

UNIVERZITA KARLOVA

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA FYZICKÉ GEOGRAFIE A GEOEKOLOGIE



HYDROMORFOLOGICKÝ MONITORING VYBRANÝCH TOKŮ V POVODÍ KŘEMELNÉ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

TOMÁŠ MAREK

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: RNDR. MILADA MATOUŠKOVÁ, PH.D.

PRAHA, SRPEN 2007

Na tomto místě bych rád poděkoval několika lidem, kteří se podíleli na vzniku této práce. V první řadě především děkuji své vedoucí práce RNDr. Miladě Matouškové, Ph.D. za odborné vedení, cenné podněty a důležité připomínky. Doc. RNDr. Bohumíru Janskému, CSc. a Mgr. Janu Kocumovi nejen za cenné rady k práci samotné, ale i za možnost získání povolení do pro výzkum v Národním parku Šumava. Za další cenné rady a podněty také Mgr. Juliusu Česákovi a Mgr. Miroslavu Šobrovi. Dále bych rád poděkoval celému týmu, který se podílel na terénním výzkumu (hlavně z řad studentů) – měření průtoků a vodních stavů. Speciálně pak Josefu Radovi, strážci NP Šumava za každodenní odečítání vodních stavů. V neposlední řadě bych rád poděkoval mým rodičům a také Janě Aschenbrennerové za všestrannou podporu během zpracování této práce.

Tímto prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval zcela samostatně na základě terénního průzkumu a literatury a zdrojů uvedených v seznamu.

V Sušici, dne 29.8.2007

.....

Tomáš Marek

OBSAH:

| | |
|---|-----------|
| ABSTRAKT | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| 1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE | 7 |
| 2. METODY HYDROMORFOLOGICKÉHO MONITORINGU | 9 |
| 2.1 Metoda Channel Assessment Procedure (CAP) | 18 |
| 2.1.1 Terénní indikátory..... | 22 |
| 2.1.2 Terénní průzkum v povodí Křemelné..... | 24 |
| 2.1.3 Klasifikace..... | 24 |
| 2.2 Metoda Rapid Bioassessment Protocols (RBP) | 25 |
| 3. ZDROJE DAT | 30 |
| 4. FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ | 31 |
| 4.1 Vymezení a stručná charakteristika povodí | 31 |
| 4.2 Přírodní podmínky | 33 |
| 4.3 Hydrografické a hydrologické poměry | 45 |
| 4.3.1 Hydrografie..... | 45 |
| 4.3.2 Hydrologické poměry..... | 48 |
| 4.3.2.1 Hodnocení odtokového režimu na základě denních průtoků..... | 48 |
| 4.3.2.1.1 Denní průtoky na základě terénního průzkumu..... | 52 |
| 4.3.2.1.2 Povodňové průtoky..... | 56 |
| 4.3.2.2 Hodnocení odtokového režimu na základě měsíčních průtoků..... | 58 |
| 4.3.2.3 Hodnocení odtokového režimu na základě ročních průtoků..... | 59 |
| 4.3.2.4 Odtokové charakteristiky..... | 60 |
| 5. HYDROMORFOLOGICKÉ MAPOVÁNÍ POMOCÍ METODY CHANNEL ASSESSMENT PROCEDURE (CAP) | 63 |
| 5.1 Popis a rozvržení mapovaných úseků hlavního toku a jednotlivých přítoků | 63 |
| 5.2 Morfologické typy hodnocených úseků | 63 |
| 5.3 Klasifikace | 65 |
| 5.3.1 Křemelná..... | 67 |
| 5.3.2 Slatinný potok..... | 69 |

| | |
|--|-----------|
| 5.3.3 Prášilský potok..... | 70 |
| 5.4 Shrnutí výsledků..... | 71 |
| 6. HYDROMORFOLOGICKÉ MAPOVÁNÍ POMOCÍ METODY | |
| RAPID BIOASSESSMENT PROTOCOLS (RBP)..... | 74 |
| 6.1 Popis a rozvržení mapovaných úseků hlavního toku a jednotlivých | |
| přítoků..... | 74 |
| 6.2 Klasifikace..... | 74 |
| 6.2.1 Křemelná..... | 76 |
| 6.2.2 Slatinný potok..... | 80 |
| 6.2.3 Prášilský potok..... | 81 |
| 6.3 Shrnutí výsledků..... | 84 |
| 7. SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ Z TERÉNNÍHO MAPOVÁNÍ | |
| HYDROMORFOLOGICKÝCH CHARAKTERISTIK..... | 86 |
| 8. ZÁVĚR..... | 91 |
| 9. POUŽITÁ LITERATURA..... | 93 |
| 10. PŘÍLOHY..... | 96 |
| 10.1 Mapovací formuláře..... | 96 |
| 10.2 Seznam map, tabulek, grafů, obrázků a foto..... | 100 |

Abstrakt

Hydromorfologie vodních toků je velmi důležitou součástí hodnocení jakosti povrchových vod a současně je velmi těsně vázána na biotickou složku ekosystémů tekoucích vod. Tato diplomová práce se týká hodnocení koryt vodních toků v horském typu povodí Křemelné z hlediska korytotvorných procesů na základě jejich parametrů ve vybraných metodách, které jsou měřeny přímo v terénu. Z tohoto důvodu je terénní průzkum v povodí nezbytnou součástí charakteristiky hydromorfologických procesů. Takto získaná data jsou použita k vyhodnocení stavu vybraných vodních toků pomocí představených metod Channel Assessment Procedure (CAP) a Rapid Bioassessment Protocols (RBP). Kanadská metoda CAP používá parametry k vyhodnocení morfologického typu lotických vod a klasifikuje toky na základě sklonových poměrů a dnových a břehových sedimentů. Naproti tomu se americká metoda RBP zabývá kvalitou habitatu toků na základě korytotvorných procesů. Z těchto důvodů jsou brány obě metody jako komplex a nikoli jako jednotlivé srovnávací systémy hodnocení. Syntéza výsledků obou metod poskytuje celkový hydromorfologický obraz vybraných vodních toků v zájmovém povodí. Důležitou složkou k určení tohoto celkového pohledu jsou samozřejmě přírodní poměry celé oblasti a také hodnocení odtokového režimu vybraných toků v povodí Křemelné na základě dat z kontinuálního měření.

Abstract

Hydromorphology processes in streams are very important components of assessment of ground waters quality grade and are so closed to biotic elements of ecosystems of lotic waters. This document is referred to channel assessment of mountain rivers in Křemelná river basin. Instream channel processes are based on their parameters in predetermine methods which are measured directly in field. Therefore, field survey in catchment is necessary to be a part of characterization of hydromorphological processes. Data from this survey are used to evaluation of stream conditions with the assistance of Channel Assessment Procedure method (CAP) and Rapid Bioassessment Protocols method (RBP). The Canadian method CAP deals with morphological types of lotic freshwaters and classifies parts of rivers on the ground of stream gradient, bed sediments and bank material. On the contrary, the American method RBP is based on stream channel processes and assesses complete quality of river habitat. Both methods (CAP and RBP) are taken for complex stream assessment. Therefore, the comparison of these methods is not possible. The synthesis of evaluated results offers a complete hydromorphological view of selected. Other important parts of determination this view, are natural conditions and runoff assessment of river basin based on continual flow measurements in selected rivers of Křemelná river basin.

1. Úvod a cíle práce

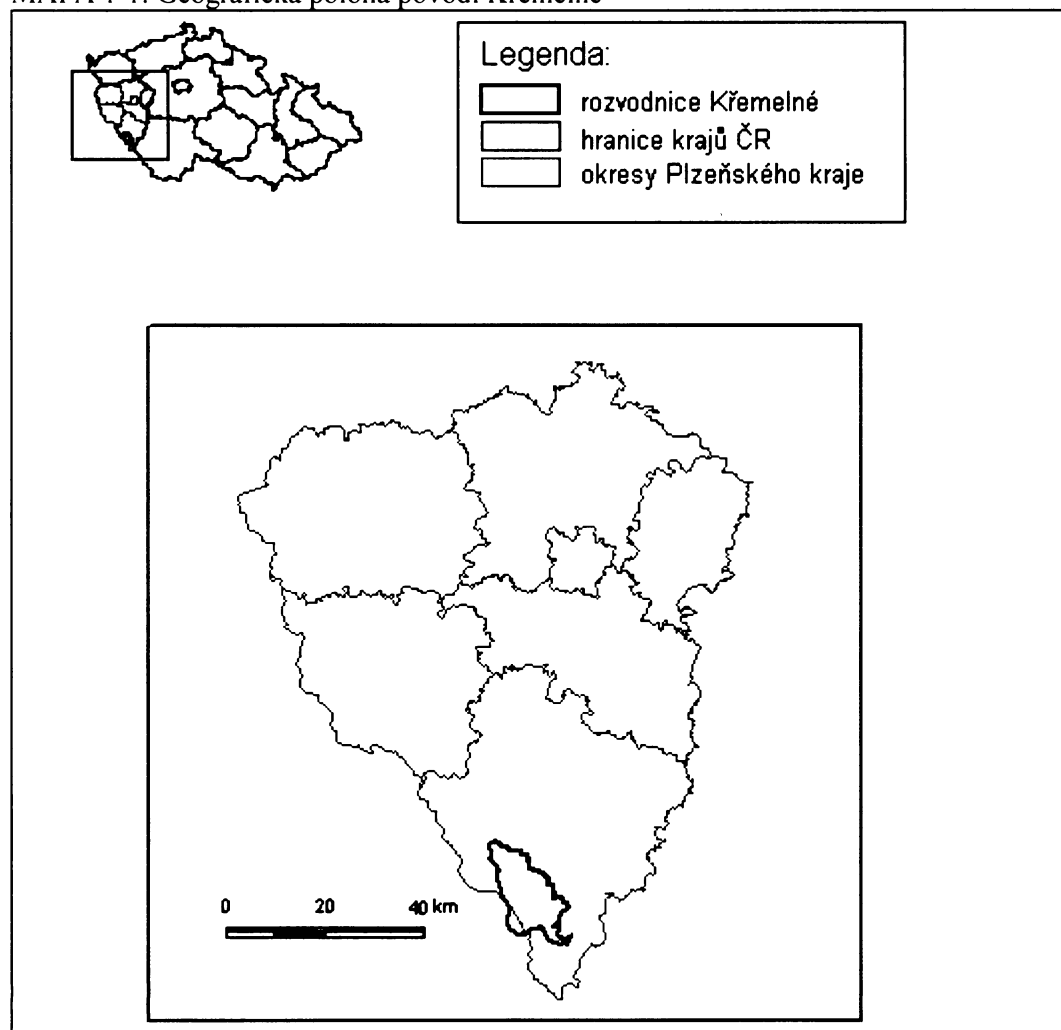
Předložená diplomová práce se týká hydromorfologického monitoringu v povodí Křemelné a volně navazuje na ročníkovou práci (Marek, 2005) s názvem „Hydrologický a fluviálně morfologický průzkum vodních toků a jeho aplikace v povodí Křemelné“. Ta se věnovala obecné fyzickogeografické charakteristice zájmového území povodí Křemelné a dále byly rešeršní formou shrnuty základní poznatky z fluviální morfologie a ekohydrologie. K výběru tématu zabývajících se hydromorfologickým mapováním a kvalitou habitatu koryt toků v povodí Křemelné mě vedla nejen již zmíněná předcházející ročníková práce, na kterou bych chtěl navázat touto prací, ale také blízkost mého bydliště a také osobní vztah ke sledované oblasti. Povodí Křemelné bylo vybráno jako jedno z modelových povodí projektu GAČR 205/05/P102 „Hodnocení ekohydrologického stavu vodních toků v kontextu Rámcové směrnice ochrany vod EU“ především z důvodu existence přirozených habitatů vodních toků. Toto povodí může sloužit jako referenční povodí pro definice habitatu drobných toků v horských oblastech. Tato diplomová práce vznikla také díky finanční podpoře projektu VaV SM/2/57/05 „Dlouhodobé změny poříčních ekosystémů v nivách toků postižených extrémními záplavami“ uděleného MŽP ČR a v neposlední řadě díky výzkumnému záměru Geografické sekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze MŠM 0021620831 „Geografické systémy a rizikové procesy v kontextu globálních změn a evropské integrace“.

Hydromorfologický monitoring vodních toků je významnou součástí hodnocení jakosti povrchových vod jako celku. Provázání jednotlivých složek tohoto komplexu je zřejmé a zásadní. Antropogenní faktor, který převážně ovlivňuje biotickou složku prostředí, v tomto případě speciálně vodní biocenózu, nemusí být vzhledem k poloze zájmového povodí rozhodující. Biologická složka je také ovlivněna přírodními hydromorfologickými faktory a procesy, které utváří charakterický ráz toku. Tok Křemelné je i se svými přítoky charakteristickým horským tokem oblasti šumavských plání.

Cílem této diplomové práce je právě zjištění morfologických typů vybraných toků v povodí Křemelné. Druhým významným cílem je určení kvality habitatu stejných koryt toků jako u morfologických typů, jejichž výsledné hodnocení má nemalý vliv jak na kvalitu, tak i na kvantitu biologické složky vodních toků a následně definovat referenční stav pro drobné až středně velké vodní toky v horských oblastech. Podružným cílem je také detailně zhodnotit odtokové poměry ve sledovaném povodí jak na základě nových datových řad hydrologického charakteru, tak také na základě specifických přírodních poměrů celého povodí.

Tato diplomová práce je složena ze tří základních částí. První z nich se rešeršním způsobem zabývá zpracováním metod hydromorfologického monitoringu a s tím spojeným určováním morfologických typů koryt s důrazem na stručnou charakteristiku vybraných použitých metod mapování. Druhá část je věnována stručné fyzickogeografické charakteristice povodí Křemelné. Detailnější popis je uveden v ročníkové práci (Marek, 2005). Třetí část se týká aplikací hydromorfologického mapování a hodnocení kvality habitatu koryt toků v povodí Křemelné podle vybraných metod. K tomuto účelu byl provedený rozsáhlý terénní průzkum, týkající se třech největších toků v povodí Křemelné – Křemelná, Slatinný potok a Prášilský potok. Povodí Křemelné bylo k tomuto hodnocení vybráno z důvodu předpokládaného nízkého stupně antropogenního ovlivnění. Na MAPĚ 1-1 je zobrazena geografická poloha zájmového povodí v rámci ČR a Plzeňského kraje.

MAPA 1-1: Geografická poloha povodí Křemelné



Zdroj: data ArcCR a DIBAVOD 1:10 000

2. Metody hydromorfologického monitoringu

Tato kapitola se týká metod hydromorfologického hodnocení toků. Studium hydromorfologie vodních toků jako faktoru významně ovlivňujícího biodiverzitu těchto ekosystémů, je zásadní, což potvrzují také četné metody monitoringu biologických podmínek v toku, ve kterých je (díky provázanosti těchto složek) věnována značná pozornost právě abiotickým podmínkám.

Podle Lehotského a Greškové (2003) je povrchový tok definovaný geomorfologickými charakteristikami, a to vlastnostmi koryta, břehu a nivy. Ovšem současně je také prostředím, které obývají živé organismy a projevuje se jako geomorfologická a habitatová struktura. Proto je v současné době celosvětovým trendem hodnocení jeho kvality za účelem zvyšování biodiverzity, zachování v „trvale udržitelném stavu“ resp. jeho řízení a rehabilitace. Vzrůstají tendence po vytvoření komplexních metod hodnocení, které by odrážely celkový ekohydrologický stav vodních toků je již od konce 90. let 20. stol. Hydrochemické a hydrobiologické ukazatele jakosti vody souvisí s morfometrickými charakteristikami koryt a proto se také začínají používat nové principy hodnocení, které neopomíjí hydromorfometrické charakteristiky koryt, odtokový režim a biologické poměry v toku i v příbřežní zóně (Matoušková, 2003).

Komplex aktivit EU, které jsou zaměřené na výše zmíněné hodnocení, se soustřeďuje do WFD 2000/60/EU (Water Framework Directive – Rámcová směrnice o vodách). Cílem této směrnice je dosažení „dobrého ekologického stavu vod“ z hlediska biologických, fyzikálně-chemických a hydromorfologických aspektů (Lehotský, Grešková, 2003). Z toho vyplývá potřeba definování hydromorfologických parametrů pro mapování a hodnocení stavu habitatu. Základními formami reliéfu tohoto systému (Lehotský, 2002 in Lehotský, Grešková, 2003) jsou niva (deprese, elevace, plochý nivní reliéf), koryto toku (zakřivení, zaškrčení, větvení, eroze), břeh (meandrujícího, zákrutového a přímého toku) a dno (akumulační, erozní formy a formy dna). Přirozené funkce vodních toků jsou ovlivněny korytotvornými procesy, jejichž druh a charakter je určen geomorfologií v určitém regionu. Geomorfologické typy vodních toků (Vlček, Šindlar, 2002) jsou dány řadou podmiňujících faktorů, které je možné rozdělit do tří základních skupin – **dynamika proudění vody** (sklon údolí a koryta, vodnost toku atd.), **dynamika pohybu splavenin** (množství a četnost výskytu) a **vliv údolní nivy na korytotvorné procesy** (geologické podm. ve dně koryta a na březích, charakter vegetace atd.). Základními korytotvornými procesy, které je utvářejí jsou hloubková

eroze přímého nebo zakřiveného koryta, meandrování koryta a větvení koryta do ramen. Na základě těchto procesů bylo určeno dalších devět podskupin podle jejich převládajícího charakteru (Vlček, Šindlar, 2002). Takto zpracovaná kategorizace koryt vodních toků koreluje s kategorizací Rosgena (1999), která se používá v USA.

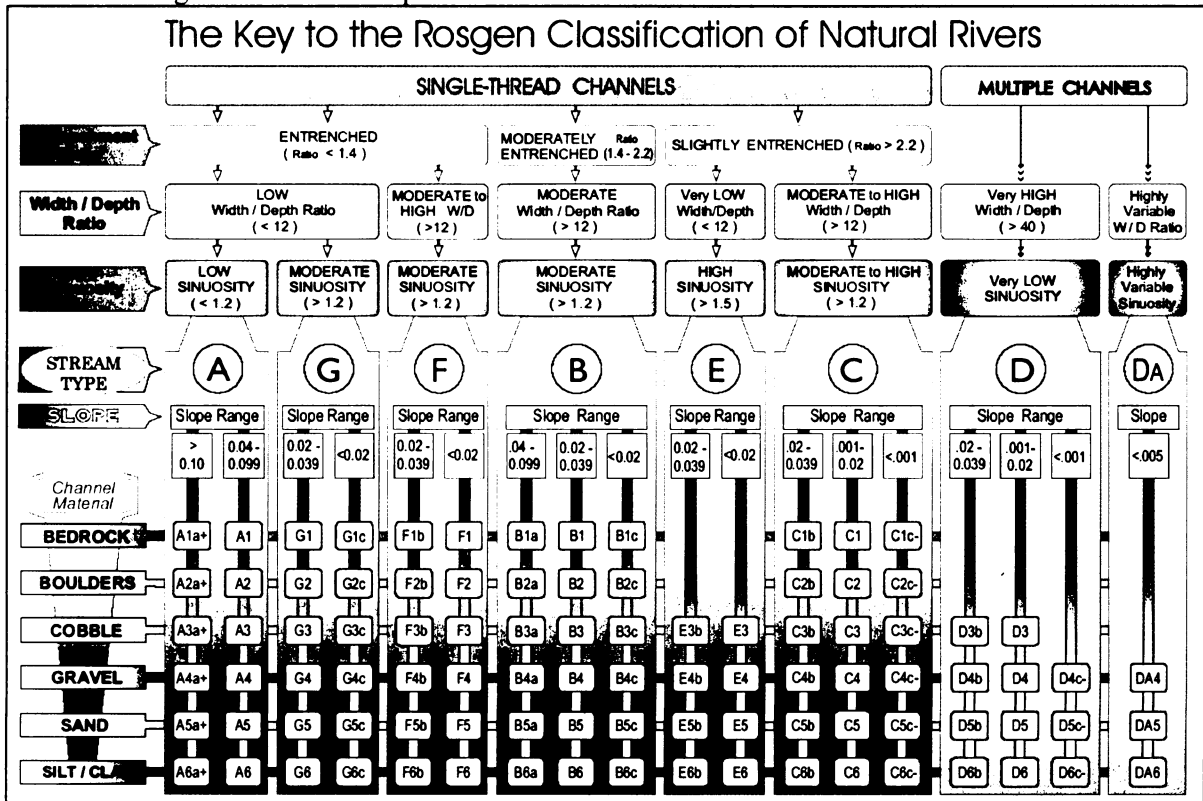
Rosgen vytvořil klasifikaci, která je založena na morfologii koryta a má hierarchické uspořádání, takže je možné hodnotit říční systémy v nejrůznějších měřítcích od přehledných až po velmi podrobná (Rosgen, 1999 in Marek, 2005). Hierarchie hodnocení řek zahrnuje celkem čtyři úrovně, které směřují od základní geomorfologické charakteristiky až po velmi detailní popis a hodnocení. Rosgen (1999, in Marek, 2005) se věnuje aplikaci této klasifikace a popisuje její specifické cíle, jakými jsou (jednotlivé úrovně jsou detailněji popsány v práci Marka (2005):

- Předpovídat chování řek z jejího vzhledu.
- Vývoj specifických hydraulických a sedimentačních vztahů pro daný typ toku.
- Stanovit mechanismus k odvození místních specifických dat, aby bylo dosaženo u toku obdobných charakteristik.
- Stanovit důsledný rámec vztahů ve spojení morfologie toku a jeho stavu mezi různými disciplínami.

Rosgenova klasifikace (1994), uvedená na OBR 2-1, vyčleňuje stejně jako Vlček, Šindlar (2002) devět základních geomorfologických typů koryt podle větvení, koeficientu zahloubení, poměru šířka/hloubka a sinuosity. Ty se ovšem ještě dále dělí podle charakteru materiálu v korytě na 41 dílčích typů, což ukazuje OBR 2-2.

Havlík (2003) se však staví kriticky k této metodice. Podle něj nejsou dokumentovány geologické, meteorologické ani klimatické charakteristiky na 450 úsecích toků v USA, Kanadě a Novém Zélandu. Další kritika se týká velmi primitivně statisticky zhodnocených primárních dat, a to zpravidla pro čtyři parametry: poměr šířky záplavového území k šířce hladiny při korytovém průtoku, poměr šířky hladiny k hloubce proudění při korytovém průtoku, sinuosita trasy koryta a sklon hladiny. Havlík (2003) se dále zabýval praktickým posouzením metodiky Rosgena na vybraných vodních tocích v ČR. Z jeho analýzy vyplývá obecná neplatnost, zejména díky zjednodušení vlivu působících korytotvorných faktorů a také díky závislosti na tocích, od kterých byla odvozena. Proto nebyla použita pro potřeby povodí Křemelné.

OBR 2-1: Rosgenova klasifikace přírodních vodních toků



Zdroj: Rosgen (1994)

OBR 2-2: Přehled 41 dílčích typů koryt vodních toků podle Rosgenovy klasifikace

| Stream TYPE | A | B | C | D | DA | E | F | G |
|------------------------------|----------|-----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|
| Dominate Bed Material | | | | | | | | |
| Entrenchment | < 1.4 | 1.4 - 2.2 | > 2.2 | n/a | > 4.0 | > 2.2 | < 1.4 | < 1.4 |
| W/D Ratio | < 12 | > 12 | > 12 | > 40 | < 40 | < 12 | > 12 | < 12 |
| Sinuosity | 1 - 1.2 | > 1.2 | > 1.2 | n/a | variable | > 1.5 | > 1.2 | > 1.2 |
| H ₂ O Slope | .04-.099 | .02-.039 | < .02 | < .04 | < .005 | < .02 | < .02 | .02-.039 |

Zdroj: Rosgen (1994)

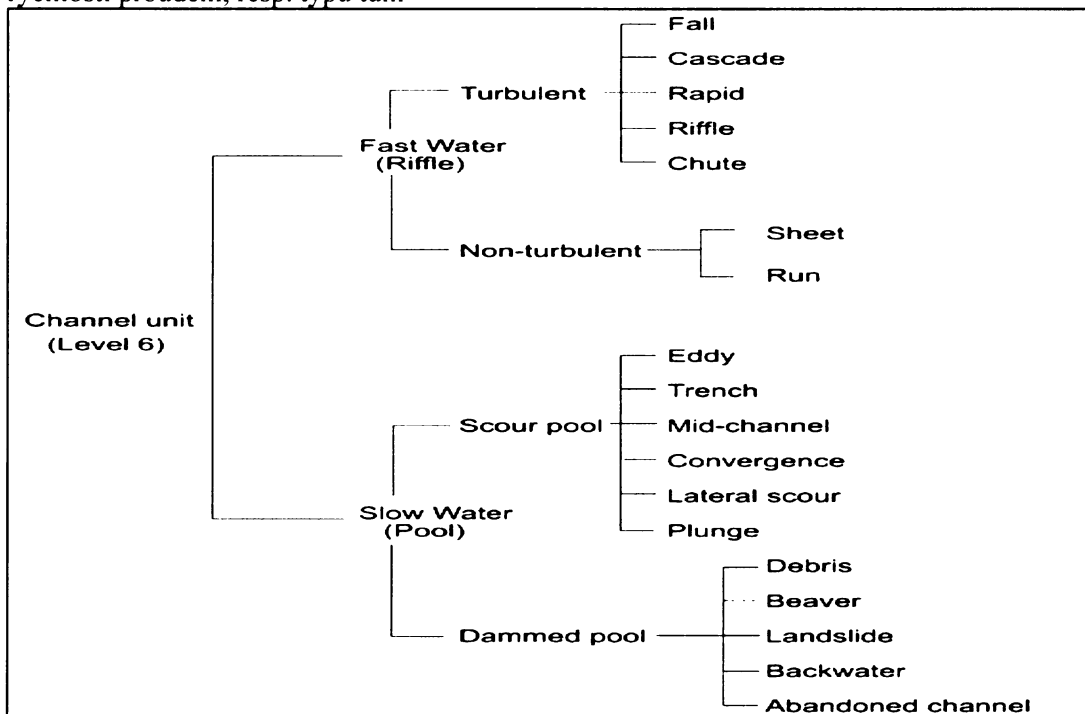
Další klasifikaci na základě geomorfologických charakteristik pochází od Otta (1991, in Matoušková, 2003), který rozlišuje šest základních typů: Klammtalbach (soutěska,

kaňon), Kerbtallbach (zářezové, erozní údolí), Mändertalbach (meandrující tok), Muldentalbach (kotlinový), Steinauebach (kamenitý) a Sandauebach (písčitý). Kovářova klasifikace „Kategorizace vodních toků“ (1996, in Matoušková, 2003) zohledňuje také zrnitostní složení substrátu koryta, drsnost, průtokové rychlosti, sklonové poměry a další charakteristiky a byla vypracována pouze pro drobné vodní toky. Kovář je definuje jako potoky s parametry $Q_{90} < 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{330} < 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ a malou plochou povodí. Jednotlivé kategorie jsou vymezeny podle sklonu, unášecí síly vody, rozkolísanosti průtoků, stupně transportu splavenin a rybích pásem. Rozlišeno je tak 5 základních typů vodních toků: potoky nížin, potoky pahorkatin, podhorské potoky, horské potoky a bystřiny.

Klasifikace Hawkinse (1993 in Miers, 1994) rozděluje koryto vodního toku hierarchicky, což je názorně ukázáno na OBR 2-3. Nejprve je koryto rozděleno podle typu morfologie na *riffle* (Fast Water) a *pool* (Slow Water). Fast Water je dále rozděleno podle charakteru proudění vody na turbulentní a neturbulentní (laminární), ze kterých jsou poté vyčleněny další kategorie podle sklonu. Naopak Slow Water se dělí podle typu tůňe na relativně přehrazené a průtočné. A dále podle druhu „přehrazení“ resp. charakteru průtočnosti.



OBR 2-3: Hierarchická klasifikace koryta toku podle morfologie (prahy a tůňe) a následně podle rychlosti proudění, resp. typu tůňe



Zdroj: Hawkins (1993 in Miers, 1994)

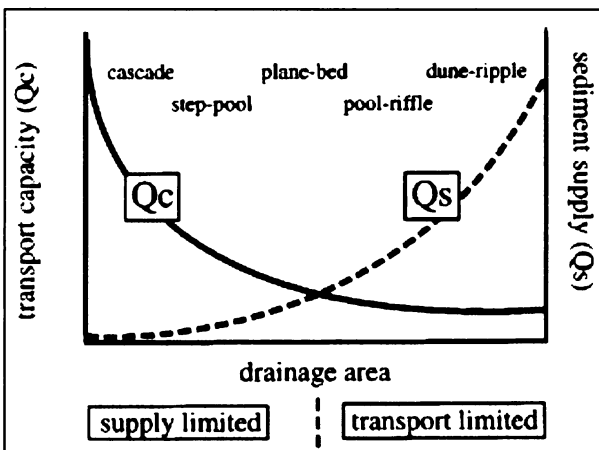
Klasifikace, která byla vyvinuta Montgomerym a Buffingtonem (1995) na základě syntézy metod charakterizující koryto v celém jeho rozsahu a metod zabývajících se pouze

částí koryt zalitých vodou a byla vyvinuta pro povodí horských toků. Klasifikace vyděluje toky do 7 odlišných skupin, které jsou blíže charakterizovány v metodě Montgomeryho a Buffingtona (1995):

- *colluvial (koluviální)*
- *bedrock (na skalním podloží)*
- *alluvial channel types (aluviální typy koryt) – 5 typů*
 - *cascade (kaskádový)*
 - *step-pool (typ stupeň-tůň)*
 - *plane bed (s plochým dnem)*
 - *pool-riffle (typ tůň-práh)*
 - *dune-ripple (typ duny-vlny)*

Jedná se tedy o určení morfologických typů koryt (obdobně jako u CAP, viz. kap. 3.1) a je podmíněno řadou faktorů jako například sklonovými poměry, břehovou vegetací nebo akumulacemi dřevní hmoty (woody debris). Terénní průzkum, který je nutný k určení

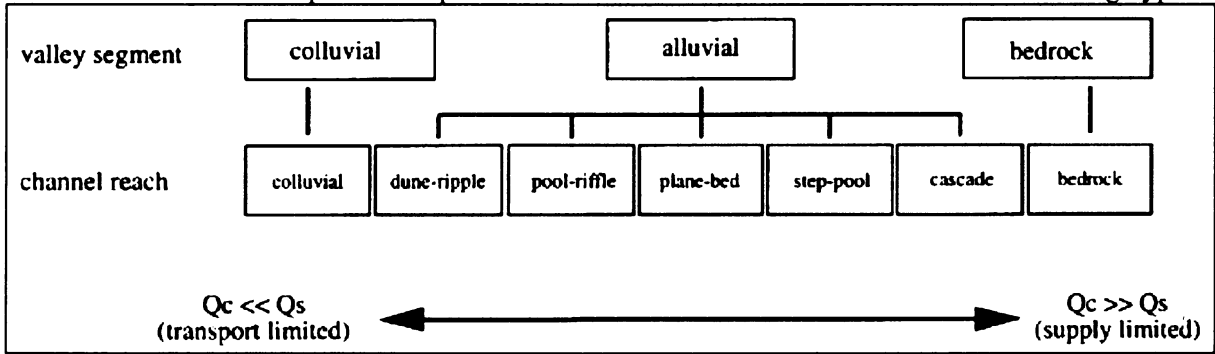
OBR 2-4: Charakter křivek transportní schopnosti a ukládání sedimentu v různých morfologických typech (Montgomery a Buffington, 1995)



výše zmíněných typů, je zaměřen na sklon toku, zrnitostní charakteristiky, charakter zatížení a drsnost dna. Zmíněna je také závislost transportních schopností a morfologických typů *cascade* a *step-pool* (Q_c), která postupně se snižováním sklonu také klesá (OBR 2-4). Naopak mezi ukládáním sedimentu a morfologickými typy *pool-riffle* a *dune-ripple* má se snižováním

sklonových poměrů stoupající tendenci. To závisí především na průtokových charakteristikách a unášecí síle proudu toku v různých partiích toku ovlivněných sklonovými poměry. Pro názornost je ještě uveden OBR 2-5, který se týká transportní schopnosti a ukládání sedimentu ještě ve srovnání se zbylými dvěma typy. Určováním a klasifikací říčních typů se zabývá také Schumm (1987).

