleistocenní glacifluviální a glacilakustrinní sedimenty jako jsou písks, štěrky, tilly a klastika morén (Weissmannová, 2004). Výrazné jsou v údolích kolem dolního toku Opavy a Čižiny kvarterní svahové sedimenty, písčito-jílovité až hlinito-kamenitě, speciálně v údolí řeky Opavy najdeme mezi obcí Široká Niva a městem Krnov holocenní, fluviální a deluviofluviální sedimenty, které jsou tvořeny povodňovými hlínami, jíly, písčitými jíly a štěrky (Weissmannová, 2004). Tyto holocenní, fluviální a deluviofluviální sedimenty najdeme také v povodí Čižiny, na dolní části toku a celé přilehlé rovinaté oblasti (obr. 2.10).



Obrázek 2.7: Geomorfologické celky a podcelky v mapované oblasti

topografický podklad dat: CENIA, ArcCR

2.3 Geomorfologická charakteristika

Většina mapovaného území náleží do provincie Česká vysočina, Krkonoško-Jesenické soustavy, přesněji do její Jesenické podsoustavy (Weissmannová, 2004). Pouze velmi malá část severovýchodního okraje území patří do provincie Středoevropská nížina, soustavy Středopolské nížiny a v jejím rámci do podsoustavy Slezské nížiny (obr. 2.7).

Horní tok Opavy

Ze severozápadu zasahují do povodí Mědvedská hornatina z Hrubého Jeseníku, která má charakter složité vyzdvížené kry (Weissmannová, 2004). Jedná se o nejvyšší část povodí. Převážně se skládá z metamorfovaných hornin (Weissmannová, 2004). Ze severu do povodí zasahuje Hynčická hornatina ze Zlatošské vrchoviny, kterou vodní tok Opavy odděluje od Mědvedské hornatiny a v krátkém úseku také od Bruntálské vrchoviny. Jedná se o kernou hornatinu, ukloněnou k jihovýchodu, výrazně periglaciálně přemodelovanou (Weissmannová, 2004). Další podcelek Zlatošské vrchoviny, který zasahuje do mapovaného území je Jindřichovská pahorkatina. Tato členitá pahorkatina však nedosahuje velké průměrné nadmořské výšky a na povodí zasahuje pouze svou okrajovou částí v oblasti města Krnova. Většina povodí horního toku Opavy patří do celku Nízkého Jeseníku a jeho dvou podcelků, Bruntálské vrchoviny na jihozápadě a Brantické vrchoviny na severovýchodě. Brantická vrchovina zaujímá větší část plochy povodí než Bruntálská vrchovina, náleží do ní také celé povodí Krasovky. V jejím strukturně podmíněném georeliéfu vystupují odolnější komplexy spodnokarbonických drob (Weissmannová, 2004).

Tabulka 2.1: Geomorfologické regiony

systém	Hercynský	Hercynský
subsvět	Hercynská pohoří	Epihercynské nížiny
provincie	Česká Vysočina	Středoevropské nížiny
subprovincie	Krkonošsko – Jesenická	Středopolské nížiny
oblast	Jesenická	Slezská nížina
celek	Hrubý Jeseník Nízký Jeseník Zlatohorská pahorkatina	Opavská pahorkatina

zdroj: (Demek, 1987)

Je poměrně členitá, především na severozápadě. Bruntálskou vrchovinu tvoří devonské a spodnokarbonické břidlice a droby (Weissmannová, 2004).

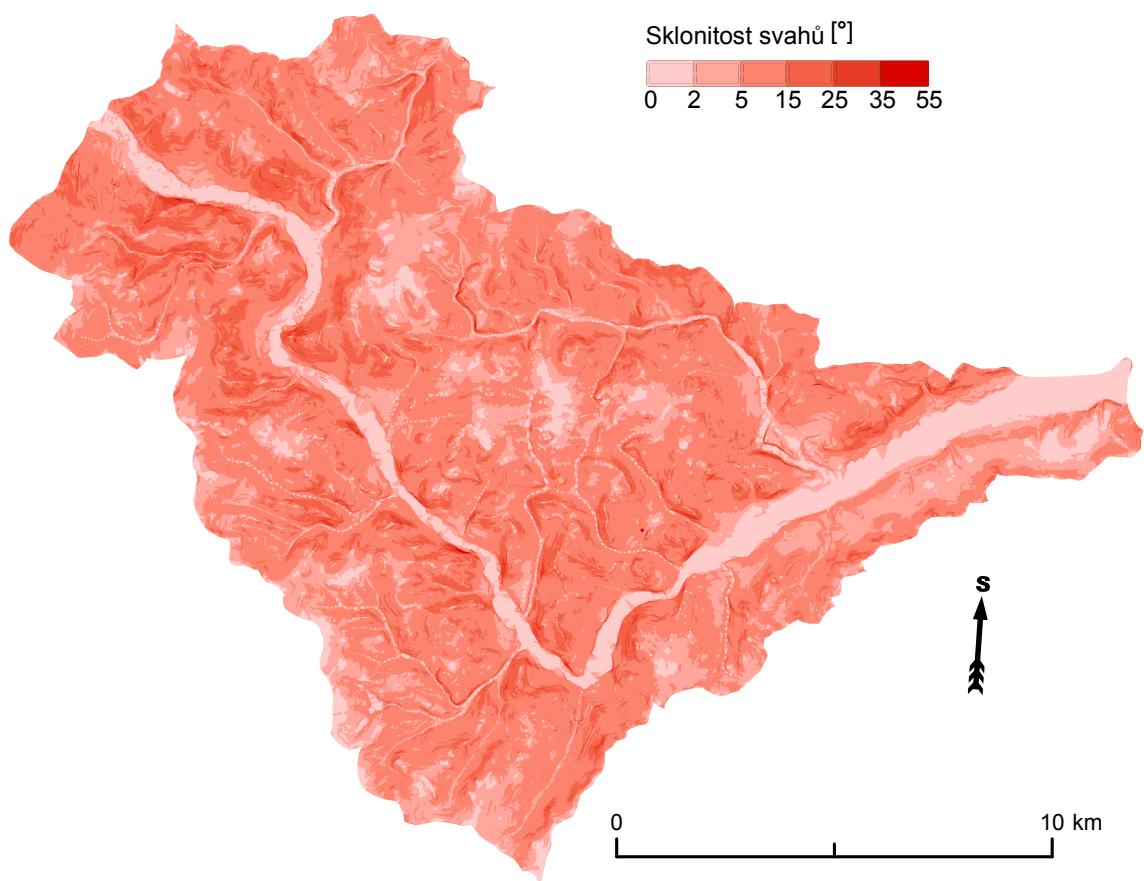
V severní části území jsou zřejmě velmi strmé svahy (obr. 2.8), které zaujmají velkou plochu kolem poměrně široké údolní nivy. Naopak ve střední části povodí je dominantním prvkem hustá síť říčních údolí se strmými údolními svahy. Poté dochází k přechodu do nepříliš členité oblasti dolní části povodí, ve které můžeme vidět zjevnou asymetrii v členitosti mezi levou a pravou stranou toku.

V povodí Opavy převažují na východ orientované svahy, které jsou rovnoměrně rozložené na celém povodí, s vyjímkou jeho východní části, kde jsou dominantní severní svahy (obr. 2.9). Mimo některých částí údolní nivy nenajdeme na povodí Opavy území s charakterem plošiny.

Čižina

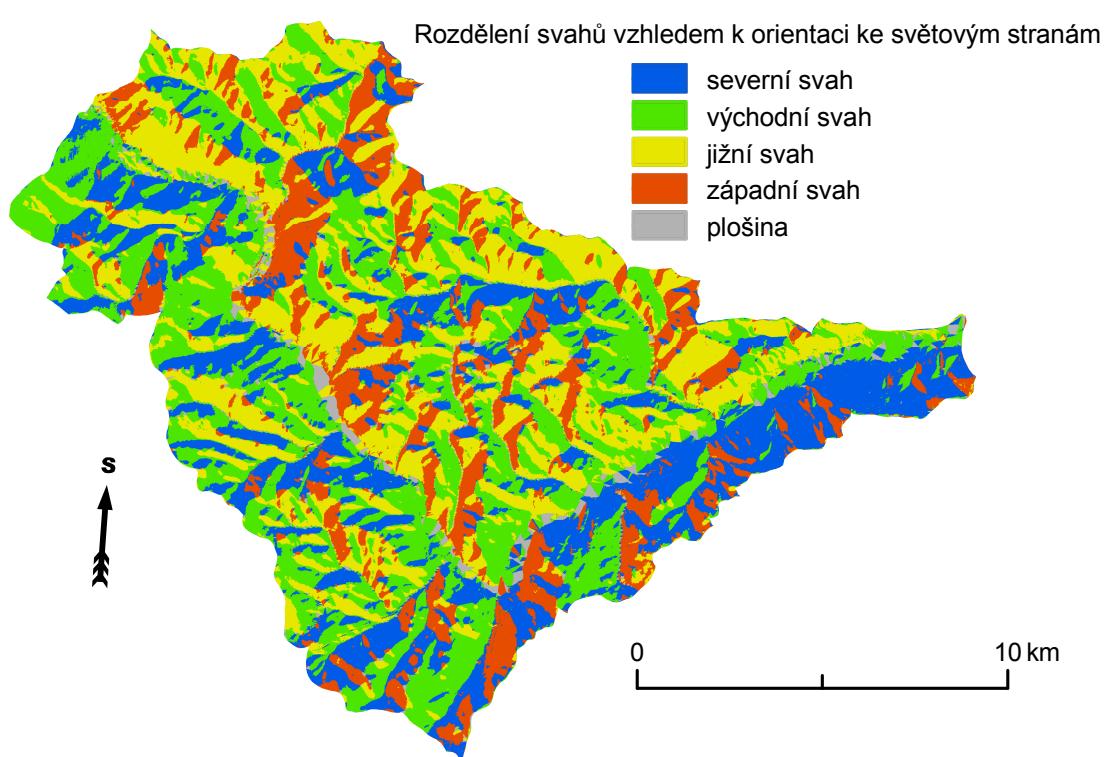
Horní tok Čižiny náleží do Bruntálské vrchoviny a střední část toku do Brantické vrchoviny. Povodí dolního toku Čižiny (od vodní nádrže Pocheň) patří do Stěbořické pahorkatiny, která tvoří nejvýchodnější podcelek Nízkého Jeseníku, který zasahuje na zájmová povodí. Tato pahorkatina se vyvinula většinou na spodnokarbonických břidlicích a drobách, navíc můžeme najít pleistocenní sedimenty, i sprašové hlíny (Weissmannová, 2004). Pokud srovnáme sklonitost v povodí Čižiny (obr. 2.10) a v povodí horního toku Opavy (obr. 2.8), je vidět zřetelný rozdíl v charakteru reliéfu. Členitý reliéf najdeme většinou jen přímo kolem údolní nivy vodního toku Čižiny, zbytek území má velmi malou sklonitost.

Podle orientace svahů je většina povodí Čižiny ukloněna k východu a jihu (obr. 2.11). Přičemž jižní svahy jsou plošně dominantní v severní části povodí a východní v jeho jižní části. Plošin zde mnoho nenajdeme, několik se jich vyskytuje v oblasti dolního toku Čižiny a v jihovýchodní části území. Význačná oblast v dolní části povodí, která dosahuje nejmenší sklonitosti je také ukloněna podle převažujících směrů úklonu v povodí k východu a k jihu (obr. 2.10). Svahy ukloněné k severu a západu najdeme ve větší míře pouze kolem údolní nivy Čižiny a jižně od vodního toku Hořiny.



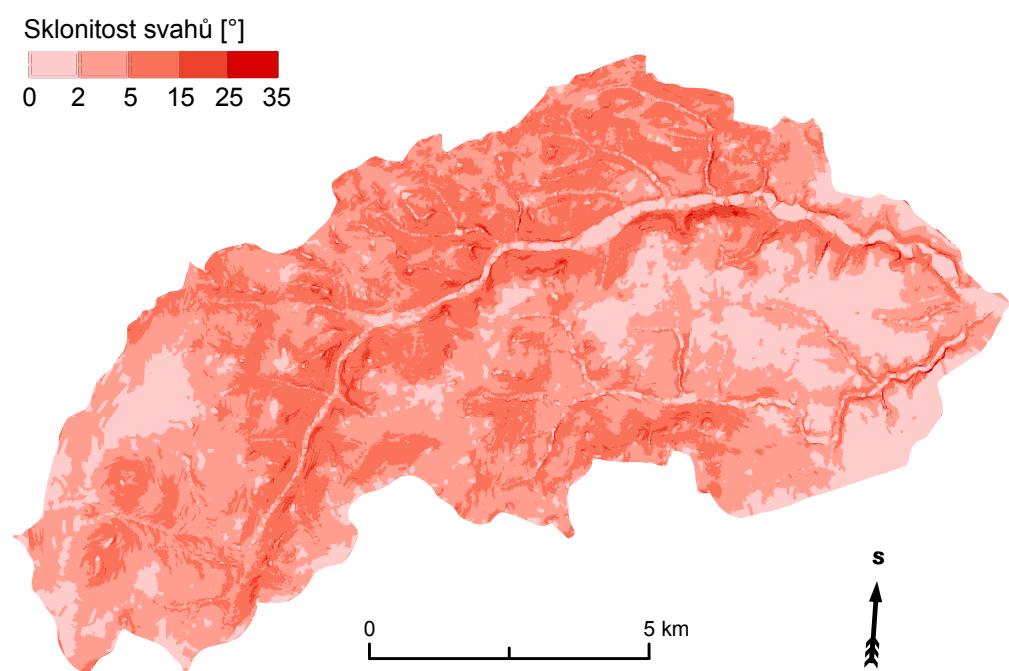
Obrázek 2.8: Sklonitost svahů v povodí horního toku Opavy

topografický podklad: ArcCR, ZABAGED



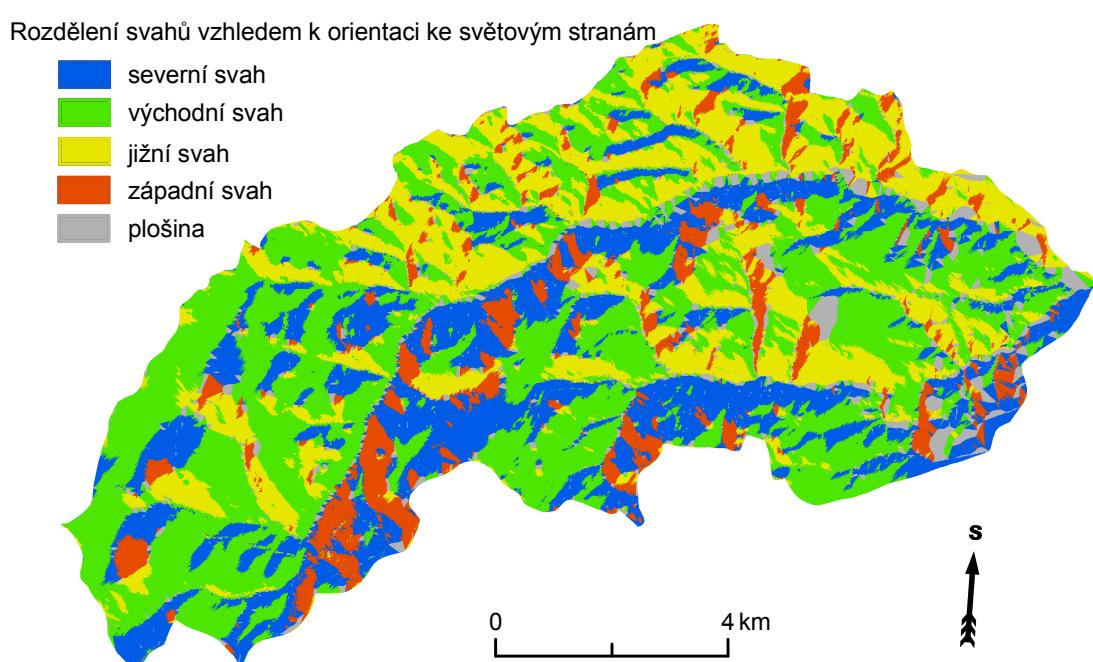
Obrázek 2.9: Orientace svahů vzhledem ke světovým stranám v povodí horního toku Opavy

topografický podklad: ArcCR, ZABAGED



Obrázek 2.10: Sklonitost svahů v povodí Cižiny

topografický podklad: ArcCR, ZABAGED



Obrázek 2.11: Orientace svahů vzhledem ke světovým stranám v povodí Čižiny

topografický podklad: ArcCR, ZABAGED

Tabulka 2.2: Klimatické oblasti podle Quitta na mapovaném území

Klimatická charakteristika	Klimatická oblast					
	C7	MW1	MW2	MW4	MW7	W2
počet letních dnů	10–30	20–30	20–30	20–30	30–40	50–60
počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	120–140	120–140	140–160	140–160	140–160	160–170
počet mrazových dnů	140–160	160–180	110–130	110–130	110–130	100–110
počet ledových dnů	50–60	40–50	40–50	40–50	40–50	30–40
průměrná teplota v lednu [°C]	-3 – -4	-5 – -6	-3 – -4	-2 – -3	-2 – -3	-2 – -3
průměrná teplota v červenci [°C]	15–16	15–16	16–17	16–17	16–17	18–19
průměrná teplota v dubnu [°C]	4–6	5–6	6–7	6–7	6–7	8–9
průměrná teplota v říjnu [°C]	6–7	6–7	6–7	6–7	7–8	7–9
průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	120–130	120–130	120–130	110–120	100–120	90–100
srážkový úhrn ve vegetačním období	500–600	500–600	450–500	350–450	400–450	350–400
srážkový úhrn v zimním období	350–400	300–350	250–300	250–300	250–300	200–300
počet dnů se sněhovou pokrývkou	100–120	100–120	80–100	60–80	60–80	40–50
počet dnů zamračených	150–160	120–150	150–160	150–160	120–150	120–140
počet dnů jasných	40–50	40–50	40–50	40–50	40–50	40–50

převzato (Voženílek, 2007)

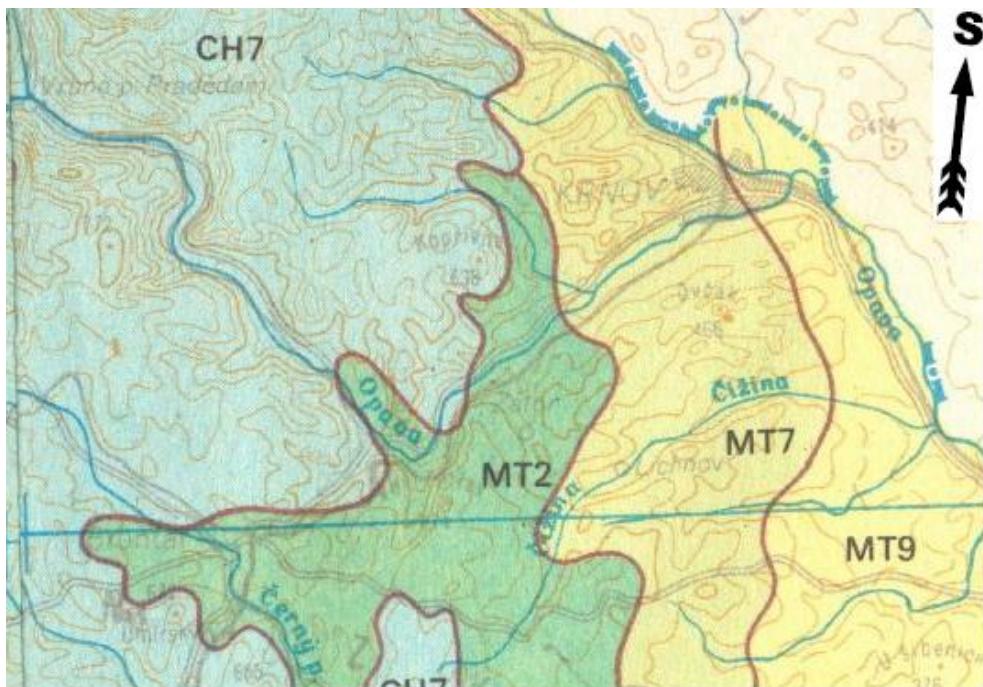
2.4 Klimatická charakteristika

Mapované území se nachází ve velmi klimaticky různorodé části Česka. Pro kvalitativní zhodnocení klimatu se používá Quittova klasifikace klimatu, která rozlišuje 23 jednotek ve třech oblastech (teplá W, mírně teplá MW a chladná C). Tyto jednotky jsou definovány kombinacemi různých rozmezí hodnot čtrnácti klimatologických charakteristik, kterými jsou počet letních, mrazových a ledových dní, počet zamračených a jasných dní, počet dní se sněhovou pokrývkou, počet dní se srážkami 1 mm a více, průměrná teplota vzduchu v lednu, v dubnu, v červenci a v říjnu, srážkový úhrn za vegetační období (duben až září), srážkový úhrn v zimním období (říjen až březen) a počet dní s průměrnou teplotou 10 °C a více (Voženílek, 2007).