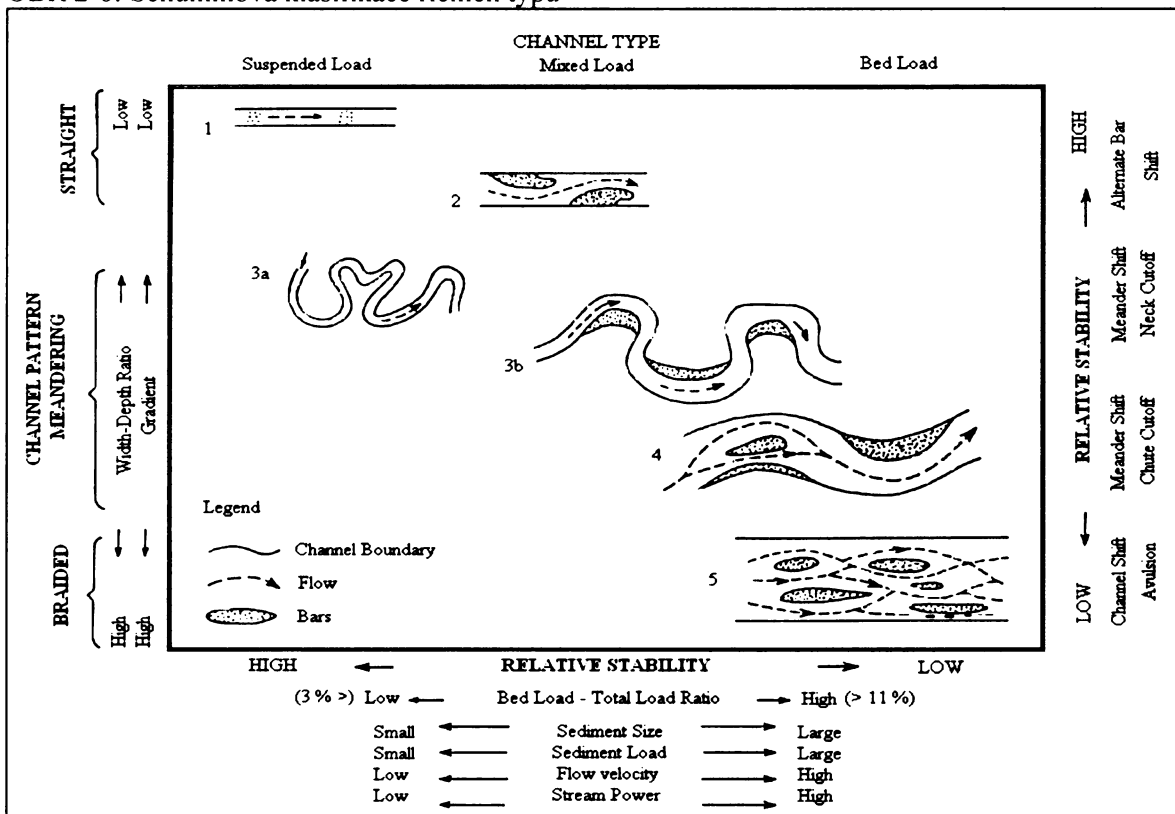
OBR 2-5: Tendence transportní schopnosti a ukládání sedimentu ve srovnání všech 7 morfolog. typů



Zdroj: Montgomery a Buffington (1995)

Zabývá se problémem existence různých druhů toků v různých studiích a modelech dále se věnuje experimentálním studiím rovných, meandrujících a divočících řek. Sám uvádí možnou klasifikaci s pěti základními typy řek na základě typu dnových sedimentů (OBR 2-6).

OBR 2-6: Schummova klasifikace říčních typů



Zdroj: Schumm (1987)

Říční typy lze určit podle půdorysného tvaru a rozdělit do několika kategorií. Ty jsou založeny na různých kritériích jako na křivolakosti koryta, počtu ramen, stabilitě koryta, nebo i kombinaci více kritérií, např. vztahem mezi spádem a průtokem (Marek, 2005). Leopold (1957 in Leopold et al., 1995) rozlišuje tři druhy aluviálních řek – řeky přímé,

divočíci a meandrující. Jsou založeny na dvou kritériích a to na sinuositě koryta (délka koryta/délka údolí). Pokud je výsledná hodnota $\geq 1,5$, jedná se o meandrující řeky. Druhým kritériem je jednotné nebo rozvětvené koryto. Klasifikace však kvantitativně nestanovuje počet lavic či ostrovů, který musí v korytě být, aby mohl být říční úsek označen za divočíci. Hranice mezi přímými a meandrujícími řekami na jedné straně a divočíci řekami na straně druhé není zcela ostrá, protože přímé i meandrující mívají v korytě poměrně často štěrkopískové lavice.

Rustova klasifikace (1978) používá tzv. index divočení (I) vyjadřující počet lavic v úseku o délce jedné vlnové délky meandrového zákrutu. Tímto doplňuje rozvětvené toky o další kategorii označovanou jako anastomóza (TAB 2-1).

TAB 2-1: Klasifikace koryt vodních toků podle Rusta

| Klasifikace koryta | Jediné koryto $I < 1$ | Rozvětvené koryto $I > 1$ |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| Křivolakost $< 1,5$ | PŘÍMÝ | DIVOČÍCI |
| Křivolakost $> 1,5$ | MEANDRUJÍCÍ | ANASTOMÓZNI |

Zdroj: Rust (1978)

Dalšími klasifikacemi, které stojí za zmínku jsou EcoRivHab a LAWA. Tyto metody se ovšem týkají hlavně ekomorfologického monitoringu. Hlavním cílem metody EcoRivHab je nalezení silně antropogenně ovlivněných úseků vodních toků a částí povodí, které by měly být revitalizovány. Metoda se samozřejmě zabývá analýzou fluvialně-morfologických charakteristik, dále stavu provedených antropogenních úprav toků, stupně dynamiky proudění, jakosti povrchové vody atd. Výsledné hodnocení je rozděleno do pěti jakostních tříd – tzv. ekomorfologických stupňů a udává míru antropogenního ovlivnění vodního ekosystému (I. ES - přírodní stav, II. ES - mírně antropogenně ovlivněný, III. ES - středně antropogenně ovlivněný, IV. ES - silně antropogenně ovlivněný, V. ES - velmi silně antropogenně ovlivněný) (Matoušková, 2003).

Předmětem hodnocení metody LAWA jsou funkční vlastnosti říčních ekologických systémů (Šípek, 2006). Ekologickými funkcemi vodního toku, které lze hodnotit, jsou *morfodynamika, funkce habitatu, kolísání průtoku*. Metodika hodnotí tyto funkce na základě 25 parametrů, které lze rozdělit do tří oblastí – *koryto, břeh a okolí vodního toku*. Výsledná klasifikace obsahuje sedm tříd kvality rozdělených podle indexového rozpětí.

Obě tyto metody (EcoRivHab a LAWA) jsou podrobněji popsány v diplomových pracích Šípka (2006) a Vondry (2006), kteří také jejich pomocí provedli monitoring vodních toků v povodí Liběchovky, resp. horní Blanice. Tyto metody nebyly vybrány k aplikaci

v povodí Křemelné a to z důvodu velmi nízkého antropogenního ovlivnění vodních toků, které je jedním z jejich předpokladů.

Z českých metod stojí za zmínku metodika Šindlara (2007), týkající se monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků a následných návrhů opatření k dosažení „dobrého hydromorfologického stavu“, což je také jejím cílem. Je to výsledek soukromého výzkumu z let 1995 – 2006. Již druhá verze (2007) je verifikována na více než 2 300 km vodních toků po celé České republice. Typologie vodních toků, která je základem hodnocení referenčního stavu lokalit a následujícího hodnocení hydromorfologické složky stavu vod plně vyhovuje požadavkům WFD. Metodika vychází z principu srovnání potenciálního přirozeného stavu (srovnávacího „nulového“ stavu) se stavem aktuálním, který může být postižen antropogenní činností, např. omezením prostoru v nivě pro rozliv inundované vody různými technickými úpravami (hráze, násypy komunikací atd.) nebo městskou zástavbou a průmyslovými oblastmi v aktivním inundačním území. Stupeň narušení přirozeného stavu lokality je hodnocen odděleně, zvlášť pro koryto vodního toku (podle 4 kritérií) a zvlášť pro údolní nivu a navazující svahy údolí nebo říční terasy (podle 3 kritérií). Rekonstrukce původního přírodního stavu vychází z určení šesti geomorfologických typů korytotvorných procesů vodních toků a niv a na nich pak závisí určení vzájemných váhových relací jednotlivých použitých kritérií a stanovení referenční (srovnávací) hranice, která ve vstupních datech určuje stav, kdy konkrétní lokality ztrácí původní přírodní charakter (Šindlar, 2007). 6 geomorfolog. typů korytotvorných procesů:

- **DE** - hloubková eroze v horských pramenných oblastech, vstup splavenin erozí dna a procesy svahových sesuvů
- **AE** - hloubková a následně boční eroze v rychle se vyvíjejících kaňonech (akcelerovaná eroze) nebo agradace z nadměrného přísunu splavenin je nestabilní přechodový stav, ve kterém si vodní tok vytváří novou nivu, vstup splavenin v první fázi erozí dna a v druhé fázi procesy svahových sesuvů
- **BR** - divočení koryt v šterkonosném řečišti
- **GB** - větvení šterkonosného vinoucího se koryta
- **AB** - anastomózní větvení vinoucího se až meandrujícího koryta
- **MD** - plně vyvinuté meandrování
- **DL** - větvení vodního toku v deltě – hodnocení každého koryta samostatně dle předchozích typů

Pro interpretaci výsledků analýz je výstupem následující univerzální hodnotící stupnice TAB 2-2, která splňuje požadavky WFD.

TAB 2-2: Hodnotící stupnice použitá pro interpretaci výsledků

| Klasifikace ekologického stavu | Značení barvou | Značení písmeny | Hodnocení v % optimálního stavu |
|--------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------|
| velmi dobrý | modrá | A | <100 ... 80)% |
| dobrý | zelená | B | <80 ... 60)% |
| střední | žlutá | C | <60 ... 40)% |
| poškozený | oranžová | D | <40 ... 20)% |
| zničený | červená | E | <20 ... 0)% |

Zdroj: upraveno podle Šindlar (2007)

Z uvedené stupnice vyplývá, že „dobrý hydromorfologický stav“ vod je definován hodnotami vyššími než 60 % kvality (stupně A, B) srovnávacího „nulového“ stavu bez ovlivnění (Šindlar, 2007).

Poslední metodikou v tomto výčtu je také česká metoda Demka, Vatolíkové a Mackovčina (2006), která vznikla pod záštitou Agentury ochrany přírody a krajiny ČR s názvem Manuál hydromorfologického hodnocení vodních toků. Ta je založena na metodice Ecomorphological Survey of Large Rivers 2002, německého institutu German Federal Institute of Hydrology (GFIH). Cílem monitoringu je hodnocení ekomorfologické stavu toku a jeho nivy na základě zvolených parametrů. Objektem hodnocení je funkční schopnost celé koryto-nivní jednotky a ne rozmanitost struktur. Cílem je hodnocení následujících ekologických funkcí:

- **Morfodynamika** – schopnost regenerace překládáním toku, dynamická stabilita dna a převrstvování sedimentů typických pro daný vodní tok
- **kvalita habitatu** – „biotop“ typický po vodní tok a údolní nivu, substrát charakteristický pro typ vodního toku, členitost toku a propojení zón v podélném směru
- **odtokové poměry** – kolísání hladiny vodního toku, minimální a maximální vodní stavy, retence povodňových vod, dynamika podzemních vod v nivě

Části systému – koryto, břehy, niva a údolí vodního toku – jsou definovány určitými způsoby a několika parametry, podrobněji popsány v manuálu.

Výsledné hodnocení (TAB 2-3) je založené na počtu bodů přidělených charakteristikám kritérií. Pro určité části koryta, břehového zóny a nivy se ekomorfologický stav získá výpočtem průměru všech hodnot daných kritérií. Může dojít také k situaci, že

skutečný počet kritérií může být menší než maximálních 17, protože některé rysy se nemusí v dané jednotce vyskytovat. V úzkých údolích tvaru V nebo soutěskách mohou kritéria land-use celkově chybět.

TAB 2-3: Hodnocení a přehled ekomorfologických stavů

| Ekomorfologický stav | Rozmezí | Kvalita stavu | Barva v mapě |
|----------------------|-----------|---------------|--------------|
| 1 | 1,0 - 1,7 | vysoká | modrá |
| 2 | 1,8 - 2,5 | dobrá | zelená |
| 3 | 2,6 - 3,4 | střední | žlutá |
| 4 | 3,5 - 4,2 | špatná | oranžová |
| 5 | 4,3 - 5,0 | velmi špatná | červená |

Zdroj: upraveno podle Demka, Vatošíkové a Mackovčina (2006)

Uvedená metodika je použitelná pro hodnocení přirozených nebo quasi přirozených vodních toků. O vhodnosti použití pro umělé vodní toky (např. náhony, zavlažovací kanály, plavební kanály) bude rozhodnuto až na základě terénních průzkumů. Veškerá hodnocení byla zamýšlena pro řeky šířky koryta nad 10 m. Zařazení menších vodních toků není ověřeno. Jejich hodnocení na konkrétním území vychází jen z předpokladu autorů. Bude nutné tuto skutečnost následně ověřit (Demek, Vatošíková a Mackovčin, 2006). Z tohoto důvodu nebyla tato metodika použita.

Pro mapování v povodí Křemelné byly vybrány dvě metody. Kanadská metoda CAP (B.C. Ministry of Forests, 1996) a americká metoda USEPA Rapid Bioassessment Protocol (Barbour a kol., 1999). Obě metody plní společně funkci komplexního hodnocení vodních toků z hydromorfologického hlediska a nikoli jako dva subjekty, které lze mezi sebou vzájemně korelovat. Jedná se sice o zahraniční metodiky – kanadská CAP a americká RBP, ovšem jejich použití není vázáno na podmínky, ve kterých vznikly, takže je lze využít v různých oblastech, pro které byly sestaveny. To je hlavní důvod výběru těchto metod a dále také dostupnost jejich plných verzí. Kvalitativní metodu RBP využily například Šípek (2006) a Vondra (2006) ve svých diplomových pracích. Metody jsou níže (kap. 2.1, resp. 2.2) stručně představeny a je popsán hodnotící (klasifikační) systém.

2.1 Metoda Channel Assessment Procedure (CAP)

Metoda *Channel Assessment Procedure (CAP)* byla vyvinuta v Kanadě institucí British Columbia Ministry of Forests, která je vedena jako hlavní autorskou organizací této metody, ve spolupráci s další významnou vládní institucí British Columbia Environment.

Pochází z roku 1996 a je součástí většího celku *Watershed Assessment Procedure (WAP)* (B.C. Ministry of Forests and B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks, 1995), která vznikla pod záštitou stejných výše zmíněných organizací. *WAP* je dále dělena na dvě části – *Coastal WAP* (pobřežní - *CWAP*) a *Interior WAP* (vnitrozemní - *IWAP*). *WAP* slouží jako nástroj v managementu lesnictví k pochopení a určování typů a rozsahů současných existujících problémů v povodích ve vztahu voda – les a zjištění možných hydrologických důsledků v navrhovaném lesnickém hospodaření. Výsledky z tohoto hodnocení jsou využity jako doporučení v lesnickém hospodářském plánování, k zajištění minimalizace škod v povodí díky těžbě dřeva. Analýza *WAP* probíhá ve 3 úrovních:

1. Průzkum současného stavu povodí ať už po těžbě nebo před plánovanou těžbou.
2. Hodnocení toků metodou CAP
3. Velmi detailní analýza a interpretace výsledků na základě bodů 1 a 2 a z toho vyplývající doporučení

Metoda CAP je součástí *IWAP* a je aplikována na malá až středně velká povodí do 500 km². Skládá se ze dvou částí. První částí je tzv. „od stolu“, kdy se hrubě určí základní morfologický typ toku pomocí leteckých snímků podle vzhledu a dále přibližně určen podle matrice (OBR 2-9a,b). K tomu v dostatečné míře poslouží např. běžně dostupné letecké snímky z internetových zdrojů (GEODIS, www.seznam.cz). Tuto „teoretickou“ část doplňuje popř. upravuje praktický terénní průzkum, který probíhá v dosahu vodního toku a především tam, kde nelze použít letecké snímky (např. kvůli zakrytí břehovou vegetací nebo stíny). Toto doplnění nebo úpravy vyplývají z terénních měření několika základních veličin koryta toku, na jejichž základě se společně s terénními indikátory (kap. 2.1.1) určí výsledný morfologický typ koryta. Základní morfologické typy koryt jsou uvedeny v tabulce na OBR 2-7.

Základními veličinami koryta toku jsou: průměrný sklon toku (s), hloubka koryta (d), šířka koryta (W_b), a velikost největších struktur dnových sedimentů (rozměr v b-ose), které mohou být proudící vodou v korytě přemístěny (D). Následné poměry D/W_b a D/d a parametr s jsou důležité k určení základního morfologického typu koryta. Postup je názorně zakreslen v nomogramu na OBR 2-8.

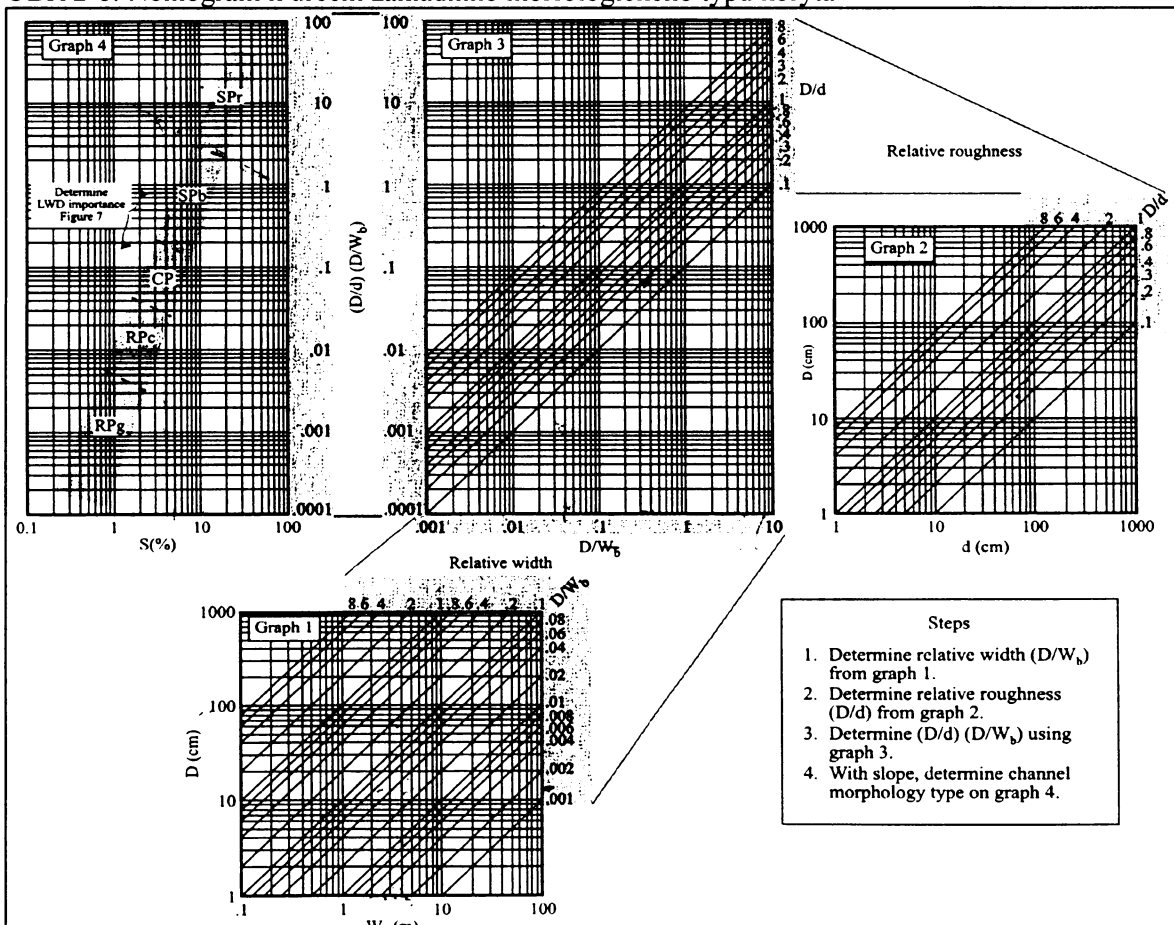
OBR 2-7: Základní morfologické typy koryt s charakteristickým dnovým materiálem

| Code | Morphology | Sub-code | Bed material | LWD |
|------|--------------|--------------------|---------------|---------------------------|
| RP | riffle-pool | RP _g -w | gravel | functioning |
| RP | riffle-pool | RP _c -w | cobble | functioning |
| CP | cascade-pool | CP _c -w | cobble | present, minor function |
| CP | cascade-pool | CP _b | boulder | absent |
| SP | step-pool | SP _b -w | boulder | present, minimal function |
| SP | step-pool | SP _b | boulder | absent |
| SP | step-pool | SP _r | boulder-block | absent |

Zdroj: B.C. Ministry of Forests (1996)

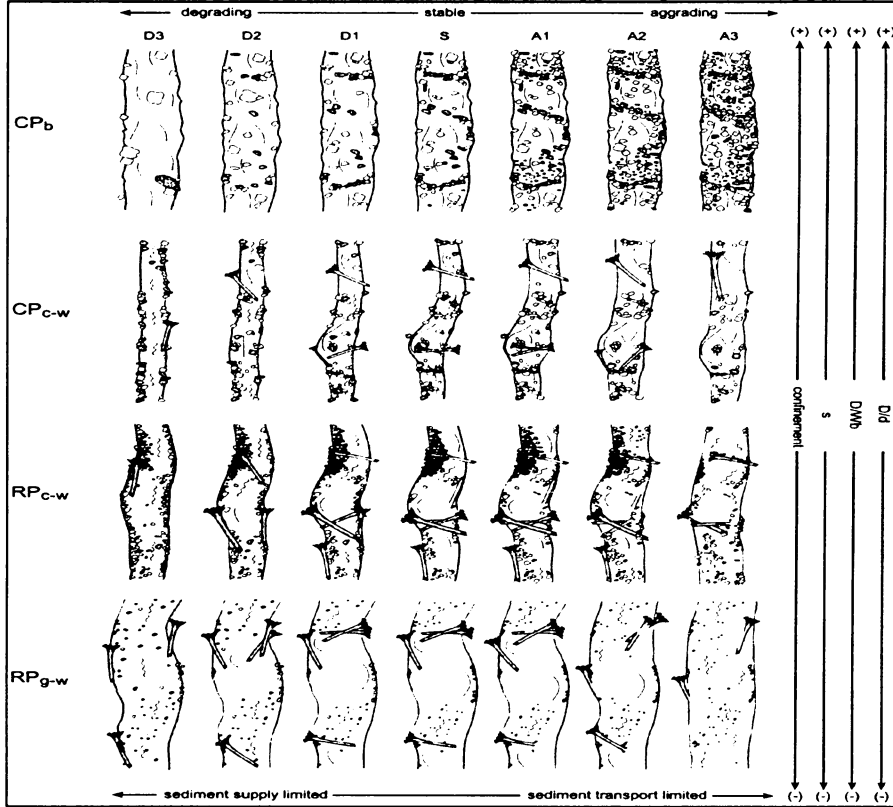
Pozn. OBR 2-7: morfologie: RP – práh-tůň; CP – kaskáda-tůň; SP – stupeň-tůň; w – určuje výskyt LWD
 dnový materiál: gravel – šterkovitý; cobble – kamenitý; boulder – balvanitý; block – blokový
 LWD: functioning – funkční; present, minor/minimal function – vyskytuje se, ale nemá zásadní funkci; absent – nevyskytuje se

OBR 2-8: Nomogram k určení základního morfologického typu koryta



Zdroj: B.C. Ministry of Forests (1996)

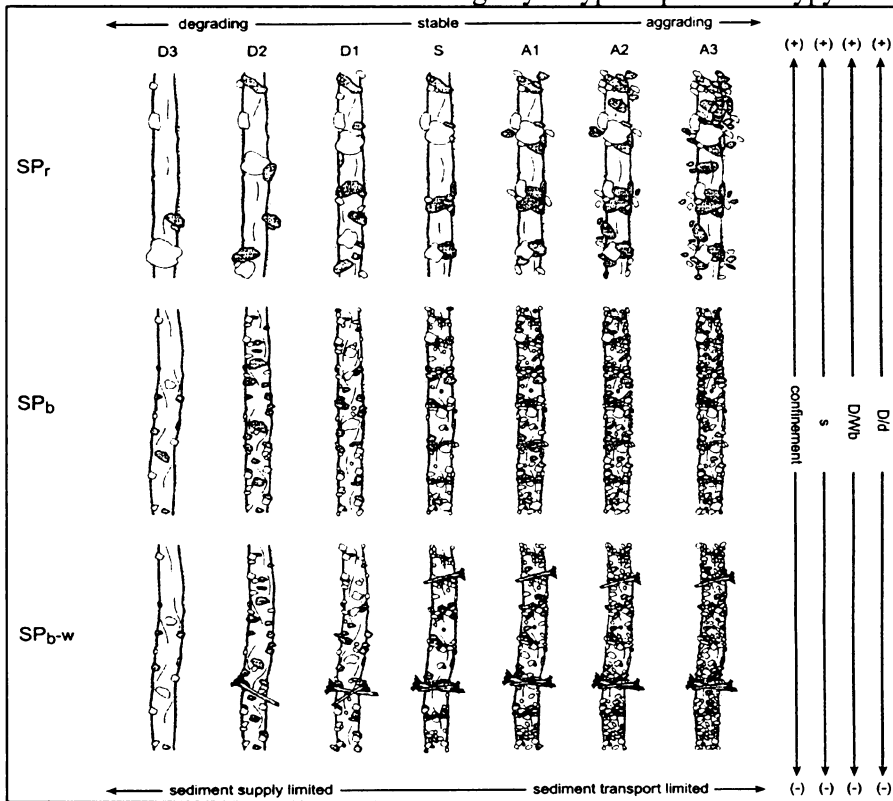
OBR 2-9a: Matrice základních morfologických typů doplněná subtypy A1-3, S, D1-3



Zdroj: B.C. Ministry of Forests (1996)

Pozn. OBR 2-9a,b: stable – stabilní, degrading – degradační, aggrading - agradační

OBR 2-9b: Matrice základních morfologických typů doplněná subtypy A1-3, S, D1-3



Zdroj: B.C. Ministry of Forests (1996)

2.1.1 Terénní indikátory

Podle těchto indikátorů jsou k základním morfologickým typům přiřazeny ještě subtypy, které detailněji popisují typ koryta podle sedimentačních charakteristik. To je rozlišeno na agradační, stabilní a degradační typ koryta (OBR 2-9a,b). Změny v sedimentačních charakteristikách souvisí jak s množstvím sedimentů tak i transportními limity. Břehové nátrže souvisí se současnou erozí jako důkaz sesouvání (řícení) nebo čerstvě přemístěného materiálu. Morfologické znaky berou v úvahu primárně relativní množství tůní, stupňů a prahů. Large Woody Debris (LWD neboli rozsáhlé akumulace dřevní hmoty) určuje v určitých korytech míru eroze nebo akumulace materiálu uvnitř koryt. }

Akumulace, sedimentace

- S1:** Homogenní dnová textura. Dno koryta a písčité nánosy ukazují minimální sedimentační texturovou variabilitu. Nachází se v agradačních i degradačních typech koryt, typické pro RP morfologie.
- S2:** Sedimentační výběžky. Dlouhé lineární výběžky nebo pruhy stejné textury (obvykle hrubý písek v kamenito-šterkovitém dně), které se táhnou podélně koryta. Typické pro středně až hodně agradační morfologie.
- S3:** Sedimentační klíny. Rozsáhlé klíny nánosů sedimentu. V extrémních případech může být koryto kompletně bez vody. Vyskytují se ve všech agradačních korytech (zahrnující meandry koryt, výchozy skalního podlaží, LWD akumulace. Můžou se vyskytovat i v degradačních korytech, když dojde k erozi už max. nahromaděných starých povrchů.
- S4:** Rozsáhlé písčité nánosy. Akumulační plochy táhnoucí se v celém korytě, skládající se primárně z dnového materiálu, s minimálním průtokem vody během nízkých průtoků. (extrémem je odvodněné koryto, které může vytvářet v tomto spojení individuální sedimentační klíny). Obvyklé pro agradační koryta a typické pro všechny morfologie.
- S5:** Rozsáhlé vymleté zóny. Většina dnového materiálu a písčité nánosy chybí následkem silného proudění (velkých průtoků). Typické pro degradační koryta. Vyskytují se ve všech morfologiích.

Břehy

- B1:** Opuštěná koryta. Opuštěná koryta nebo izolovaná koryta (slepá ramena), která ukazují známky rostoucí vegetace a akumulují lesní odpad. Typické pro degradační koryta a RP morfologii (občas i v CP morfologii).

B2: Břehová eroze. Nechráněný březní materiál podléhající erozi díky nedostatku nebo úplné absenci vegetace na březích. Typické pro agradační typy a RP a CP morfologie.

B3: Odplavení. Podobně jako u B1, ale hlavní koryta jsou opuštěná a izolovaná a koryto se posunulo bočně. Typické pro agradační typy a RP a CP morfologie.

Morfologie

C1: Rozsáhlé prahy a kaskády. Ve středních a velkých korytech jsou dominantní prahy a relativně mělké tůně a přechodné zóny. V malých korytech jsou rozsáhlé prahy nahrazeny rozsáhlými kaskádami. Výskyt ve všech morfologiích a obou agradačních a degradačních korytech.

C2: Minimální plocha tůně. Tůně jsou limitovány četností a rozměry a jsou často spojeny pouze s jedním druhem LWD. Výskyt ve všech morfologiích u obou agradačních a degradačních typů koryt.

C3: Zvýšené písčité nánosy uprostřed koryt. Písčiny v korytech agradovaly v nejvyšších místech nánosů do stejné nebo vyšší výšky než jsou přilehlé břehy. Takové nánosy mají typicky relativně strmé stěny po proudu toku. Výskyt v agradačních korytech a CP a RP morfologiích.

C4: Víceramenná koryta. Víceramenná koryta vyvinutá jako koryta agradační a posouváním jednotlivých koryt dochází ke vzniku víceramenných koryt. Typické pro agradační koryta, CP a RP morfologie.

C5: Porušené kamenné linie. Stupně, spojené s morfologií SP, jsou porušené (kamenné linie jsou porušené a voda protéká mezi jednotlivými kameny a nikoliv přes ně jako u kaskád). Výskyt v SP a CP morfologiích. Typické pro degradační koryta (občas i v agradačních).

LWD - akumulace dřeva

D1: Malé akumulace dřeva. Hodně kusů malých rozměrů (obvykle koncové části kmenů a oddělené samostatné kořeny a větve). Typické pro agradační koryta.

D2: Funkční LWD. Většina LWD se nevyskytuje v celé šířce koryta. Orientace jednotlivých kusů je od kolmé k paralelní (relativně k břehům koryta). Typické pro agradační i degradační koryta, RP a CP morfologie.

D3: Hromady LWD zformované v nedávné době. Typické pro agradační koryta (ale i degradační), RP a CP morfologie.

Tyto výše zmíněné terénní indikátory ve své podstatě ukazují celkový obraz koryta hodnoceného toku. Bez těchto charakteristik by bylo nutné je určit kvantitativně fyzickými měřeními, což je pro mnoho z nich dost problematické, zejména kvůli závislosti na průtocích. A dále je shrnout několika přísnými statistickými způsoby k určení celkového typu koryta.

2.1.2 Terénní průzkum v povodí Křemelné

Maximální délka úseku podle metody CAP je vymezena jako 10x šířka koryta toku (W_b). Je to $\pm 1 W_b$, pokud se vyskytne změna v typu morfologie na rozhraní dvou úseků. Ale může být i kratší např. při změně typu morfologie (např. změna z RP_g na RP_c nebo z RP_c na CP_c), ale pouze v případě, že délka nového úseku je větší než $3x W_b$, pak je vyznačen nový úsek s novým typem. Jestliže se vyskytne typ koryta, který není uvažován v hodnocení (např. skalní podloží vodopádu nebo ponor a vyvěračka), označí se hodnotou „žádný“ a nebude tak ovlivňovat celkové hodnocení. Pokud dochází k větvení koryta, pak se za hlavní vybere to s největší hloubkou a obvykle i největším průtokem.

Měření výše zmíněných veličin (s , d , W_b , D) přímo v terénu na tocích Křemelné, Slatinném potoce a Prášilském potoce bylo provedeno celkově v 65 profilech na celkem 57,4 km vodních toků během září a října 2006. Díky těmto měřením a následným výpočtům jejich poměrů byly vymezeny jednotlivé úseky (**KRE001-400**, **SLA001-171** a **PRA001-122**) směrem od ústí až po pramenné oblasti a to hlavně díky lepší dostupnosti. Variabilita délek úseků je vysoká – od maximální hodnoty 272 m na dolním toku Křemelné nad soutokem s Vydrou až po 21 m na jejím horním toku u býv. osady Starý Brunst. Kratší úseky v pramenných úsecích již nebyly vymežovány z důvodu nepoužitelnosti metody kvůli velmi úzkým korytům, která nejsou v těchto mezích reprezentativní (úseky označeny jako **KRE401**, **SLA172** a **PRA123**). Také výskyt močálů a bažin v těchto oblastech (hlavně na Křemelné) znemožňuje objektivní hodnocení.

2.1.3 Klasifikace

Metodu CAP je možné použít jak u lotických (tekoucí vody) tak i lentických (stojaté vody) a marinních vod. Pro lentické a marinní vody platí ovšem trochu modifikovaná pravidla. Pro účely této práce je zásadní klasifikace lotických vod.

Podle této klasifikace lze koryta toků rozdělit na 2 základní typy: koryta podléhající erozi (A) a koryta nepodléhající erozi (N). Koryta typu A jsou lemována záplavovým územím, včetně estuárií v deltách a náplavovými kužely. Koryta typu N zahrnují celkem rozsáhlá koryta, která degradovaly a nyní tečou izolovaně mezi terasovými břehy (nezpevněný materiál, typické kameny a balvany, které proud nemůže přemístit, které nejsou naneseny běžným režimem toku) nebo typické koryto na skalním podloží. Typ uměle vytvořená koryta se v povodí Křemelné nevyskytuje, tudíž nebyl zahrnut ani do klasifikace. V kapitole 10.1 Mapovací formuláře jsou přiloženy ukázky zápisových listů použitých k terénnímu průzkumu.

Dalšími aspekty je průměrný sklon v hodnocených úsecích a charakter dnového a břehového materiálu (OBR 2-10). Jeho velikostní aspekty byly určeny na základě klasifikace uvedené v metodice RBP (Barbour a kol., 1999)

OBR 2-10: Klasifikace koryt toků podle CAP

| typ koryta | koryto typu N | koryto typu A |
|---------------------------------------|----------------------------|--|
| sklon | I < 8 % | I < 8 % |
| | II 8 - 20 % | II 8 - 20 % |
| | III > 20 % | III > 20 % |
| převládající dnový a břehový materiál | 1 till (upravené) | 1 silt (jíl) < 0,06 mm |
| | 2 colluvium (suť) | 2 sand (písek) 0,06 - 2 mm |
| | 3 bedrock (skalní podloží) | 3 gravel (štěrk) 2 - 64 mm |
| | | 4 cobble (kameny, valouny) 64 - 256 mm |
| | | 5 boulders (balvany) > 256 mm |

Zdroj: B.C. Ministry of Forests (1996) a Barbour a kol. (1999)

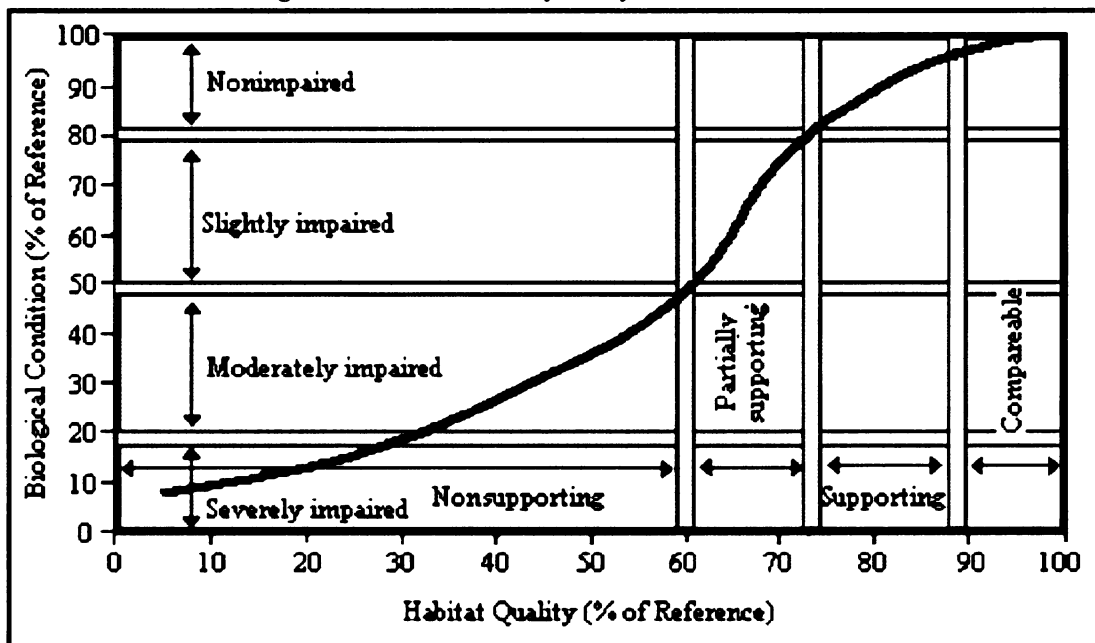
2.2 Metoda Rapid Bioassessment Protocols (RBP)

Metoda USEPA Rapid Bioassessment Protocols (Barbour a kol., 1999 in Šípek, 2006) vznikla v USA v různých státních organizacích za účelem cenově efektivního hodnocení vodních toků z pohledu přijatelnosti pro život bioty. Je to v podstatě spojení několika již existujících metod a v současné době je celostátním standardem pro hodnocení ekologického stavu vodních toků. Z hlediska jakosti vodních toků jsou používány

charakteristiky nárůstů, makrobezobratlých, ryb a habitatu. Z oblasti hydrobiologie je tedy potřeba nejvíce dat.

V metodice Barboura a kol. (1999) jsou podrobně popsány metody sběru jednotlivých složek vodní bioty, podle čehož také vypadá charakter dat, a to především z odebíraných vzorků (nárůstů, bezobratlých a charakteristika populace ryb). Z hlediska charakteristiky habitatu, který s tímto hodnocením těsně spjatý, což udává také OBR 2-11. a je zásadní pro vývoj živých organismů v korytech toků, je nutné provést terénní průzkum podél toku a sledovat vybrané fluviálně-morfologické parametry (Barbour a kol., 1999 in Šípek, 2006).

OBR 2-11: Vztah biologické a abiotické složky ekosystému



Zdroj: upraveno podle Barbour a kol. (1999 in Šípek, 2006)

Již v roce 1985 bylo vytvořeno hodnocení bezobratlých společenstev a až ve druhé fázi se hodnocení zabývá také už rybími společenstvy. Tím se zabýval Karr (1981, in Šípek 2006) a byl vytvořen index biologické integrity (Index of Biological Integrity). Toto hodnocení bylo následně vylepšeno v roce 1987 (Ohio EPA, in Šípek, 2006) indexem Invertebrates Community Index (ICI).

Současné metodě Barboura a kol. (1999), podle které bylo provedeno i hodnocení, předcházela verze metody RBP, kterou publikoval Plufkin a kol. (1989, in Šípek, 2006). Ekologický stav vodního toku je charakterizován na základě hodnocení nárůstů, bezobratlých, rybích společenstev a habitatu. RBP hodnotí vymezené úseky vodního toku vzhledem k

referenčnímu stavu nebo také připouští stanovení referenčního stavu z již vyhodnocených výsledků. V tomto případě se použije jako referenční stav ta část toku, která je nejméně ovlivněna.

Podle Barboura a kol. (1999) je hodnocení kvality habitatu zásadní k hodnocení ekologické integrity v povodí a mělo by být prováděno komplexně ve vztahu k biologickému monitoringu, protože hodnocení habitatu a biologické diverzity je spolu těsně spjata. Zahrnuje všechny aspekty přírodních podmínek a chemické složky s biotickými interakcemi. Definice habitatu, vycházející z této metody, je úzce spjata s korytem toku a přilehlým břehovým pásmem, které dohromady ovlivňují strukturu a funkci vodních společenstev v toku. Výskyt upravených struktur habitatu je považován za jeden z hlavních „stresových“ faktorů vodních ekosystémů. Hodnocení jeho kvality je zásadní k charakterizaci vybraných fyzikálněchemických parametrů ve spojení se systematickým hodnocením přírodních podmínek. Hodnocení představovaná různými zdroji zahrnují základní popis území, jeho přírodní charakteristiky a hodnocení kvality vody, a vizuální hodnocení samotného toku a jeho břehů. Některé zdroje („State Water Resource Agencies“ v USA) dále doplňují kvantitativní měření různých parametrů v jejich hodnocení habitatu. Tyto data dohromady podávají komplexní přehled o několika faktorech ovlivňujících biologické podmínky v korytech toků.

Na problematiku referenčního stavu jsou dva odlišné pohledy. Rozlišovány jsou dva typy (Barbour a kol., 1999 in Šípek, 2006) a to regionální referenční stav (regional reference concept) a místní referenční stav. *Regionální referenční stav* vychází z charakterizování společenstev v relativně nepoškozeném území, podobném regionu a habitatu. *Místní referenční stav* vychází z charakteristiky podmínek výše po proudu, kde je tok méně ovlivněn a nebo z tzv. „párového“ povodí.

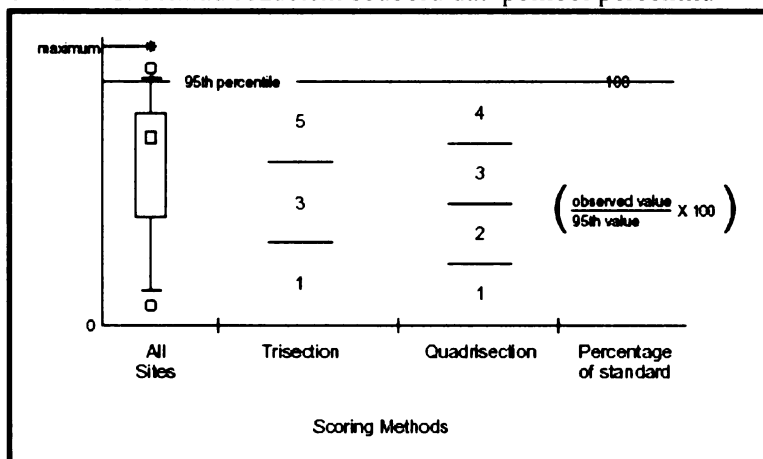
K hydromorfologickému hodnocení koryt toků (habitatu) je použita pouze vybraná část, která se této problematice týká. V metodice RBP je hodnocen na základě deseti parametrů (Barbour a kol., 1999), které jsou ještě rozděleny do dvou skupin, podle spádu toku, na *low-gradient* a *high-gradient*. Některé hodnotí tok jako celek, některé zvlášť každý břeh. Kromě těchto jednotlivých parametrů, které mají pouze orientační charakter a nepočítá se s nimi, jsou zaznamenány také údaje lokalizaci, charakteru počasí, land-use v okolí, břehová vegetace, charakteristiky koryta jako např. šířka, délka, zastínění atd., dále údaje o nánosech, kvalitě vody a sedimentu a také vodní vegetaci.

Níže jsou uvedeny parametry, podle nichž dochází k hodnocení koryta toku, k nimž je přiřazena. Jsou to:

- přírodní struktury v korytě
- zapuštění sedimentů do dna (embeddedness)
- variabilita rychlosti proudění
- depozice sedimentů
- charakter koryta z hlediska jeho výplně vodou
- změny v tvaru koryta
- četnost prahů (riffles)
- stabilita břehu
- ochrana břehu vegetací
- šířka březní vegetace

Ve výsledné klasifikaci jsou všechny výše uvedené parametry rozděleny do 4 kategorií na optimal, suboptimal, marginal a poor podle kritérií uvedených v metodice (Barbour a kol., 1999). Poměr mezi celkovou hodnotou dosaženou ze všech hodnocených parametrů v jednotlivých úsecích a hodnotou určenou na referenčním úseku (získáno z terénního průzkumu) je poté procentuálně vyjádřen ve výše zmíněných 4 kategoriích. Ovšem značným nedostatkem této metody je skutečnost, že jednotlivým úsekům není přiřazováno číslo od 1 do 4, což by korespondovalo s počtem 4 kategorií, ale čísla 0 – 20 (příp. 0 – 10 – pravý a levý břeh). Tato číselná řada je sice rozdělena do 4 již zmíněných kategorií, ale dochází zde k odlišnostem způsobeným subjektivním hodnocením jednotlivých pozorovatelů. Podle návrhu Barboura (1999 in Šípek, 2006) by se tomuto mohlo předejít absolvováním školením každého pozorovatele před použitím metodiky.

OBR 2-12: Příklad rozdělení souboru dat pomocí percentilů



Zdroj: upraveno podle Barbour a kol. (1999 in Šípek, 2006)

Základní metoda rozdělení do jednotlivých kategorií používá statistickou metodu 95. percentilu (Barbour a kol., 1999 in Šípek, 2006), podle níž je soubor dat rozdělen do výsledných 3 – 4 kategorií (OBR 2-12).

RBP byla vyvinuta jako metoda hodnocení biologických podmínek toku. Provázanost těchto podmínek s neživou složkou ekosystému vychází z předpokladu, že kvalita habitatu přímo ovlivňuje živé organismy toku a jeho okolí. Výzkum charakteristik habitatu vodních toků je zásadní, a protože se výsledné hodnoty liší v různých oblastech a jsou ovlivňovány různými faktory (v dnešní době převážně faktoru antropogenního), je toto hodnocení nutné k potenciálnímu udržení přijatelného stupně biologických podmínek v povodí, resp. tocích.

3. Zdroje dat

Kapitola týkající se fyzickogeografické charakteristiky zájmového území vyžaduje k tomuto popisu také relevantní data. Data ročních průměrných srážek z jednotlivých srážkoměrných stanic mi byla poskytnuta ČHMÚ v Praze, a to za období 1962 – 2005. Měsíční a denní úhrny srážek jsou pouze za období 1996 – 2005 (desetiletá řada). K hodnocení hydrologických charakteristik byla získána data z ČHMÚ, pobočka České Budějovice. Jedná se data denních průtoků v sedmileté řadě hydrologických let 2000 – 2006 z vodoměrné stanice Stodůlky, která je jedinou provozovanou na Křemelné. Další data k hodnocení těchto charakteristik byla získána terénním průzkumem, na kterém se podílel výzkumný tým pod vedením Doc. RNDr. Bohumíra Janského, CSc. v rámci výzkumu zvláště chráněných částí přírody s názvem „Hydrologická funkce rašelinišť“. Jsou to data okamžitých průtoků v profilech Křemelná – nad ústím Prášilského potoka a Prášilský potok – nad soutokem s Křemelnou změřená pomocí hydrometrické vrtule a data okamžitých vodních stavů z instalovaných vodočetných latí ze stejných profilů. Dále byly v rámci tohoto výzkumu instalovány 3 hladinoměry s ultrazvukovou sondou, v profilech Křemelná – nad ústím Prášilského potoka, Křemelná - Zhůří a Prášilský potok – nad ústím Jezerního potoka, jejichž data vodních stavů jsou k této práci také využita. Jedná se o měřicí sestavy složené z registrační a řídicí jednotky typu M4016, ultrazvukového snímače a GSM modulu k přenosu dat v síti GPRS (www.fiedler-magr.cz). Mapovými podklady jsou digitální vrstvy z databází ZABAGED a DIBAVOD (obě 1:10 000) a také ArcCR poskytnuté VÚV. V neposlední řadě byla také použita data uvedená v Hydrologických poměrech.

Zdroje dat, důležité ke vzniku části týkající se mapování, jsou převážně z vlastního terénního průzkumu (tzn. měření veličin v korytech toků) provedeného během září a října 2006, avšak následná interpretace se neobejde bez výše zmíněných mapových podkladů, navíc doplněné leteckými snímky z internetových zdrojů (GEODIS, www.seznam.cz). Díky tomuto terénnímu průzkumu vzniklo i velké množství fotomateriálu, z něhož jsou vybrané snímky použity také v tomto textu.

Mapové výstupy byly zhotoveny s využitím výpočetní techniky v programu MapInfo 7.0 Professional. Všechny uvedené mapy jsou orientovány k severu, pokud není uvedeno jinak.

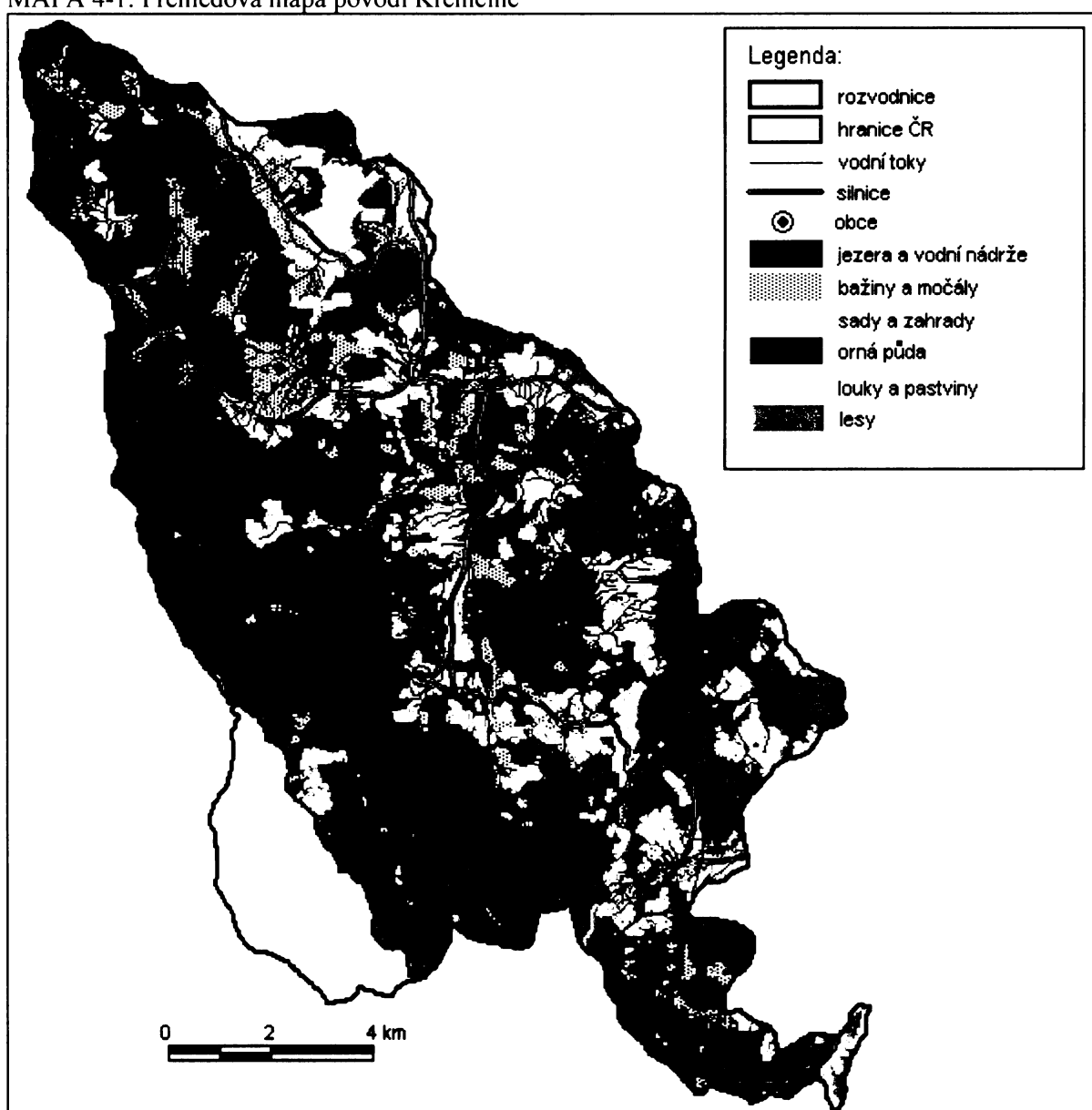
H. J. Janský, V. V. V. V. V.

4. Fyzickogeografická charakteristika zájmového území

4.1 Vymezení a stručná charakteristika povodí Křemelné

Povodí Křemelné je vymezeno jejím pramenem pod vrcholem Můstek (1234 m n. m.) až k ústí, kde soutokem s Vydrou vzniká řeka Otava. Povodí též zahrnuje plavební Vchynicko-Tetovský kanál, který do Křemelné převádí vodu z Vydry a současně ji svádí z přilehlých svahů. Povodí je ohraničeno rozvodnicí, která částečně na JZ zasahuje na území Německa (MAPA 4-1).

MAPA 4-1: Přehledová mapa povodí Křemelné



Zdroj: data DIBAVOD a ZABAGED 1:10 000

Pozn. Plocha na německé straně – chybí mapové podklady

Rozvodnice je dána následujícími významnými kótami (výšky v m n.m.): soutok s Vydrou (627) – Křemelná (1125) – Březník (1005) – Vysoký Hřbet (1077) – Javorná (1089) – Sup (1000) – Jedlová (1176) – Můstek (1234) – Habr (1202) – Pancíř (1213) – Sklářský vrch (1194) – Polom (1295) – Plesná (1336) – Ždanidla (1309), dále na německé straně vrcholy Scheuereckberg (1193) a Kiesruck (1265) a opět na české straně: Poledník (1315) – Oblík (1224) – Adamova hora (1077), dále po pravém břehu Vchynicko-Tetovského kanálu a přes vrcholy Spálený (1013) a Sedelský vrch (926) opět k soutoku s Vydrou (627).

Řeka Křemelná pramení asi 1 km V od Můstku (1234 m n. m.) v nadmořské výšce 1131 m n. m. Převážný směr jejího toku je jihovýchodní. Křemelná je levou zdrojnicí řeky Otavy, kterou vytváří soutokem s Vydrou v obci Čeňkova Pila v nadmořské výšce 627 m n. m. Plocha povodí Křemelné je podle Hydrologických poměrů (ČHMÚ, 1970, dále jen HP) 171,57 km². V Hydrologické ročence ČR (ČHMÚ, 2005, dále jen HRČR) je uvedeno 170,483 km². Další statistiky jsou v TAB 4-1. Délka toku je 30,7 km (HP 1970).

Hlavními přítoky jsou Slatinný potok s plochou povodí 31,10 km² (HRČR 2005 – 33,169 km²) vlévající se na 17,6 ř. km, dále Prášilský potok s plochou povodí 45,13 km² (HRČR 2005 – 44,484 km²) na ř. km 15,5 a konečně Vchynicko-Tetovský kanál s plochou povodí 12,591 km² (HRČR 2005) na 3,9 ř. km, odvádějící vodu z koryta Vydry. Všechny jmenované hlavní zdrojnice se vlévají do hlavního toku zprava. Z toho také vyplývá značná asymetrie povodí Křemelné s mnohem lépe vyvinutou pravou částí.

TAB 4-1: Přehled ploch povodí z různých zdrojů

| zdroj vodní tok | Hydrologické poměry 1970 | Hydrologická ročenka ČR 2005 | MapInfo 7.0 Prof. |
|----------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------|
| Křemelná | 171,57 | 170,483 | 170,696 |
| Slatinný p. | 31,10 | 33,169 | 34,093 |
| Prášilský p. | 45,13 | 44,484 | 44,550 |

Vchynicko-Tetovský kanál je umělým vodním tokem, jež byl vyprojektován inženýrem Josefem Rosenauerem a zřízen v oblasti řek Křemelné a Vydry v letech 1799 – 1801 po koupi prášilského panství Josefem Schwarzenbergem (Anděra, Zavřel, 2003 in Marek, 2005). Stavba kanálu, který byl součástí otavské plavební soustavy, umožnila dopravovat dřevo z vyšších poloh Šumavy, což bylo až do této doby nemožné díky balvanitému korytu Vydry. Kanál začíná nad Antýglem na levém břehu Vydry u bývalých dřevařských osad Vchynice a Tetov. Kanál o šířce 4 – 5 m a přibližné hloubce 1,6 m převáděl vodu a dopravoval dřevo z Vydry okolo Schatzova lesa překračujíc silnici ze Srní do Prášil. Je zaústěn do Křemelné asi 2,5 km severozápadně od Srní ve výšce 686 m n. m. Původně

sloužila plavební stoka pro transport dřeva, zejména po založení sirkáren v Sušici v letech 1836 – 1868. Dnešní funkce kanálu se však zcela změnila. Vchynicko-tetovský kanál plní funkci přivaděče vody do vodní nádrže na úbočí vrchu Sedlo u obce Srní. Voda je z první části kanálu (9 km) do nádrže vedena podzemním potrubím (5 km) a následkem toho je zbývající část kanálu téměř bez vody. Vodní energie, jež je daná výškovým rozdílem hladin v retenční nádrži a v řece Vydře u Čeňkovy Pily - 250 m, je od roku 1939 využívána vysokotlakou vodní elektrárnou Vydra (Anděra, Zavřel, 2003 in Marek, 2005).

V povodí Křemelné se též nachází dvě ledovcová jezera, Prášilské jez. a jez. Laka. Prášilské jezero leží v horní levostranné části povodí Jezerního potoka (Janský, Šobr a kol., 2003). Nachází se v karu zahloubeném v rule a žule prášilského masivu ve V svahu severního výběžku Poledníku (1315 m n.m.), přičemž se jedná o silně tektonizovanou oblast a jsou zde zachovány i glaciální sedimenty. Prášilské jezero je hrazeno přes 200 metrů širokou morénou S-J směru a na Z straně jezera se nachází 150 m vysoká jezerní stěna, jejíž sklon je kolem 38°. Plocha jezera ohrazená nezpevněným břehem je rovna 4,18375 ha, resp. pevným břehem 4,204375 ha při stavu hladiny 47 cm pod úrovní hráze. Střední hloubka je 8,32 m a maximální současná hloubka je 17,2 m. Po přičtení 1,6 m sedimentů vychází maximální hloubka pevného dna na 18,8 m (Janský, Šobr a kol., 2003).