Podle Quittovy klasifikace patří horní tok Opavy až po osadu Pocheň a horní tok Krasovky mezi chladné oblasti, zbytek, včetně Čižiny, patří do mírně teplé až teplé oblasti při ústí Čižiny (obr. 2.12). Podle této klasifikace, která však byla jinými autory mírně opravena (Voženílek, 2007), lze na mapovaném území najít šest klimatických jednotek. Převládající jsou projevy kontinentálního typu podnebí, které je značně proměnlivé vlivem různorodosti reliéfu. Vlivem nadmořské výšky a otevřenosti reliéfu k severu až severozápadu je podnebí chladnější než by odpovídalo zeměpisné šířce (Voženílek, 2007). Definice těchto oblastí, kterým odpovídá mapované území, jsou rozepsány do tabulky 2.2.

2.5 Vodstvo

Opava je tok 2. řádu absolutní řádovosti. Od pramene směřuje jihovýchodním směrem až do obce Nové Heřminovy. Poté se prudce stáčí k severovýchodu a tento směr udržuje až po soutok s Opavicí, kde se znovu stáčí k jihovýchodu. Na mapovaném úseku má říční soustava perovitě uspořádání (obr. 2.2). Nejdůležitějším přítokem na mapovaném úseku je Krasovka, ostatní přítoky nedosahují, mimo období odtaívání sněhu nebo výraznějších srážek, její úrovně vodnosti. Stanice ČHMÚ sledující teplotu a vodní stav se na mapovaném úseku nachází v Karlovicích a Krnově. Horní tok Opavy má pod Vrbnem spád až 9,3 °/oo, který se postupně snižuje až na 4 °/oo u Krnova (Balatka, 1962). Charakteristické hydrologické údaje horního toku povodí Opavy za období let 1931 až 1980 jsou v tabulce 2.3. Horní tok Opavy v Krnově má celkovou rozlohu (včetně zdrojnic) 370,5 km². Celková délka Opavy je 128,9 km,



Obrázek 2.12: Klimatická charakteristika mapované oblasti podle Quittovy klasifikace: CH – chladná, MT – mírně teplá

převzato (Quitt, 1971)

Tabulka 2.3: Charakteristické údaje povodí horního toku Opavy (včetně zdrojnic) za období 1931 – 1980

stanice ČHMÚ	plocha povodí [km ²]	průměrné srážky [mm]	průměrné průtoky [m ³ ·s ⁻¹]	průtoky překročené průměrně po N dnů v roce							
				[m ³ ·s ⁻¹]							
				30	90	180	270	330	355	364	
Krnov	370,5	829	4,33	9,69	5,35	3,08	1,83	1,12	0,74	0,47	

převzato (Voženílek, 2007)

plocha povodí 2087 km² a průměrný průtok 16,6 m³/s (Balatka, 1962). Původní tok Opavy v období svrchního oligocénu až spodního miocénu směřoval pravděpodobně směrem k jihovýchodu k dnešní Moravici, pak byl podchycen zpětnou erozí svahového toku a odveden ke Krnovu, odkud pokračoval dál k jihovýchodu (Balatka, 1962).

Krasovka od pramene směřuje k jihu, ale záhy se stáčí k východu, aby se po průtoku Krasovem stočila k jihovýchodu k jejímu ústí v Branticích. Říční soustava je na horním toku asymetrická¹, ale na dolním toku symetrická a perovitá. Většinu vodnosti získává Krasovka již na horní části toku. Čížina pramení v pahorkatině nad Horním Benešovem, ale mapovaný úsek začíná až po jejím soutoku se Sitinou, která je nejvýznamnější zdrojnicí na horním toku. Od pramene Čížina směřuje k severu až při průtoku obcí Lichnov se postupně stáčí k východu. Říční síť je výrazně asymetrická, všechny významné přítoky jsou levostranné, s jedinou výjimkou, Hořinou, největším přítokem, pravostranným, vlévajícím se do Čížiny těsně před ústím do Opavy. Průměrný průtok dosahuje 0,2 m³/s (Balatka, 1962).

¹převažují levostranné přítoky

Tabulka 2.4: Vybrané podrobnosti o mapovaných vodních tocích

	horní tok Opavy	Krasovka	Čižina
Hustota říční sítě [km/km ²]	1,16	1,05	1,18
Souhrnná délka říční sítě [km]	265,7	41,0	120,6

vypočteno z topografického podkladu: ArcCR, ČHMÚ

2.6 Pedologie

Po celém horním toku řeky Opavy tvoří dominantní půdní typ údolní nivy fluvizemě a její podtypy modální a glejová (Tomášek, 1995). V údolní nivě na pravém břehu v okolí Široké Nivy a na obou stranách kolem hydroelektrárny za obcí Nové Heřminovy se také vyskytuje gleje (modální a fluvické). Jejich hlavními oblastmi výskytu jsou především nivy většiny přítoků horního toku Opavy. Dalším základním typem půd v povodí jsou kambizemě různých druhů (modální, mesobasická, oglejená, arenická, luvická) (Tomášek, 1995). Na nejvyšších vrcholech svahů kolem vodních toků najdeme kryptopodzoly. V oblasti mezi Pochní a Širokou Nivou, v okolí Nových Heřminov a Brantic se vyskytuje pseudogleje. U Brantic se ojediněle vyskytuje hnědozemě (luvické). Od Brantic po Krnov se vytváří pás luvizemí obklopující pruh fluvizemí v údolní nivě.

Také u Krasovky a jejích přítoků je většina údolní nivy tvořena fluvizemí (modální), která na horním toku Krasovky (od obce Krasov směrem k pramenu) přechází v gleje (Tomášek, 1995). Zbytek povodí je tvořen výhradně kambizeměmi.

Pramenná oblast Čižiny je tvořena pseudogleji, ty ale rychle přecházejí do kambizemí. Kolem toku se tvoří úzký pruh fluvizemí až glejů. Nejvyšší svahy, ve kterých pramení přítoky Čižiny jsou tvořeny pseudogleji. K výrazné změně dochází v obci Lichnov, kde se dominantním půdním typem v okolí toku stávají hnědozemě (Tomášek, 1995). Za obcí Lichnov jsou hlavním typem opět kambizemě a v údolní nivě gleje (fluvické). V pramenných oblastech přítoků Čižiny na tomto úseku se vyskytuje především luvizemě. Půdní typy v povodí Hořiny, největšího přítoku Čižiny, jsou především luvizemě, poté kambizemě a na horní a dolní části toku hnědozemě. Při ústí Čižiny do Opavy jsou nejvýrazněji zastoupeny hnědozemě a luvizemě, v údolní nivě pak fluvizemě (glejové).

2.7 Fauna a flora

V potenciální přirozené vegetaci převládají bučiny s kyčelnicí dvoulistou, v oblasti Nízkého Jeseníku kostřavové bučiny nebo bikové bučiny, v nejnižších polohách při soutoku Opavy a Opavice nebo ústí Čižiny lipové dubohabřiny a naopak v nejvyšších polohách smrkové bučiny (Weissmannová, 2004). Ve skutečné vegetaci však převládají druhotné smrčiny. Převládající druhy rostlin jsou středoevropského a boreálního geoelementu (Weissmannová, 2004), lze však nalézt také druhy alpsko-karpatské (hořec tečkováný, jestřábník huňatý). Údolními řek pronikají teplomilnější druhy do vyšších poloh (strdivka sedmihradská v oblasti Krnova). Většina území již byla odlesněna a využívá se jako zemědělská půda, zbytek zaujímají smrčiny (Weissmannová, 2004).

Fauna nejteplejší oblasti regionu (ústí Čižiny) je vlivem převahy agrobiocenóz značně ochuzena, a přestože obsahuje některé teplomilné prvky, nezasahuje sem již panonsko-mediteránní druhy obratlovců (Weissmannová, 2004). V této oblasti nalezneme čolka velkého nebo myšici temnopásou (Weissmannová, 2004). Nízkojesenický a Krnovský bioregion (Weissmannová, 2004) hostí převážně lesní faunu středních poloh (mlok skvrnitý, ještěrka živorodá, čáp černý, plch lesní a rejsek horský). V zájmovém území najdeme přírodní rezervace Karlovice-sever, Kunov a Radim (Weissmannová, 2004).

Kapitola 3

Použitá metodika

Pro účely bakalářské práce bylo provedeno v období od 8. 8. 2007 do 13. 8. 2007 terénní mapování v údolních nivách horního toku Opavy, Krasovky a Čižiny. Následně bylo provedeno druhé mapování pouze na úseku horního toku řeky Opavy v období od 1. 5. 2008 do 4. 5. 2008. Na horním toku Opavy proběhla 6. 9. 2007 pět až dvacet letá povodeň (tab. 3.1). Záměrem druhého mapování bylo zhodnotit možné změny mezi mapovanými prvky před povodní a po povodni. Při těchto mapováních s použitím metodiky popsané v části 3.1 byla získána data, která jsou základními vstupními hodnotami pro další práci. Následně, po provedení nutných korekcí,¹ byla tato data zpracována softwarem ArcGIS 9.2. (ESRI, 2007) a Statistica 6.1.Eng (StatSoft, 2000). Z podkladů získaných při terénním mapování bylo možné ověřit a upřesnit informace nalezené v literatuře. Data získaná při mapování byla také použita pro kontrolu přesnosti a případné provedení drobných korekcí map Českého úřadu zeměměřického a katastrálního v měřítku 1 : 10 000.

3.1 Terénní výzkum

Údolní niva je charakterizována jako specifický prostor v rámci krajiny, který se vyznačuje velkou dynamikou přírodních procesů, především fluviálních (Křížek, 2007a). Jednotnost k zaručení kvality dat byla zajištěna dodržením metodiky upravené pro účely bakalářské práce (Křížek, 2007a). Základními sledovanými ukazateli jsou geomorfologické jevy mající vztah k sledovanému vodnímu toku. Přesný popis a definice se nachází v tabulce 3.2, jejíž dodržení umožnilo maximální přesnost v určení všech hledaných geomorfologických útvarů nacházejících se na mapovaném území. U každého tvaru byly také zjištěny rozměrové veličiny (tab. 3.2). Protože nejdůležitějším geomorfologickým jevem pro účely práce se staly korytové akumulace, jsou všechny jejich mapované charakteristiky uvedeny v samostatné tabulce 3.3. Kromě korytových akumulací byla pro účely bakalářské práce věnována zvýšená pozornost také charakteristikám břehových nátrží, jako projevům erozní činnosti, a vzájemné polohové souvislosti mezi dalšími vybranými tvary.

¹rozdělení dat a odstranění chybných údajů - definované v kapitole 4

Tabulka 3.1: Povodňové průtoky na horním toku Opavy 6. 9. 2007

stanice	průtok [$m^3 \cdot s^{-1}$]	Q_N
Karlovice	75	Q_{10-20}
Krnov	90	Q_{5-10}

převzato (Povodí Odry, 2009)

Tabulka 3.2: Metodika – geomorfologické ukazatele

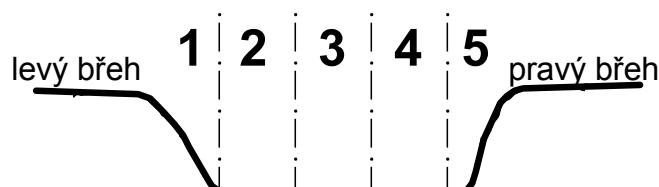
Tvar	Atributy	Rozměr
údolní niva (hranice)	akumulační (0), transportní (1), erozní (2)	plocha
fluviální akumulace v údolní nivě	hlinitopísčitá (0), štěrkovokamenitá (1), kombinovaná(2)	plocha
břehové nátrže	délka [m]	linie
skalní stupeň v korytě	výška [do 1 m (0), 1–2 m (1), nad 2 m (2)]	linie
jez	výška [do 1 m (0), 1–2 m (1), nad 2 m (2)]	linie
most, lávka	délka [m], výška nad dnem [m]	linie
říční koryto	typ [akumulační (0), transportní(1), erozní(2)]	linie
korytové akumulace	viz tabulka 3.3	bod

převzato (Křížek, 2007a)

Tabulka 3.3: Metodika – charakteristiky korytových akumulací

Pracovní název	Popis	Atributy
šířka toku	šířka toku v místě akumulace	udána v m
poloha	poloha v toku vzhledem k břehům	viz obrázek 3.1
délka	délka akumulace	udána v m
šířka	šířka akumulace	udána v m
spojení	zda existuje spojení akumulace s břehem	ano (1) × ne (0)
materiál	složení akumulace	hlinitá (0) × kamenitá(1) × kombinovaná(2)
gradace	vytřídění materiálu v akumulaci	přímé(0) × nepřímé(1)
vegetace	typ vegetace na akumulaci	žádná(0) × tráva(1) × keře, stromy(2)
pozice	pozice akumulace vzhledem k zákrutu	vnitřek(0) × vnějšek(1)
vzdálenost	vzdálenost akumulace za zatáčkou	udána v m
původní	přítomnost akumulace v letech 2007 i 2008 (pouze pro Opavu)	ano(1) × ne(0)

převzato (Křížek, 2007a)



Obrázek 3.1: Poloha korytové akumulace v toku vzhledem k břehům

převzato (Křížek, 2007a)

3.2 Zpracování dat

Informace získané při mapování bylo na počátku nutné rozdělit podle úseku ke kterému patří. Z hlediska srovnatelnosti dat byla provedena samostatná analýza Krasovky s Čižinou a Opavy. Vzniklé dvě skupiny dat byly následně rozděleny podle charakteru úseku (přírodní, upravený, umělý), jejichž definice jsou uvedeny dále. Graficky je toto dělení zobrazeno pro Opavu na obrázku 3.2 a pro Čižinu na obrázku 3.3.

Definice – přírodní úsek Přírodní úsek je v této práci definován jako takový, na kterém nelze rozeznat antropogenní zásahy člověka.

Definice – upravený úsek Na upraveném úseku lze určit zásahy člověka do koryta, ale současně tyto zásahy umožňují toku, aby se choval relativně volně, tedy může se dále vyvíjet. Nebo-li se jedná o úsek, který nenáleží mezi umělé ani přírodní.

Definice – umělý úsek Pro umělý úsek nelze posoudit chování toku z geomorfologických tvarů, protože úpravy na něm provedené znemožňují projevit toku jeho okamžité proudové charakteristiky. Jedná se o toky vedené ve vybetonovaných korytech, apod.

Definice – změněný úsek Při mapování horního toku Opavy v roce 2008 byly v jeho části objeveny přímé antropogenní zásahy do koryta toku provedené od mapování v roce 2007. Tato část byla z dalšího zpracování vyloučena i pro mapování v roce 2007, aby byla zachována srovnatelnost obou mapovaní provedených na horním toku Opavy.

3.3 Zpracování v GIS

V první fázi bylo použito ke zpracování dat softwaru ArcGIS. Veškerá data získaná při mapování byla vektorizována do vrstev² pomocí základních nástrojů (Editor). Jako podkladová vrstva byla použita digitální mapa území ZABAGED (měřítko 1 : 10 000). Tabulka s daty byla vytvořena samostatně, aby bylo možno ji použít pro účely statistické analýzy a také ji připojit k vytvořeným vrstvám podle potřeby.

Tvorba map sklonitosti a expozice svahů

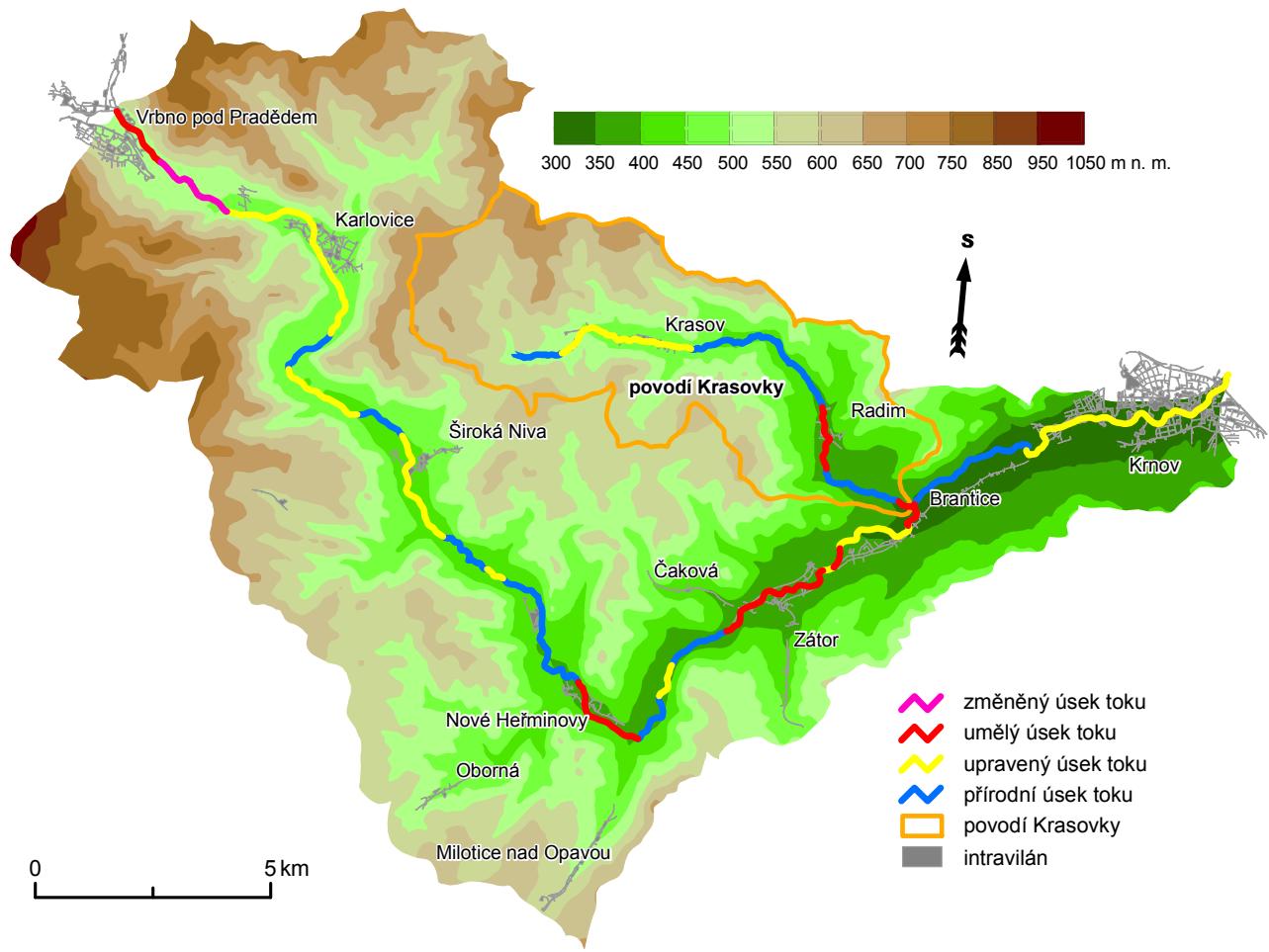
- vytvoření TIN modelu území z digitální mapy území ZABAGED [3D Analyst - Create/Modify TIN - Create TIN from features]
- vytvoření rastru z TIN modelu území [3D Analyst - Convert - TIN to raster]
- sklonitost svahů [Spatial Analyst - Surface Analysis - Slope] (obr. 2.8 a 2.10)
- expozice svahů [Spatial Analyst - Surface Analysis - Aspect] (obr. 2.9 a 2.11)

Podle rozdělení toku na úseky dle definice v části 3.2 byla provedena selekce dat (obr. 3.2), která nelze použít, protože náleží do změněného úseku toku. Dále bylo provedeno roztrídění dat podle toho, v jakém typu úseku se nacházejí (obr. 3.2 a 3.3). Podíl přírodních úseků na Krasovce a Čižině přesáhl 50 %, naopak na horním toku Opavy byl jen 32 %, tedy menší než podíl upravených úseků (tab. 3.4).