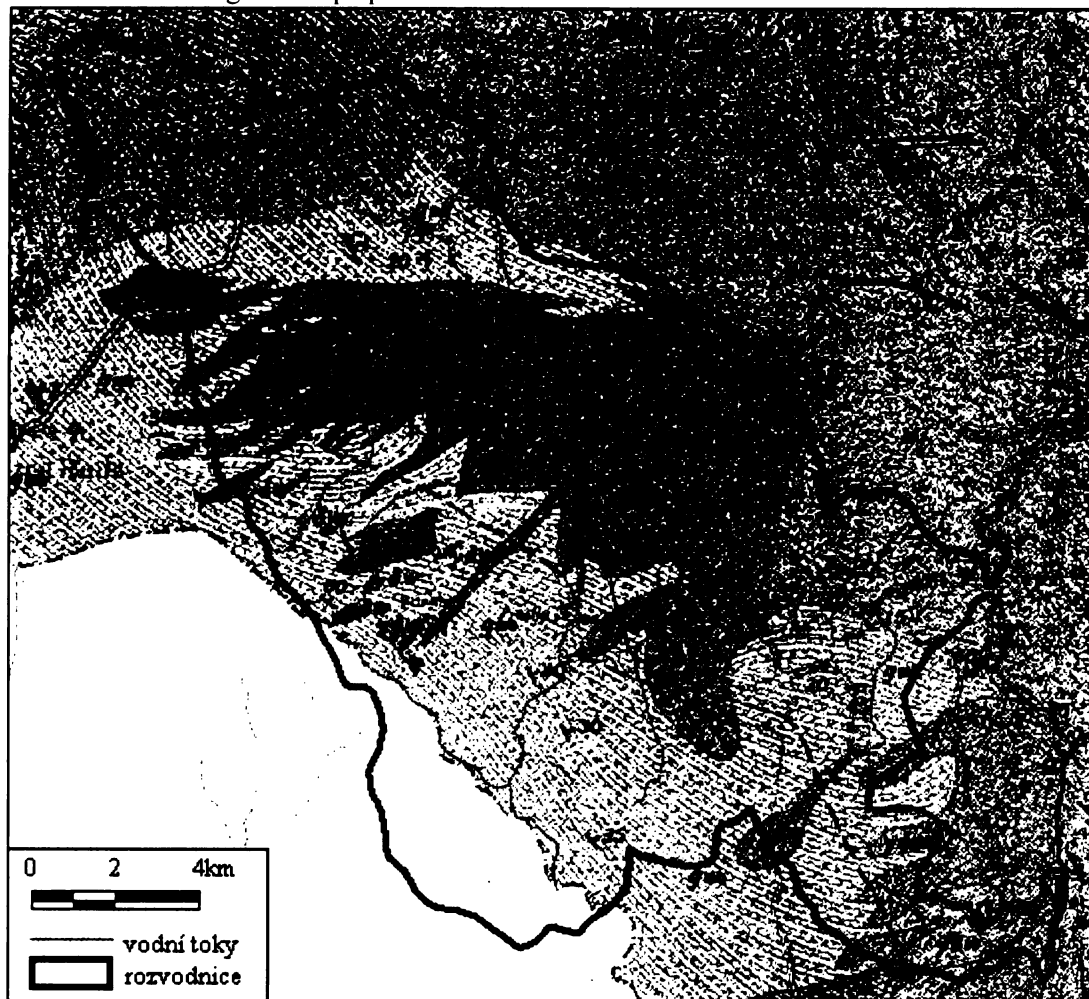
Jezero Laka se nachází na SV svahu hory Debrník (1336 m n.m.), pro níž se vžil i název Plesná. Je to jediné šumavské jezero, kde není vyvinut typický kar. Zvláštěností tohoto jezera je také značná intenzita zazemňovacích procesů. S tím souvisí výskyt četných plovoucích i ke dnu přisedlých ostrůvků. Plocha jezera je 2,57705 ha, přičemž plovoucí ostrovy zabírají přibližně 8,54 % jeho plochy. V minulém století byla hladina jezera o 1,7 m zvýšena umělou hrází a vody jezera se využívalo k pohonu strojů ve sklárnách v Nové a Staré Hůrce a také k plavení dřeva. Střední hloubka jezera je 1,89 m a dnešní maximální hloubka činí 3,5 m (Janský, Šobr a kol., 2003).

4.2 Přírodní podmínky

Kapitola je věnována fyzickogeografickým charakteristikám sledovaného povodí. Důraz je kladen zejména na hydrografické charakteristiky a odtokový režim.

Šumavská oblast je součástí geologické provincie Český masív a regionálně geologického hlediska náleží Šumava k moldanubiku. Zemská kůra je zde tvořena mnoha různými geologickými tělesy a její současný stav je výsledkem vývoje, který trval stamiliony roků. To je tvořeno soubory přeměněných hornin, pravděpodobně převážně předprvohorního

MAPA 4-2: Geologická mapa povodí Křemelné




Zdroj: ZVM a Geologická mapa ČR 1: 200 000, ČGÚ

LEGENDA:


MLADŠÍ PALEOZOIKUM - Karbon
POZDNE VARISKÉ MAGMATITY

 pegmatity pC, aplity IC, leukokratické žilné žuly až granodiority iYC

Středočeský pluton

 biotitický až amfibolicko-biotitický granodiorit až křemenný diorit


Centrální masív


 biotitická žula, adamellit a granodiorit s muskovitem

 biotitický porfyrovitý středně zrnitý granodiorit

 amfibolicko-biotitické křemenné diority

MOLDANUBIKUM

 biotiticko-muskovitické svory

 jemnozrné svory a muskoviticko-biotitické svorové ruly

 muskoviticko-biotitické pararuly

 biotitické perlové ruly

 injikované ruly a arterity

 amfibolity

 krystalické vápence

 erlany


 kvarcity a kvarcitické ruly


 grafitické kvarcity

OBECNÉ VYSVĚTLIVKY

 žilný křemen

 hranice zjištěná, předpokládaná

 přibližné rozhraní pozvolných přechodů

 tektonické hranice (zlomy) zjištěné a předpokládané

 směr a sklon vrstev

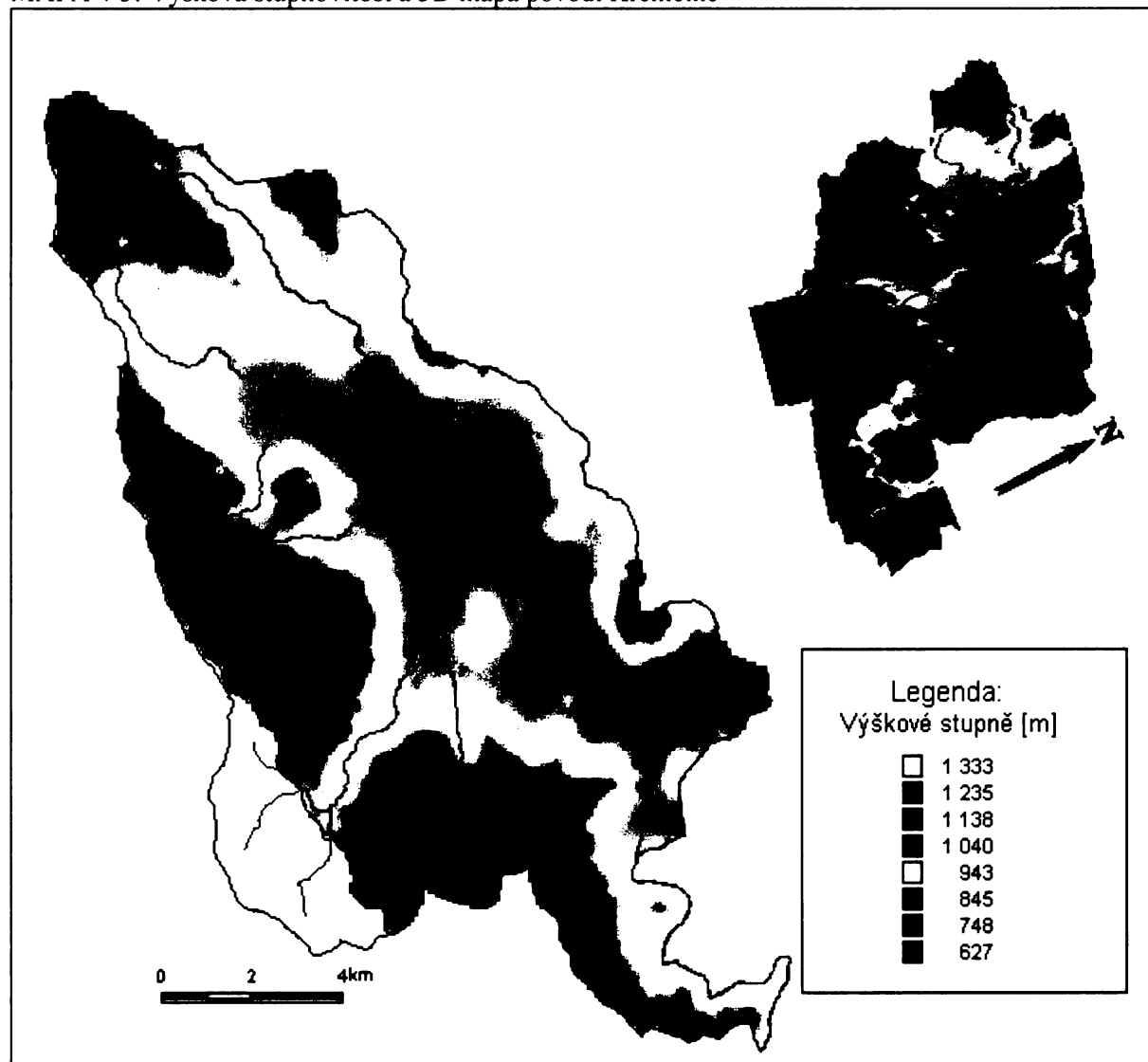
stáří a velkými tělesy prvohorních hlubinných vyvřelin. Moldanubikum Šumavy můžeme rozdělit do několika základních geologických jednotek. Řeka Křemelná leží v jednotce centrálního moldanubického plutonu a v jednotce Královského hvozdu (Anděra, Zavřel, 2003 in Marek, 2005).

Oblast jednotky Královského hvozdu se táhne při hranicích s Německem od Nýrska až ke Kvildě. Na tomto území v oblasti horních toků řek povodí Křemelné a především na horském hřbetu Pancíře a Můstku se vyskytují převážně svory, ruly a muskoviticko-biotitické pararuly (Anděra, Zavřel, 2003 in Marek, 2005, Kodym, 1961 in Hladík, 2006). Kodym et al. (1961 in Beer, 1992) uvádí, že jednotka Královského hvozdu je považována za nejmladší část moldanubika, nebo za ekvivalent jednotky jednotvárné. Beer (1992) uvádí, že střední tok řeky Křemelné se nachází v masivu prášilském, části moldanubického plutonu (Pelc, Šebesta, 1991 in Beer, 1992). Na levém břehu Křemelné je tvořen biotitickou žulou, granodioritem a muskovitem, na pravém břehu převažuje biotitický porfyrovitý granodiorit. Toto těleso je nejdále vysunuto k SZ a má přibližně trojúhelníkový tvar. Jeho S část tvoří biotická rula, adamellit (tj. přechodná hornina mezi žulou a granodioritem) a granodiorit s muskovitem. J část, je tvořena granodioritem weinsberského typu (jedná se o středně zrnitý biotický granodiorit porfyrické struktury). Dolní tok Křemelné těsně nad soutokem s Vydrou je tvořen injikovanými rulami a arterity (Beer, 1992).

Z hlediska geomorfologického členění je Šumava vrásovo-zlomové pohoří s okraji vysokými kolem 1000 m, které se rozkládá po obou stranách státní hranice Česka s Německem a Rakouskem. Podle Balatky a Kalvody (2006 in Hladík, 2006) spadá S část povodí Křemelné do geomorfologického okrsku **Pancířský hřbet** a je tvořen moldanubickými svorovými rulami a svory série Královského hvozdu s vložkami kvarcitů a žulových porfyrů. Nejvyšším vrcholem je Můstek (1234 m n. m.). Druhým okrskem, který spadá do podcelku Železnorudská hornatina, je **Debrnická hornatina** na JV a je tvořena převážně biotitickými pararulami moldanubika s útržky granodioritů moldanubického plutonu. Nejvyšší horou je Debrník (též Plesná, 1336 m n. m.). Z J do povodí zasahuje okrsek **Kvildské pláně**. Je to plochá hornatina z dvojslídých pararul a injikovaných rul moldanubika s proniky biotitických žul a menších těles dvojslídých a biotitických granodioritů moldanubického plutonu. Nejvyšším bodem v zájmovém území Křemelné je Poledník (1315 m n. m.). Z V na území povodí zasahuje okrsek **Svojská hornatina**. Členitá hornatina převážně z injikovaných rul moldanubika a biotitických žul moldanubického plutonu má nejvyšší vrchol Křemelnou (1125 m n. m.) (Demek, 1987 in Hladík, 2006). Posledním okrskem v povodí jsou

Kochánovské pláně, které pokrývají jeho největší část, střední a horní tok Křemelné. Jsou tvořeny dvojslídnyými pararulami moldanubika, biotitickými žulami a granodioritem moldanubického plutonu. Nejvyšším bodem je Javorná (1090 m n. m.). Poslední tři jmenované okrsky jsou součástí podcelku Šumavské pláně.

MAPA 4-3: Výšková stupňovitost a 3D mapa povodí Křemelné

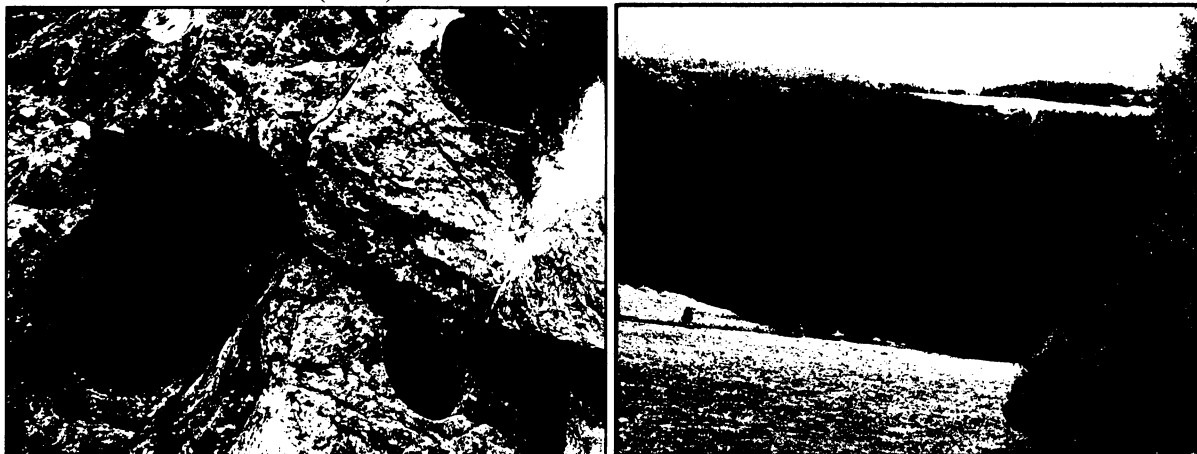


Zdroj: data DIBAVOD a ZABAGED 1:10 000

Zajímavým mikrotvarem v povodí Křemelné jsou tzv. obří hrnce, vzniklé v řečišti vířivým pohybem vody v prohlubních balvanů. Známé lokality se v našem sledovaném území nacházejí v dolním toku u Čenkovy Pily (Anděra, Zavřel, 2003 in Marek, 2005). Obří hrnce v povodí Křemelné vznikly ve skalním podloží migmatitů převážně arteritového typu. Kromě rozptýlených výskytů, hlavně miskovitých tvarů, jsou nejvýraznější hrnce v peřejích asi 750 m nad soutokem s Vydrou (Balatka, Sládek, 1977 in Marek, 2005) (FOTO 4-1).

Podrobnějším popisem zájmového povodí Křemelné z geomorfologického hlediska se zabývají ročníková práce Marka (2005) a bakalářská práce Hladíka (2006).

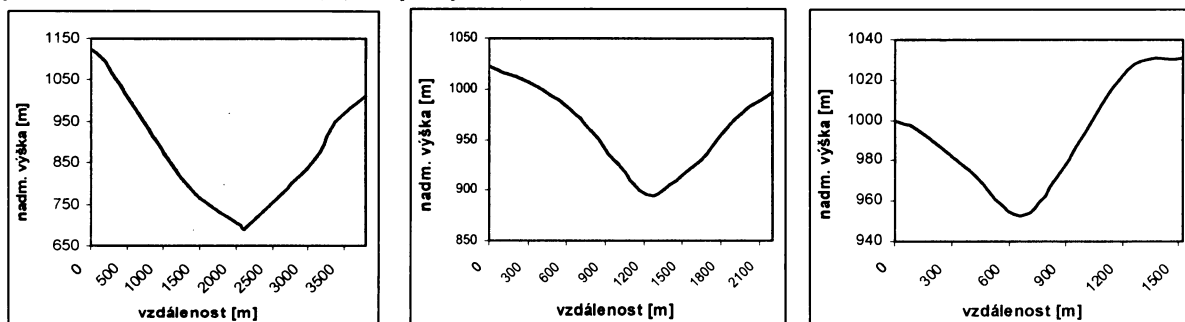
FOTO 4-1, 4-2: Obří hrnce asi 750 m nad soutokem Křemelné s Vydrou (č.4-1) a ukázka typu *V údolí* na dolním toku Křemelné (č.4-2)



Zdroj: Tomáš Marek (č.4-1) a Milan Prokš (č.4-2)

Podle Klimazsewského klasifikace údolí vodních toků podle tvaru příčného profilu (1978, in Marek, 2005) je na svém dolním toku údolí Křemelné typu *V údolí* a to až téměř k vodoměrné stanici Stodůlky (FOTO 4-2 a také GRAF 4-1), což je patrné jak z výše uvedené mapy výškové stupňovitosti (MAPA 4-3), tak i z příložené 3D mapy. Na svém středním toku

GRAF 4-1, 4-2, 4-3: Vybrané příčné profily údolími řeky Křemelné (č.4-1) profil Křemelná (1125 m) – Spálený (1013 m) (5,5x převýšeno), (č.4-2) profil u býv. osady Zhůří Hadí vrch (1022 m) – Gerlova paseka (996 m) (7,5x převýšeno), (č.4-3) profil nad býv. osadou Starý Brunst Sup (1001 m) – kóta na protilehlém svahu (1031 m) (11x převýšeno)



Zdroj: ZABAGED 1:10000, vlastní zpracování MS Excel

je tvar typu *údolí plochého dna erozní* (dolina plaskodenna dna erozyjnego) se širokým dnem se svahy o různých sklonech a s podtypem *s meandrujícími řekami* – ploché dno a vkleslé břehy na výsepních stranách (FOTO 4-3 a také GRAF 4-2), které jsou pro tuto oblast kolem býv. osady Zhůří typické. Tento typ je typický také pro dolní toky Slatinného potoka a také potoka Prášilského. Pro horní tok Prášilského potoka je charakteristický typ *V údolí*, kde nad

obcí Prášily na pravém břehu vystupuje Z a SZ svahy hřebenu Skalka (1238 m n. m.) – Poledník (1315 m n. m.) a na levém V a J svahy hřebenu Dřevěná Hůl (1206 m n. m.) – Ždanidla (1309 m n. m.). Horní toky Křemelné a Slatinného potoka lze přirovnat k typu *údolí se zakleslým dnem* (dolina wklęsłodenna) (GRAF 4-3), pro který je charakteristický neckovitý tvar, kde sklon svahů je okolo 3° a jeho podélný profil není rovnoměrný. Sklony svahů jsou zde kolem 5° (přibližně 9 %).

FOTO 4-3: Letecký snímek středního toku Křemelné u býv. osady Zhůří s typickými meandry (1:11000, orientace S)



Zdroj: www.seznam.cz

V šumavském regionu je značná závislost půdních skupin na nadmořské výšce, což má za následek výškovou půdní pásmovitost. Podle Anděry, Zavřela (2003 in Marek, 2005) jsou základní půdní skupinou hnědé půdy, jejichž podzolizace a kyselost roste s vyšší nadmořskou výškou. Vytvářejí se na různých horninových podkladech, a to především na zvětralinách rul, svorů, granolitů, žul a příbuzných hornin. Vedle nich se zde dále vyskytují rezivé půdy s podzoly a rašeliništní půdy. Beer (1992) uvádí, že v povodí Křemelné se setkáváme se čtyřmi hlavními skupinami půdních typů a to s podzoly, hnědými lesními půdami, glejovými půdami a půdami rašeliništními.

TAB 4-2: Přehled rozloh rašelinišť, rašelinných půd, půd lesních a nelesních ve vybraných povodích

| název povodí | plocha povodí (km ²) | rašelinná a rašeliništní půda (km ²) | Rašeliniště (km ²) | půda nelesní (km ²) | půda lesní (km ²) |
|-----------------|----------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Křemelná | 160,12 | 8,09 | 4,07 | 37,92 | 122,2 |
| Prášílský potok | 32,85 | 0,72 | 0,48 | 3,45 | 29,4 |
| Jezerní potok | 11,21 | 0,04 | 0,1 | 2,18 | 9,03 |

Zdroj: Ferda et al. (1971 in Beer, 1992 in Marek, 2005)

Podle půdní mapy České republiky, sestavené M. Tomáškem v roce 2003 (in Hladík, 2006), která doplňuje Anděru, Zavřela (2003) se ještě v pramenné oblasti Prášílského potoka nachází půdy podzolové. Přehled rozloh vybraných půd ve vybraných dílčích povodích v povodí Křemelné je uveden v TAB 4-2.

Výše zmíněné půdní typy v povodí Křemelné jsou podle Horníka (1984) a Chábery (1984) podrobněji popsány v ročníkové práci Marka (2005) a podle Tomáška (2003) v bakalářské práci Hladíka (2006).

V povodí Křemelné převažují z 80 % lesy. Konkrétně se jedná o lesy jehličnaté (52,33 %), lesy střídající se s křovinami (16,94 %) a lesy smíšené (11,21 %). Dále se zde vyskytují louky a přírodní pastviny, naopak ojediněle orná půda. Vodní plochy zde zaujímají jen minimální podíl. Jedná se o dvě ledovcová jezera – Prášílské jezero a jezero Laka. Převažující typ lesní vegetace se do své dnešní podoby zformoval během dlouhodobého vývoje v postglaciálu. Původní lesy jsou dnes převážně přetvořeny výsadbou monokultur smrku. Z geobotanické mapy Šumavy a Pošumaví (Moravec 1968, 1969 in Chábera, 1984 in Marek, 2005) vyplývá, že celá tato oblast byla v počátcích působení člověka pokryta souvislou lesní vegetací, přesněji řečeno podmáčenými smrčínami, horskými klimaxovými smrčínami a acidofilními horskými bučinami. V nich řídce přimíšen jeřáb, jedle a klen. V podrostu pak kaprad' rakouská rozložená, jinořadec kadeřavý a borůvka (Kunský, 1968 in Hladík, 2006). Ve vyšších polohách, jakými jsou Šumavské pláně, jsou vázané horské smrčiny. Tato lesní vegetace je přerušována jen malými enklávami rašelinišť (Chábera, 1984). O něco níže se vyskytují acidofilní horské bučiny, na jejichž složení se přibližně stejným dílem účastní smrk a jedle. V jejich bylinném patře nalezneme např. biku lesní, podbělici alpskou či žebrovice různolistou. V údolích povodí Křemelné nalezneme menší enklávy květnatých bučin, které jsou dnes již z velké části přeměněné. Zde je hlavní dřevinou buk, dále jedle, smrk a javor klen (Chábera, 1984). V bylinném patře potom kyčelnice cibulkonosná, kostřava lesní a řeřišnice nedůtklivá (Maršáková-Němejcová, 1977 in Hladík, 2006). Z hlediska vodních ploch je nutné také zmínit květeny plovoucích a přisedlých ostrůvků na jezeře Laka. Šobr (1999) uvádí, že zdejší květena je druhově chudá a převažují

zde některé druhy ostřic. Dále se zde vyskytují suchopýr, zábělník bahenní a violka bahenní. Na některých ostrůvcích byly také zaznamenány stromky a keřiky smrku ztepilého a vrby ušaté.

Pro tyto lesní společenstva je charakteristická také pestrost fauny. V povodí Křemelné se tak vyskytují např. motýl okáč rudopásný a pýrový, píďalky, velké množství druhů ptactva (čáp černý, tetřev hlušec, sluka lesní, puštík obecný, atd.), či hlodavců, např. veverka. Typický je také výskyt sudokopytníků, jakými jsou např. jelen, srnec, či prase divoké. Charakteristickou šelmou je rys, který se zde opět začal vyskytovat kolem 50. let. První doklady o jeho rozmnožování pocházejí z Prášílska a to začátkem 80. let. Větší šelmy, jako je medvěd a vlk, zde však již nežijí (Anděra, Zavřel, 2003 in Marek, 2005). Unikátní je fauna rašelinišť, na nichž zůstala dochována řada druhů severského původu, zejména bezobratlých, jako relikty doby ledové – tzv. glaciální relikty. Lze zde spatřit léta např. žluťáčka borůvkového, modráčka stříbroskvrnného, či perleťovce severního a z ptactva např. potápku malou, kulíška nejmenšího, cvrčilku zelenou, či poláka chocholáčka. Rašeliniště vyhovují výskytu rejsce černého nebo hrabošika podzemního (Valenta, Kadoch, 1996 in Marek, 2005).

Klima je jedním z hlavních činitelů, které ovlivňují vodní bilanci této oblasti. Za nejvýznamnější klimatickou charakteristiku můžeme považovat srážky, které představují jediný zdroj vody pro povodí. Podle Atlasu ČSSR z roku 1984 spadá povodí Křemelné pouze do dvou klimatických oblastí, označené jako CH2 a CH3. Většina povodí leží v chladné oblasti CH3 a jen malá část při státní hranici je v chladné oblasti CH2. Každá oblast je popsána stejnými charakteristikami jako klasifikace podle Quitta (1971).

Podle Quittovy klimatické klasifikace z roku 1971, která vychází z měření klimatických charakteristik z období 1901 – 1950, spadá povodí Křemelné do třech klimatických oblastí, a to CH4 (C4, ostrůvkovitě na JZ a J povodí), CH6 (C6, S, Z a J část povodí) a CH7 (C7, V a SV část povodí a částečně S). V porovnání s novým Atlassem podnebí Česka (2007), kde jsou vyhodnoceny již data z období 1961 – 2000, jsou ještě tyto 3 oblasti doplněny o C1 a C3 (v JZ části povodí při státní hranici s Německem). Charakteristiky jednotlivých oblastí jsou uvedeny v TAB 4-3.

Podle světově uznávané Köppenovy klasifikace založené na teplotním a srážkovém režimu a jeho vlivu biotickou složku krajiny (Netopil, 1984), spadá povodí Křemelné do boreálního klimatu označeného jako *Dfb* – oblast středního a dolního toku Křemelné převážně na SV a V povodí, a *Dfc* – pramenná oblast Křemelné, J a JZ část povodí a místy na SV (Atlas podnebí Česka, 2007). Vymezení tohoto boreálního pásma je udáno izotermou 10°C

nejteplejšího a -3°C nejchladnějšího měsíce. Písmeno f značí, že množství srážek nejvlhčího letního měsíce je vyšší než toto množství v nejsušším zimním měsíci, ale méně než 10x a současně množství srážek v nejvlhčím zimním měsíci je menší než 3x úhrn srážek v nejsušším letním měsíci. Písmena h a c značí, že teplota nejteplejšího měsíce je menší než 22°C a alespoň 4 měsíce mají průměr větší než 10°C (h), resp. 1 – 3 měsíce mají průměrnou teplotou větší než 10°C (c) (Atlas podnebí Česka, 2007).

TAB 4-3: Charakteristiky klimatických oblastí v povodí Křemelné podle Quitta (1971)

| Klimatické charakteristiky | Klimatická oblast | | | | |
|---|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | C1 | C3 | C4 | C6 | C7 |
| Počet letních dní | 0 - 10 | 0 - 20 | 0 - 20 | 10 - 30 | 10 - 30 |
| Počet dní s průměrnou $t = 10^{\circ}\text{C}$ a více | 0 - 80 | 80 - 120 | 80 - 120 | 120 - 140 | 120 - 140 |
| Počet dní s mrazem | 160 - 180 | 160 - 180 | 160 - 180 | 140 - 160 | 140 - 160 |
| Počet ledových dní | 60 - 80 | 60 - 70 | 60 - 70 | 60 - 70 | 50 - 60 |
| Průměrná lednová teplota ($^{\circ}\text{C}$) | -7 - -8 | -7 - -8 | -6 - -7 | -4 - -5 | -3 - -4 |
| Průměrná červencová teplota ($^{\circ}\text{C}$) | 10 - 12 | 12 - 14 | 12 - 14 | 14 - 15 | 15 - 16 |
| Průměrná dubnová teplota ($^{\circ}\text{C}$) | 0 - 2 | 0 - 2 | 2 - 4 | 2 - 4 | 4 - 6 |
| Průměrná říjnová teplota ($^{\circ}\text{C}$) | 2 - 4 | 2 - 4 | 4 - 5 | 5 - 6 | 6 - 7 |
| Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více | 140 - 160 | 120 - 140 | 120 - 140 | 140 - 160 | 120 - 130 |
| Suma srážek ve vegetačním období (v mm) | 900 - 1000 | 600 - 700 | 600 - 700 | 600 - 700 | 500 - 600 |
| Suma srážek v zimním období (v mm) | 600 - 700 | 400 - 500 | 400 - 500 | 400 - 500 | 350 - 400 |
| Počet dní se sněhovou pokrývkou | 160 - 200 | 140 - 160 | 140 - 160 | 120 - 140 | 100 - 120 |
| Počet zatažených dní | 130 - 150 | 140 - 150 | 130 - 150 | 150 - 160 | 150 - 160 |
| Počet jasných dní | 30 - 40 | 30 - 40 | 30 - 40 | 40 - 50 | 40 - 50 |

Zdroj: upraveno podle Atlasu podnebí Česka (2007)

Jedním z nejdůležitějších klimatických parametrů je srážkový režim. Srážkový úhrn na Šumavě kolísá od zhruba 730 mm v oblastech ležících ve srážkovém stínu po asi 1550 mm na Březníku a není vyloučeno, že na některých zvláště exponovaných místech spadne ještě více (Šobr, 1999). Srážkoměrná stanice v obci Prášily v nadm. výšce 880 m n.m. je jedinou uvnitř sledovaného povodí, což je téměř o 140 m níže než je průměrná nadm. výška celého povodí (Marek, 2005). V nejbližším okolí povodí se nachází dalších pět stanic, u kterých jsou dostupná data srážek (TAB 4-4).

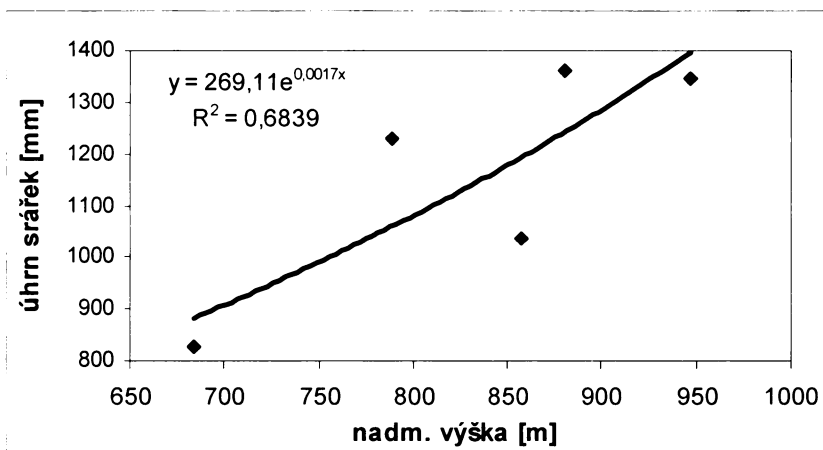
TAB 4-4: Srážkoměrné stanice v okolí povodí Křemelné s nadm. výškou a hodnotou průměrných srážek za období 1962 - 2005

| stanice | nadm. výška | prům. množství srážek [mm] |
|-----------------------|-------------|----------------------------|
| Prášily | 880 | 1362,4 |
| Srní | 857 | 1036,5 |
| Hartmanice | 684 | 828,1 |
| Železná Ruda - Špičák | 947 | 1345,6 |
| Železná Ruda | 789 | 1228,8 |

Zdroj: data ČHMÚ

Na základě údajů z těchto stanic a ročních úhrnů srážek v letech 1962 – 2005 se dá zjistit průměrný roční úhrn srážek v povodí. Výsledná hodnota je nejdříve určena pomocí Thiessen-Hortonovy metody, jejímž principem je určení váhy údajů z jednotlivých srážkoměrných stanic pomocí polygonu (Marek, 2005). Výsledná hodnota vypočtená podle vztahu $H_s = (\sum H_{si} * p_i) / P$ (H_s je průměrný roční úhrn srážek v povodí [mm], H_{si} jsou průměrné roční srážky v jednotlivých stanicích [mm], p_i je plocha části povodí v okolí stanice [km²] a P je plocha celého povodí [km²]) činí 1243,97 mm. Povodí Křemelné je značně výškově členité a projevuje se zde efekt narůstání úhrnu srážek se zvyšující se nadmořskou výškou. Podle charakteru místního reliéfu je možné hodnotu průměrné roční srážky na povodí vypočítat také právě pomocí závislosti úhrnů srážek na nadmořské výšce, i přes to, že podle koeficientu spolehlivosti R^2 (GRAF 4-4) je závislost jen mírně nadprůměrná. To by mohlo být zřejmě dáno polohami stanic, z nichž některé se nachází na závětrné straně horského hřbetu, který tvoří hlavní evropské rozvodí.

GRAF 4-4: Závislost průměrného ročního úhrnu srážek (období 1962 – 2005) na nadmořské výšce pro srážkoměrné stanice v oblasti povodí Křemelné



Zdroj: data ČHMÚ

Tyto výškové stupně jsou vloženy do regresní rovnice z GRAFU 4-4, spočtena průměrná roční srážka pro jednotlivé výškové stupně a následně průměrná roční srážka pro celé povodí (Marek, 2005). Tato hodnota pomocí výše zmíněné metody vychází 1433,03 mm. Vzhledem k již zmíněné hodnotě koeficientu determinace R^2 je podle mého názoru takto vypočtená srážka na povodí nadhodnocena. O tom vypovídá také hodnota z Hydrologických poměrů (1970), která činí 1157 mm, což se více blíží hodnotě vypočtené Thiessen-Hortonovou metodou. S výše vypočtenými hodnotami je porovnáván vývoj ročních srážkových úhrnů ve vybraných stanicích (GRAF 4-5). Velmi výrazná nadprůměrnost

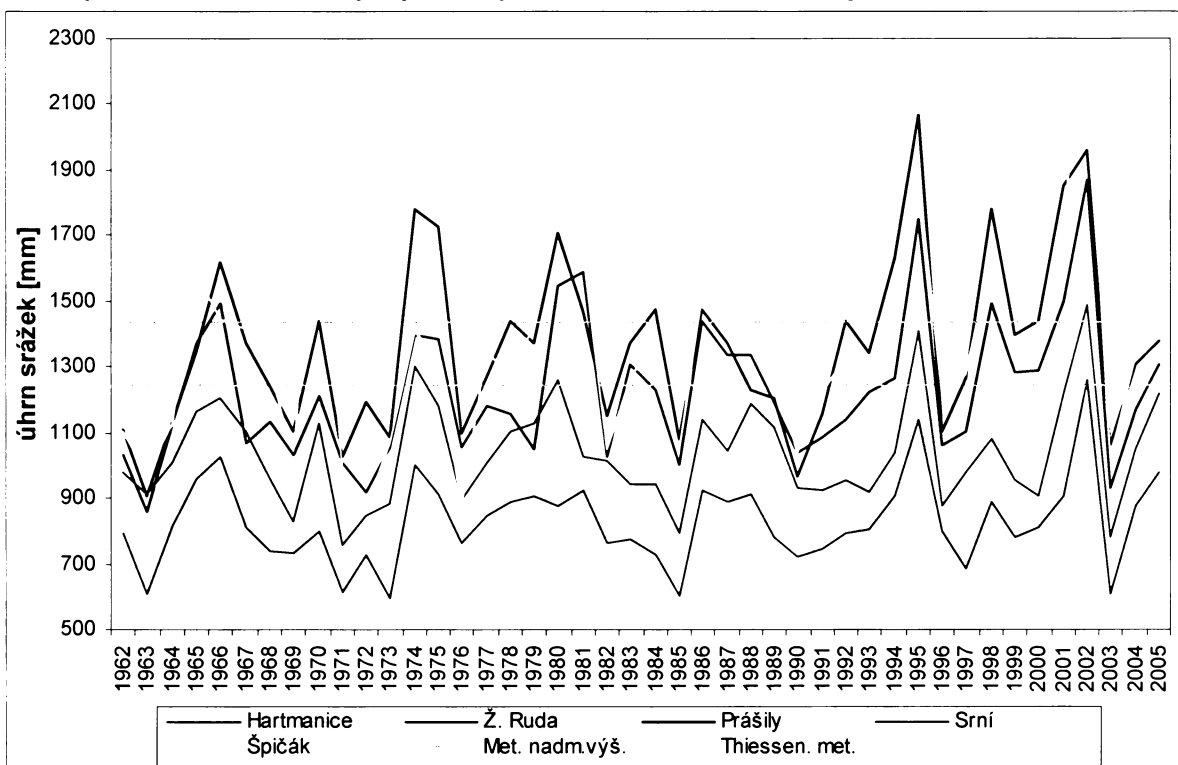
TAB 4-5: Úhrny srážek za jednotlivá roční období v letech 1996-2005

| stanice | jaro | | léto | | podzim | | zima | |
|-----------------------|------|-------|------|-------|--------|-------|------|-------|
| | % | [mm] | % | [mm] | % | [mm] | % | [mm] |
| Prášíly | 20,0 | 290,3 | 25,3 | 367,7 | 25,0 | 364,1 | 29,7 | 431,5 |
| Železná Ruda | 20,3 | 263,6 | 28,8 | 374,9 | 24,7 | 321,1 | 26,3 | 341,5 |
| Železná Ruda - Špičák | 21,5 | 314,5 | 28,4 | 417,0 | 23,9 | 349,8 | 26,2 | 384,5 |
| Srní | 21,2 | 224,0 | 29,0 | 306,7 | 23,6 | 249,2 | 26,1 | 276,0 |
| Hartmanice | 20,8 | 178,7 | 33,2 | 285,4 | 24,1 | 206,9 | 20,7 | 178,2 |

Zdroj: data ČHMÚ

„povodňového“ roku 2002 je z grafu patrná. Tuto nadprůměrnost způsobily intenzivní srážky, které přišly ve dvou po sobě jdoucích vlnách v srpnu 2002. Tento rok byl za sledované období nejbohatším na srážky. Tomuto maximu se přibližují také hodnoty roku 1995. Naopak nejsušším rokem je rok 1963 hned na počátku sledovaného období s podružným minimem v dalším velmi suchém roce 2003. Zřejmá je také jistá podobnost v průběhu všech pěti čar

GRAF 4-5: Vývoj ročních srážkových úhrnů ve vybraných srážkoměrných stanicích v letech 1962 – 2005 v porovnání s dlouhodobým průměrným ročním úhrnem srážek na povodí

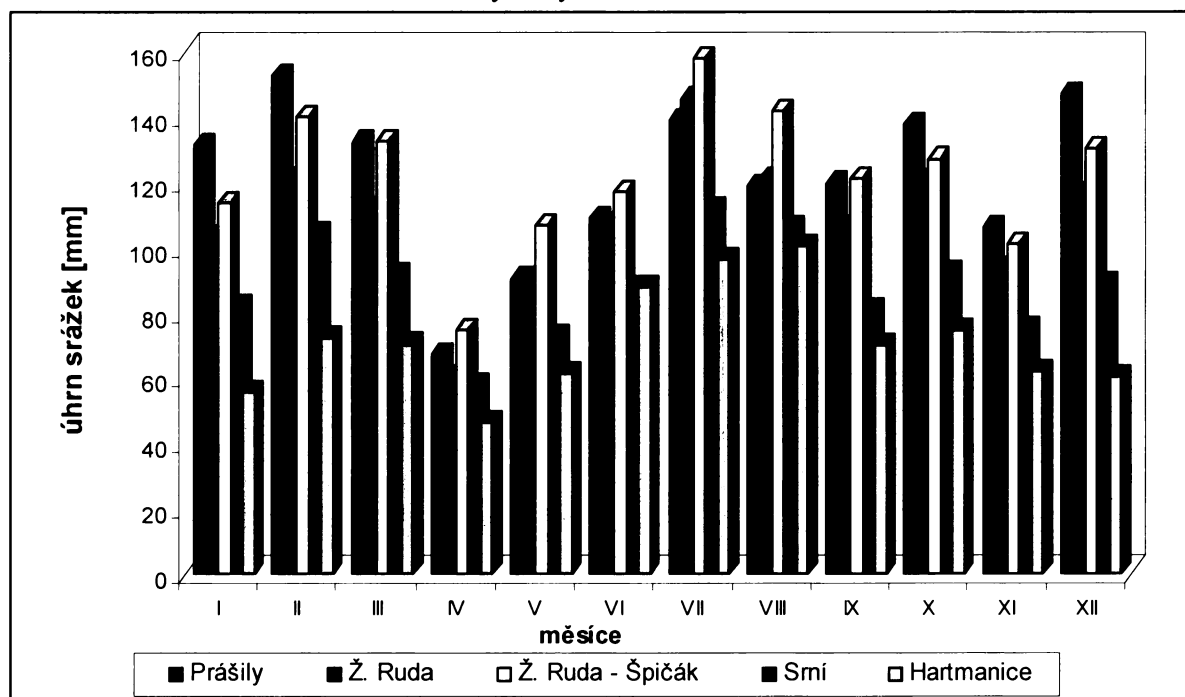


Zdroj: data ČHMÚ

charakterizovaných údaji z jednotlivých stanic. Dále je velmi zajímavým jevem střídání relativně sušších a vlhčích roků. Z GRAFU 4-6 rozložení měsíčních srážek vyplývá celkem stejnoměrné rozložení během roku, což porušuje výrazný propad hodnot v jarním období, zejména v dubnu, což potvrzuje také TAB 4-5. Ve všech vybraných stanicích je podíl srážek v

jarních měsících okolo 20 %. Naopak nejvíce srážek spadá v letních měsících, konkrétně v červenci, ale také v zimním období a to hlavně v únoru. Podle Chábery a kol. (1984, in Kocum, 2004) je Šumava v příhraničním pásmu s Německem na návětrné straně převládajícího JZ proudění vzduchu a to zejména v zimním období. Při tomto proudění je uplatňován vliv fénu poměrně blízkých Alp, díky čemuž má Šumava obecně teplejší podnebí, nižší srážkové úhrny teplé poloviny roku a tedy i nižší celkové průměrné roční srážky než ostatní česká pohoří.

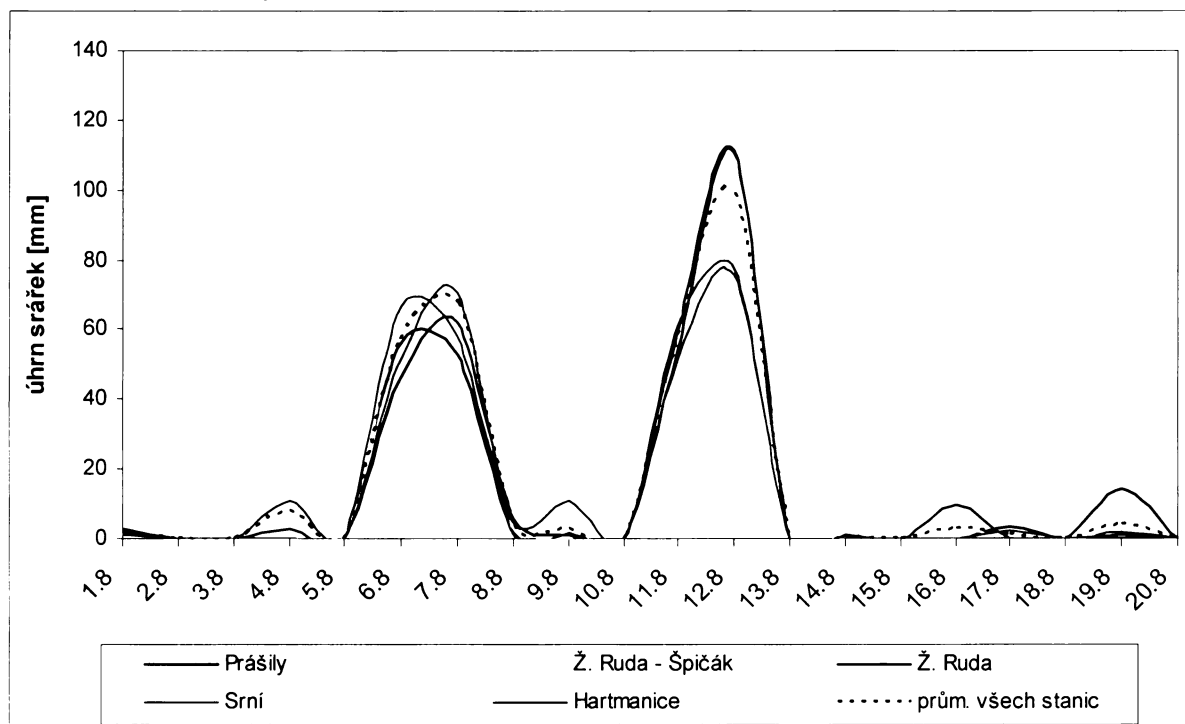
GRAF 4-6: Měsíční rozložení srážek ve vybraných stanicích v letech 1996 – 2005



Zdroj: data ČHMÚ

Vzhledem k níže hodnoceným povodňovým průtokům v kap. 4.3.1.2 je srážková charakteristika doplněna ještě GRAFEM 4-7, který se týká vývoje srážkových úhrnů právě v období katastrofálních povodní v roce 2002. Patrná je velmi vysoká podobnost mezi průběhy srážkových úhrnů ve sledovaných stanicích. První vlna srážek přišla již v průběhu 6. srpna, tedy přibližně o den dříve než kulminoval průtok ve vodoměrné stanici Stodůlky (GRAF 4-7). Tato vlna postupně nasycovala povodí. Mezi 8. – 10.8. srážkové úhrny rapidně klesly a 10.8. činil úhrn dokonce 0 mm ve všech sledovaných stanicích. Ovšem povodí Křemelné bylo stále ještě nasyceno původními intenzivními srážkami, takže v důsledku nové vlny ještě intenzivnějších srážek, které již povodí nebylo schopno infiltrovat, došlo k výraznému (mnohem většímu) ovlivnění povrchového odtoku a tím i několikanásobnému zvýšení průtoku oproti dlouhodobému normálu (viz. kap. 4.3.1.2).

GRAF 4-7: Vývoj denních srážkových úhrnů během katastrofických povodní v období 1.8. – 20.8.2002 ve sledovaných stanicích



Zdroj: data ČHMÚ

4.3 Hydrografické a hydrologické poměry

4.3.1 Hydrografie

Pramen Křemelné se podle Anděry, Zavřela (2003) nachází na V svahu vrcholu Můstek (1234 m) v nadmořské výšce 1090 m. Avšak podle zjištění z digitální vrstvy databáze ZABAGED 1:10 000 je pramen v nadm. výšce 1131 m n. m. Tato hodnota byla také použita k níže uvedeným hydrografickým charakteristikám. Její tok je podle Strahlera tokem 4. řádu, který soutokem s Vydrou u obce Čeňkova Pila tvoří řeku Otavu. Celková plocha povodí Křemelné je podle Hydrologických poměrů 171,57 km² a délka toku po soutok s Vydrou je 30,7 km. Avšak k výpočtům hydrografických charakteristik byly použity již údaje z digitální vrstvy databáze ZABAGED a DIBAVOD 1 : 10 000: plocha 170,696 km² a délka 32,92 km, stejně tak i u ostatních toků. Tyto údaje byly též použity k aktualizaci výpočtů uvedených v ročníkové práci (Marek, 2005). Křemelná má vyvinuté převážně pravostranné přítoky, což jsou všechny významné toky v jejím povodí. Ve prospěch pravé části hovoří i plocha – 134,72 km² (78,9 %), levá část povodí – 36,91 km² (21,1 %). Převládající směr toku je JV. Její první významnou zdrojnicí od pramene je na ř. km 17,6 pravostranný Slatinný potok. Následujícími

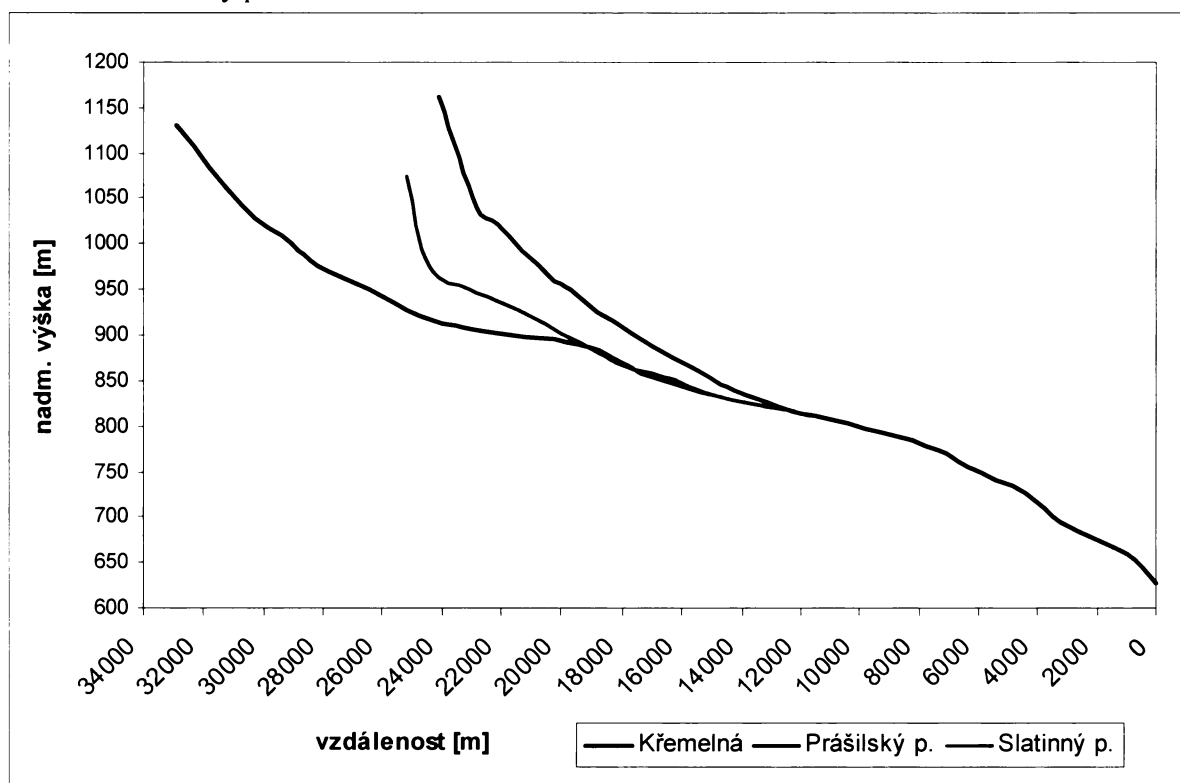
přítoky opět z pravé strany jsou Jezerní potok vytékající z jezera Laka v ř. km 16,3 a poté v ř. km 15,5 ústí do Křemelné Prášilský potok s největší plochou povodí (44,550 km²) a se svou zdrojnicí Jezerním potokem vytékajícím z Prášilského jezera. Poslední tři přítoky jsou opět

TAB 4-6: Přehled základních hydrografických charakteristik povodí Křemelné

| hydrografická charakteristika | vypočtené hodnoty | | |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Křemelná | Slatinný p. | Prášilský p. |
| délka toku | 32,92 km | 11,87 km | 12,57 km |
| plocha povodí | 170,696 km ² | 34,093 km ² | 44,550 km ² |
| Graveliův koeficient | 1,680 | 1,451 | 1,346 |
| charakteristika povodí | 0,158 – protáhlý | 0,242 - přechodný | 0,282 - vějířovitý |
| střední šířka povodí | 5,185 km | 2,871 km | 3,544 km |
| hustota říční sítě | 1,654 km/km ² | 2,173 km/km ² | 1,752 km/km ² |
| spád toku | 504 m | 253 m | 351 m |
| střední sklon toku | 15,309 ‰ | 21,307 ‰ | 27,924 ‰ |
| střední sklon povodí | 54,267 ‰ | 89,030 ‰ | 75,510 ‰ |
| koeficient křivolakosti (vývoje toku) | 1,637 | 1,312 | 2,052 |

Zdroj: upraveno podle Marka (2005), ZABAGED a DIBAVOD 1:10 000, aktualizováno vlastními výpočty

GRAF 4-8: Podélný profil říční soustavou Křemelné

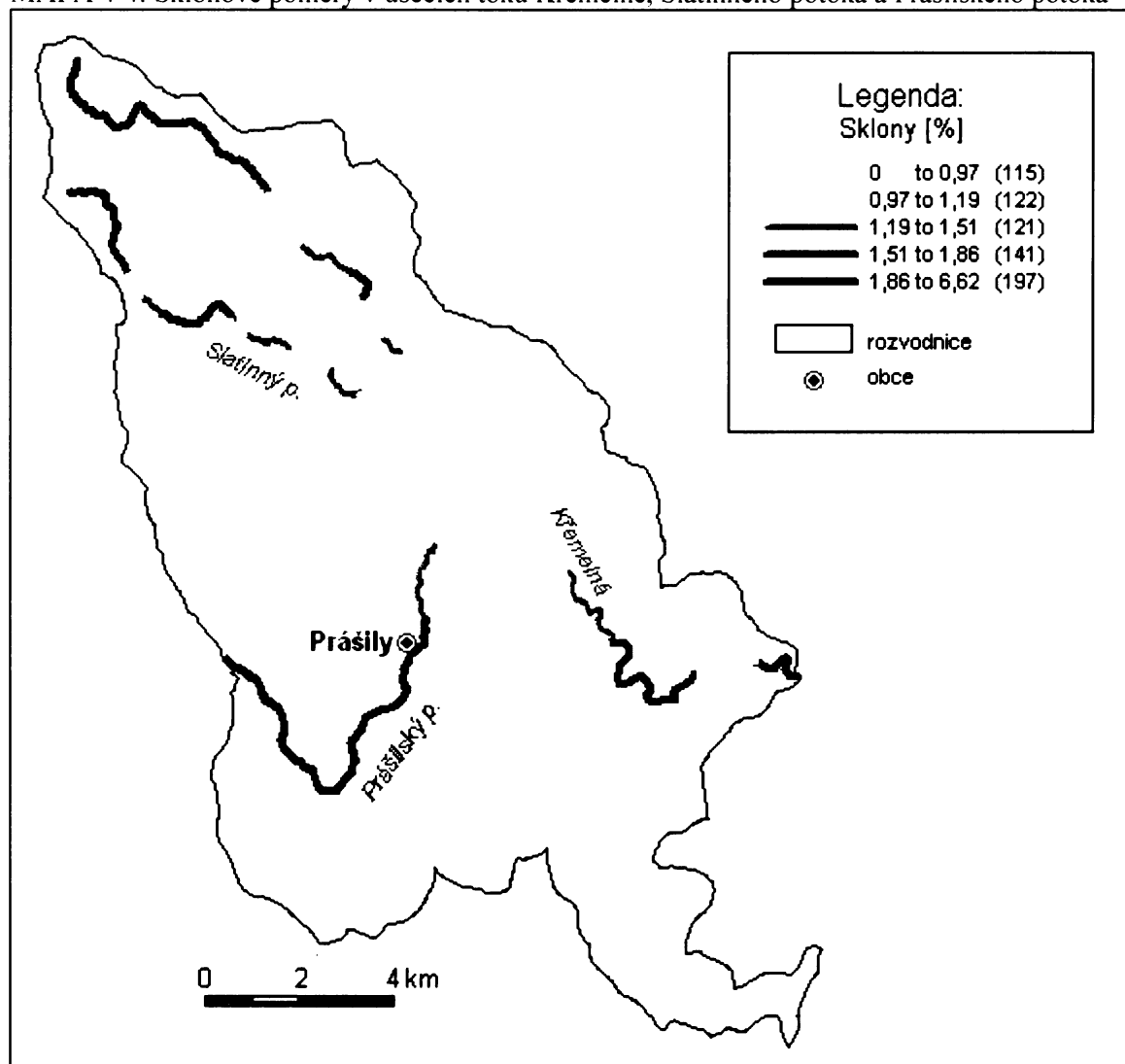


Zdroj: data ZABAGED A DIBAVOD 1:10 000 a vlastní zpracování

pravostranné: Mlýnský potok (ř. km 8,1), Plavební potok (ř. km 4,7) a nejdelší přítok s délkou 13,7 km, Vchynicko-Tetovský kanál, ústící do Křemelné v ř. km 3,9. Přehled základních hydrografických charakteristik pro vybraná povodí ve sledovaném povodí Křemelné je uveden v TAB 4-6.

Z podélného profilu říční soustavy Křemelné (GRAF 4-8), kde jsou zakresleny vedle hlavního toku Křemelné ještě dva nejvýznamnější přítoky – Slatinný potok a Prášilský potok, lze vypočítat u toku Křemelné strmější pasáže na horním a dolním toku oproti mírnějšímu úseku středního toku, kde se také díky tvaru údolí u býv. osady Zhůří mohly vyvinout typické meandry. Naopak na dolním toku je vyvinutý hluboce zaříznutý kaňon. Patrná je také podobnost tvaru křivky Slatinného p. a Prášilského p, což je dáno lokalizací jejich pramenů pod nejvyššími vrcholy v povodí Pancířem (1214 m) resp. Plesnou (1336 m) a ústím v podstatě ve stejné oblasti středního toku Křemelné s podobnými reliéfovými vlastnostmi.

MAPA 4-4: Sklonové poměry v úsecích toků Křemelné, Slatinného potoka a Prášilského potoka



Zdroj: data ZABAGED a DIBAVOD 1:10 000 a vlastní zpracování

Výškové poměry toků a jejich povodí v zájmovém území Křemelné, jejich spád, střední sklon toků a střední sklon povodí vyjadřují údaje v TAB 4-5. Hodnoty středních sklonů toků od 15 % na Křemelné až po téměř 28 % na Prášilském potoce jsou pro horské

toky hodnotami nižšími, což je dáno hlavně geomorfologickým vývojem a s tím souvisejícím tvarem reliéfu v oblasti Šumavských plání. Střední sklon povodí s hodnotou přes 5,4 % naznačuje celkem značnou členitost reliéfu, ovšem ve srovnání například se sousedním povodím toku Řezné (na české straně, Z od povodí Křemelné) s hodnotou 11 % (Kocum, 2004) je tato hodnota více jak o polovinu nižší. Je to dáno geomorfologickou odlišností reliéfu od reliéfu plání. Sklonové poměry hlavního toku Křemelné, Slatinného potoka a Prášilského potoka zobrazuje MAPA 4-4.

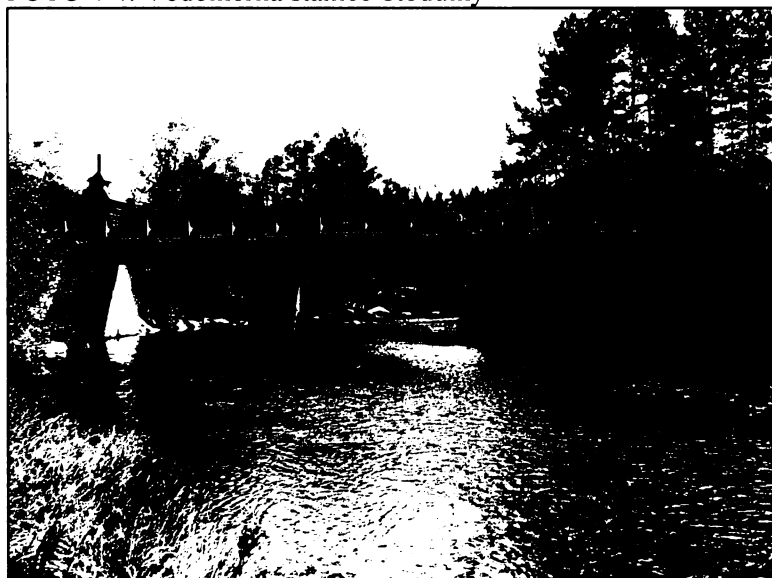
4.3.2 Hydrologické poměry

Tato kapitola se podrobněji věnuje hodnocení odtokového režimu v povodí Křemelné na základě denních, měsíčních a ročních průtoků. Dále je hodnocen odtokový režim na základě dat z terénního průzkumu a také povodňových průtoků.

4.3.2.1 Hodnocení odtokového režimu na základě denních průtoků

V zájmovém povodí se vyskytuje pouze jeden profil (č. 1365), který je součástí základní sítě vodoměrných stanic. Jde o stanici Stodůlky (č. hydrologického pořadí 1-08-01-033, MAPA 4-5, FOTO 4-4) nacházející se v nadmořské výšce 760 m. Plocha povodí ke stanici je 134,93 km². Stanice provádí měření teprve od začátku hydrologického roku 2000 (1.11.1999).