Tvorba map hustoty korytových akumulací

- připojení tabulky charakteristik korytových akumulací k vytvořené (zvektorizované) vrstvě [Joins and Relates - Join]
- vypočtení plochy korytových akumulací v atributové tabulce [Open Attribute Table - Options - Add Field (například plocha), Field Calculator]

²ve formátu ESRI .shp



Obrázek 3.2: Rozdělení mapovaných úseků Opavy a Krasovky dle metodiky v části 3.2

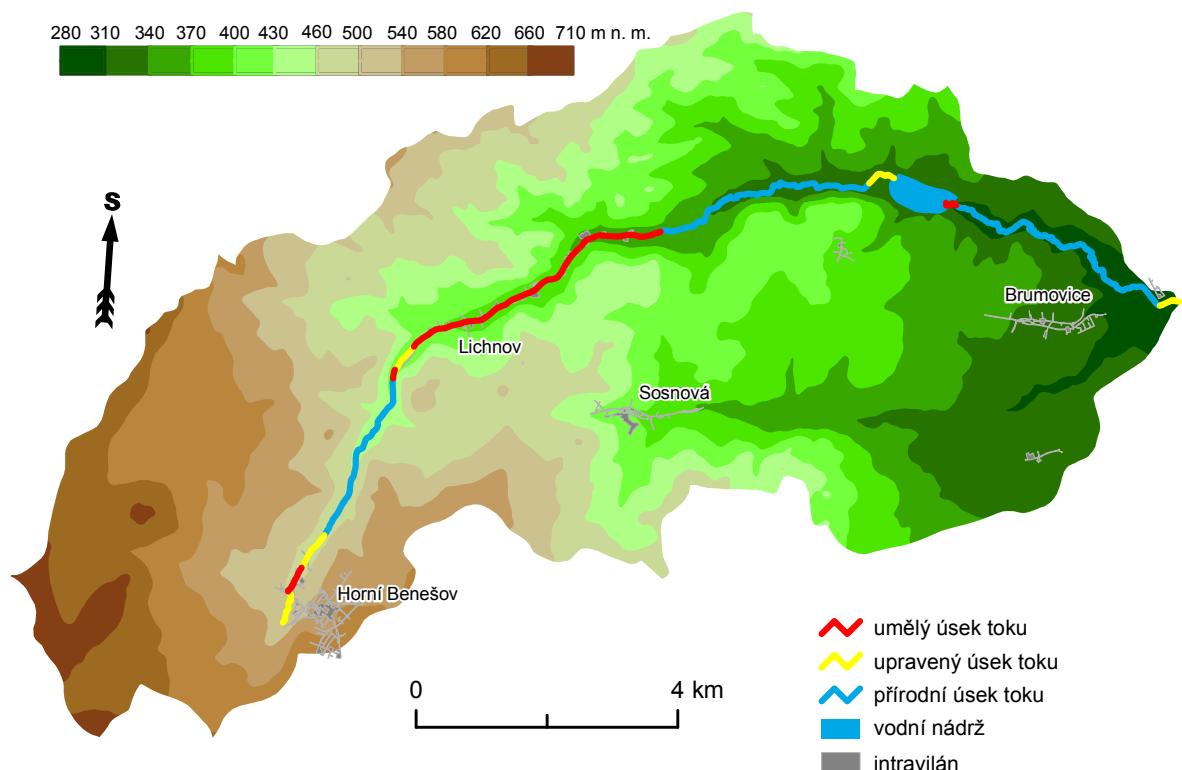
topografický podklad: ArcCR, ZABAGED

- hustota korytových akumulací vážená jejich plochou [Spatial Analyst - Density - Population Field (plocha), Search Radius (50 pro Čižinu a Krasovku, 100 pro Opavu)]
- vytvoření intervalů hustoty [Properties - Symbology - Classify - Natural Breaks] (obr. 4.2, 4.3 a 4.4)

Korytové akumulace byly vektorizovány jako bodová vrstva, proto při výpočtu jejich hustoty byla vahou zvolena jejich plocha.

3.4 Statistika

Podle počtu korytových akumulací na různých typech úseků vodních toků byly některé z nich vybrány pro další zpracování (tab. 3.5). Z důvodu srovnání mezi předpovodňovými a popovodňovými korytovými akumulacemi na horním toku Opavy byla vytvořena další skupina akumulací ke zpracování (tab. 3.6). Korytové akumulace, které se nacházely při obou mapováních na horním toku Opavy (v letech 2007 a 2008) na identickém místě toku, budou dále nazývány stabilní. Korytové akumulace na Čižině jsou rozmístěny velmi nápadně kolem vodní nádrže Pocheň. Jak vliv má tato nádrž? Pro posouzení tohoto



Obrázek 3.3: Rozdělení mapovaných úseků Čižiny dle metodiky v části 3.2

topografický podklad: ArcCR, ZABAGED

možného vlivu na charakteristiky korytových akumulací byly vytvořeny skupiny akumulací dle jejich polohy v toku vzhledem k vodní nádrži Pocheň (tab. 3.6).

Metody statistického zpracování dat

Úkolem většiny experimentů je nalezení závislostí mezi skupinami měřených proměnných. K ověření, jestli se to podařilo, se používají různé statistické metody, které se zaměřují na nalezení korelačních vztažů mezi těmito proměnnými.

Hladina významnosti - hodnota p

Statistická významnost výsledku je pravděpodobnost, že získaný vztah mezi proměnnými ve vzorku se objeví zcela jistě, přičemž v celé množině tento vztah neexistuje. Nebo-li p - hodnota určuje index spolehlivosti výsledku. Speciálně pak p - hodnota představuje chybu při přijmutí výsledku, který jsme obdrželi z našeho reprezentativního vzorku. p.ř. 0,05 udává, že je 5% pravděpodobnost, že vztah mezi proměnnými nalezený v našem vzorku je určen chyběn (Statsoft, 2000).

Statistické zpracování proběhlo v softwaru Statistica. Vstupem byly tabulky s charakteristikami kory-

Tabulka 3.4: Podíl délky vymezených typů úseků na délce daného vodního toku v procentech

mapovaný tok	typ úseku			
	přírodní	upravený	umělý	změněný
Opava	32	45	18	5
Krasovka	54	29	17	0
Čižina	59	13	29	0

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

Tabulka 3.5: Metodika – vytvořené skupiny korytových akumulací dle typu úseku a vodního toku

mapovaný tok	typ úseku				
	přírodní	upravené	umělé	všechny	nezměněné
Opava 2007	✓	✓	✓	✓	✓
Opava 2008	✗	✗	✗	✗	✗
Krasovka 2007	✗	✗	✗	✗	✓
Čižina 2007	✗	✗	✗	✗	✓

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

Poznámka: ✓ ... vytvořena pro další zpracování
 ✗ ... nezahrnuta do dalšího zpracování

Tabulka 3.6: Metodika – další vytvořené skupiny korytových akumulací

úsek vodního toku	charakteristika vybraných korytových akumulací
horní tok Opavy	existující při obou mapování (stabilní)
Čižina nad Pochní	na Čižině nad nádrží Pocheň
Čižina pod Pochní	na Čižině pod nádrží Pocheň

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

tových akumulací.

Výpočet korelačních matic pro vytvořené skupiny korytových akumulací (tab. 3.5 a 3.6)

- výběr metody [Statistics - Basic Statistics/Tables - Correlation Matrices]
- volba proměnných [Summary: Correlation Matrix]

V další fázi byly u vybraných charakteristik korytových akumulací posuzovány jejich vzájemné vztahy pomocí jednocestné analýzy rozptylu ANOVA. Vstupem je vždy kategoriální veličina a na ní závislá spojité veličina. Získané výsledky jsou zobrazeny do grafu s mediánem a úsečkami vyjadřujícími 95% interval spolehlivosti. Statistická průkaznost byla testována na 95% hladině významnosti. Tímto způsobem byly otestovány všechny možné kombinace veličin.

Určení vztahů mezi veličinami metodou jednocestného rozptylu ANOVA

- výběr metody [Statistics - ANOVA - One-way ANOVA]
- volba proměnných [Variables]
- vykreslení grafu [All effects/Graphs]

Na základě hlavních cílů práce bylo další zpracování rozděleno do těchto částí:

- **Horní tok Opavy, Krasovka a Čížina v roce 2007 - srovnání různě velkých toků podle charakteristik korytových akumulací:** všechny korytové akumulace za daný vodní tok mimo změněného úseku na horním toku Opavy
- **Horní tok Opavy v roce 2007 - srovnání různých typů koryta (dle metodiky v části 3.2) podle charakteristik korytových akumulací:** korytové akumulace za horní tok Opavy v roce 2007 dle typu úseku na kterém se vyskytovaly
- **Horní tok Opavy - srovnání charakteristik stabilních korytových akumulací:** při zpracování byly ke korytovým akumulacím za horní tok Opavy přiřazeny jejich charakteristiky z obou mapování a tyto byly dále zpracovávány (například veličina delka označuje délku korytové akumulace v roce 2007 a veličina delka2 označuje délku korytové akumulace v roce 2008)
- **Čížina - vliv vodní nádrže Pocheň na charakteristiky korytových akumulací:** korytové akumulace byly rozděleny v programu ArcGIS 9.2 podle polohy v rámci toku vzhledem k vodní nádrži Pocheň na dvě skupiny (nad nebo pod nádrží Pocheň)

Kapitola 4

Výsledky

V rámci mapování byly zjištěny specifika na některých úsecích vodních toků. Při mapování horního toku Opavy v roce 2007 bylo druhé koryto u obce Nové Heřminovy zaneseno písčitými akumulacemi a tvořilo spíše slepé rameno. Při druhém mapování v roce 2008 byl stejný úsek, vzhledem k vyššímu stavu hladiny a průtoku, zcela zaplaven a vodní tok měl v tomto druhém korytě výrazně erozní charakter. Sklon toku není výrazný a je překonáván uměle vybudovanými jezy a jedním skalním stupněm před obcí Karlovice. Právě v úseku na kterém se nacházela zmíněný skalní stupeň došlo mezi oběma mapováními k antropogenním úpravám koryta, proto byl tento úsek vyřazen z dalšího zpracování.

Na Krasovce byly při mapování zjištěny antropogenní úpravy pouze na úsecích v obcích Krasov a Radim. Poslední antropogenně změněnou částí je vydlážděním upravené koryto před obcí Brantice, kde Krasovka ústí do Opavy. Specifický je úsek od rybníku za obcí Radim, kde tok Krasovky střídavě protéká poměrně širokou nivou nebo se zahlubuje do asi 5 m hlubokého příkopu tvaru písmene V.

Čižina je antropogenně upravena pouze v obcích. Většina mapovaného úseku leží v rovině nebo v neckovitém údolí, v nichž Čižina začíná vytvářet zákruty. Velmi specifickou část tvoří úsek procházející údolím před nádrží Pocheň a část dolního toku za touto nádrží, kde má vodní tok možnost, relativně volně se vyvíjet. Na těchto dvou úsecích byla také nalezena většina korytových akumulací.

4.1 Základní charakteristiky mapovaných prvků

Z celkového počtu 153 korytových akumulací, zaznamenaných při mapování v roce 2007, bylo nalezeno při druhém mapování v roce 2008 celkem 31 akumulací, kromě toho bylo zaznamenáno dalších 30 nových akumulací. Tento výrazný rozdíl byl způsoben rozdílem ve vodním stavu na horním toku Opavy při jednotlivých mapováních. Zatímco v roce 2007 dosahoval vodní stav toku velmi nízkých hodnot až blížících se stavu sucha, tak v roce 2008 byl vodní stav vyšší, v důsledku předešlého významného období srážek a docházelo teprve k postupnému poklesu vodního stavu.

Korytové akumulace se na Krasovce a Čižině nacházely téměř výhradně na přírodních úsecích toku (tab. 4.1). Naopak na Opavě jsou počty korytových akumulací na různých typech úseků toku (kromě změněného) přibližně stejné (tab. 4.1). Průměrný počet korytových akumulací je nejvyšší na přírodních úsecích Krasovky, Čižiny a umělých úsecích horního toku Opavy (tab. 4.2). Nejvíce břehových nátrží nalezneme na přírodních úsecích Čižiny a Krasovky (tab. 4.3). Na horním toku Opavy je množství břehových nátrží na přírodních a upravených úsecích toku srovnatelné (tab. 4.3).

Na Čižině a Krasovce se v době mapování nenacházeli žádný jez, ale pouze stupně v korytě (tab. 4.4). Na horním toku Opavy, na nezměněných úsecích, se nacházelo v době mapování 14 jezů (tab. 4.4). Při mapování v roce 2008 byl na změněném úseku toku, z původního skalního stupně, vystavěn jez.

Vliv jezů na materiálové složení akumulací není patrný (obr. 4.1). Kombinované akumulace se nacházejí

Tabulka 4.1: Počet korytových akumulací na jednotlivých typech úseků vodních toků

mapovaný tok	typ úseku			
	přírodní	upravený	umělý	změněný
Opava 2007	55	42	48	8
Krasovka 2007	65	0	2	0
Čižina 2007	110	3	1	0
Opava 2008	17	22	18	4

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

Tabulka 4.2: Průměrný počet korytových akumulací na jednotlivých typech úseků vodních toků

mapovaný vodní tok	typ úseku		
	akumulací na km délky úseku toku		
	přírodní	upravený	umělý
Opava 2007	4,3	2,3	6,6
Krasovka 2007	11,2	0,0	1,1
Čižina 2007	9,8	1,2	0,2
Opava 2008	1,3	1,2	2,5

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

Tabulka 4.3: Počet břehových nátrží na jednotlivých typech úseků vodních toků

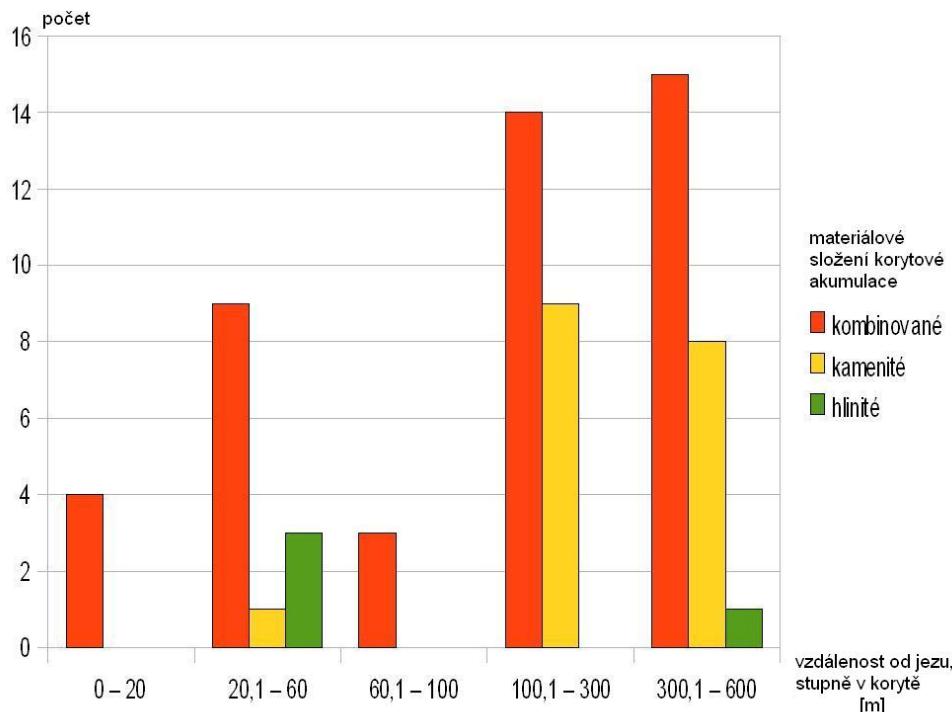
mapovaný tok	typ úseku			
	přírodní	upravený	umělý	změněný
Opava 2007	10	11	1	0
Krasovka 2007	21	0	2	0
Čižina 2007	69	0	1	0
Opava 2008	5	3	2	4

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

Tabulka 4.4: Počet ostatních mapovaných prvků na jednotlivých typech úseků vodních toků: jezů /stupňů

mapovaný tok	typ úseku			
	přírodní	upravený	umělý	změněný
Opava	0/2	8/4	6/3	0/1
Krasovka	0/7	0/0	0/7	-/-
Čižina	0/0	0/1	0/16	-/-

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2



Obrázek 4.1: Graf - rozmístění korytových akumulací vzhledem ke vzdálenosti od jezu nebo stupně v korytě a materiálovému složení na horním toku Opavy v roce 2007

ve všech uvedených intervalech vzdálenosti. Zajímavé je, že na intervalech vzdálenosti 0 až 20 m a 60 až 100 m, chybí nejen hlinité, ale také kamenité akumulace (obr. 4.1).

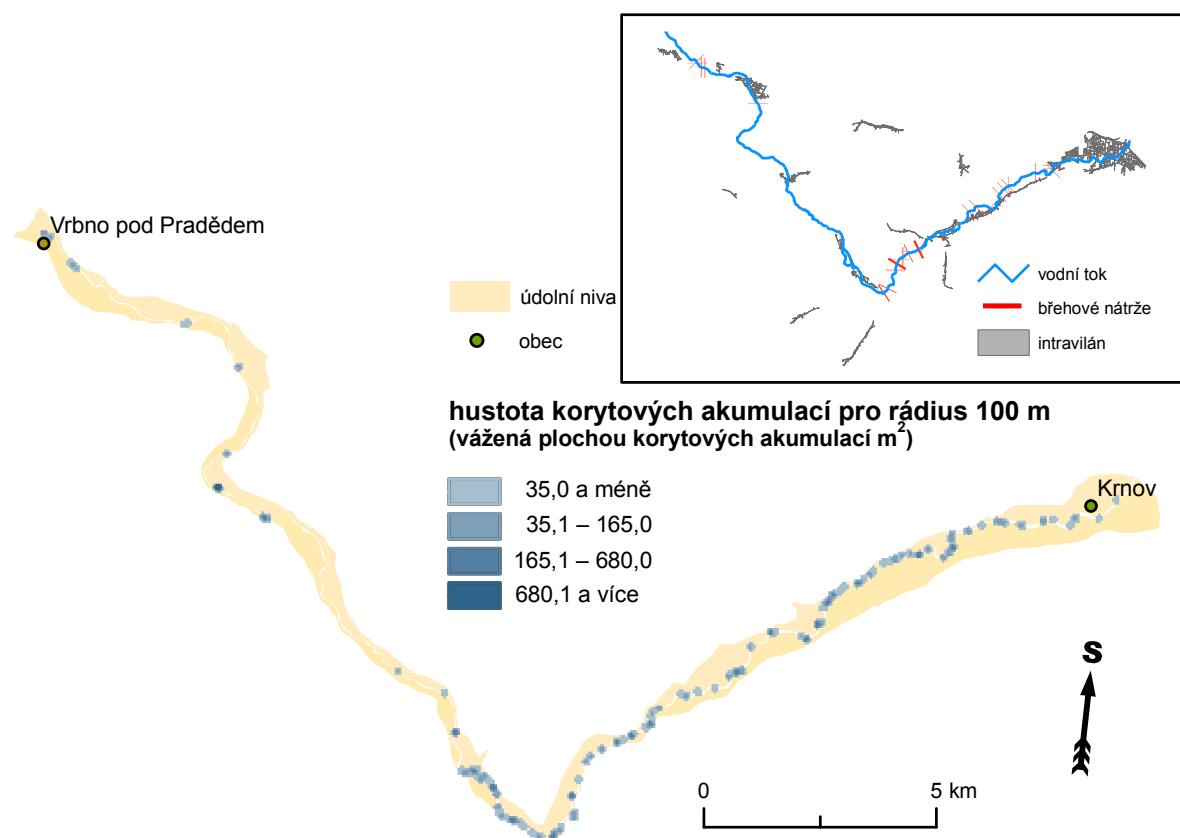
Horní tok Opavy, Krasovka a Čižina v roce 2007 - srovnání různě velkých toků podle charakteristik korytových akumulací

Porovnáním hustoty korytových akumulací mezi jednotlivými toky můžeme najít specifika v jejich rozmístění. Na horním toku Opavy je vidět souvislý pruh vyšší hustoty korytových akumulací přibližně od obce Nové Heřminovy po Krnov (obr. 4.2). U Krasovky a Čižiny je již rozdelení hustoty korytových akumulací výrazně odlišnější (obr. 4.3 a 4.4). Korytové akumulace na Krasovce jsou situovány do tří oblastí a na Čižině do dvou oblastí.