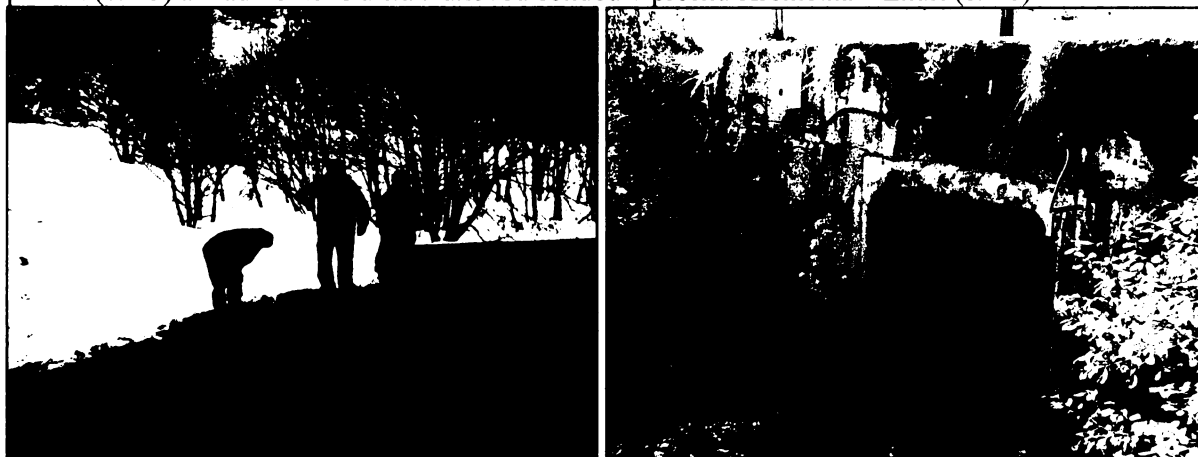
FOTO 4-4: Vodoměrná stanice Stodůlky



Zdroj: Tomáš Marek, září 2006

Sedmiletá řada hodnot, která je pro tuto práci v současné době k dispozici, nemůže být kvůli její délce brána jako reprezentativní. Přesto je hydrologický režim vyhodnocován jako podklad pro další budoucí srovnávání. V současné době je k dispozici také řada desetiminutových průtoků vypočtená na základě hodnot vodních stavů odečtených jednak z vlastního terénního průzkumu na vodočetných latích (FOTO 4-5), ale také ultrazvukovou sondou hladinoměru (FOTO 4-6). Ty byly instalovány pro potřeby výzkumu zvláště chráněných částí přírody Katedry fyzické geografie a geoekologie PřF UK v Praze s názvem „Hydrologická funkce rašelinišť“ pod vedením Doc. RNDr. Bohumíra Janského, CSc. Finanční podpora plyne z projektů VaV a Výzkumného záměru Geografické sekce (kap. 1). Lokalizovány jsou ve třech profilech: Křemelná – nad ústím Prášilského potoka, Křemelná – Zhůří a Prášilský potok – nad ústím Jezerního potoka.

FOTO 4-5, 4-6: Instalace vodočetné latě 28.3. 2006 v profilu Křemelná – nad ústím Prášilského potoka (č.4-5) a hladinoměr s ultrazvukovou sondou v profilu Křemelná – Zhůří (č.4-6)



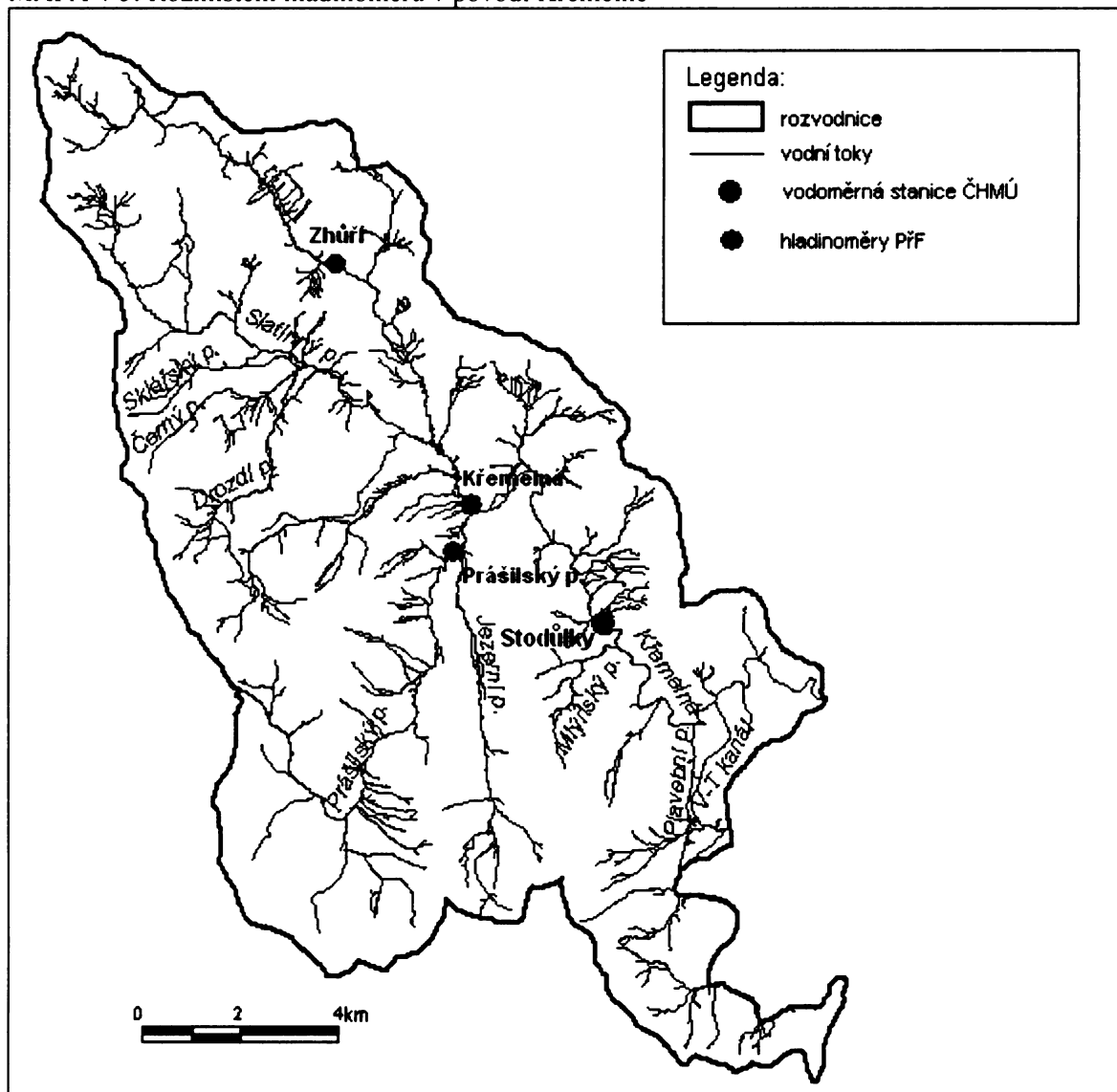
Zdroj: Lenka Ševčíková (březen 2006, č.4-5), Tomáš Marek (říjen 2006, č.4-6)

Hladinoměr v profilu Prášilský potok měří od 18.9.2006 17:00, Křemelná – Zhůří od 19.9.2006 8:00 a v profilu Křemelná – nad ústím Práš. p. až od 24.10.2006 13:10. Rozmístění hladinoměru ukazuje MAPA 4-5.

Průtoky pro tok Křemelné byly vypočteny na základě regresní rovnice a průtoků určených pomocí hydrometrické vrtule přímo v terénu v rámci terénního průzkumu. Ostatní řady zatím vypočteny nebyly. Důvodem u Prášilského potoka je rozdílná poloha hladinoměru (nad ústím Jezerního potoka, který je jeho významnou zdrojnicí) a místem, kde byla prováděna terénní měření hydrometrickou vrtulí (až nad ústím Prášilského p. do Křemelné). Také kvůli nezjištěným závadám hladinoměru, měření koncem května a v celé první polovině června téměř chybí. U profilu Křemelná – Zhůří je to hlavně díky nedostatečné četnosti měření průtoků a tím nemožnosti konstrukce konsumpční křivky.

Hodnoty průměrných denních průtoků z vodoměrné stanice Stodůlky za celé sledované období 1.11.1999 – 31.12.2006 byly poskytnuty oddělením hydrologie ČHMÚ s pobočkou v Českých Budějovicích. Jelikož byly data poskytnuta v tomto období, jsou hodnoceny jednotlivé hydrologické roky od 1.11. – 31.10., z čehož vychází úplná sedmiletá řada. Hodnota dlouhodobého průměrného průtoku Q_a z naměřených údajů ze stanice Stodůlky je $3,722 \text{ m}^3/\text{s}$.

MAPA 4-5: Rozmístění hladinoměů v povodí Křemelné

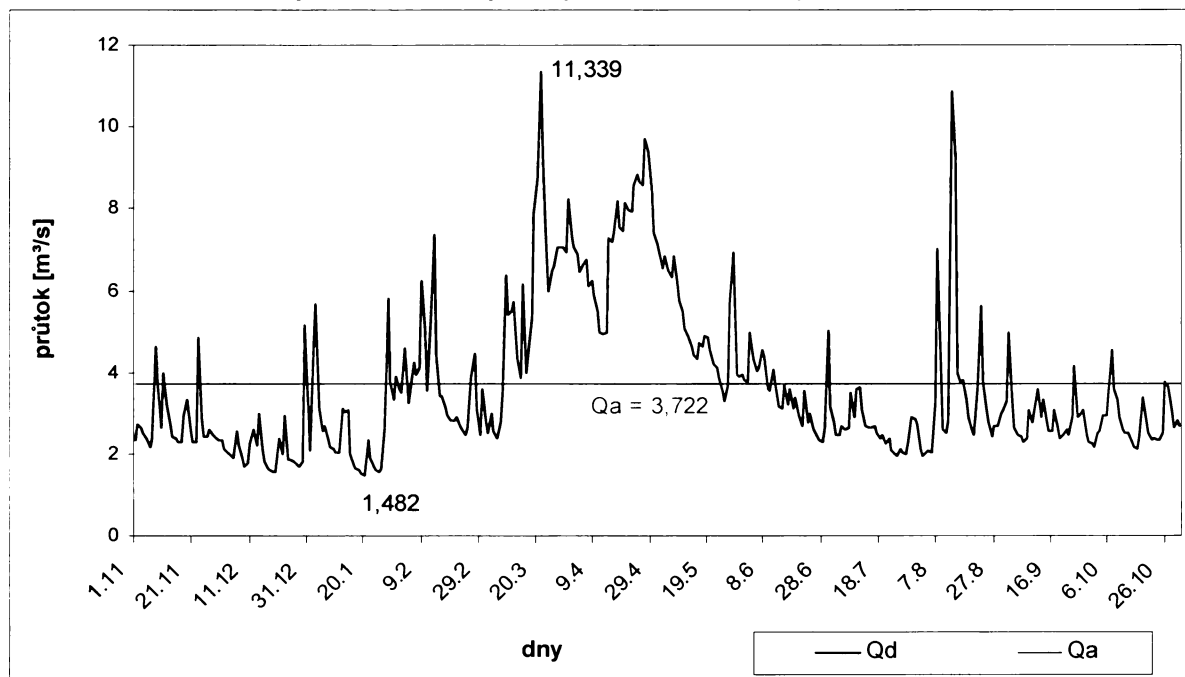


Zdroj: data ZABAGED a DIBAVOD 1:10 000 a vlastní zpracování

Průměrné denní průtoky vyjadřují vodnosti jednotlivých dnů v rámci hydrologického roku. Na základě dlouhodobých průměrných denních průtoků je sestaven graf průběhu těchto hodnot během roku (GRAF 4-9). Z těchto denních hodnot je vidět míra

rozkolísanosti průtoků v roce, a to především v jarních měsících v březnu, dubnu a ještě v první polovině května. Za povšimnutí určitě stojí podružná maxima v srpnu, což ovšem velmi ovlivnily povodňové průtoky z roku 2002 a také koncem ledna a v první polovině února. Míra rozkolísanosti je významná hlavně díky těmto obdobím zvýšených průtoků.

GRAF 4-9: Dlouhodobé průměrné denní průtoky ze stanice Stodůlky z let 2000 - 2006



Zdroj: data ČHMÚ

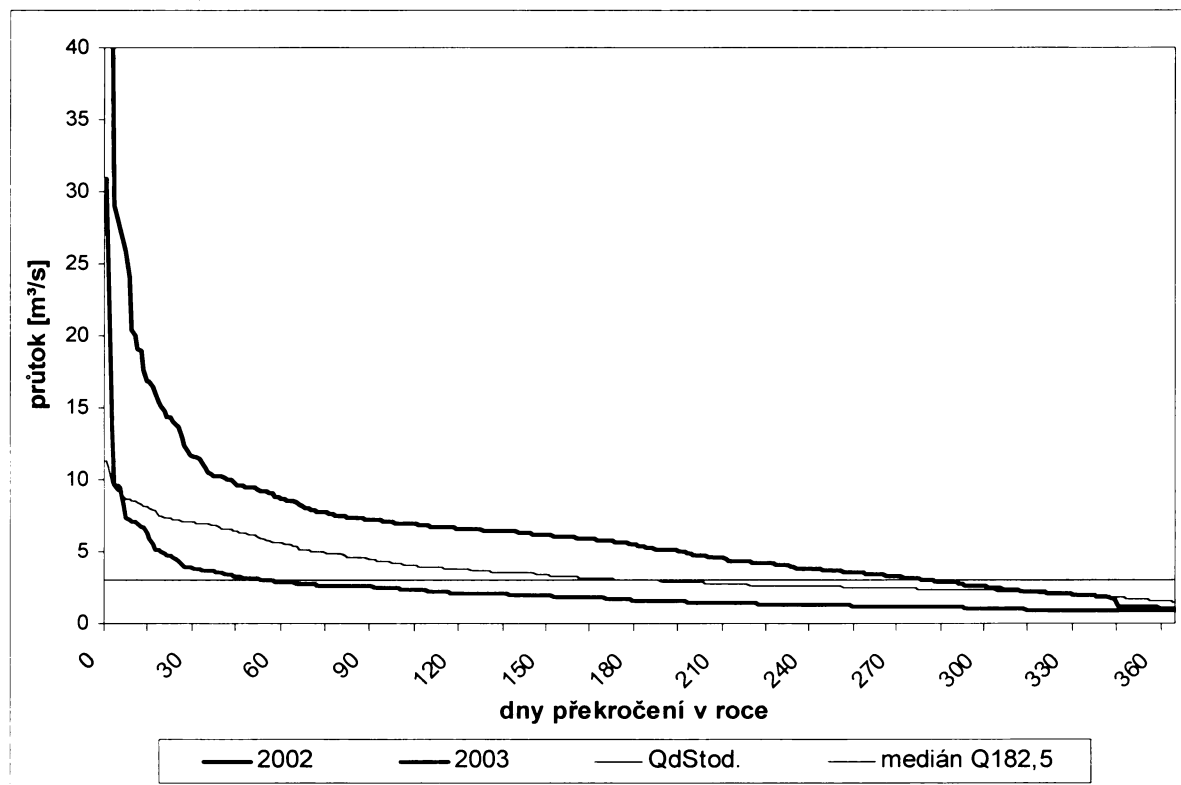
Nejvyšší hodnota průměrných denních průtoků je $11,339 \text{ m}^3/\text{s}$. Naopak průtoková minima najdeme v prvních dvou dekádách měsíce ledna, kdy se vyskytuje nejnižší hodnota $1,482 \text{ m}^3/\text{s}$ průměrných denních průtoků, dále je to také období měsíců září a října a v neposlední řadě také měsíc prosinec. Absolutní denní maximum bylo změřeno dne 12.8.2002 – $64,600 \text{ m}^3/\text{s}$, což o $14,600 \text{ m}^3/\text{s}$ přesahuje stanovený limit ČHMÚ pro 3. stupeň povodňové aktivity (stav ohrožení – $55 \text{ m}^3/\text{s}$). Naopak absolutní denní minimum je ze dne 12.12.2003 – $0,876 \text{ m}^3/\text{s}$. Pro vyjádření míry rozkolísanosti průměrných denních průtoků lze použít tzv. čáru (křivku) překročení denních průtoků (GRAF 4-10). Překročení se vyjadřuje počtem dnů v roce pro jednotlivé roky nebo pro řadu roků, tzv. průměrné překročení. Absolutní hodnoty překročení jsou označovány jako M-denní průtoky, které jsou dosažené nebo překročené po dobu M dní v roce (TAB 4-7).

TAB 4-7: M-denní průtoky (v m^3/s) v profilu Stodůlky

| M | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 355 | 364 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| M-denní Q | 7,064 | 5,670 | 4,473 | 3,790 | 3,396 | 3,058 | 2,787 | 2,600 | 2,467 | 2,319 | 2,039 | 1,663 | 1,524 |

Zdroj: data ČHMÚ

GRAF 4-10: Čáry překročení průměrných denních průtoků ve stanici Stodůlky ve vybraných letech 2002 a 2003 a průměrných denních průtoků ze stanice Stodůlky (2000 – 2006) v porovnání s mediánem $Q_{182,5}$



Zdroj: data ČHMÚ

Nejvhodnější charakteristikou, která popisuje variaci jak ve smyslu vzájemné odlišnosti všech hodnot denních průtoků, tak i v odlišnosti každého denního průtoků řady od jejího průměru Q_a , je variační koeficient C_v (Netopil, 1984). Jeho hodnota je 0,504.

TAB 4-8: Variační koeficient pro jednotlivé roky z průměrných denních průtoků Q_d a dlouhodobého průtoků Q_a pro tok Křemelné

| roky | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C_v | 0,931 | 0,567 | 1,791 | 0,877 | 0,664 | 0,741 | 1,226 |

Zdroj: data ČHMÚ

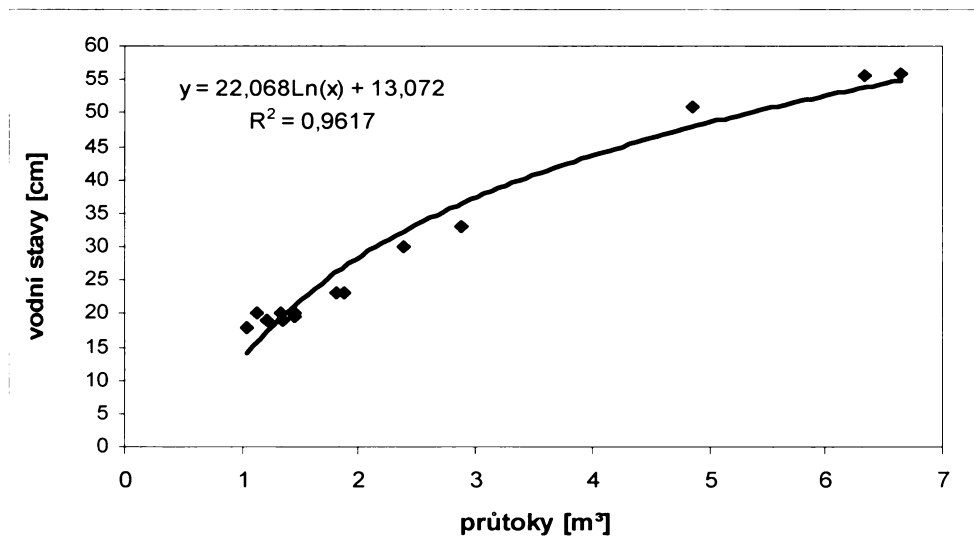
Obecně platí, že čím větší je C_v , tím větší je rozkolísanost. Vypočtené hodnoty z TAB 4-8 ukazují vysokou rozkolísanost v roce 2002 díky srpnové povodni a nadprůměrnou hodnotu v roce 2006. Naopak nejnižší rozkolísanost vykazuje Křemelná v roce 2001.

4.3.2.1.1 Denní průtoky na základě terénního průzkumu

V této podkapitole věnuji denním průtokům, které byly naměřeny v rámci terénního průzkumu a s tím také související data získaná měřením hladinoměrů.

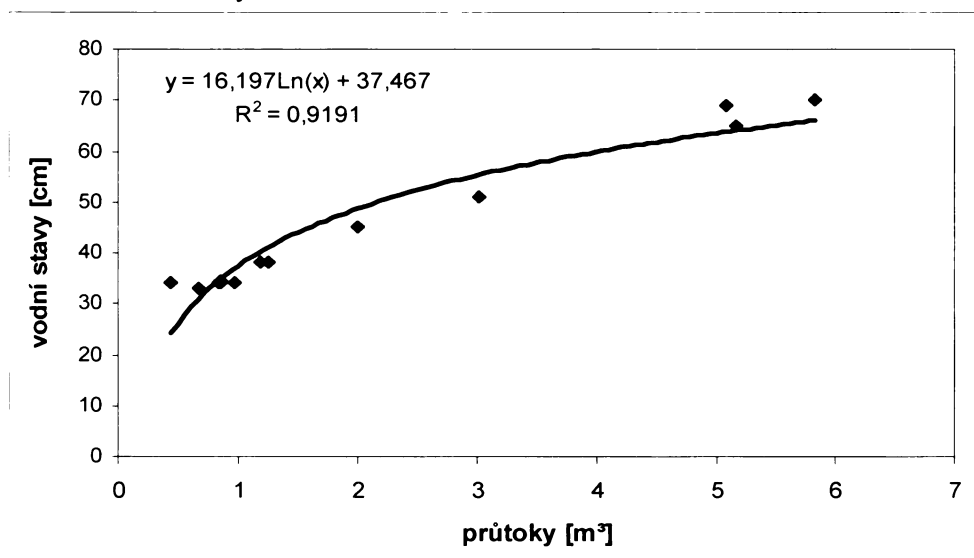
V GRAFU 4-13 jsou vykresleny okamžité průtoky v profilech Křemelná – nad ústím Prášilského potoka a Prášilský p. – nad soutokem s Křemelnou. Data průtoků byla vypočtena pomocí regresních rovnic ze sestrojených konsumpčních křivek pro zmíněné profily (GRAFY 4-11, 4-12).

GRAF 4-11: Konsumpční křivka pro profil Křemelné – nad ústím Prášilského potoka sestavená na základě 14 měření hydrometrickou vrtulí



Zdroj: data z terénního průzkumu

GRAF 4-12: Konsumpční křivka pro profil Prášilský potok – nad soutokem s Křemelnou sestavená na základě 15 měření hydrometrickou vrtulí

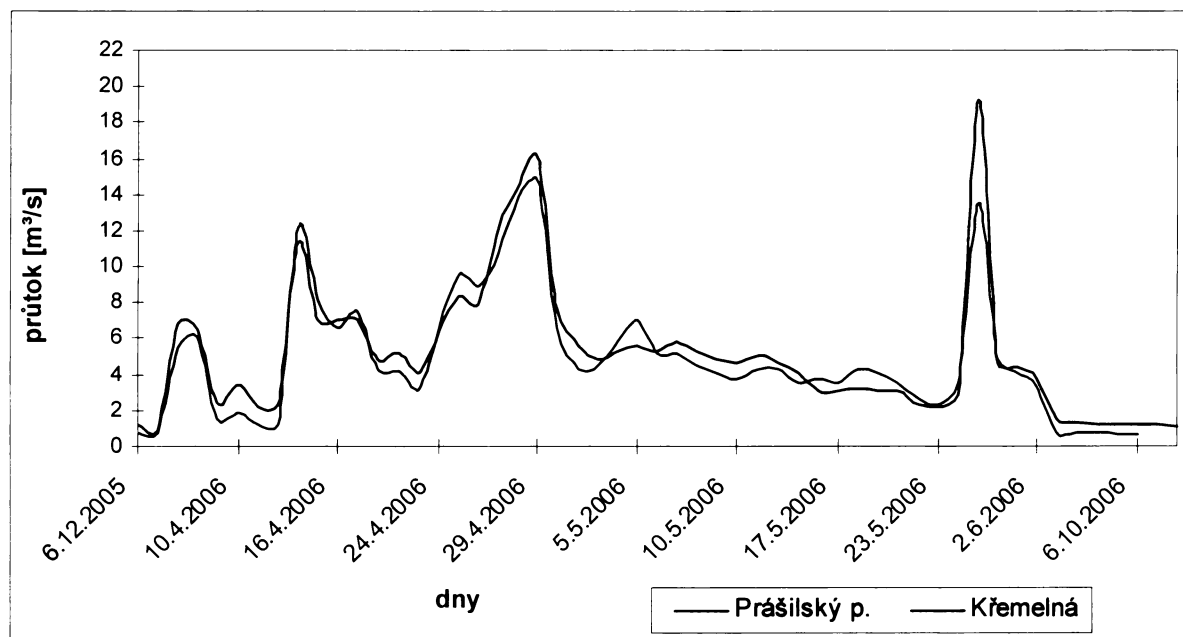


Zdroj: data z terénního průzkumu

Hodnoty koeficientů determinace (spolehlivosti) přes 96 % u Křemelné resp. téměř 92 % u Prášilského potoka jsou dostačující k dopočtu okamžitých průtoků uvedených v GRAFU 4-13. Tyto vyšší hodnoty koeficientů jsou přesnější než u podobných výpočtů

v práci Hladíka (2006) zejména díky přesněji vypočítaným okamžitým průtokům. Průtoky řeky Křemelné vykazují o něco vyšší hodnoty než Prášilský potok, ale jinak je z GRAFU 4-13 patrná velmi podobná rozkolísanost obou toků. Typické jsou zvýšené průtoky v jarním období tání sněhu během dubna a také na konci května konkrétně 27.5.2006 téměř $20 \text{ m}^3/\text{s}$ zejména díky vysokým srážkovým úhrnům.

GRAF 4-13: Okamžité průtoky pro profily Křemelná – nad ústím Prášilského potoka a Prášilský p. – nad soutokem s Křemelnou v období 6.12.2005 – 16.10.2006

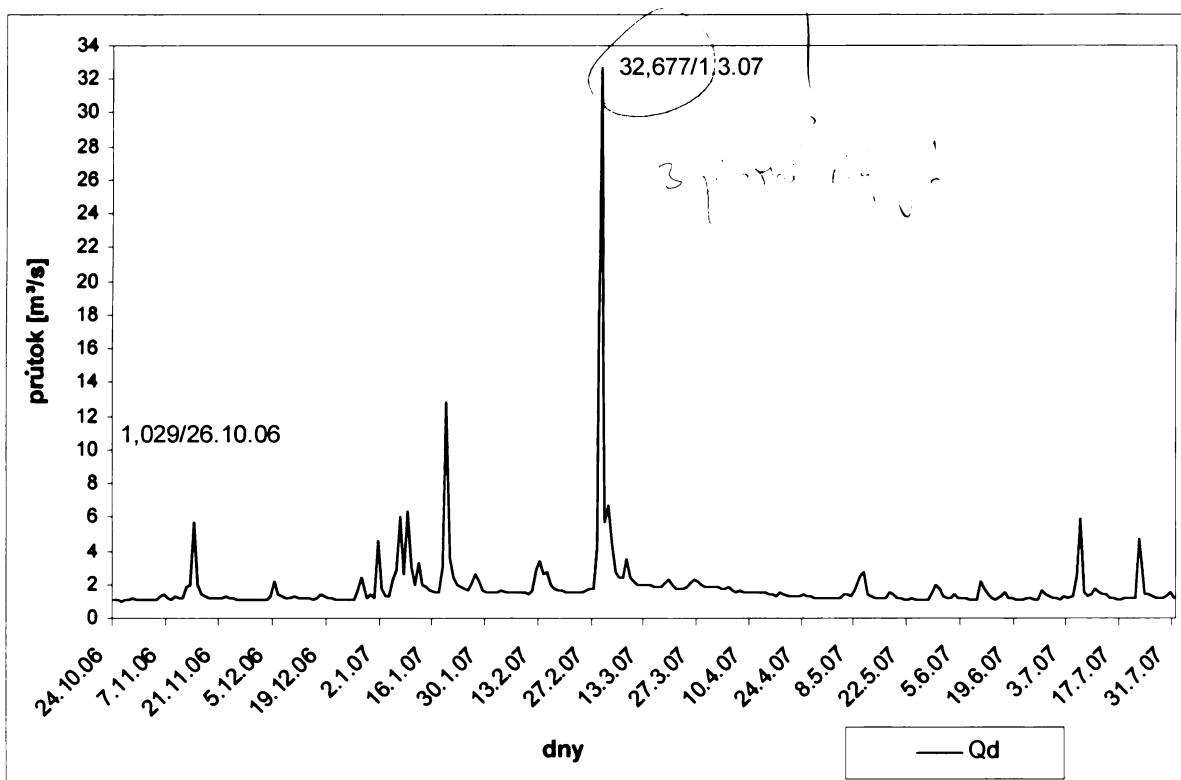


Zdroj: data z terénního průzkumu

Na základě vypočtených regresních rovnic (GRAF 4-11, 4-12) byly dopočítány řady průtoků pomocí vodních stavů určených hladinoměrem v profilu Křemelná – nad ústím Prášilského potoka.

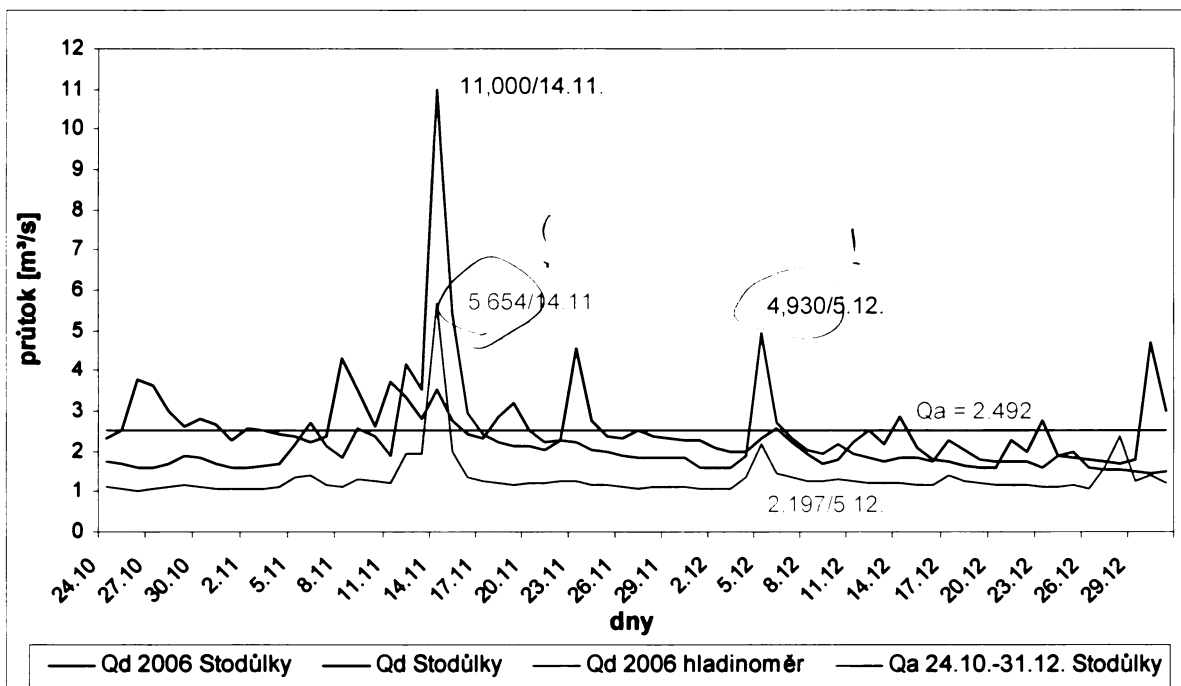
Počátek řady průtoků je spojen s instalací hladinoměru 24.10.2006 a monitoring začíná ve 13:10 po desetiminutových intervalech. Z těchto údajů jsou sestrojeny GRAFY 4-14 a 4-15. Sledované období je však jen do 31.7.2007. Z průběhu křivek v GRAFU 4-15 lze vyzorovat podobnost v jejich tvarech. Vymyká se akorát hodnota z hladinoměru oproti hodnotě Q_d ze Stodůlek ze dne 28.12.2006, což je nejspíš způsobeno redukcí tokem Prášilského potoka. Toto období od 24.10. – 31.12.2006 je zatím jediné, ve kterém se dostupná data z hladinoměru a data z ČHMÚ překrývají. Podobnost je zřejmá, i přesto, že hladinoměr v profilu Křemelná – nad ústím Prášilského potoka je o téměř 6,6 km dále proti proudu od vodoměrné stanice Stodůlky a ještě nad ústím významného přítoku Prášilského potoka. Z toho lze vyvozovat podobnost v chodu denních průtoků.