V případě horního toku Opavy se jedná o úsek, kdy charakter toku je transportní až akumulační, narozdíl od úseku mezi Vrbnem p. Pradědem a Novými Heřminovými, který je spíše transportní. Na Krasovce je výskyt korytových akumulací spojen s břehovými nátržemi výrazněji, než je tomu v případě horního toku Opavy. Na Čižině je většina břehových nátrží také v oblastech největší hustoty korytových akumulací, ale nacházejí se také v jiných částech toku.

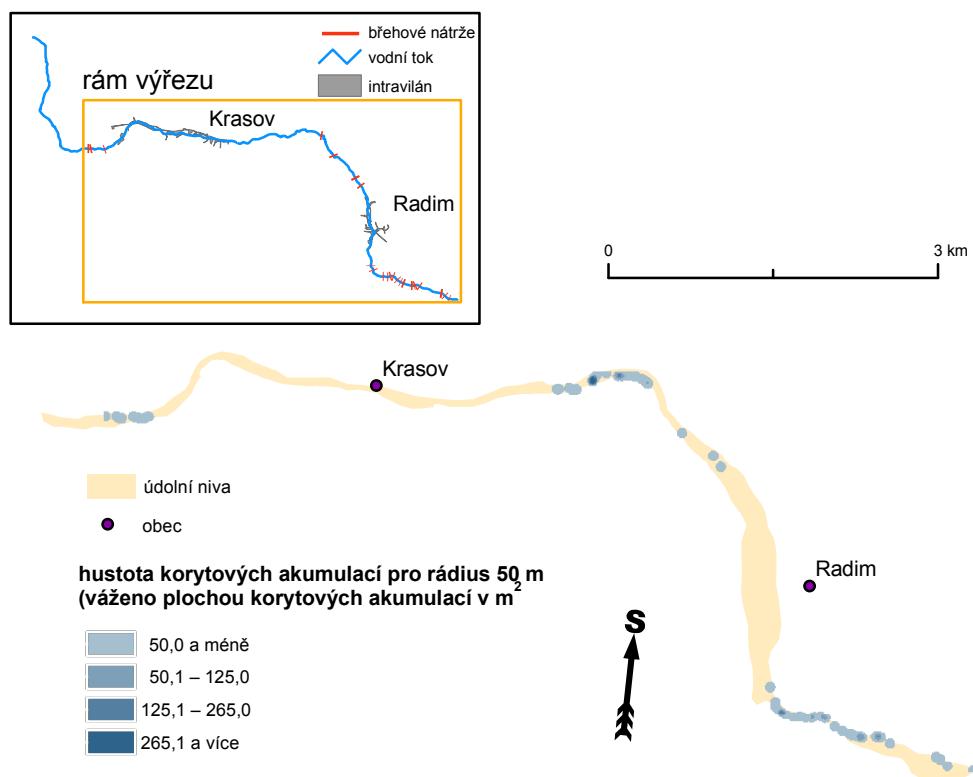
Horní tok Opavy v roce 2007 - srovnání různých typů koryta (dle metodiky v části 3) podle charakteristik korytových akumulací

Při srovnání počtu korytových akumulací podle jejich vzdálenosti od jezu nebo stupně v korytě není zřetelný rozdíl mezi jednotlivými typy úseků horního toku Opavy (obr. 4.5). Pouze na přírodních úsecích toku je počet korytových akumulací ve vzdálenosti do 100 m od jezu nebo stupně v korytě menší.



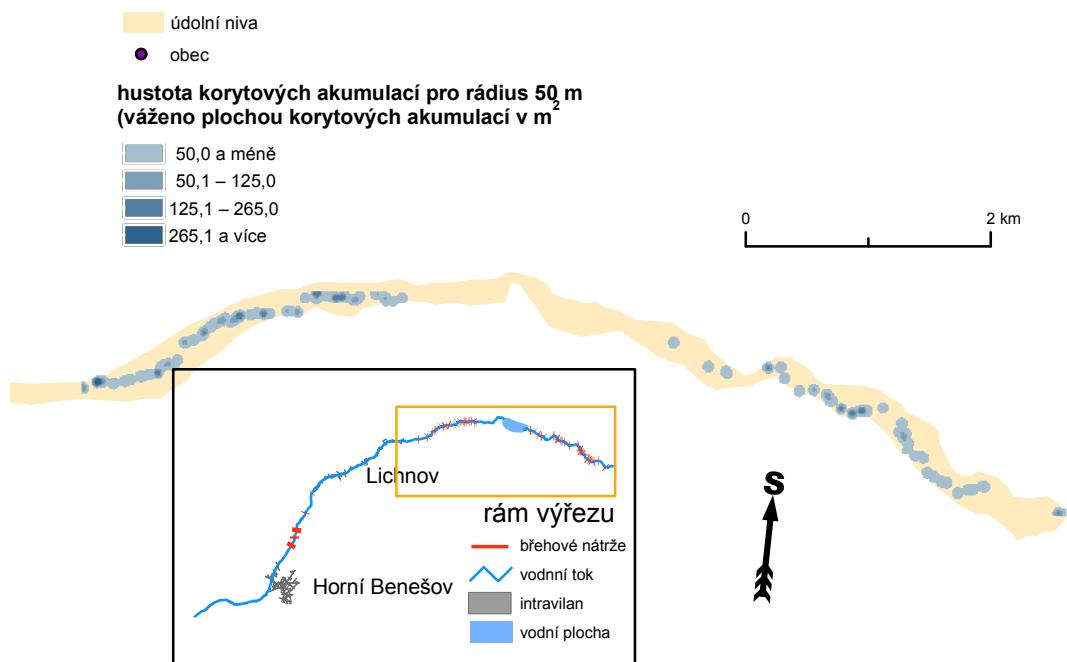
Obrázek 4.2: Hustota korytových akumulací na horním toku Opavy v roce 2007

topografický podklad: ArcCR



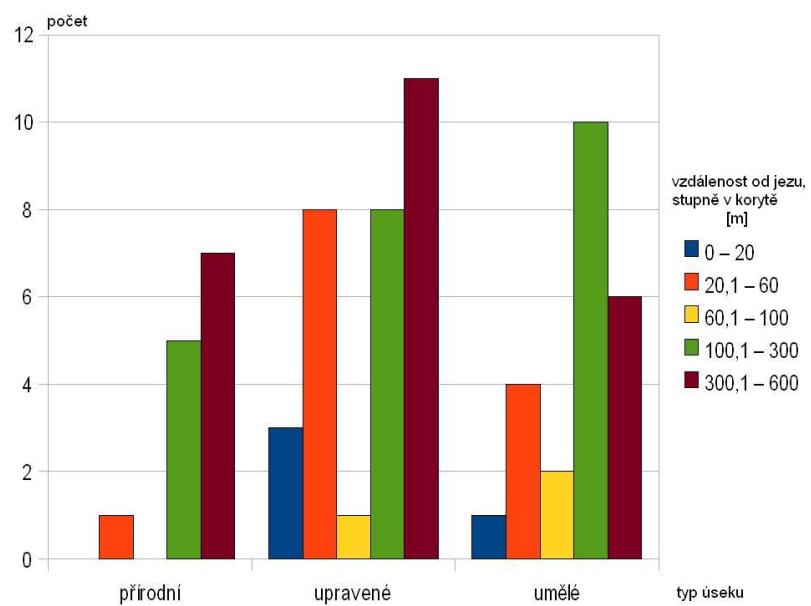
Obrázek 4.3: Hustota korytových akumulací na Krasovce

topografický podklad: ArcCR



Obrázek 4.4: Hustota korytových akumulací na Čižině

topografický podklad: ArcCR



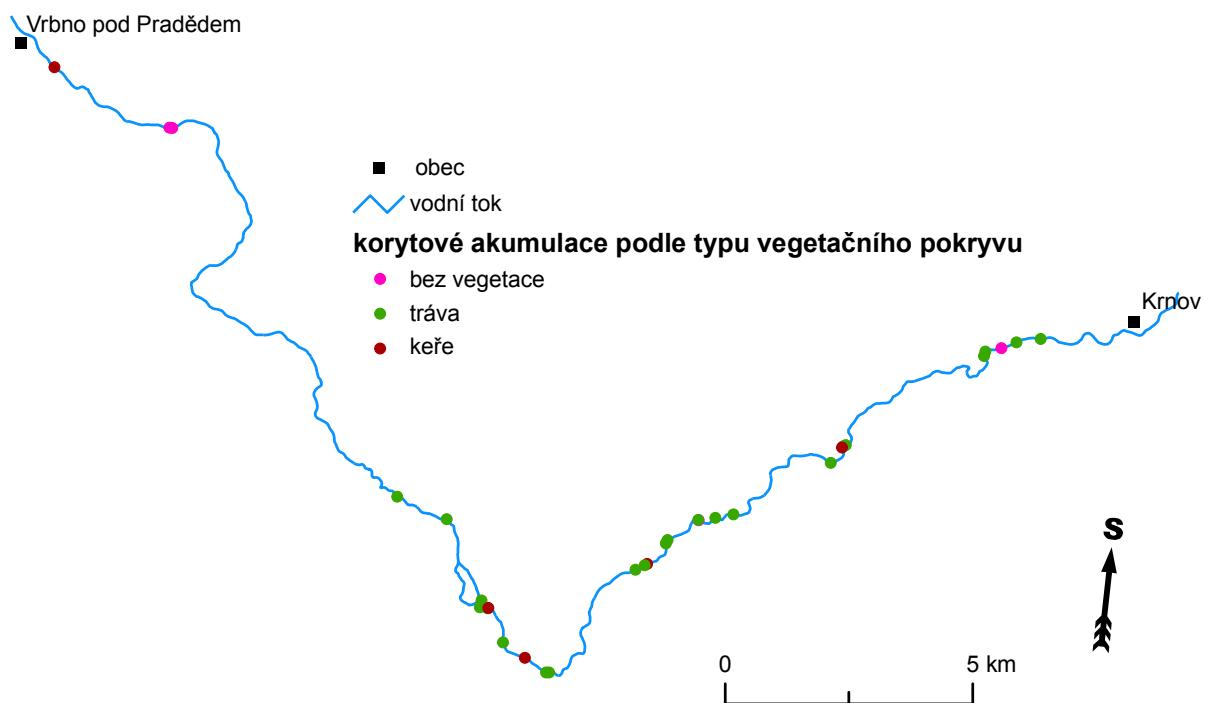
Obrázek 4.5: Graf - rozmištění korytových akumulací vzhledem ke vzdálenosti od jezu nebo stupni v korytě a typu úseku na horním toku Opavy v roce 2007

Horní tok Opavy - srovnání charakteristik stabilních korytových akumulací

Mapování v letech 2007 a 2008, na horním toku Opavy, proběhlo při různých vodních stavech. Při obou mapováních existovalo 31 shodných (na identickém místě se nacházejících) korytových akumulací (tab. 4.5). Nejvíce se zachovaly akumulace na umělých úsecích toku, naopak nejméně na přírodních úsecích (tab. 4.5).

Stabilitu korytových akumulací může vyjadřovat typ vegetačního pokryvu, který se na ní vyskytuje. Byly zmapovány pouze čtyři stabilní korytové akumulace bez vegetačního pokryvu a naopak pět korytových akumulací s keřovým porostem (obr. 4.6). Všechny ostatní korytové akumulace byly pokryty travním porostem.

Horní tok mapované části Čížiny je transportní až erozní, korytové akumulace se zde nevyskytují, ale najdeme zde břehové nátrže. Nad nádrží Pocheň se charakter toku mění, nelze určit, zda převládá erozní nebo akumulační činnost. Pod nádrží Pocheň se postupně charakter toku mění na akumulační a poté na transportní (klesá počet korytových akumulací).



Obrázek 4.6: Stabilní korytové akumulace na horním toku Opavy podle typu vegetačního pokryvu

topografický podklad: ArcCR

Tabulka 4.5: Stabilní korytové akumulace na horním toku Opavy podle typu úseku

typ úseku	počet	podíl ze všech v roce 2007 [%]
přírodní	9	16
upravený	8	19
umělý	14	29

typ úseku vymezen dle metodiky v části 3.2

Čižina - vliv vodní nádrže Pocheň

Nad nádrží Pocheň se nachází 69 korytových akumulací, pod nádrží Pocheň 41 (na přírodních úsecích toku). Nad nádrží jsou téměř všechny korytové akumulace koncentrovány do části toku, kdy protéká širokou nivou a ústí do něj velké množství přítoků. Pod vodní nádrží Pocheň je většina akumulací v části toku, kdy protéká lesním porostem s nevyvinutou nivou (obr. 4.7). Čižina vytváří na obou úsecích, kde se vyskytují korytové akumulace, zákruty.

4.2 Korelační matice

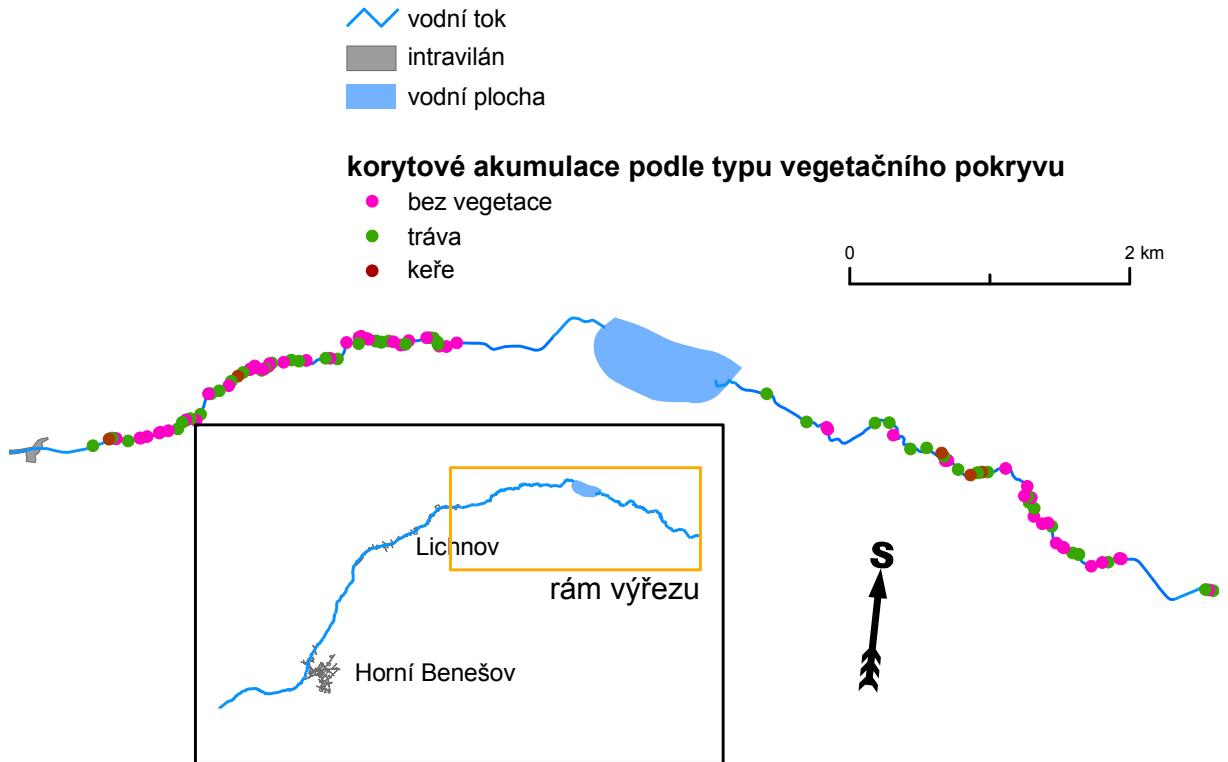
Po úvodním zpracování dat do digitální podoby a jejich následném mapovém vyjádření, bylo provedeno statistické zpracování. K tomuto účelu byl použit software firmy StatSoft Statistica 6.1 Eng. Data získaná mapováním byla importována do formátu vhodného pro použití ve Statistice. Nad těmito daty bylo dále prováděno statistické zpracování. Veškerá vstupní i výstupní data jsou v tabulkách v příloze.

Pro celkové shrnutí možných korelací mezi proměnnými je vhodné využít základní statistický nástroj, který máme k dispozici. Korelační matice přehledně zobrazí vypočtené hodnoty korelací mezi jednotlivými proměnnými nad daným datovým souborem. Hodnoty, které jsou červeně zvýrazněny ukazují na závislosti, které jsou prokazatelné podle t-testu na hladině 95% spolehlivosti. Na základě informací o vztazích získaných z těchto korelačních tabulek lze posléze navrhnut možné závislosti mezi proměnnými k dalšímu zpracování. Všechny korelační matice jsou uvedeny v příloze.

Horní tok Opavy, Krasovka a Čižina v roce 2007 - srovnání různě velkých toků podle charakteristik korytových akumulací

Na základě výsledků korelační matice mezi jednotlivými charakteristikami korytových akumulací byly zjištěny tyto korelace:

- **vodní tok a poloha:** Pozitivní korelace mezi vodním tokem a polohou korytové akumulace v rámci toku znamená, že u menších vodních toků, Krasovky a Čižiny, vytvořené korytové akumulace zaujmají větší část koryta.
- **vodní tok a spojení:** Pozitivní korelace mezi vodním tokem a spojením ukazuje na to, že spojení akumulace se břehem je častější u menších toků. Na horním toku Opavy jsou korytové akumulace spojené s břehem méně často než je tomu u Krasovky a Čižiny.
- **vodní tok a pozice:** Pozitivní korelace mezi vodním tokem a pozicí akumulace vzhledem k zákrutu toku znamená, že existuje vztah, kdy s rostoucí velikostí toku najdeme korytové akumulace častěji přímo v zákrutu a na jeho vnitřní straně.



Obrázek 4.7: Korytové akumulace na Čižině podle typu vegetačního pokryvu

topografický podklad: ArcCR

- **vodní tok a šířka toku:** Negativní korelace mezi vodním tokem a šířkou toku představuje pouze potvrzení, že šířka vodního toku v místě korytových akumulací odpovídá tomuto toku (Opava je široká, Krasovka a Čižina užší).
- **vodní tok a délka korytových akumulací:** Negativní korelace mezi vodním tokem a délkou korytových akumulací znamená, na větším vodním toku najdeme také delší korytové akumulace.
- **vodní tok a vzdálenost:** Negativní korelace znamená, že na větším vodním toku je vzdálenost korytových akumulací za zákrutem menší než u menších toků.

Obdobným způsobem byly vypočteny korelační matice pro horní tok Opavy v roce 2007, Krasovku a Čižinu. Takto byly vyhledány korelační vztahy mezi jednotlivými charakteristikami korytových akumulací pro jednotlivé toky.

Shodně potvrzené korelační vztahy

- poloha a šířka korytové akumulace (pozitivní)
- délka a šířka korytové akumulace (pozitivní)

Tabulka 4.6: Korelace mezi jednotlivými charakteristikami korytových akumulací pro horní tok Opavy, Krasovku a Čižinu v roce 2007

	Šířka toku	Poloha	Délka	Šířka akumulace	Spojení	
Šířka toku	■	×	⊕	⊕	⊖	
Poloha	×	■	×	⊕	×	
Délka	⊕	×	■	⊕	×	
Šířka akumulace	⊕	⊕	⊕	■	×	
Spojení	⊖	×	×	×	■	
Materiál	×	×	×	×	×	
Gradace	×	×	×	×	⊖	
Vegetace	×	⊕	⊕	⊕	×	
Vodní tok	⊖	⊕	⊖	×	⊕	
Pozice	⊖	×	×	×	×	
Vzdálenost	⊕	×	×	×	⊖	
	Materiál	Gradace	Vegetace	Vodní tok	Pozice	Vzdálenost
Šířka toku	×	×	×	⊖	⊖	⊕
Poloha	×	×	⊕	⊕	×	×
Délka	×	×	⊕	⊖	×	×
Šířka akumulace	×	×	⊖	×	×	×
Spojení	×	⊖	×	⊕	×	⊖
Materiál	■	×	×	×	×	×
Gradace	×	■	×	×	×	×
Vegetace	×	×	■	×	×	×
Vodní tok	×	×	×	■	⊕	⊖
Pozice	×	×	×	⊕	■	×
Vzdálenost	×	×	×	⊖	×	■

Poznámka:

- ⊕ ... pozitivní korelace
- ⊖ ... negativní korelace
- × ... nepotvrzena korelace
- ... nezjištěno

- šířka korytové akumulace a typ vegetace (pozitivní)

Specifické korelační vztahy pro dané vodní toky

- horní tok Opavy - šířka toku a šířka korytové akumulace (pozitivní)
- horní tok Opavy - šířka toku a délka korytové akumulace (pozitivní)
- Krasovka a Čižina - šířka toku a materiálové složení (negativní)
- Krasovka a Čižina - délka korytové akumulace a typ vegetace (pozitivní)

U všech vodních toků byly nalezeny pozitivní korelační vztahy mezi šířkou korytové akumulace a její polohou (širší korytová akumulace zaujímá větší část profilu koryta), délkou a typem vegetačního pokryvu (širší korytová akumulace je spojena s travním až keřovým pokryvem). Kromě toho však existují korelační vztahy pouze pro dané vodní toky. Na horním toku Opavy byla potvrzena korelace mezi šířkou vodního toku a délkou, resp. šířkou korytové akumulace. Naopak na Krasovce a Čižině byla potvrzena

pozitivní korelace mezi délkou korytové akumulace a typem vegetačního pokryvu (delší korytová akumulace je spojena s travním, případně až keřovým porostem). Navíc na Krasovce a Čižině existuje také negativní korelace mezi šírkou vodního toku a typem materiálového složení (širší vodní tok znamená kamenitou nebo kombinovanou akumulaci).

Horní tok Opavy v roce 2007 - srovnání různých typů úseků toku (dle metodiky v části 3) podle charakteristik korytových akumulací

Tabulka 4.7: Korelace mezi jednotlivými charakteristikami korytových akumulací pro horní tok Opavy v roce 2007

	Šířka toku	Poloha	Délka	Šířka akumulace	Spojení
Šířka toku	■	×	⊕	⊕	×
Poloha	×	■	×	⊕	×
Délka	⊕	×	■	⊕	⊕
Šířka akumulace	⊕	⊕	⊕	■	×
Spojení	×	×	⊕	×	■
Materiál	×	×	×	×	⊕
Gradace	×	×	×	×	⊖
Vegetace	×	×	×	⊕	×
Pozice	×	×	×	×	×
Vzdálenost	×	×	×	×	×
Typ úseku	×	×	⊖	×	×
	Materiál	Gradace	Vegetace	Pozice	Vzdálenost
Šířka toku	×	×	×	×	×
Poloha	×	×	×	×	×
Délka	×	×	×	×	⊖
Šířka akumulace	×	×	⊕	×	×
Spojení	⊕	⊖	×	×	×
Materiál	■	×	×	×	×
Gradace	×	■	×	×	⊕
Vegetace	×	×	■	×	⊕
Pozice	×	×	×	■	⊕
Vzdálenost	×	×	×	⊕	■
Typ úseku	×	⊕	⊕	×	■

Poznámka:

- ⊕ ... pozitivní korelace
- ⊖ ... negativní korelace
- × ... nepotvrzena korelace
- ... nezjištováno

Byly potvrzeny pozitivní korelace mezi typem úseku a typem vegetace, resp. gradací, a negativní korelace mezi typem úseku a délkou korytové akumulace (tab. 4.7). Ve všech případech se však jednalo o velmi slabé korelační vztahy. Na základě rozdělení všech korytových akumulací do skupin podle typu úseku toku na kterém se nacházely, byly vypočteny korelační matici pro jejich charakteristiky.

Shodně potvrzené korelační vztahy

- šířka toku a délka korytové akumulace (pozitivní)

- šířka korytové akumulace a typ vegetace (pozitivní)

Specifické korelační vztahy pro dané úseky horního toku Opavy v roce 2007

- upravené a umělé úseky - šířka toku a šířka korytové akumulace (pozitivní)
- upravené úseky - šířka toku a materiálové složení (negativní)
- umělé úseky - šířka toku a materiálové složení (pozitivní)
- upravené a umělé - délka a šířka korytové akumulace (pozitivní)
- přírodní úseky - typ vegetace a materiálového složení (negativní)
- umělé úseky - typ materiálového složení a délka akumulace (pozitivní)

Všechny vymezené typy úseků na horním toku Opavy vykazovaly pozitivní korelací mezi šírkou vodního toku a délkou korytové akumulace a také mezi šírkou korytové akumulace a typem vegetace na ní se vyskytujícím (širší odpovídá travní až keřové vegetaci). Na přírodních úsecích byla potvrzena negativní korelace mezi typem vegetace a materiálového složení (travní až keřové porosty jsou spojeny s hlinitými korytovými akumulacemi). Na upravených úsecích toku byla potvrzena negativní korelace mezi šírkou koryta a typem materiálového složení korytových akumulací (širší místa vodního toku jsou spojena s hlinitými akumulacemi). Na umělých úsecích toku byly potvrzeny pozitivní korelace mezi typem materiálového složení a šírkou toku (širší místa toku jsou spojena s kombinovanými akumulacemi), resp. délkou akumulace (kombinované korytové akumulace jsou delší).

Horní tok Opavy - srovnání charakteristik stabilních korytových akumulací

Srovnáním nalezených korelací mezi charakteristikami stabilních akumulací před povodní a po povodni. Nebyla potvrzena korelace, která by existovala mezi charakteristikami stabilních korytových akumulací před i po povodni.

Specifické korelační vztahy pro charakteristiky korytových akumulací v souvislosti s povodní 2007

- před povodní - typ materiálového složení a délka korytové akumulace (pozitivní)
- před povodní - šířka korytové akumulace a typ vegetačního pokryvu (pozitivní)
- před povodní - spojení korytové akumulace se břehem a její vzdálenost za zákrutem (negativní)
- před povodní - pozice korytové akumulace a její gradace (pozitivní)
- před povodní - pozice korytové akumulace a typ vegetačního pokryvu (pozitivní)
- po povodni - šířka toku a typ materiálového složení korytové akumulace (negativní)

Mezi charakteristikami korytových akumulací po povodni 2007 bylo potvrzeno velmi málo korelací. Jednou z nich je negativní korelace mezi šírkou vodního toku a typem materiálového složení korytové akumulace (širší místa vodního toku jsou spojena s hlinitými akumulacemi). Naopak pro charakteristiky před povodní bylo potvrzeno několik korelací. Například se objevila negativní korelace mezi vzdáleností za zákrutem a spojením se břehem (korytová akumulace spojené se břehem najdeme přímo v zákrutech nebo v malé vzdálenosti za nimi) nebo pozitivní korelace mezi pozicí korytové akumulace a její gradací (vyšší pozice odpovídá umístění na rovinatém úseku toku, což souvisí s vyvinutím gradace)

Čižina - vliv vodní nádrže Pocheň

Byla prokázána pozitivní korelace mezi gradací a pozicí korytových akumulací vzhledem k vodní nádrži Pocheň (poloha korytových akumulací na toku pod nádrží souvisí s vyvinutím gradace) a negativní korelace mezi materiálovým složením a polohou korytových akumulací vzhledem k nádrži Pocheň (poloha pod nádrží souvisí s kombinovaným materiálovým složením korytových akumulací).

Shodně potvrzené korelační vztahy

- šířka a délka korytové akumulace (pozitivní)
- šířka korytové akumulace a typ vegetace (pozitivní)
- délka korytové akumulace a typ vegetace (pozitivní)

Specifické korelační vztahy dané polohou korytové akumulace vzhledem k vodní nádrži Pocheň

- nad nádrží - šířka toku a materiálové složení (negativní)
- nad nádrží - poloha a šířka korytové akumulace (pozitivní)
- pod nádrží - šířka toku a šířka korytové akumulace (pozitivní)
- pod nádrží - poloha a délka korytové akumulace (pozitivní)

Na korytových akumulacích z obou skupin (pod i nad vodní nádrží Pocheň) byly potvrzeny pozitivní korelace mezi šírkou vodního toku a délkou korytové akumulace. Také byly potvrzeny v obou případech pozitivní korelace mezi délkou, resp. šírkou korytové akumulace vzhledem k typu vegetačního pokryvu, ale v případě korytových akumulací nacházejících se pod nádrží Pocheň se jednalo o výrazně silnější pozitivní korelací.

Nad nádrží Pocheň byla potvrzena negativní korelace mezi šírkou vodního toku a typem materiálového složení a také pozitivní korelace mezi polohou a šírkou korytové akumulace. Ve skupině korytových akumulací nacházejících se pod nádrží Pocheň byly potvrzeny pozitivní korelace mezi šírkou toku a šírkou korytové akumulace a také mezi polohou a délkou korytové akumulace (čím větší podíl profilu koryta korytová akumulace zaujímá, tím je delší).

4.3 Jednocestná ANOVA

Na základě výsledků, které byly získány v části 4.2, byly vybrány některé vztahy mezi charakteristikami k dalšímu otestování. Do bakalářské práce byly vybrány jen podle existující literatury výsledky očekávané nebo naopak zvláštní¹.

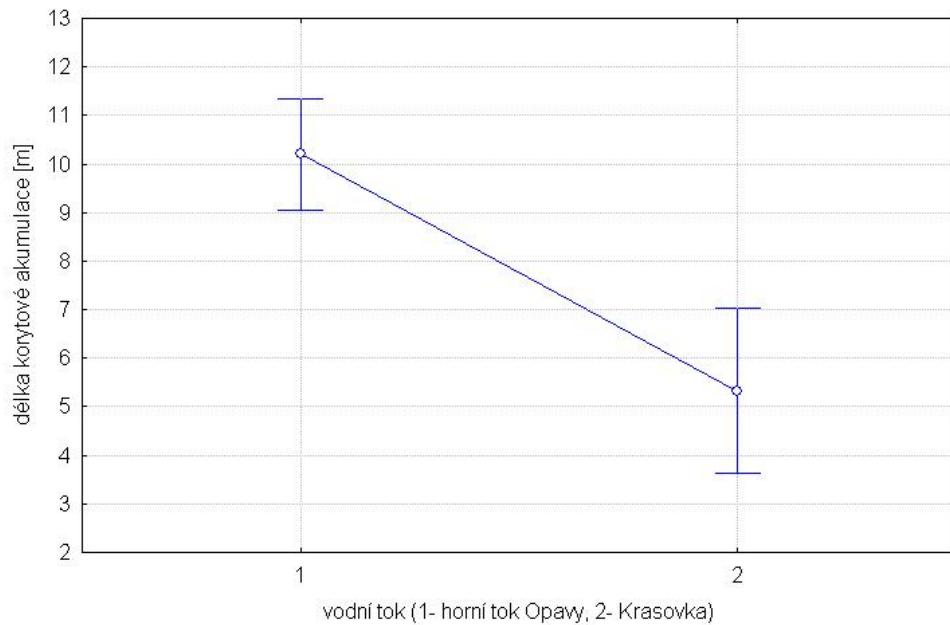
Horní tok Opavy, Krasovka a Čižina v roce 2007 - srovnání různě velkých toků podle charakteristik korytových akumulací

Podářilo se prokázat rozdíl v délce korytových akumulací na horním toku Opavy a na obou menších tocích (obr. 4.8 a 4.9). Naopak v délce korytové akumulace u Krasovky a Čižiny, na intervalu 95% spolehlivosti, není prokazatelný rozdíl.

Bylo prokázáno, že šířka korytové akumulace roste úměrně s typem vegetace na ní se vyskytujícím (obr. 4.10). Nejšířší jsou korytové akumulace s keřovým porostem a nejužší jsou akumulace bez pokryvu. Nepodařilo

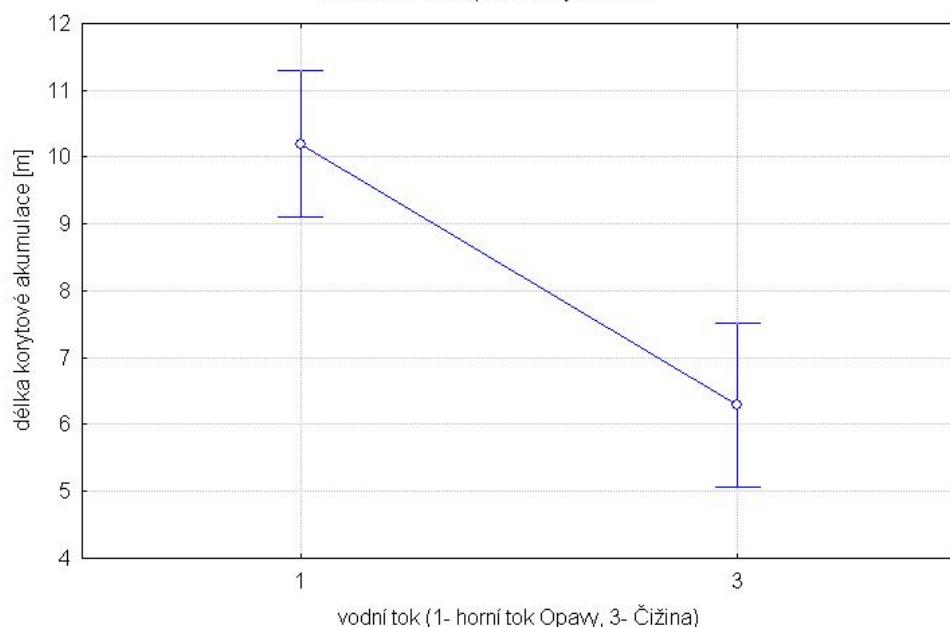
¹odporující výsledkům v dostupné literatuře

Délka korytové akumulace: $F(1, 210)=21,961, p=.00000$
 Vertikální úsečky odpovídají 95% intervalu spolehlivosti
 Středová značka představuje medián

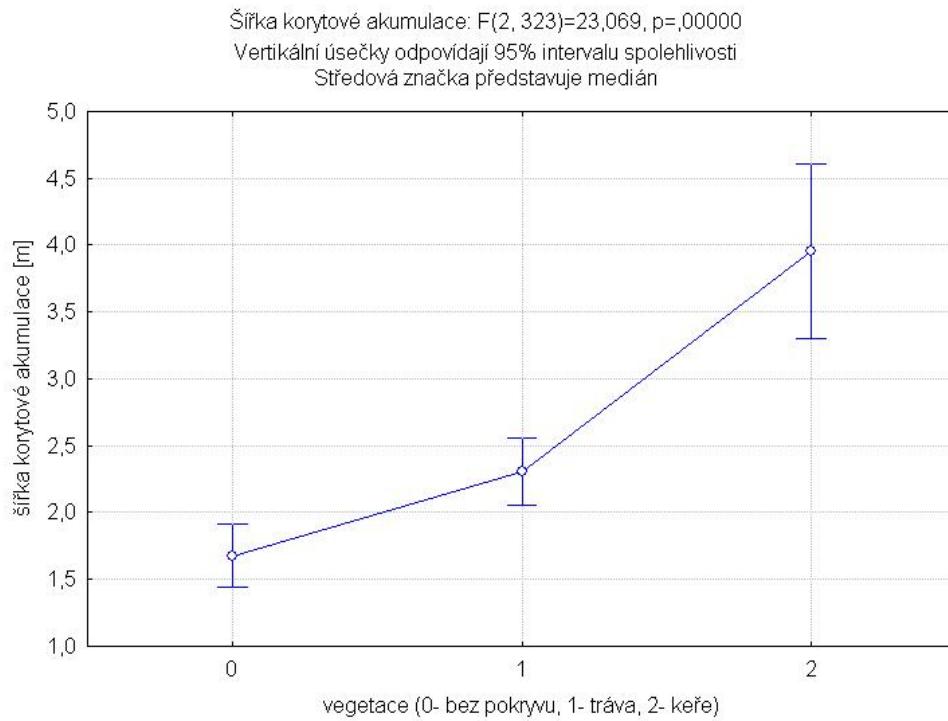


Obrázek 4.8: Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle vodního toku

Délka korytové akumulace: $F(1, 257)=22,102, p=.00000$
 Vertikální úsečky odpovídají 95% intervalu spolehlivosti
 Středová značka představuje medián



Obrázek 4.9: Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle vodního toku



Obrázek 4.10: Graf ANOVA - šířka korytové akumulace podle typu vegetace

se prokázat vztah mezi šírkou toku a typem materiálového složení korytových akumulací na Krasovce a Čižině. Na Krasovce a Čižině se podařilo prokázat, že korytové akumulace bez pokryvu jsou kratší než korytové akumulace s travním nebo keřovým porostem (obr. 4.11).

Horní tok Opavy v roce 2007 - srovnání různých typů koryta (dle metodiky v části 3) podle charakteristik korytových akumulací

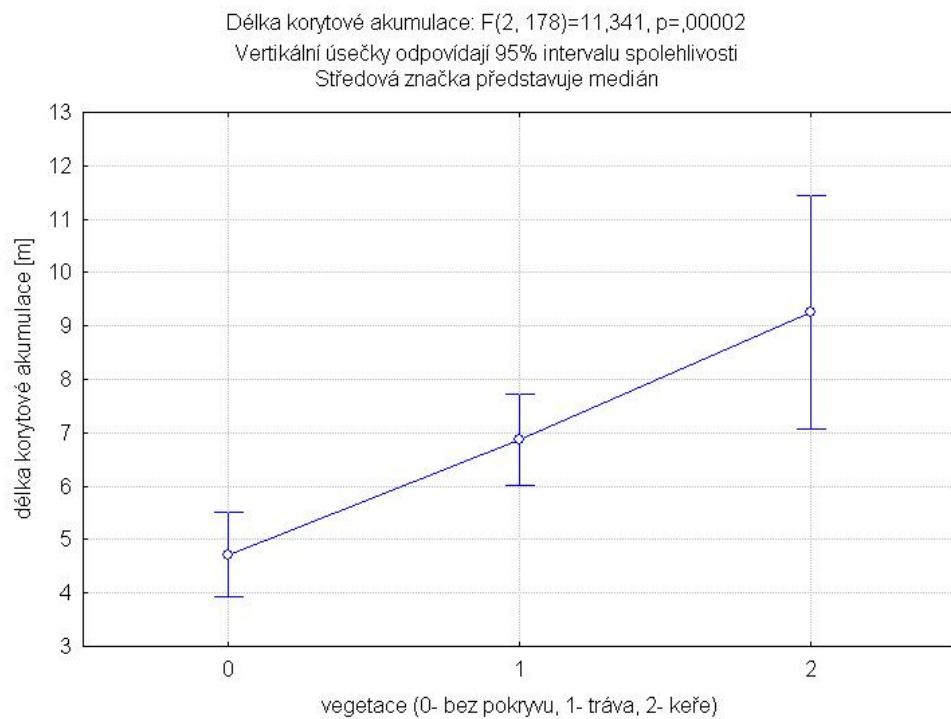
Podobně jako tomu bylo u vodních toků, podařilo se i mezi různými typy úseků prokázat rozdíly v délce korytových akumulací (obr. 4.12 a 4.13). Na přírodních a upravených úsecích toku byly korytové akumulace při mapování v roce 2007 prokazatelně delší než na umělých úsecích toku. Naopak mezi přírodními a upravenými úsekům toku není prokazatelný rozdíl. Nelze prokázat, že šířka toku souvisí s typem vegetace, na korytových akumulacích, na nezměněných úsecích horního toku Opavy.

Na upravených a umělých částech toku bylo prokázáno, že materiálové složení korytových akumulací souvisí s šírkou toku (obr. 4.14 a 4.15). Hlinité korytové akumulace se vyskytují na širších místech toku než kamenité nebo kombinované.