GRAF 4-14: Průměrné denní průtoky pro profily Křemelná – nad ústím Prášílského potoka v období 24.10.2006 – 31.7.2007



Zdroj: data z hladinoměru v profilu Křemelná – nad ústím Prášílského p. a vlastní výpočty

GRAF 4-15: Srovnání průměrných denních průtoků v období 24.10. – 31.12. v profilu Křemelná – nad ústím Prášílského potoka v roce 2006 a průměrných denních průtoků za stejné období roku 2006 ze stanice Stodůlky. Graf je doplněn čarou průměrných denních průtoků Q_d a čarou dlouhodobého průtoku Q_a ve stanici Stodůlky za stejné období let 1999 – 2006

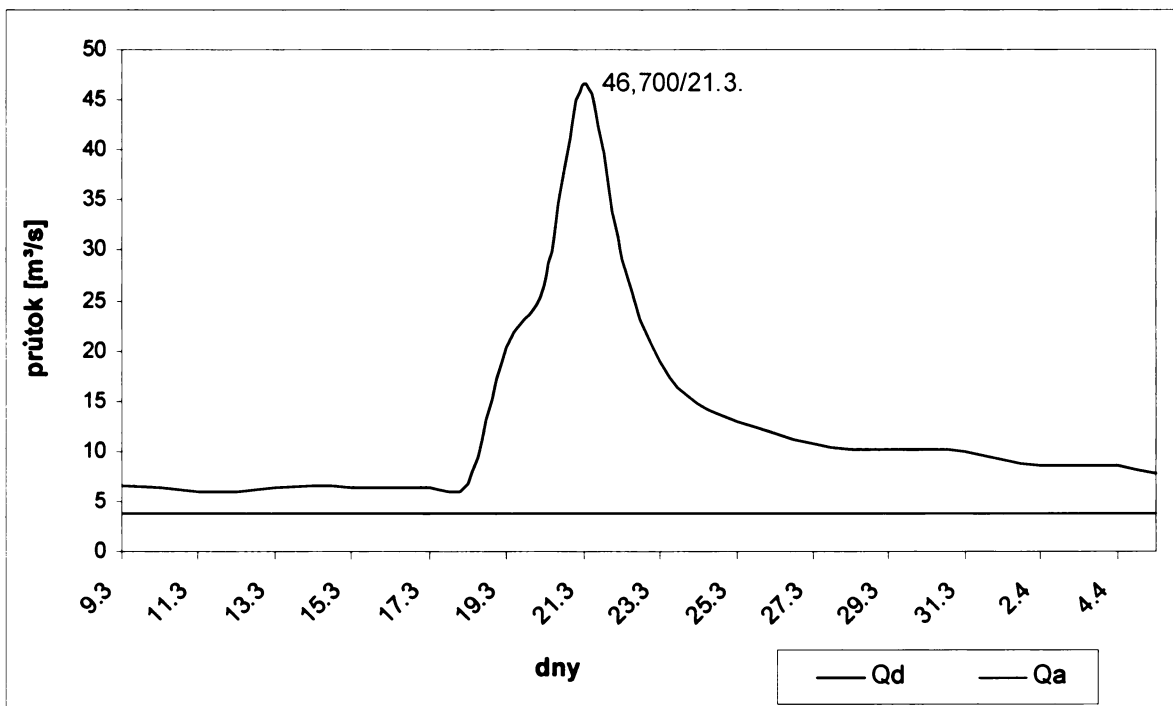


Zdroj: data ČHMÚ a data z hladinoměru v profilu Křemelná – nad ústím Prášílského p. a vlastní výpočty

4.3.2.1.2 Povodňové průtoky

Za povodeň nebo povodňovou vlnu se pokládá výrazné stoupnutí hladiny toku, které je způsobeno náhlým zvětšením průtoku nebo zmenšením průtočnosti koryta (Netopil, 1984). Významná povodňová vlna v roce 2002 proběhla již v březnu s kulminačním průměrným denním průtokem 21.3. ($46,700 \text{ m}^3/\text{s}$), který byl více jak 12x větší než dlouhodobý průměrný průtok $Q_a = 3,722 \text{ m}^3/\text{s}$ (GRAF 4-16). K tomu přispělo jak tání sněhu, tak i vysoké srážkové úhrny.

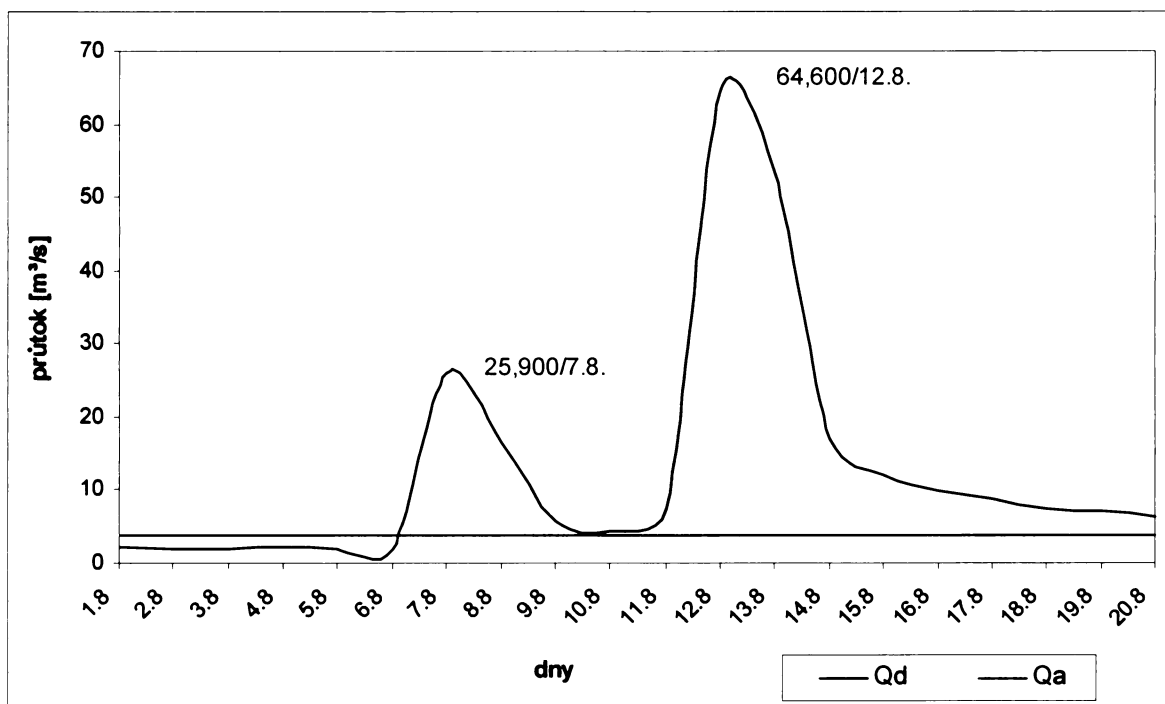
GRAF 4-16: Vývoj denních průtoků koncem března roku 2002



Zdroj: data ČHMÚ

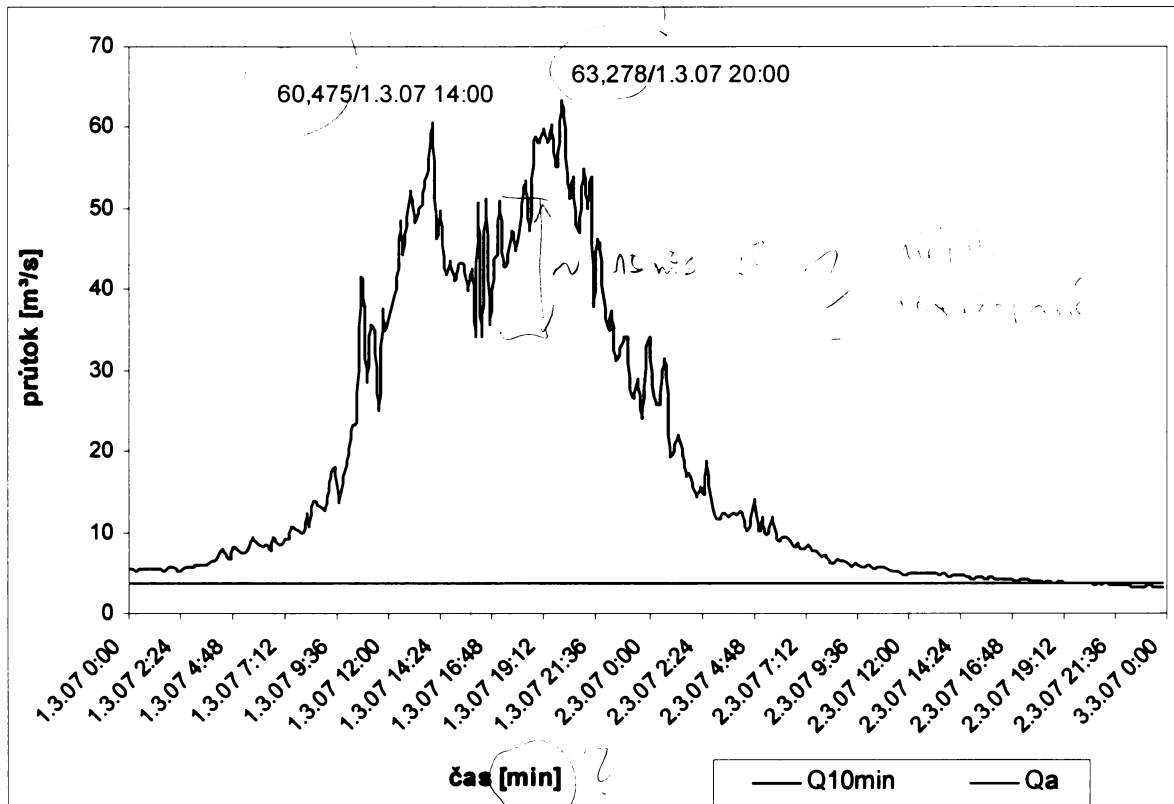
Povodňové průtoky v profilu Stodůlky ze srpna 2002 jsou vyneseny v GRAFU 4-17.. Z něho jsou patrné dvě povodňové vlny. K první kulminaci došlo 7.8. ($25,900 \text{ m}^3/\text{s}$) po předchozích velmi vysokých srážkových úhrnech z odpoledních hodin dne 6.8. Průměrný denní průtok ze 7. srpna byl téměř 7x větší než dlouhodobý průměrný průtok $Q_a = 3,722 \text{ m}^3/\text{s}$ a došlo k postupnému nasycování povodí. Poté mezi 9. – 11. srpnem průměrný denní průtok klesl až k hodnotě Q_a , aby následně zase díky opětovným intenzivním srážkovým úhrnům a již nasycenému povodí vzrostl až k hodnotě $64,600 \text{ m}^3/\text{s}$ dne 12.8. Tato hodnota je více než 17x větší než Q_a .

GRAF 4-17: Vývoj průměrných denních průtoků během katastrofických povodní ve dnech 1.8. - 20.8.2002



Zdroj: data ČHMÚ

GRAF 4-18: Okamžité hodnoty průtoků extrémní průtokové vlny v desetiminutových intervalech v profilu Křemelná – nad ústím Prášilského potoka v čase 1.3.07 0:00 – 2.3.07 23:50



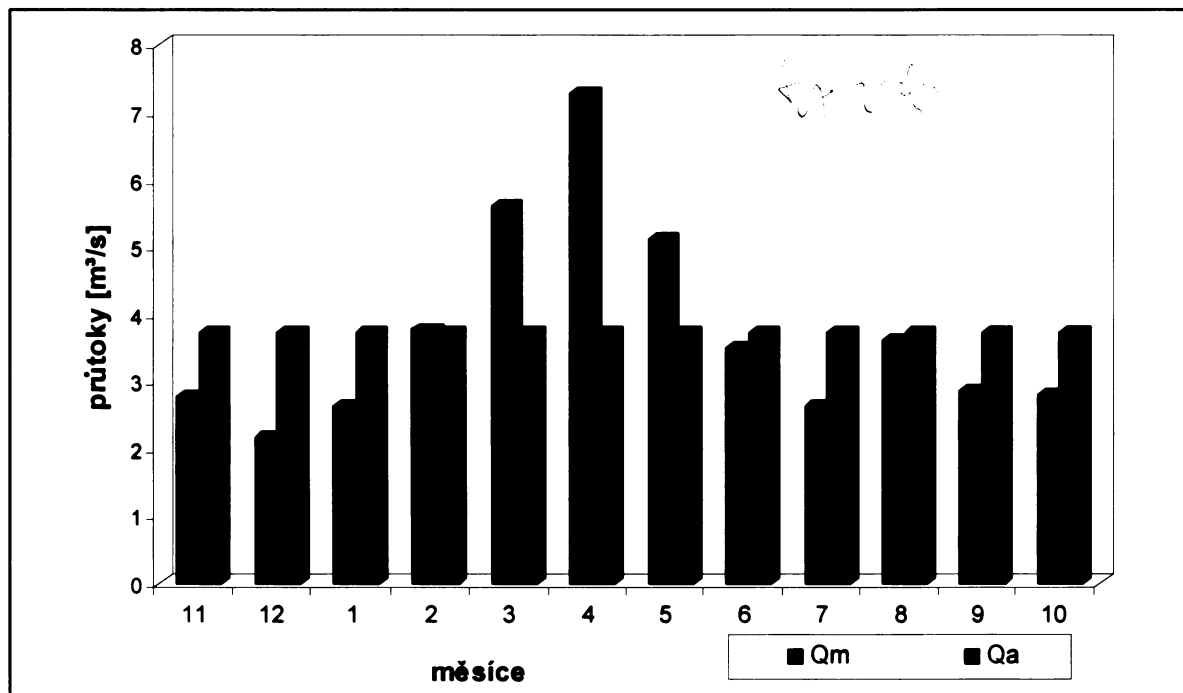
Zdroj: data z hladinoměru a vlastní výpočty

Zatím poslední a velmi významná povodňová vlna proběhla 1. – 2.3.2007 (GRAF 4-18). Zde jsou k dispozici již desetiminutová data průtoků z hladinoměřů. V této datové řadě je vidět absolutní maximum 1.3. ve 20:00, jehož hodnota $63,278 \text{ m}^3/\text{s}$ je téměř 17x větší než Q_a . Tomu předcházela podružná kulminace již ve 14:00 téhož dne ($60,475 \text{ m}^3/\text{s}$). Mezi těmito hodnotami je zajímavý výrazný pokles až na skoro polovinu ($34,013 \text{ m}^3/\text{s}$) kulminačního průtoku ve 20:00. I přes letošní velmi mírnou zimu se na takto vysokých průtocích podílely vysoké srážkové úhrny v kombinaci s táním sněhové pokrývky.

4.3.2.2 Hodnocení odtokového režimu na základě měsíčních průtoků

GRAF 4-19, který znázorňuje vývoj dlouhodobých průměrných měsíčních průtoků v profilu stanice Stodůlky, je sestaven na základě průměrných denních průtoků z období 1.11.1999 – 31.10.2006.

GRAF4-19: Průměrné měsíční průtoky ze stanice Stodůlky z let 2000 – 2006 ve srovnání s dlouhodobým průměrným průtokem za stejné období



Zdroj: data ČHMÚ

Zcela zřetelné vyšší hodnoty než je dlouhodobý průměrný průtok $Q_a = 3,722 \text{ m}^3/\text{s}$ jsou v měsících březen až květen, což je pro horské typy toků typické. To je způsobeno táním sněhové pokrývky ve vyšších polohách. Naopak podružné maximum v měsíci srpnu je ovlivněno především vyššími srážkovými úhrny. Maximální dlouhodobá průměrná měsíční hodnota $7,281 \text{ m}^3/\text{s}$ převyšuje 3,4x prosincový nejnižší průměrný průtok $2,173 \text{ m}^3/\text{s}$. Jinak

jsou ve zbylé části roku průtoky celkem vyrovnané (viz GRAF 4-19). Podle procentuálních poměrů průměrných měsíčních průtoků v jednotlivých ročních obdobích, vyjde najevo jasná převaha jarních měsíců, ve kterých z povodí odteče více jak 40 % vody (40,3 %). Nejméně vody (18,9 %) odteče během podzimních měsíců. Jinak jsou ale procentuální podíly zbylých tří období velmi vyrovnané – letní 21,7 %, podzimní 18,9 % a zimní 19,1 %). K hodnocení rovnoměrnosti či nerovnoměrnosti rozdělení měsíčních průtoků v průběhu roku se používá koeficient K_R (Netopil, 1984). Z jeho hodnoty 3,69 lze usuzovat, že tok Křemelné je víceméně vyrovnaný (ideálně vyrovnaný roční odtok je $K_R = 0$ a maximálně nevyrovnaný je $K_R = 22$). Mnohem výhodnější, díky hodnocení variability ročního rozložení odtoku, je použít, podobně jako u průtoků denních, variační koeficient C_m (Netopil, 1984). Z výsledné hodnoty 0,392 lze odtok řeky Křemelné charakterizovat jako nevyrovnaný. Podle vypočtených hodnot variačního koeficientu C_v , který hodnotí také míru proměnlivosti mezi dvěma průtokovými extrémy, je nejrozkolísanějším měsícem duben (0,954) následovaný březnem (0,505) a naopak měsíce s nejvyrovnanějšími průtoky jsou únor (0,012), překvapivě srpen i přes katastrofické povodně v roce 2002 a červen (0,033, resp. 0,065).

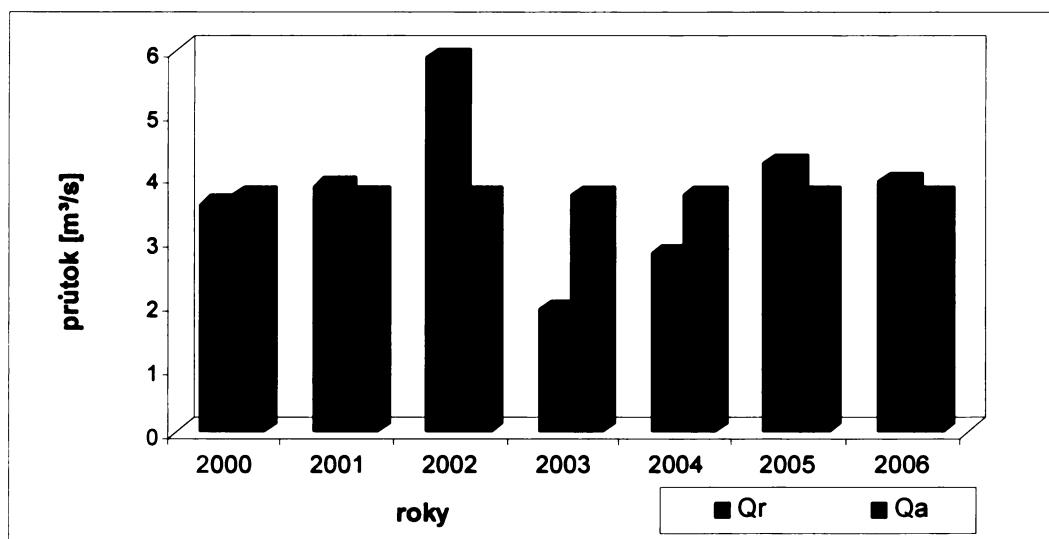
4.3.2.3 Hodnocení odtokového režimu na základě ročních průtoků

Roční vodnost je vyjádřena pomocí ročních průtoků. Z dostupných dat od 1.11.1999 do 31.12.2006 je v této kapitole hodnocena řada sedmi celých hydrologických roků 2000 - 2006. Avšak určení nějakých vývojových trendů z takto krátké řady ročních průtoků je obtížné.

Vodnost Křemelné v jednotlivých hydrologických rocích 2000 - 2006 značně kolísá (GRAF 4-20), což závisí především na srážkových úhrnech a to i v případě zimních srážek sněhových, které při tání ve vyšších polohách povodí Křemelné výrazně ovlivňují velikost ročního průtoků, a míře nasycení povodí během roku. Extrém v roce 2002 byl nejen projevem vysokých intenzivních srážek v období srpna, ale také výše zmíněným táním sněhové pokrývky (období kolem 21.3., viz GRAF 4-16). Dále je zřejmá růstová tendence ročních průtoků od roku 2003 do roku 2005. Rok 2005 již přesahuje hodnotu dlouhodobého průměrného průtoků $Q_a = 3,722 \text{ m}^3/\text{s}$. Poté roční průměrný průtok v roce 2006 opět klesá, ale stále přesahuje dlouhodobý průměr Q_a .

Poměrem mezi ročními průtoky Q_r a dlouhodobým průměrným průtokem Q_a se dá posoudit míra vodnosti jednotlivých roků, avšak s ohledem na velmi krátkou řadu pozorování mohou mít tyto údaje nízkou vypovídající hodnotu. Roky 2001, 2002, 2005 a 2006 jsou

GRAF 4-20: Průměrné roční průtoky Q_r a dlouhodobý průtok Q_a ze stanice Stodůlky za roky 2000 - 2006



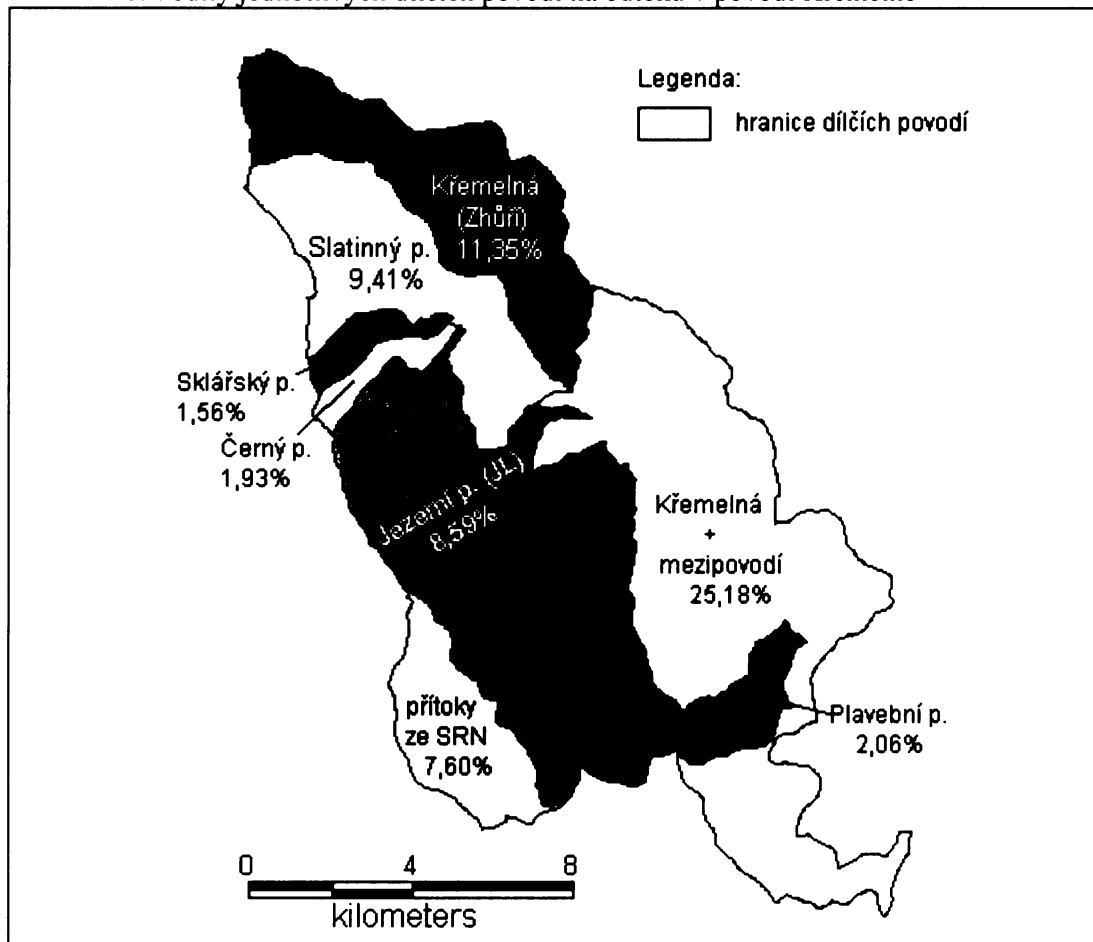
Zdroj: data ČHMÚ

označeny jako nadprůměrně vodné (výsledný poměr > 1) a ostatní (2000, 2003 a 2004) jako podprůměrně vodné (poměr < 1) (GRAF 4-20). „Povodňový“ rok 2002 ($5,889 \text{ m}^3/\text{s}$) byl nejvíce vodným rokem za toto období a současně za něj odteklo více než 3x více vody než za nejméně vodný rok 2003 ($1,933 \text{ m}^3/\text{s}$). Podle procenta pravděpodobnosti překročení ročních průtoků p je hodnocení míry vodnosti jednotlivých roků přesnější (Netopil, 1984 in Marek 2005). Rok 2002 (9,5 %) je klasifikován jako mimořádně vodný (MV), roky 2005 a 2006 jsou označeny jako vodné (23 %, resp. 36,5 %), rok 2001 je průměrně vodným rokem (50 %), dále roky 2000 a 2004 jsou málo vodné roky (63,5 %, resp. 77 %) a mimořádně málo vodným rokem (90,5 %) je rok 2003. Variační koeficient C_v má hodnotu 0,306.

4.3.2.4 Odtokové charakteristiky

V jarním období zahrnující měsíce březen až květen odteče z povodí Křemelné více jak 40 % ročního odtoku (40,3 %). Křemelná patří k tokům s mírně nevyrovnaným rozložením odtoku, jelikož za jediné roční období odteče mezi 30 – 50 % ročního odtoku. V ostatních ročních obdobích je odtok téměř vyrovnaný. Na léto připadá 21,7 % a na podzim a zimu téměř stejné podíly 18,9 %, resp. 19,1 %. Z hlediska jednotlivých měsíců dosahuje největší hodnoty měsíc duben – 16,3 %. Následují oba zbylé jarní měsíce březen a květen (12,5 %, resp. 11,4 %). Křemelná je typickým horským tokem s mírně nevyrovnaným rozložením odtoku, což tyto charakteristiky potvrzují. Naopak nejmenší hodnoty vykazuje prosinec 4,9 % následován lednem a červencem (5,8 %, resp. 5,9 %).

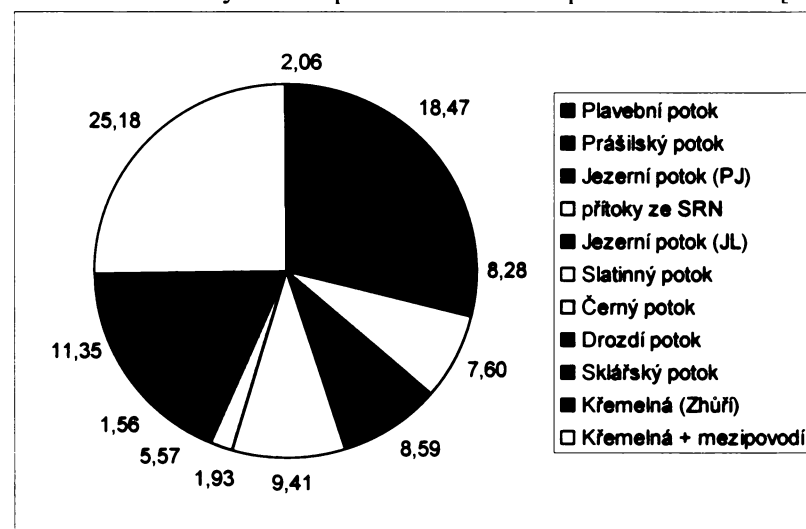
MAPA 4-6: Podíly jednotlivých dílčích povodí na odtoku v povodí Křemelné



Zdroj: data DIBAVOD, vlastní výpočty a vlastní terénní průzkum

V MAPĚ 4-6 je znázorněn podíl jednotlivých dílčích povodí na odtoku v povodí Křemelné. Tyto podíly byly vypočteny na základě terénního měření pomocí hydrometrické vrtule za stálých (slunečných) podmínek počasí a v přibližně stejnou dobu.

GRAF 4-21: Podíly dílčích povodí na odtoku v povodí Křemelné [%]



Zdroj: vlastní výpočty a vlastní terénní průzkum

Zásadní je více než 34 % (34,35 %) podíl povodí největší zdrojnice Křemelné – Prášílského potoka. Nezanedbatelný je také 7,60 % podíl přítoků, který přitéká třemi hlavními zdrojnicemi – bezejmenný pravostranný přítok Prášílského potoka nad Gsengetem, největší Gross Filzbach a další bezejmenný levostranný přítok Smrkového potoka, který je dále pravostrannou zdrojnicí Prášílského potoka, ze sousedního Německa. Pro lepší představivost je k mapě připojen také GRAF 4-21.

Na závěr jsou ještě uvedeny další charakteristiky, které vedou k posouzení hydrologického režimu řek či potoků. *Průměrný objem odtoku (O)*, což je celkové množství vody, které odteče korytem řeky za určitý časový úsek, $O = 117,913104 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{rok}$; *specifický odtok (q)*, charakterizován množstvím vody odtékající za jednotku času z jednotky plochy povodí, $q = 21,9 \text{ l/s.km}^2$; *odtoková výška (H_o)* určená vrstvou vody, která odtekla za určité období (např. rok), rovnoměrně rozložená na ploše povodí, $H_{Oa} = 689,99 \text{ mm}$.

5. Hydromorfologické mapování pomocí metody Channel Assessment Procedure (CAP)

5.1 Popis a rozvržení mapovaných úseků hlavního toku a jednotlivých přítoků

Mapování pomocí metody Channel Assessment Procedure bylo provedeno na celkové délce 50 km vodních toků v povodí Křemelné během měsíců září a října 2006. Kromě hlavního toku Křemelné byly vymapovány i její dvě největší zdrojnice Prášilský potok a Slatinný potok. Úseky jsou délkově heterogenní a označeny jsou směrem od ústí k pramenům. A to především kvůli nehodnoceným pramenným úsekům, kde je tato metoda prakticky nepoužitelná díky velmi úzkým korytům, malým průtokům a také výskytům močálů a bažin.