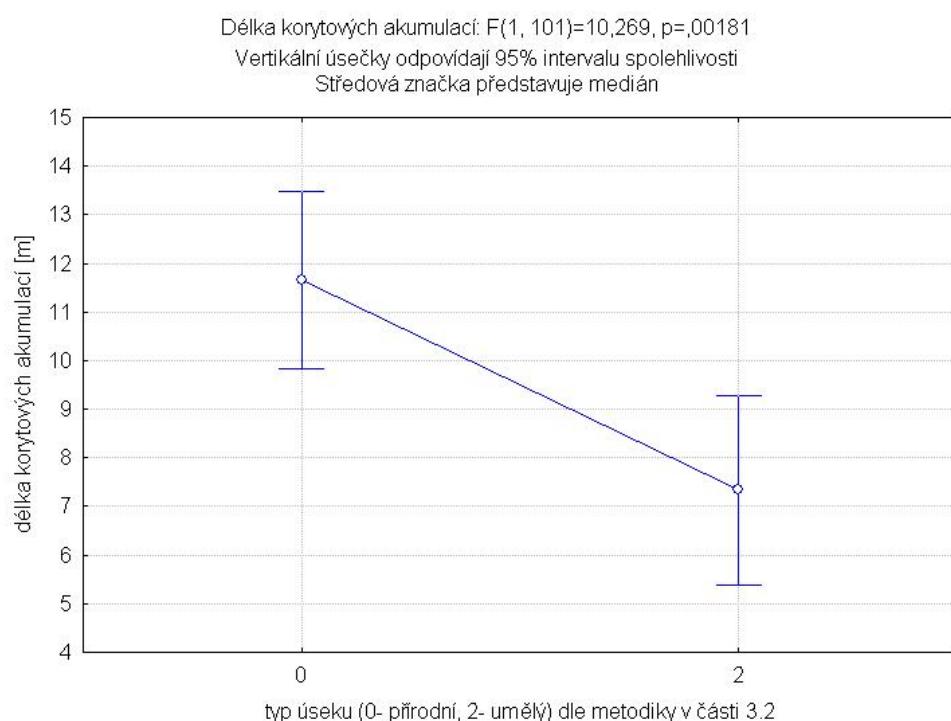
Horní tok Opavy - srovnání charakteristik stabilních korytových akumulací

Byl testován vztah délky korytové akumulace k typu materiálového složení. Počet hlinitých korytových akumulací byl malý, proto byl zjištován pouze rozdíl v délce korytových akumulací mezi kamenitými a kombinovanými. Bylo zjištěno, že kombinované akumulace jsou prokazatelně delší než kamenité (obr. 4.16).

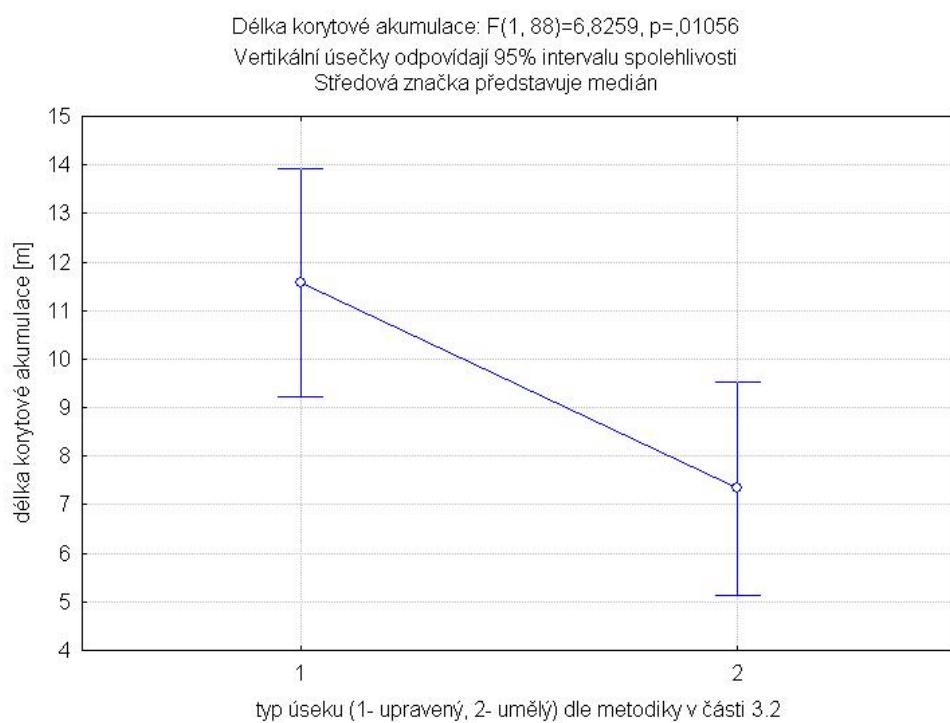
Dalším prověřovaným vztahem byla závislost šířky korytových akumulací na typu vegetace. Podařil se prokázat rozdíl v šířce korytových akumulací mezi těmi bez pokryvu, resp. s travním pokryvem, a těmi s keřovým pokryvem (obr. 4.17). Naopak nelze prokázat rozdíl v šířce korytových akumulací mezi travním pokryvem a bez pokryvu.



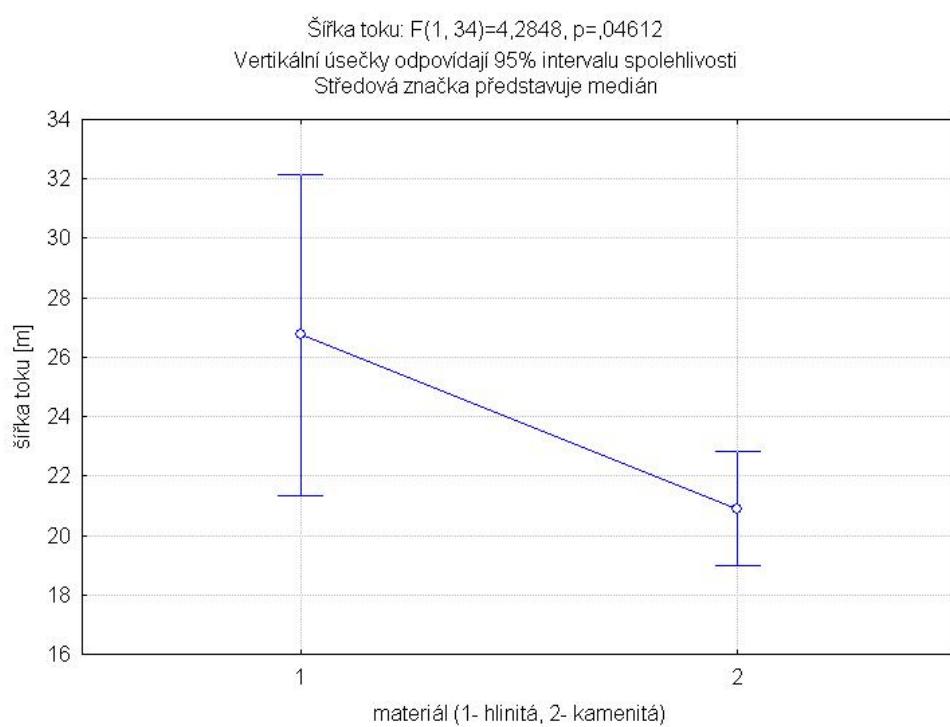
Obrázek 4.11: Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu vegetace pro Krasovku a Čižinu



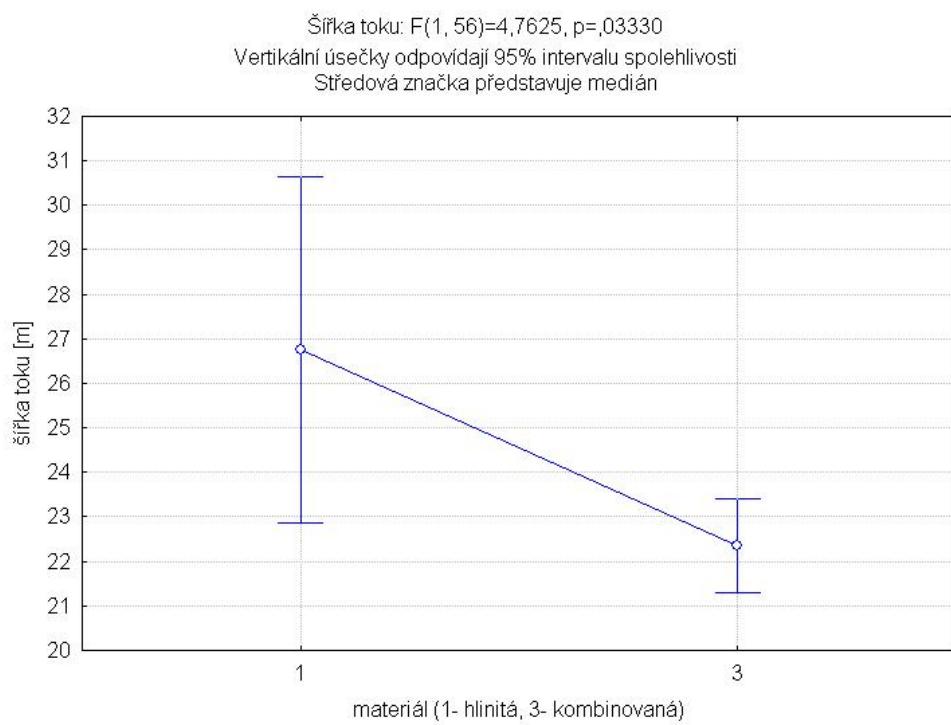
Obrázek 4.12: Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu úseku horního toku Opavy



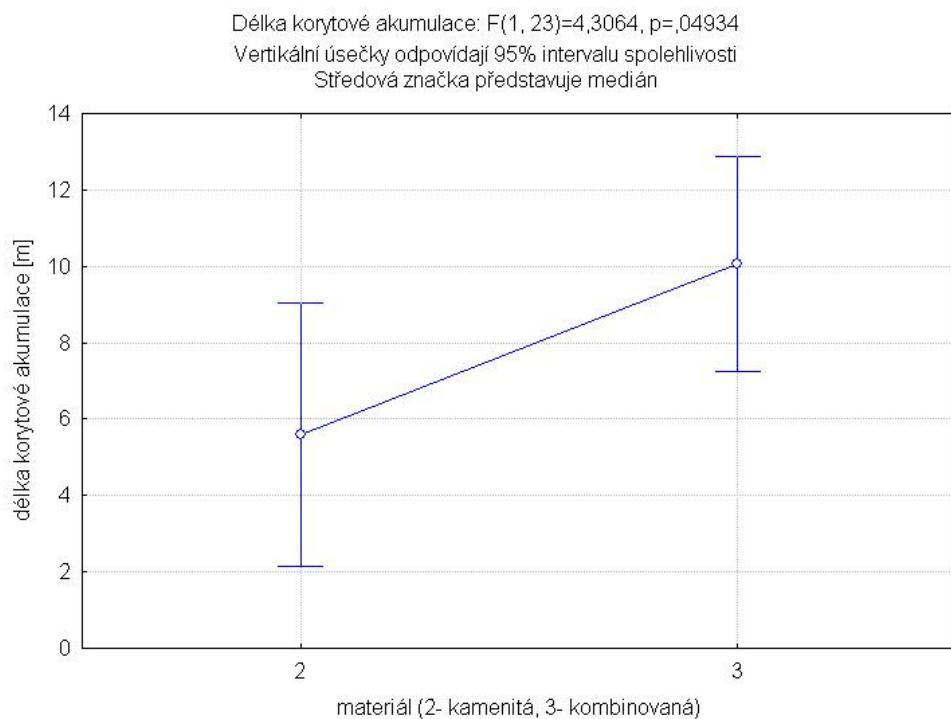
Obrázek 4.13: Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu horního toku Opavy



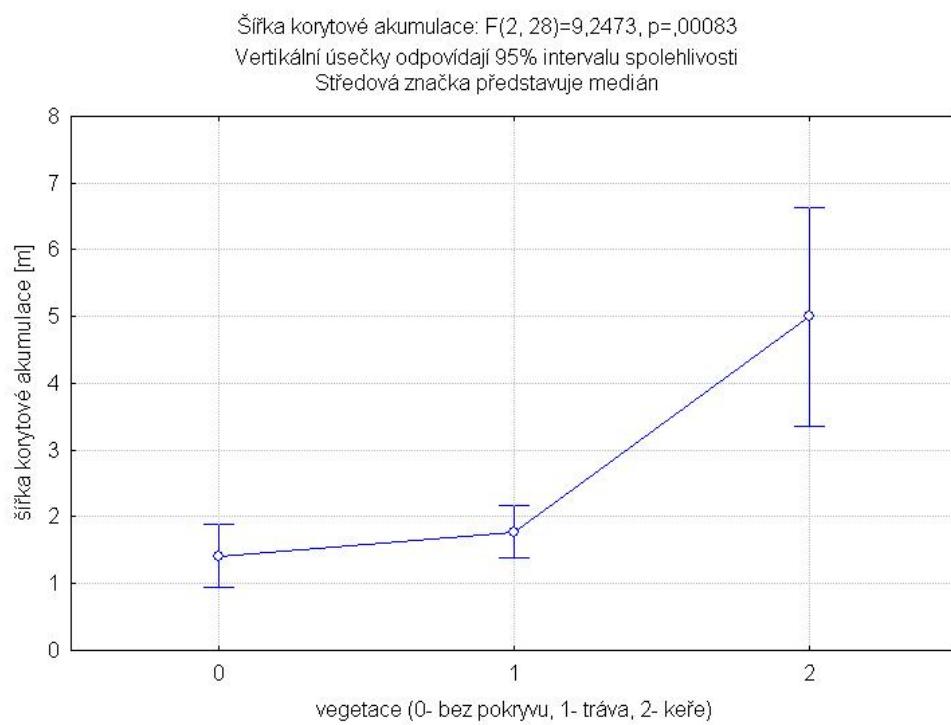
Obrázek 4.14: Graf ANOVA - šířka toku a typ materiálového složení (1, 2) pro upravené a umělé úseky na horním toku Opavy



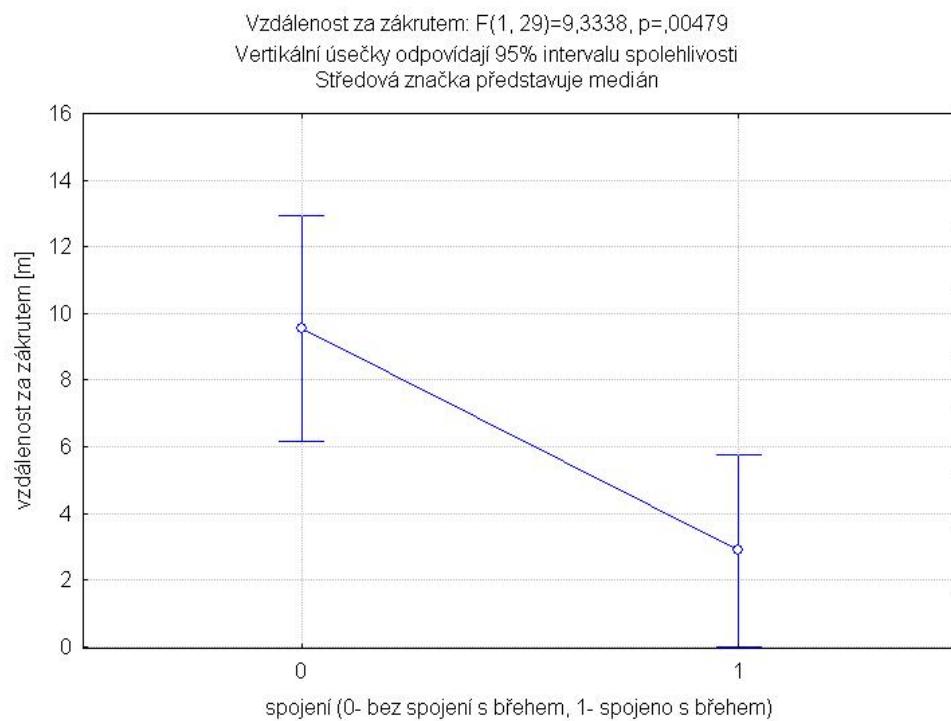
Obrázek 4.15: Graf ANOVA - šířka toku a typ materiálového složení (1, 3) pro upravené a umělé úseky na horním toku Opavy



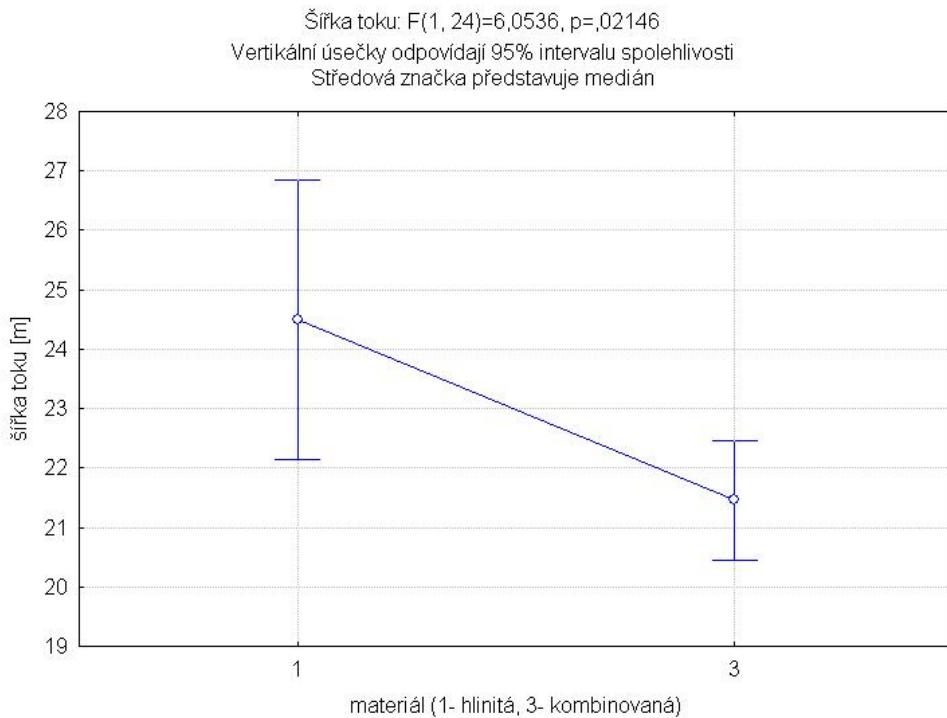
Obrázek 4.16: Graf ANOVA - délka stabilních korytových akumulací podle typu materiálového složení před povodní na horním toku Opavy



Obrázek 4.17: Graf ANOVA - šířka stabilních korytových akumulací podle typu vegetačního pokryvu před povodní na horním toku Opavy



Obrázek 4.18: Graf ANOVA - spojení stabilních korytových akumulací s břehem podle vzdálenosti za zákrutem před povodní na horním toku Opavy



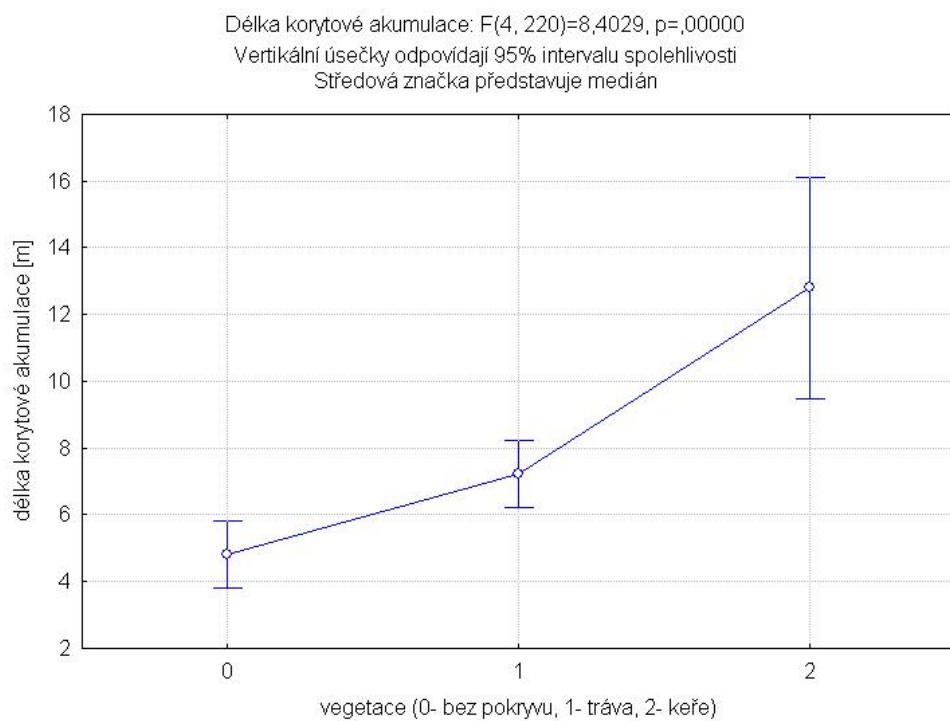
Obrázek 4.19: Graf ANOVA - šířka toku podle materiálového složení stabilních korytových akumulací po povodni na horním toku Opavy

Bylo prokázáno, že stabilní korytové akumulace před povodní spojené s břehem, se vyskytují v menších vzdálenostech za zákrutem, než korytové akumulace bez spojení (obr. 4.18). U stabilních korytových akumulací po povodni bylo prokázáno, že existuje vztah mezi materiálovým složením korytové akumulace a šírkou toku. Hlinité korytové akumulace se vyskytují v širších částech horního toku Opavy a naopak kombinované akumulace se prokazatelně vyskytují na užších místech toku (obr. 4.19).

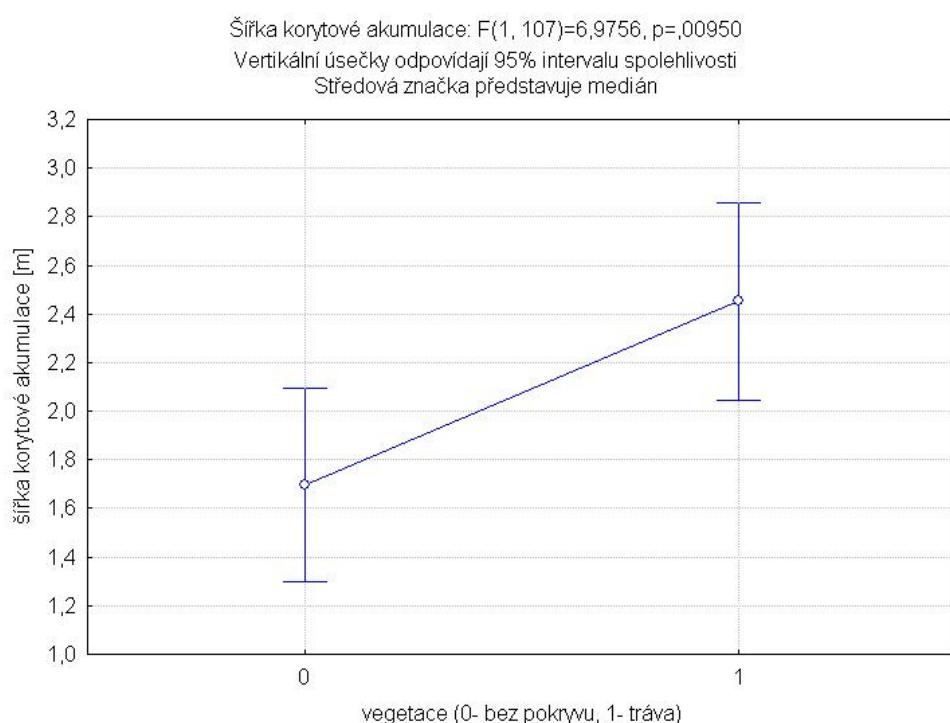
Čižina - vliv vodní nádrže Pocheň

Na obou úsecích Čižiny se potvrdily pozitivní korelace mezi délkou, resp. šírkou korytových akumulací a typem vegetačního pokryvu na nich se vyskytujícím. Bylo prokázáno, že délka korytové akumulace souvisí s typem vegetačního pokryvu. Korytové akumulace s travním pokryvem jsou prokazatelně delší než korytové akumulace bez pokryvu a současně korytové akumulace s výskytem keřů jsou prokazatelně delší než korytové akumulace s travním pokryvem a tedy i bez pokryvu (obr. 4.20). U vztahu mezi šírkou korytové akumulace a typem vegetačního pokryvu se podařilo prokázat, že korytové akumulace bez pokryvu jsou užší než s travním, resp. keřovým pokryvem (obr. 4.21 a 4.22). Naopak se nepodařilo prokázat, že korytové akumulace s travním porostem jsou užší než s keřovým.

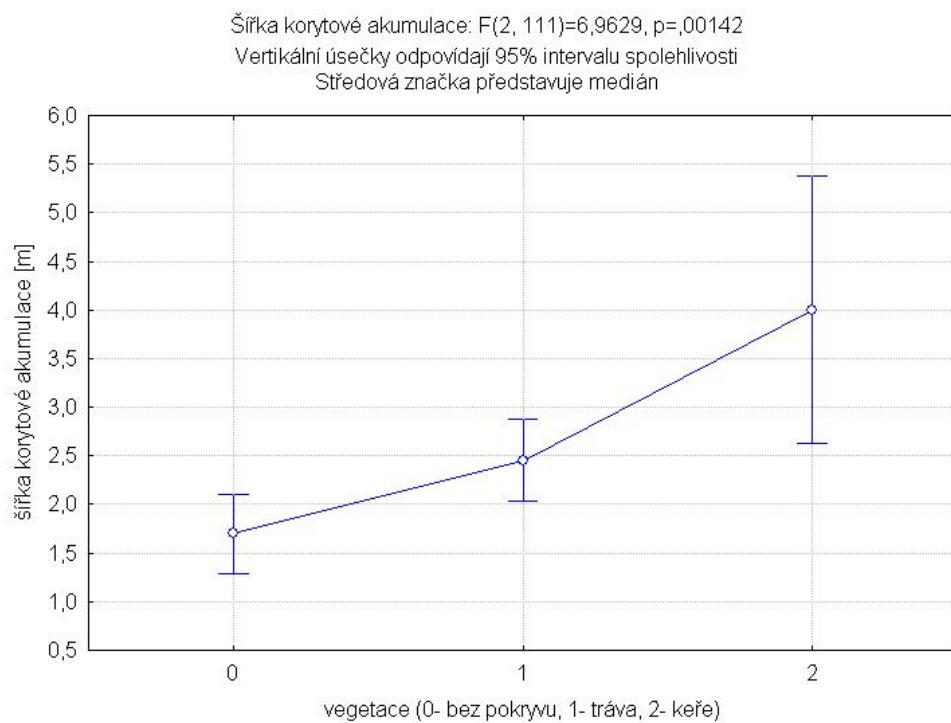
Ve vztahu materiálového složení korytových akumulací k šířce toku se podařilo prokázat pouze, že kamenné korytové akumulace se vyskytují v širších částech toku než kombinované. Ostatní vztahy nebyly prokazatelné (na hladině významnosti 0,05).



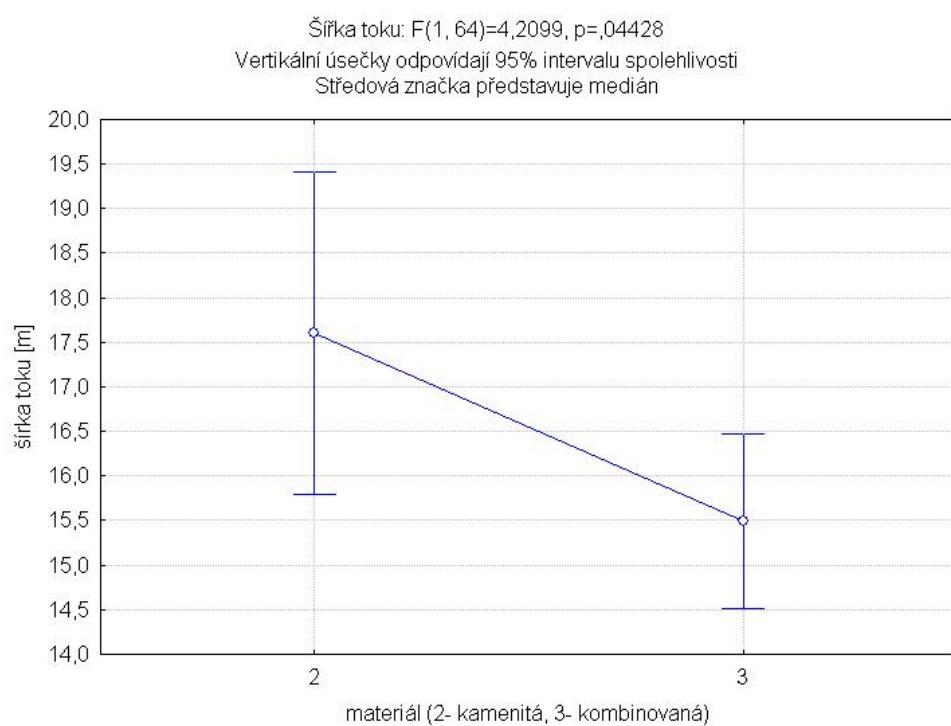
Obrázek 4.20: Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu vegetace na Čižině



Obrázek 4.21: Graf ANOVA - šířka korytové akumulace podle typu vegetace na Čižině



Obrázek 4.22: Graf ANOVA - šířka korytové akumulace podle typu vegetace na Čižině



Obrázek 4.23: Graf ANOVA - šířka toku ve vztahu k materiálovému složení korytových akumulací na Čižině nad nádrží Pocheň

Kapitola 5

Diskuse

Horní tok Opavy, Krasovka a Čižina v roce 2007 - srovnání různě velkých toků podle charakteristik korytových akumulací

Z výsledků mapování i statistického zpracování je patrný rozdíl mezi horním tokem Opavy a dvěma menšími toky (Krasovka a Čižina). Na Krasovce a Čižině se korytové akumulace vyskytovaly téměř výhradně na přírodních úsecích toku. Podíl přírodních úseků toku byl na Krasovce a Čižině větší než na horním toku Opavy a přesáhl 50 %. Na upravených a umělých úsecích toku Krasovky a Čižiny se korytové akumulace téměř nevyskytovaly (tab. 4.1), protože proudění toku má v těchto úsecích (převážně vybetonovaných, napřímených) velkou dynamiku. Velká dynamika toku je také hlavním důvodem velkého množství břehových nátrží na Čižině i Krasovce (tab. 4.3). Hustota korytových akumulací je u horního toku Opavy nenulová na vše než polovině toku. U menších toků je nenulová hustota korytových akumulací koncentrována do výrazně menší části toku. Velké množství korytových akumulací na krátkých úsecích toku lze vysvětlit tím, že se jedná o místa zákrutů, vyústění vedlejších toků nebo poklesu spádu toku, kde dochází ke zpomalení proudění (Křížek, 2007b).

Na menších tocích dochází častěji ke spojení korytových akumulací se břehem než u horního toku Opavy. To může být způsobeno šírkou koryta vodního toku a rychlostí proudění (v užší části koryta s většími rychlostmi proudění se korytová akumulace vytvoří jen v místech zpomalení proudění - u břehu). Zajímavá je pozitivní korelace mezi vodním tokem a pozicí korytové akumulace. Větší tok je spojen s tvorbou korytových akumulací blízko zákrutů a na jejich vnitřní straně. Vysvětlení bude opět v dynamice toku. Zákruty jsou nejdynamičtější části toku (Křížek, 2007b). Menší toky jsou dynamičtější, a proto umožní tvorbu korytových akumulací v místě zákrutu. Dynamika vodního toku a množství unášeného materiálu bude rozhodující také pro pozitivní korelací mezi vodním tokem a délkou korytových akumulací. Z toho plyne, že na horním toku Opavy, vlivem menší dynamiky toku, je umožněno vytváření delších korytových akumulací.

Na horním toku Opavy, Krasovce a Čižině byly nalezeny očekávané pozitivní korelační vztahy mezi délkou a šírkou korytových akumulací a mezi šírkou korytových akumulací a typem vegetace. Délka korytové akumulace pozitivně koreluje s šírkou, protože představují ukazatele stability akumulace v čase. Delší akumulace působí na dynamiku proudění v korytě, zpomaluje vodu proudící v blízkosti akumulace a způsobuje sedimentaci unášených částic. Tím dochází k rozširování delších korytových akumulací. Podobně pro pozitivní vztah mezi šírkou korytové akumulace a typem vegetace platí, že širší akumulace jsou prokazatelně stabilnější, protože travní, resp. keřový vegetační pokryv potřebuje delší dobu, aby se vyvinul. Podobně u Krasovky a Čižiny platí, že delší korytové akumulace jsou časově stabilnější, protože umožní vyvinutí travního nebo keřového porostu.

Pro jednotlivé toky byly zjištěny některé specifické vztahy. Například na horním toku Opavy pozitivně koreluje délka, resp. šířka korytových akumulací s šírkou koryta vodního toku. Podle výsledků analýzy rozptylu ANOVA (obr. 4.8 a 4.9) délka korytových akumulací na horním toku Opavy je prokazatelně

Tabulka 5.1: Parametry akumulací na přírodních úsecích horního toku Opavy v roce 2007

akumulace dle typu materiálu	podíl [%]	kumulovaná plocha [m ²]	podíl plochy [%]	počet spojení	kumulovaná vegetace	podíl vegetace [%]
hlinitá	15	199	13	6	9	35
kamenitá	27	464	30	7	6	23
mix	58	862	57	25	11	42

větší než u Krasovky a Čižiny. Pro rychlosť proudění platí, že v širokých úsecích toku je menší, což umožní tvorbu větších korytových akumulací.

Na Krasovce a Čižině byla potvrzena negativní korelace mezi šírkou vodního toku a materiálovým složením korytových akumulací. Vlivem zpomalení proudění (s rostoucí šírkou toku) dochází k sedimentaci menšího a lehčího materiálu, který vytváří hlinité akumulace.

Podle všech získaných korelací a výsledků analýzy rozptylu ANOVA se ukazuje, že horní tok Opavy se podobá Krasovce a Čižině jen v několika vztazích. Celkově výsledky ukazují na dvě množiny rozdílných dat, kterými jsou horní tok Opavy a Krasovka s Čižinou. Rozdíly mezi charakteristikami korytových akumulací na Krasovce a Čižině nejsou většinou prokazatelné. Naopak rozdíly mezi charakteristikami korytových akumulací na horním toku Opavy a Krasovce nebo Čižině jsou jednoznačně prokazatelné (délka korytových akumulací a další).

Horní tok Opavy v roce 2007 - srovnání různých typů koryta (dle metodiky v části 3) podle charakteristik korytových akumulací

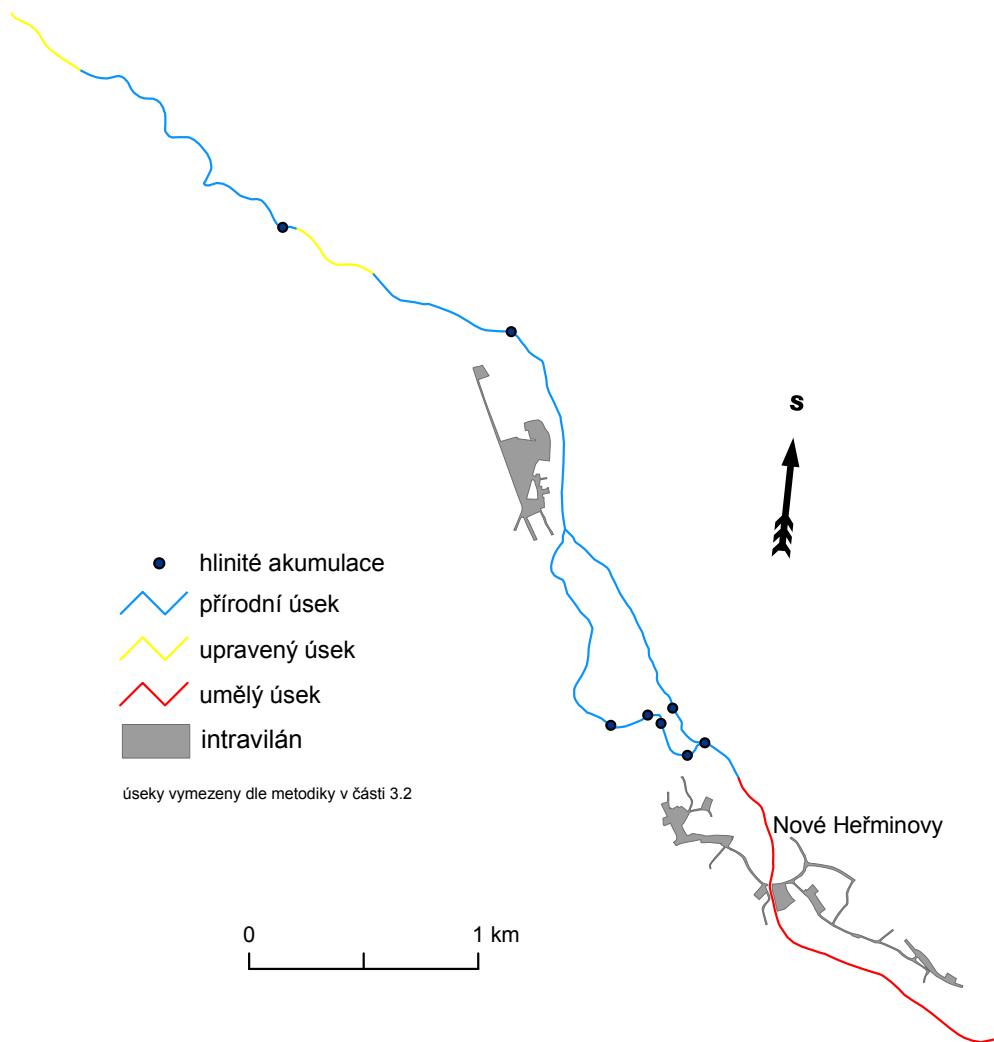
Vymezené úseky na horním toku Opavy se shodují v korelacích mezi šírkou a délkom korytových akumulací a mezi šírkou korytových akumulací a typem vegetace. Rozdíly mezi vymezenými úseky by mohly být dány chováním vodního toku v daném typu úseku. Pro přírodní úseky byla prokázána negativní korelace mezi typem materiálového složení korytových akumulací a typem vegetace na nich se vyskytujícím. Tedy travní, resp. keřový porost se vyskytuje na hlinitých korytových akumulacích. Jak již bylo uvedeno, hlinité akumulace se mohou vytvářet v mistech výrazného snížení unášecí schopnosti toku. Pokud měla vegetace dostatek času na to, aby se vyvinula (tab. 5.1), pak se jedná o stabilní akumulace, resp. úsek toku s výrazně menší dynamikou (obr. 5.1).

Na upravených úsecích horního toku Opavy se opět objevuje, již vysvětlená, negativní korelace mezi typem materiálového složení a šírkou vodního toku. Negativní korelace mezi délkou korytových akumulací a typem úseku ukazuje na menší dynamiku přírodních a upravených úseků toku než je tomu u umělých (obr. 4.12 a 4.13).

Vztahy mezi polohovými charakteristikami na přírodních úsecích toku se neprojevily v takové míře než je tomu u ostatních typů úseků. Otázkou zůstává, zda to není způsobeno velkou diferenciací přírodních úseků (slepá ramena, široká niva, strmé břehy). Rozlišit upravené úseky od umělých je obtížnější, výrazně se liší pouze ve vztahu šířky toku a materiálového složení, který u korytových akumulací na umělých úsecích toku je pozitivní a na upravených úsecích toku je negativní.

Horní tok Opavy - srovnání charakteristik stabilních korytových akumulací

Vzhledem k rozdílnosti vodních stavů při mapování na horním toku Opavy v roce 2007 a 2008 nebylo možné provést srovnání vlivu povodně mezi všemi zmapovanými korytovými akumulacemi. Proto byly vybrány pouze ty, které se zachovaly z roku 2007 do roku 2008 na stejném místě. Porovnáním jejich



Obrázek 5.1: Poloha hlinitých akumulací na přírodních úsecích horního toku Opavy v roce 2007

topografický podklad: ArcCR

charakteristik bylo zjištěno, že se zachovaly především korytové akumulace s vegetačním pokryvem a spíše v dolní části mapovaného úseku toku (obr. 4.6).

Mezi charakteristikami stabilních korytových akumulací před a po povodni nebyla nalezena žádná korelace. Zajímavé je, že sa zachovaly takové korytové akumulace, jejichž typ materiálového složení pozitivně koreluje s jejich délkou. Tedy zachovali se kratší hlinité, delší kombinované. Pravděpodobně to bude souviset s tím, že na hlinitých akumulacích byla ve větším množství případů vyvinuta travní nebo keřová vegetace, která způsobila zpomalení proudění i při povodni a sedimentaci dalšího materiálu. Pozitivní korelace mezi pozicí korytové akumulace a typem vegetačního pokryvu je dána dynamikou proudění, jak již bylo diskutováno. Zachovaly se korytové akumulace bez vegetačního pokryvu, pokud se nacházely přímo v zákrutu, na vnitřní straně, kde nedochází k výrazné erozní činnosti. Naopak na rovinatých úsecích se zachovaly korytové akumulace s vegetačním pokryvem, protože jinak by proud vody pravděpodobně způsobil jejich přemístění nebo zánik. Byl potvrzen vztah potvrzující časovou stabilitu širších korytových akumulací. Keřový vegetační pokryv je spojen s prokazatelně širšími korytovými akumulacemi než travní nebo žádný.

Důvod, proč se zachovaly takové korytové akumulace, které měly pozitivní korelací mezi pozicí vzhledem k zákrutu a gradací nebo negativní korelací mezi spojením se břehem a vzdáleností za zákrutem, není zřejmý.

Podle získaných vztahů mezi charakteristikami stabilních korytových akumulací nebude možné jednoznačně určit, které korytové akumulace jsou stabilnější. Relativně dobře platí pozitivní vztah mezi typem vegetačního pokryvu na korytových akumulacích se vyskytujícího a stabilitou korytové akumulace.

Čížina - vliv vodní nádrže Pocheň na charakteristiky korytových akumulací

Kromě očekávaných pozitivních vztahů mezi šírkou a délkou korytových akumulací a mezi typem vegetace a šírkou, resp. délkou korytových akumulací, bylo zjištěno, že vyvinutá gradace se vyskytuje pouze u korytových akumulací na toku pod nádrží Pocheň. S typem vegetace velmi dobře koreluje délka korytových akumulací. Travnímu typu pokryvu odpovídá delší korytová akumulace než akumulacím bez pokryvu a keřovému pokryvu odpovídá delší korytová akumulace než u travního pokryvu.

U šířky korytových akumulací byla potvrzena pozitivní korelace s typem vegetace, ale význačný rozdíl je jen mezi korytovými akumulacemi bez pokryvu a s travním, resp. keřovým porostem. Mezi trávou a keři pokrytými korytovými akumulacemi není vzhledem k jejich šířce signifikantní rozdíl. Na úseku nad vodní nádrží Pocheň byla potvrzena negativní korelace mezi typem materiálového složení a šírkou toku. Tato korelace nebyla potvrzena na úseku toku pod nádrží Pocheň. Možným řešením je vliv vodní nádrže, která může zadržením vodním tokem přinášeného materiálu a udržováním stabilního odtoku omezit vyvinutí gradace u korytových akumulací na úseku pod nádrží.

Důvod pozitivní korelace mezi polohou a délkou korytové akumulace na úseku pod nádrží Pocheň není zřejmý. Vliv vodní nádrže není ze získaných vztahů jasně prokazatelný.

Dostupná literatura

Dostupná literatura se exaktně tématem polohových charakteristik korytových akumulací nezabývá. Většina článků fluviaální geomorfologie se tématu dotýká pouze okrajově nebo se věnuje spíše predikci, případně modelování extrémních situací jako například povodní a jejich vlivu na množství přenášeného (uloženého) materiálu (Singer, 2009), případně vlivu dynamiky proudění v korytě (Ashworth, 1995).

K dispozici jsou také články zabývající se korytovými akumulacemi, ale pouze z hlediska modelového pojetí na malém, velmi homogenním, území. Bylo by možné posuzovat možnost tvorby akumulací díky pracem zabývajícími se rychlostí, typy proudění a dalšími hydraulickými faktory, ale stále nebyla určena

univerzální transportní rovnice pro korytové akumulace. Především neznalost všech faktorů a parametrů způsobuje velké nejistoty (Dollar, 2002).

Částečně se tématu dotýká také práce z oblasti jižního Polska na dvou horských přítocích Visly, kde byl řešen také vliv povodní na zrnitost a petrografické charakteristiky aluviálních akumulací (Malarz, 2005). Dalšími tématem, které bylo zpracováno je spojení původních akumulací s nově vytvářenými, kde byla zpracována studie zabývající se faktory ovlivňujícími vznik, přesun korytových akumulací a jejich vzájemnou spojitost (Hooke, 2003). Zachycení vývoje ostrovů ve vodních tocích a koryta toku byla provedena v dlouhodobé studii na dolním toku řeky Platte ve východní Nebrasce (Joeckel, 2008), opět se ale nediskutují korytové akumulace a současný vliv dalších možných faktorů nebo částí toku. Podobná studie, zaměřující se však detailní analýzu jednoho ostrova na řece Tummel ve Skotsku byla provedena na prozkoumání dynamiky koryta a geomorfologické variability podle vegetačního pokryvu (Gilvear, 2006). Proběhly také práce zabývající se měřením vlivu fosilního periglaciálního svahového sedimentu na tvorbu akumulací v korytě na výzkumném místě v Kunově, na horním toku Opavy (Owczarek, 2008).

Z dalších prací se nabízí srovnání výsledků z mapování Sázavy po povodni v roce 2006 (Křížek, 2007a). V této práci byla zjištěna silně pozitivní korelace mezi gradací a délkou korytových akumulací, která na žádném mapovaném toku bakalářské práce nebyla zjištěna. Podařilo se však potvrdit jiné korelace, ať už se jedná o pozitivní korelace mezi délkou a šířkou korytových akumulací nebo vegetací a délkou, resp. šířkou korytových akumulací. Podobná práce na Střední Opavě (Křížek, 2007b) opět prokázala vztah v délkových charakteristikách korytových akumulací a také vegetačního pokryvu.

Kapitola 6

Závěr

V rámci práce se na základě vlastního mapování na horním toku Opavy, Krasovce a Čižině, v případě horního toku Opavy také druhého mapování po povodni, podařilo statisticky zhodnotit charakteristiky korytových akumulací. K tomu byla využita korelační matice, analýza rozptylu jednocestná ANOVA a nástrojů geoinformačního programu ArcGIS 9.2 (hustota, sklonitost, expozice). Tímto způsobem bylo možné určit možné vztahy mezi mapovanými morfologickými charakteristikami koryta toku, korytových akumulací, údolní nivy a dalšími. Kromě rozdelení koryta toku na úseky podle charakteru a rozsáhlosti antropogenních vlivů byla také zpracována možná souvislost mezi vlivem jezů a stupňů v korytě na některé charakteristiky korytových akumulací.

Hlavní zjištěné výsledky:

- potvrzení pozitivní korelace mezi šírkou korytových akumulací a typem vegetace, vyjadřující stabilitu akumulace v čase pro horní tok Opavy, Krasovku, Čižinu a také pro přírodní, upravené a umělé úseky horního toku Opavy (Křížek, 2007a)
- potvrzena pozitivní korelace mezi délkou a šírkou korytových akumulací pro horní tok Opavy, Krasovku, Čižinu a také pro přírodní, upravené a umělé úseky horního toku Opavy
- horní tok Opavy má menší dynamiku toku než Krasovka a Čižina (rovnoměrnější rozmístění korytových akumulací, menší počet břehových nátrží, menší podíl korytových akumulací spojených se břehem, více korytových akumulací umístěných přímo v zákrutu)(Křížek, 2007a)
- nebyla potvrzena pozitivní korelace mezi gradací a délkou korytové akumulace (Křížek, 2007a)
- Krasovku a Čižinu nelze podle charakteristik korytových akumulací rozlišit
- podle charakteristik korytových akumulací nebylo možné přírodní úseky na horním toku Opavy jednoznačně odlišit od úseků upravených a umělých
- porovnáním poohových charakteristik stabilních akumulací se prokázalo, že se zachovaly především korytové akumulace s vegetačním pokryvem
- mezi charakteristikami korytových akumulací před a po povodni nebyla nalezena žádná korelace
- na Čižině, nad i pod vodní nádrží Pocheň, byla potvrzena pozitivní korelace mezi délkou korytových akumulací a typem vegetace (delší jsou pokryty travním, resp. keřovým pokryvem a jsou tedy stabilnější)(Křížek, 2007b)
- vliv vodní nádrže Pocheň na korytové charakteristiky korytových akumulací není prokazatelný

Většinu nalezených vazeb bylo možné zdůvodnit na základě informací, které byly získány při mapování. Přesto zůstaly některé vazby nezdůvodněné. Způsob, jakým jsou některé vazby podmíněny, může být

velmi komplexním mechanismem více vlivů, které nebyly mapovány, resp. nebyly zahrnuty do statistického zpracování (vliv půdního složení, biota, náhodné antropogenní vlivy).

Není možné předpokládat, že byly nalezeny všechny závislosti. Síla korelace také ukazuje na existenci dalších vazeb, které nebyly při mapování a statistickém zpracování potvrzeny nebo použity. Dá se předpokládat, že na charakteristiky korytových akumulací budou mít výrazný vliv přítoky a jejich charakteristiky, vliv půdního podloží v nivě a člověk. Podle všech výsledků je zřejmé, že vztahy mezi charakteristikami korytových akumulací jsou spojeny více faktory a vazbami o různých intenzitách, bylo by tedy vhodné použít více-rozměrné analýzy a celkově zvolit komplexnější přístup.

Při samotném zpracování se objevilo několik zajímavých výsledků, které by bylo možno použít k charakterizaci vodních toků na základě charakteristik korytových akumulací (unášecí schopnost, rychlosť sedimentace), které lze použít pro vyjádření možných rizik spojených s životem kolem vodních toků.

Literatura

- [1] **BALATKA, B., SLÁDEK, J.** (1962): *Říční terasy v českých zemích*. ČSAV, Praha, 578 s.
- [2] **BROSCH, O.** (2005): *Povodí Odry*. Anagram, Ostrava, 323 s.
- [3] **DEMEK, J.** (1987): *Hory a nížiny*. Academia, Praha, 584 s.
- [4] **KŘÍŽEK, M.** (2007a): *Změna korytových akumulací po povodni v září 2007 na Střední Opavě*. Přf UK v Praze, Praha, s. 11.
- [5] **KŘÍŽEK, M.** (2007b): Prostorové uspořádání popovodňových korytových akumulací Sázavy. In *Změny v krajině a povodňové riziko*. Langhammer, J. /editor/, Přf UK, Ministerstvo Životního prostředí, 1.vydání, Praha: Přf UK, s. 153–161.
- [6] **MZe CR** (2001): *Možnosti retenčních úprav v povodí řeky Opavy*. MZe, Praha, 11 s.
- [7] **Povodí Odry** (1998a): *Povodeň 1997*. Povodí Odry, Ostrava, 32 s.
- [8] **Povodí Odry** (1998b): *Povodňová ochrana na řece Opavě - nádrž Nové Heřminovy*. Povodí Odry, Opava, 8 s.
- [9] **QUITT, E.** (1971): *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 88 s. Studia Geographica; 16.
- [10] **TOMÁŠEK, M.** (1995): *Atlas půd České republiky*. Český geologický ústav, Praha, 36 s.
- [11] **VOŽENÍLEK, V., MÍKOVÁ, T., VALERIÁNOVÁ, A. a kol.** (2007): *Atlas Podnebí Česka*. ČHMÚ a UP v Olomouci, 255 s.
- [12] **WEISSMANNOVÁ, H. a kol.** (2004): *Ostravsko*. In *Chráněná území ČR, svazek X*. MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M. /editoři/, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a Ekocentrum Brno, Praha, 456 s.

Internetové zdroje

- [13] **ASHWORTH, P.J.** (1996): *Mid-channel bar growth and its relationship to local flow strength and direction*. Earth surfaces and landforms [online], vol. 21, s. 103–123.
Dostupné z: <www.interscience.wiley.com>
- [14] **Český hydrometeorologický ústav** (2008): [online]. [cit. 2.6.2008].
Dostupné z: <<http://www.chmi.cz>>.
- [15] **DOLLAR, S.J.E.** (2002): *Fluvial Geomorphology*. Progress in Physical Geography [online], vol. 26, s. 123–143.
Dostupné z: <<http://ppg.sagepub.com>>

- [16] **GILVEAR, D., WILLBY, N.** (2006): *Channel dynamics and geomorphic variability as controls on gravel bar vegetation; River Tummel, Scotland*. River Research and Applications [online], vol. 22, s. 457–474.
Dostupné z: <www.interscience.wiley.com>
- [17] **HOOKE, J.** (2003): *Coarse sediment connectivity in river channel systems: a conceptual framework and methodology*. Geomorphology [online], vol. 56, s. 79–94.
Dostupné z: <www.sciencedirect.com>
- [18] **JOECKEL, R.M., HENEBRY, G.M.** (2008): *Channel and island change in the lower Platte River, Eastern Nebraska, USA: 1855–2005* Geomorphology [online], vol. 102, s. 407–418.
Dostupné z: <www.sciencedirect.com>
- [19] **MALARZ, R.** (2005): *Effects of flood abrasion of the Carpathian alluvial gravels*. Catena [online], vol. 64, s. 1–26.
Dostupné z: <www.sciencedirect.com>
- [20] **OWZCAREK P.** (2008): *Hillslope deposits in gravel-bed rivers and their effects on the evolution of alluvial channel forms: A case study from the Sudetes and Carpathian Mountains*. Geomorphology [online], vol. 98, s. 111–125.
Dostupné z: <www.sciencedirect.com>
- [21] **Povodí Odry, státní podnik** (2009): [online]. [cit. 14.5.2009].
Dostupné z: <<http://www.pmo.cz>>.

- [22] **SINGER, B.M., AALTO, R.** (2009): *Floodplain development in an engineered setting*. Earth surface processes and landforms [online], vol. 34, s. 291–304.
Dostupné z: <www.interscience.wiley.com>

Mapové podklady

- [23] CENIA. Mapové služby Portálu veřejné správy České republiky [online]. c2005-2009 [cit. 2009-04-19].
Dostupné z: <<http://geoportal.cenia.cz>>.
- [24] ČHMÚ. Český hydrometeorologický ústav [online]. c2009 [cit. 2009-02-12].
Dostupné z: <www.chmi.cz>.
- [25] Základní mapa ČR 1:10 000. ČÚZK.
- [26] ZABAGED

Seznam obrázků

1	Dominanta města Krnova, výchozího místa terénního průzkumu	3
2.1	Vymezení území	9
2.2	Hydrografická síť povodí horního toku řeky Opavy (po soutok s Opavicí)	10
2.3	Vybraný příklad hodnot průtoku na profilu Karlovice - horní tok Opavy	11
2.4	Vybraný příklad hodnot průtoku na profilu Krnov - horní tok Opavy	12
2.5	Hydrografická síť povodí řeky Čižiny	13
2.6	Zjednodušená geologická mapa zájmového území	14
2.7	Geomorfologické celky a podcelky v mapované oblasti	15
2.8	Sklonitost svahů v povodí horního toku Opavy	17
2.9	Orientace svahů vzhledem ke světovým stranám v povodí horního toku Opavy	18
2.10	Sklonitost svahů v povodí Čižiny	19
2.11	Orientace svahů vzhledem ke světovým stranám v povodí Čižiny	20
2.12	Klimatická charakteristika mapované oblasti podle Quittovy klasifikace: CH – chladná, MT – mírně teplá	22
3.1	Poloha korytové akumulace v toku vzhledem k břehům	25
3.2	Rozdělení mapovaných úseků Opavy a Krasovky dle metodiky v části 3.2	27
3.3	Rozdělení mapovaných úseků Čižiny dle metodiky v části 3.2	28
4.1	Graf - rozmístění korytových akumulací vzhledem ke vzdálenosti od jezu nebo stupně v korytě a materiálovému složení na horním toku Opavy v roce 2007	33
4.2	Hustota korytových akumulací na horním toku Opavy v roce 2007	34
4.3	Hustota korytových akumulací na Krasovce	35
4.4	Hustota korytových akumulací na Čižině	36
4.5	Graf - rozmístění korytových akumulací vzhledem ke vzdálenosti od jezu nebo stupně v korytě a typu úseku na horním toku Opavy v roce 2007	36
4.6	Stabilní korytové akumulace na horním toku Opavy podle typu vegetačního pokryvu	37
4.7	Korytové akumulace na Čižině podle typu vegetačního pokryvu	39
4.8	Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle vodního toku	44
4.9	Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle vodního toku	44
4.10	Graf ANOVA - šířka korytové akumulace podle typu vegetace	45
4.11	Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu vegetace pro Krasovku a Čižinu	46

4.12 Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu úseku horního toku Opavy	46
4.13 Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu úseku horního toku Opavy	47
4.14 Graf ANOVA - šířka toku a typ materiálového složení (1, 2) pro upravené a umělé úseky na horním toku Opavy	47
4.15 Graf ANOVA - šířka toku a typ materiálového složení (1, 3) pro upravené a umělé úseky na horním toku Opavy	48
4.16 Graf ANOVA - délka stabilních korytových akumulací podle typu materiálového složení před povodní na horním toku Opavy	48
4.17 Graf ANOVA - šířka stabilních korytových akumulací podle typu vegetačního pokryvu před povodní na horním toku Opavy	49
4.18 Graf ANOVA - spojení stabilních korytových akumulací s břehem podle vzdálenosti za zákrutem před povodní na horním toku Opavy	49
4.19 Graf ANOVA - šířka toku podle materiálového složení stabilních korytových akumulací po povodni na horním toku Opavy	50
4.20 Graf ANOVA - délka korytové akumulace podle typu vegetace na Čižině	51
4.21 Graf ANOVA - šířka korytové akumulace podle typu vegetace na Čižině	51
4.22 Graf ANOVA - šířka korytové akumulace podle typu vegetace na Čižině	52
4.23 Graf ANOVA - šířka toku ve vztahu k materiálovému složení korytových akumulací na Čižině nad nádrží Pocheň	52
5.1 Poloha hlinitých akumulací na přírodních úsecích horního toku Opavy v roce 2007 . . .	55

Seznam tabulek

2.1	Geomorfologické regiony	16
2.2	Klimatické oblasti podle Quitta na mapovaném území	21
2.3	Charakteristické údaje povodí horního toku Opavy (včetně zdrojnic) za období 1931 – 1980	22
2.4	Vybrané podrobnosti o mapovaných vodních tocích	23
3.1	Povodňové průtoky na horním toku Opavy 6. 9. 2007	24
3.2	Metodika – geomorfologické ukazatele	25
3.3	Metodika – charakteristiky korytových akumulací	25
3.4	Podíl délky vymezených typů úseků na délce daného vodního toku v procentech	29
3.5	Metodika – vytvořené skupiny korytových akumulací dle typu úseku a vodního toku	29
3.6	Metodika – další vytvořené skupiny korytových akumulací	29
4.1	Počet korytových akumulací na jednotlivých typech úseků vodních toků	32
4.2	Průměrný počet korytových akumulací na jednotlivých typech úseků vodních toků	32
4.3	Počet břehových nátrží na jednotlivých typech úseků vodních toků	32
4.4	Počet ostatních mapovaných prvků na jednotlivých typech úseků vodních toků: jezů /stupňů	32
4.5	Stabilní korytové akumulace na horním toku Opavy podle typu úseku	38
4.6	Korelace mezi jednotlivými charakteristikami korytových akumulací pro horní tok Opavy, Krasovku a Čižinu v roce 2007	40
4.7	Korelace mezi jednotlivými charakteristikami korytových akumulací pro horní tok Opavy v roce 2007	41
5.1	Parametry akumulací na přírodních úsecích horního toku Opavy v roce 2007	54

Přílohy