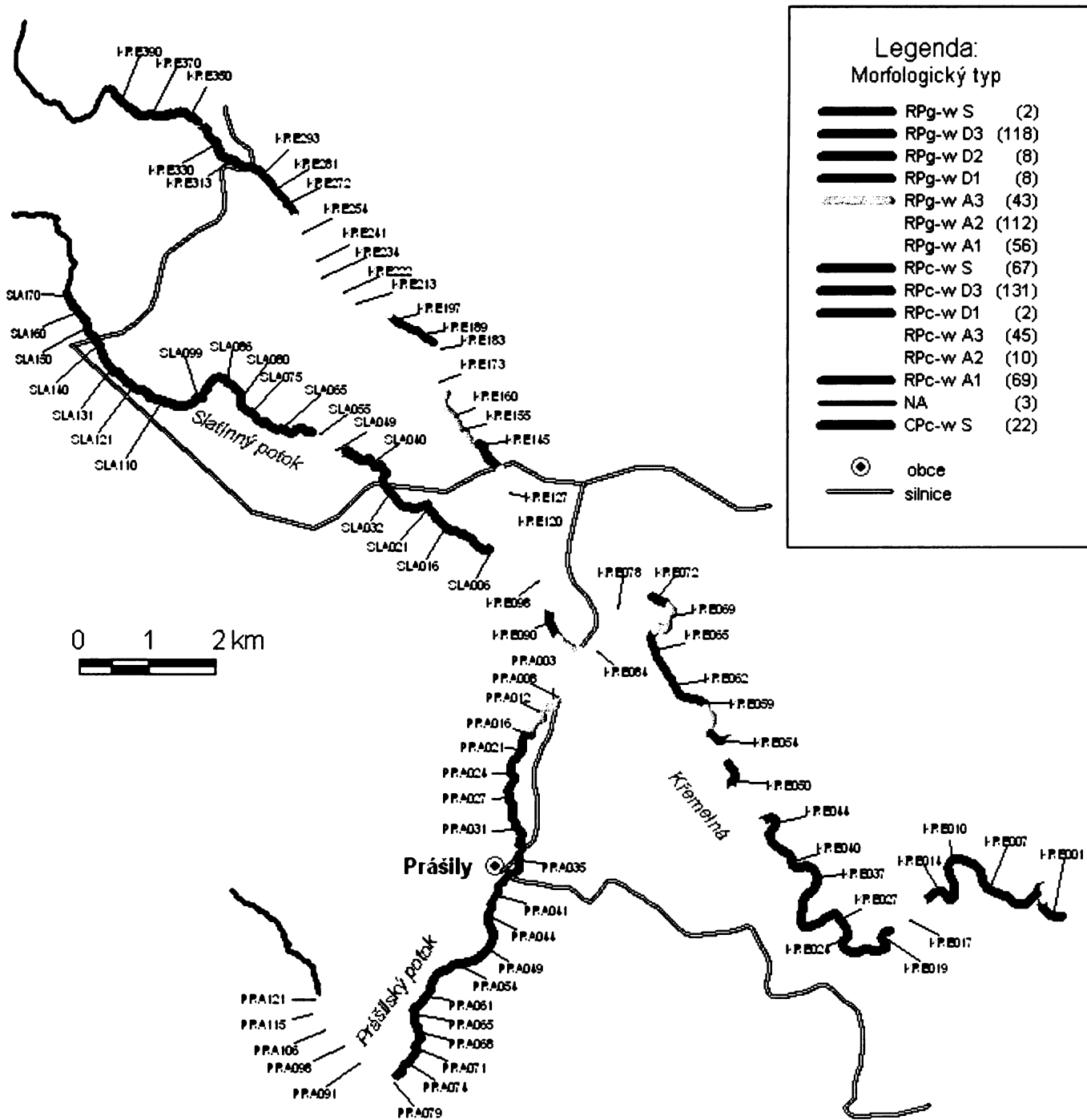
Již výše zmíněných 50 km vodních toků v povodí Křemelné bylo rozděleno celkem do 696 úseků, z nichž 3 pramenné úseky na všech třech mapovaných tocích hodnoceny nebyly. Z toho na řece Křemelné 401, na Slatinném potoce 172 a na Prášilském potoce je 123 úseků. Ze 7 hlavních morfologických typů (OBR 2-7) se na hodnocených úsecích v povodí Křemelné vyskytují pouze 3 a to **RP_{g-w}**, **RP_{c-w}** a **CP_{c-w}** (MAPA 5-1). Ukázka mapovacího formuláře touto metodou je uvedena v příloze v kapitole 10.1.

5.2 Morfologické typy hodnocených úseků

Z celkové délky toku Křemelné 32 921 m má nejdelší úsek hodnotu 272 m a nejkratší 21 m. Křemelná je tokem, na kterém se vyskytují pouze 3 hlavní morfologické typy **RP_{g-w}**, **RP_{c-w}** a **CP_{c-w}** (MAPA 5-1).

Morfologie **RP_{g-w}** je zastoupena 209 úseky o celkové délce 17 919 m (54,4 %) s průměrnou délkou úseky 86 m (nejdelší úsek – 224 m, nejkratší 35 m), morfologie **RP_{c-w}** 170 úseky o celkové délce 11 705 m (35,6 %) s průměrnou délkou 69 m (nejdelší úsek – 272 m, nejkratší – 30 m). A konečně morfologický typ **CP_{c-w}** zastoupen 22 úseky o celkové délce 462 m (pouze 1,4 %). Průměrné délka úseku je 21 m.

Z celkové délky toku Slatinného potoka 11 874 m má nejdelší úsek 105 m a nejkratší 30 m. Ještě méně morfologických typů než na toku Křemelné se vyskytuje právě zde. Jsou to pouze **RP_{g-w}**, zastoupena 107 úseky o celkové délce 7 103 m (59,8 %). Průměrná délka úseku je 66 m (nejdelší úsek – 105 m, nejkratší – 30 m). A morfologie **RP_{c-w}** na 63



MAPA 5-1: Základní morfologické typy koryt podle CAP v povodí Křemelné

Zdroj: data DIBAVOD 1:10 000, terénní průzkum a vlastní výpočty

úsecích s celkovou délkou 2 652 m (22,3 %) a průměrnou délkou 42 m (nejdelší úsek – 272 m, nejkratší – 30 m).

Z celkové délky toku Prášílského potoka 12 570 m je nejdelší úsek 128 m dlouhý a nejkratší 30 m dlouhý. Stejným počtem morfologických typů jako na Slatinném potoce disponuje také Prášílský potok. Morfologie **RP_g-w** zaujímá celkem 3 373 m (26,8 %) délky na 31 úsecích a typ **RP_e-w** pokrývá 91 úseků o celkové délce 6 779 m (54 %).

Z MAPY 5-1 vyplývá, že morfologický typ **RP_e-w** je vázán na úseky s vyššími sklony, což je možné korelovat s MAPOU 4-4 v kapitole 4.3.1. To se týká úseků v horních partiích všech sledovaných toků a také dolního toku Křemelné od vodoměrné stanice Stodůlky směrem po proudu. Naopak v oblasti středního toku Křemelné od býv. osady Zhůří až k vodoměrné stanici Stodůlky a také na dolních tocích obou hlavních přítoků Slatinného a Prášílského potoka převažuje typ **RP_g-w**. Sklony úseků zde většinou nepřesahují 1,5 % (MAPA 4-4). Morfologický typ **CP_e-w** se vyskytuje jen na horním toku Křemelné nad býv. osadou Starý Brunst, ačkoli zde sklony nepřesahují 1,86 %.

5.3 Klasifikace

Podle výsledné klasifikace vodních toků metody CAP (OBR 2-10) je z celkové délky toku Křemelné hodnoceno 23 362 m (71 %) jako koryto podléhající erozi (A) (MAPA 5-2). Takto vytyčené úseky jsou dále členěny do 5 kategorií 1 – 5 podle převládajícího dnového a břehového materiálu (viz. Pozn. u MAPY 5-2). 6 724 m, což odpovídá 20,4 %, bylo označeno jako koryto nepodléhající erozi (N), dále rozdělené do 3 kategorií 1-3 podle typu dna a břehů. Jeden úsek (pramenný, 8,6 %) nebyl hodnocen.

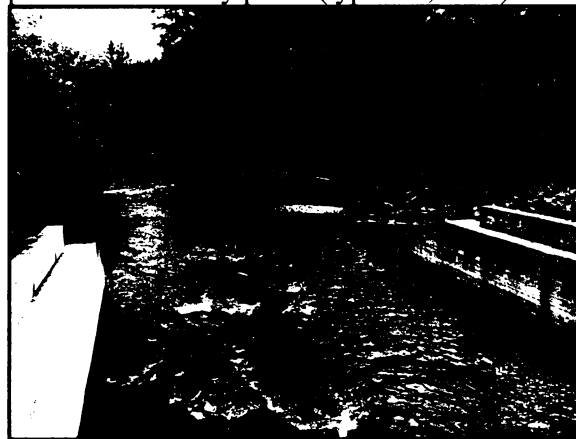
Koryto Slatinného potoka je v celé hodnocené délce toku 9 754 m (82,1 %) označeno jako koryto podléhající erozi (A), ovšem obsahující z 5 kategorií pouze typy 2, 3, 4. Naproti tomu žádný úsek nebyl zařazen do kategorie nepodléhající erozi (N). Opět jeden úsek (pramenný, 17,9 %) nebyl hodnocen.

Úseky o délce 9 394 m (74,7 %) z celkové délky Prášílského potoka byly zařazeny mezi koryta podléhající erozi (A), kde se vyskytují z 5 kategorií typy 2 – 5. Ale jen 758 m (6,1 %) bylo označeno jako koryto nepodléhající erozi (N) a to ve 2 z výsledných 3 kategorií 1 a 3. Stejně jako u předchozích, pramenný úsek (19,2 %) hodnocen nebyl.

5.3.1 Křemelná

Koryto toku Křemelné je před soutokem s Vydrou převážně označeno jako nepodléhající erozi (N) se subkategorií N-I3 a to v úsecích **KRE002**, **KRE004-011**. Úseky **KRE001** a **KRE003** jsou označeny jako A-I4. Úsekům **KRE012**, **KRE013** patří označení A-I5. U dále navazujících úseků **KRE014-045** se střídavě mění typ A-I4 (úseky **KRE014-021** po ústí Plavebního potoka, **KRE029-031**, **KRE044-045**, kde Křemelná ústí do kaňonu) a typ N-I3 (v úsecích **KRE022-028**, **KRE032-043**). V těchto úsecích je Křemelná zařiznutá do okolního terénu a vytváří zde úzký a hluboký kaňon. Koryto postupně blíže k pramenné oblasti mění skladbu dnového a břehového materiálu. Mezi úseky **KRE046-086** (pod soutokem s Prášílským potokem) se střídavě prolínají koryta podléhající erozi (A) ovšem s rozmanitými druhy dnového a břehového materiálu. V úsecích **KRE046-050** u vodoměrné stanice Stodůlky, dále **KRE053-073**, **KRE076-082**, je to štěrkovitý materiál (A-I3), úseky **KRE051-052** jsou charakteristické balvanitým materiálem (A-I5), v úsecích **KRE074-075** je to koryto, ve kterém převládá písčiny materiál (A-I2) a konečně tři úseky pod soutokem s Prášílským potokem **KRE083-086** mají kamenitý dnový a břehový materiál (A-I4).

FOTO 5-1, 5-2: Křemelná v úsecích **KRE022-028** se výraznými sklonými břehy (typ NI-3, č.5-1) a betonové břehy koryta Křemelné v úseku **KRE087**, zprava ústí Prášílský potok (typ NI-1, č.5-2)



Zdroj: Tomáš Marek (říjen 2006 č.5-1, srpen 2005 č.5-2)

Úsek **KRE087** těsně nad soutokem se vyznačuje stupněm N-I1 a to hlavně díky betonovým břehům a silničního mostu (FOTO 5-1). Úseky nad tímto mostem **KRE088-116** jsou opět střídavě koryta podléhající erozi (A) se dvěma druhy sedimentů. **KRE088-100**, **KRE103-107** a **KRE109-116** obsahují štěrkovitý materiál (A-I3) a **KRE101-102**, **KRE108** písčité sedimenty (A-I2). Úseky **KRE117-118** jsou jako jediné typu A-I1. **KRE119-164** jsou úseky Křemelné nad soutokem se Slatinným potokem až za silnici vedoucí na Keply a jsou

typu A-I3. V následujících úsecích **KRE165-171** má Křemelná kamenité dno a břehy (A-I4). To by mohlo být způsobeno úsekem **KRE172-186**, které jsou situovány nad nimi a spadají do kategorie N-I3 a díky přímým úsekům, rychlejšímu proudění a dnu tvořeném skalním podložím, je jemnější materiál z úseků **KRE165-171** odnášen. Díky strmým svahům nad

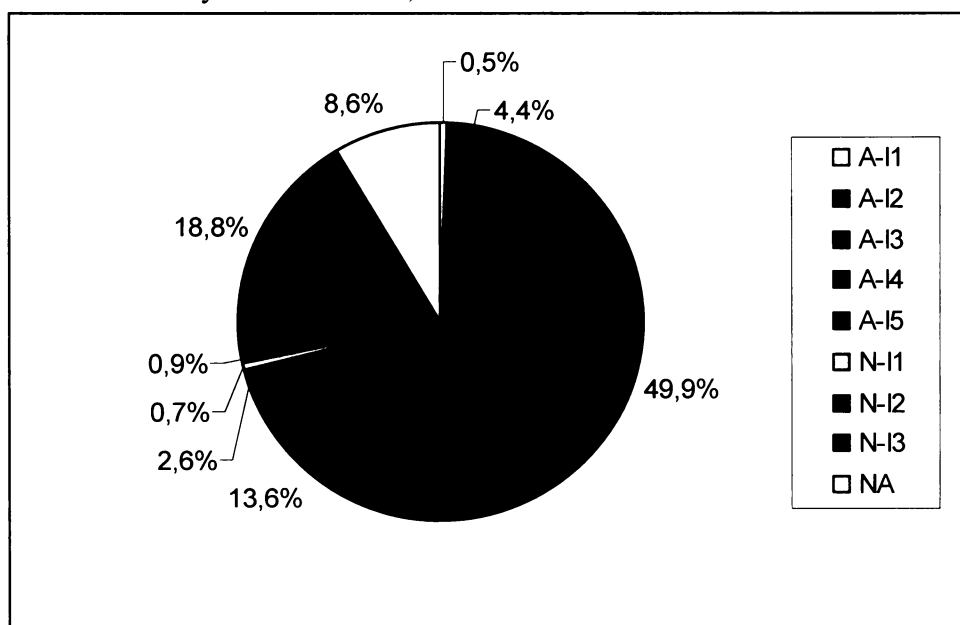
FOTO 5-3, 5-4: Křemelná v úsecích **KRE051-052** s balvanitým materiálem typu A-I5 (č.5-3) a v úsecích **KRE076-082** s typickým šterkovitým materiálem A-I3 (č.5-4)



Zdroj: Tomáš Marek (říjen 2006 č.5-3 a č.5-4)

korytem v úsecích **KRE187-191** se zde typ N-I3 mění na N-I2. V úsecích **KRE192-211** se opět střídají typy A-I3 (**KRE192-193**, **KRE198-202** a **KRE208-211**) a A-I2 (**KRE194-197** a **KRE203-207**). Úseky **KRE212-213** u bývalé osady Zhůří jsou typu N-I1, kde je koryto kompletně vyzděno a navíc také přemostěno. Opět střídání typů A-I3 a A-I2 je zřejmé v úsecích **KRE214-229** (A-I3), **KRE230-232** (A-I2) a **KRE233-297** (A-I3). V těchto úsecích

GRAF 5-1: Podíly dílčích úseků A, N a NA na celkové délce toku Křemelné



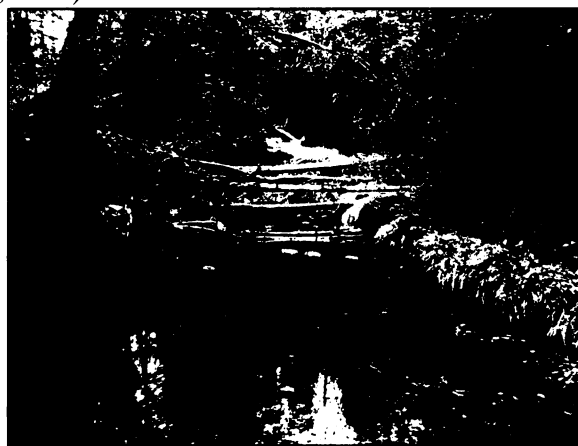
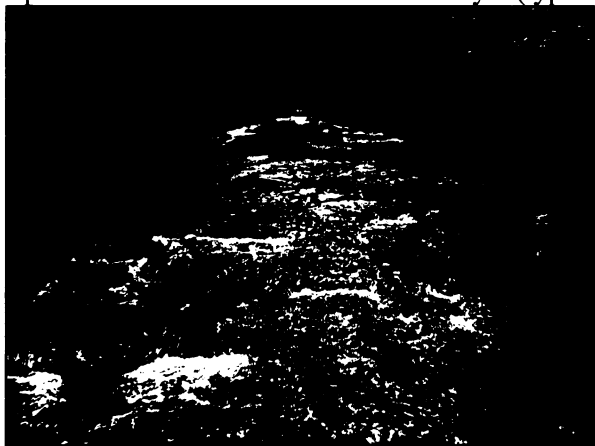
Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

nad býv. osadou Zhůří jsou na Křemelné typické meandry a břehy jsou silně narušené. Oblast je také díky rozsáhlým loukám využívána také zemědělsky jako pastviny. Koryto se dále v úsecích **KRE298-321** mění na typ A-I4 s kamenitým dnem. V následujících zalesněných úsecích **KRE322-400** se na Křemelné střídají už jen dva typy A-I3 (**KRE322-330**, **KRE338-352**, **KRE358-400**) a A-I2 (**KRE331-337**, **KRE353-357**). Podíly jednotlivých kategorií na celkové délce jsou znázorněny v GRAFU 5-1.

5.3.2 Slatinný potok

Koryto Slatinného potoka je v celé své délce (kromě nehodnoceného pramenného úseku) považováno jako koryto podléhající erozi (A). Rozdíly mezi jednotlivými úseky jsou jen v převažujícím dnovém a břehovém materiálu. Nad ústím do Křemelné je koryto typu A-I3 a to v úsecích **SLA001-008**. V úsecích **SLA009-033** (FOTO 5-5) patří koryto do kategorie A-I4 s kamenitým materiálem. V dalších hodnocených úsecích se tento typ již nevyskytuje. V úsecích **SLA034-065** (FOTO 5-6), **SLA068-075**, **SLA078-090**, **SLA093-110**, **SLA114-117** a **SLA120-171** je koryto označeno jako typ A-I3 se štěrkovitým materiálem, které je

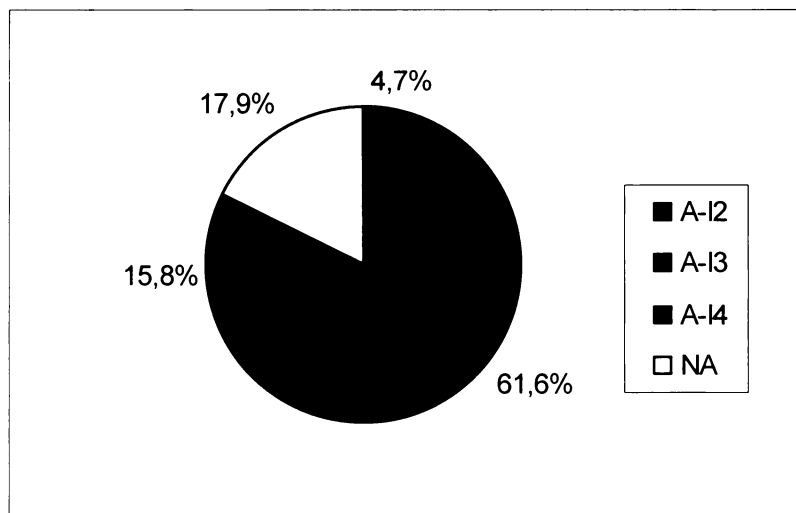
FOTO 5-5, 5-6: Slatinný potok v úsecích **SLA016-017** typu AI4 (č.5-5) a mezi úseky **SLA034-065** s převahou štěrkovitého materiálu v korytě (typ AI-3, č.5-6)



Zdroj: Tomáš Marek (září 2006 č.5-5 a říjen 2006 č.5-6)

Prostředáno typem A-I2 s písčným materiálem v úsecích **SLA066-067**, **SLA076-077**, **SLA091-092**, **SLA111-113** a také **SLA118-119**. Od úseku **SLA034** protéká Slatinný potok permanentně lesem. Podíly jednotlivých kategorií na celkové délce jsou znázorněny opět v grafu (GRAF 5-2).

GRAF 5-2: Podíly dílčích úseků A, N a NA na celkové délce Slatinného potoka

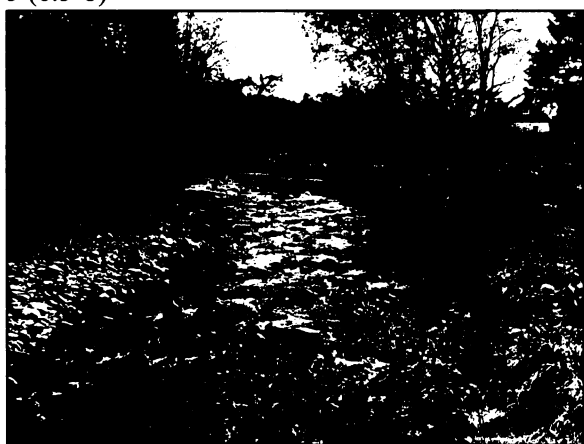


Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

5.3.3 Prášilský potok

Prášilský potok je o něco více rozmanitější než Slatinný potok. Jeho koryto je označeno jak A (koryto podléhající erozi) tak i N (nepodléhající erozi). Pramenný úsek opět nebyl hodnocen. Koryto s kamenitým materiálem A-I4 je přiřazeno úsekům **PRA001-056** (FOTO 5-7) nad soutokem s Křemelnou a tvoří více jak 2/3 celkové hodnocené délky toku

FOTO 5-7, 5-8: Prášilský potok v úseku **PRA036** s typem AI-4 (č.5-7) a v úseku **PRA072** s typem AI-5 (č.5-8)

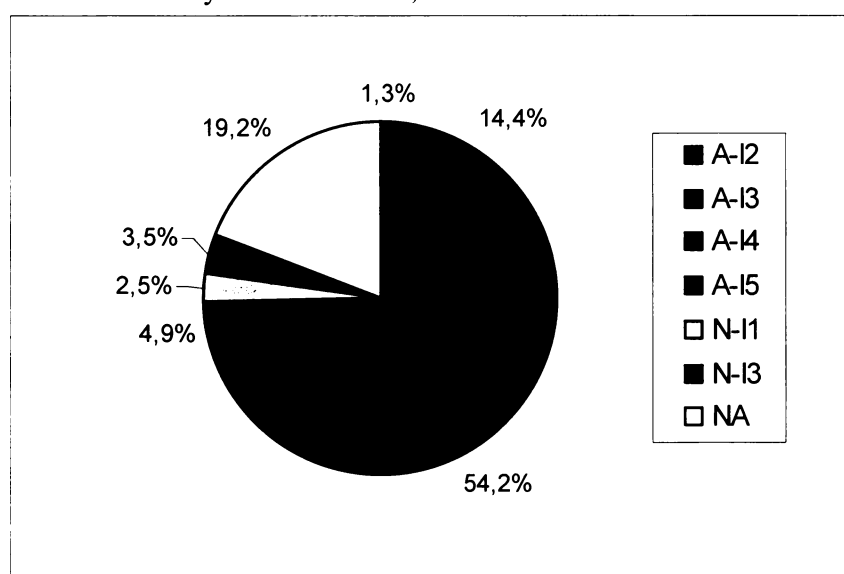


Zdroj: Tomáš Marek (říjen 2006, č.5-7 a č.5-8)

Prášilského potoka. Na ně navazují úseky **PRA057-059**, kde má koryto antropogenně upravený břeh kvůli ochraně proti erozi pod místní komunikací a je dále také přemostěno. V úseku **PRA060-061** je koryto opět typu A-I4. Dále proti proudu se v úsecích **PRA062-073** střídá koryto s označením A-I5 (balvanitý materiál, **PRA062**, **PRA064-065**, **PRA067-068** a

PRA071-072 – FOTO 5-8) s typem N-I3 (se skalním podložím, **PRA063**, **PRA066**, **PRA069-070** a **PRA073**). Postupně se proti proudu materiál v korytě opět zjemňuje, úseky s kamenitým materiálem A-I4 **PRA074-079** střídají šterkovité úseky PRA080-085 (A-I3), dále úseky **PRA086-087** s písčitým materiálem A-I2. V místech úseků **PRA088-090** pod hraničním přechodem Gsenget začíná Prášilský potok tvořit přírodní státní hranici s Německem a zároveň odtud tok protéká lesem až k úsekům **PRA057-059**. Úsek **PRA091** je typu A-I2, na který navazují úseky **PRA092-122** s přiřazenou kategorií A-I3. Podíly jednotlivých kategorií na celkové délce jsou znázorněny opět v grafu (GRAF 5-3).

GRAF 5-3: Podíly dílčích úseků A, N a NA na celkové délce Prášilského potoka

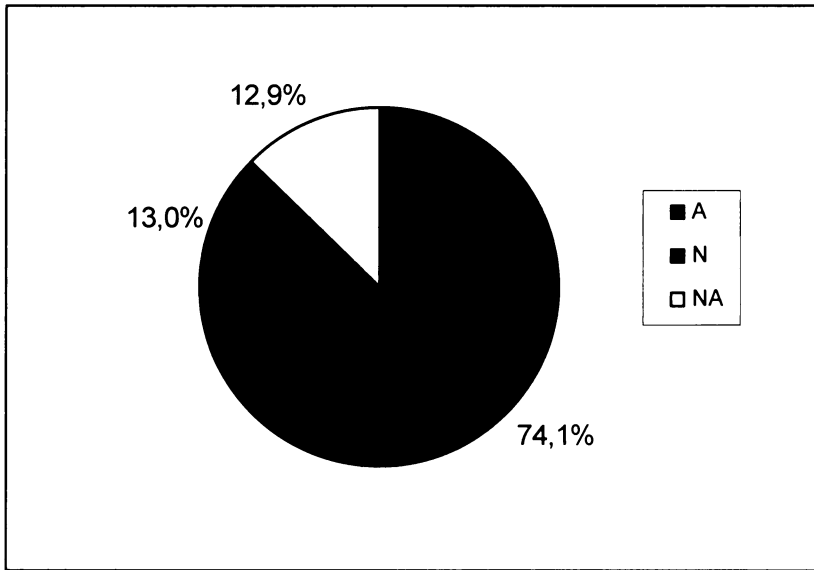


Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

5.4 Shrnutí výsledků

Z výsledků je zřejmé, že nejméně zastoupen je typ CP_c-w , který byl přiřazen 22 úsekům a to jen na hlavním toku Křemelné. Podíl tohoto typu morfologie na všech hodnocených úsecích je pouze 0,9 %. Procentuální podíl morfologií $RP_g-w:RP_c-w$ na hodnocených tocích je 56,8:42,3. Z celkové délky 57,4 km vodních toků v povodí Křemelné (Křemelná, Slatinný potok a Prášilský potok), je 74,1 % toků s korytem podléhajícím erozi (A). Celých 13 % je hodnoceno jako koryto nepodléhající erozi (N) (GRAF 5-4). Tyto úseky se vyskytují hlavně na dolním toku Křemelné, kde je řeka hluboce zaříznuta díky zpětné erozi toku, která na určitých místech dospěla až ke skalnímu podloží, které tento proces dále výrazně zpomaluje. Také díky tomu zde převládá morfologický typ RP_c-w s kamenitým až balvanitým materiálem. Podobně to také vypadá ještě na Křemelné v úsecích pod býv. osadou

GRAF 5-4: Podíly kategorií A, N a NA na celkové délce toků v povodí Křemelné



Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

Zhůří a také na Prášilském potoce nad obcí Prášily, kde je potok také hluboce zaříznutý. Oblast plání, neboli středního toku Křemelné, tedy i dolní toky Slatinného a Prášilského potoka, tímto procesem postiženy nebyly, což značí náchylnost toků v této lokalitě k erozi. Zbýlých 12,9 % jsou pramenné úseky, které nebyly hodnoceny.

Horní tok Křemelné je ve své horní části od býv. samot Šmauzy nejprve převážně typu A-I3 a poté až po býv. osadu Starý Brunst A-I4. Tok zde v celé délce protéká lesem. Ve své dolní části až po býv. osadu Zhůří, je opět charakterizován převážně typem A-I3 a typické jsou zde četné meandry. Břehy jsou velmi narušené a dochází k jejich nátržím. Údolí je zde bezlesé a okolní louky jsou občasně zemědělsky využívány jako pastviny. Na středním toku (oblast tzv. plání) až po vodoměrnou stanici Stodůlky je koryto s naprostou převahou typu A-I3 se šterkovitým materiálem. Proudění je zde klidnější a Křemelná protéká většinou nelesními plochami. Dále po proudu Křemelná vtéká do hluboce zaříznutého kaňonu a vytváří typické *V údolí*, ve kterém je charakteristický kamenitý až balvanitý materiál, který se střídá s nepropustným skalním podložím. To má za následek rychlejší proudění a tudíž odnos drobnějších sedimentačních částic. V těchto úsecích stejně jako na horním toku protéká Křemelná lesem v celé délce.

Slatinný potok od pramenné oblasti u Nového Brunstu až k silnici II/190 protéká permanentně lesem. V této délce spadá v naprosté většině do kategorie A-I3. Typické pro tuto oblast je četný výskyt močálů a bažin a tato oblast je velmi těžko dostupná. Na svém dolním toku je převážně kamenitého charakteru a střídavě protéká lesem a horskými loukami.

Od pramenného úseku nad hraničním přechodem Gsenget tvoří Prášilský potok přírodní státní hranici s Německem, kterou opouští po ústí Gross Filzbachu a stáčí se směrem k S. Převažuje zde kamenitý materiál a střídavě protéká lesem a horskými loukami. Střední tok od státní hranice je velice variabilní s převahami typů A-I5 a N-I3 a charakteristickým lesním úsekem. Potok je zde výrazně zaříznutý a také vytváří typické *V údolí*. Dále po proudu až k ústí do Křemelné je celé koryto typu A-I4 s kamenitým materiálem. Tok protéká částečně lesem, částečně loukami, ale také při okraji obce Prášily.

Z výsledků je také patrné, že na hlavním toku Křemelné a Slatinném potoce je nejvíce zastoupena kategorie A-I3, 49,9 % na Křemelné a dokonce 61,6 % na Slatinném potoce, zatímco převažujícím typem na Prášilském potoce je A-I4 – 54,2 %. Zatímco na Křemelné jsou zastoupeny všechny kategorie A-I1-5 a N-I1-3, tak na Slatinném potoce pouze 3 typy A-I2-4 a na Prášilském potoce chybí typy A-I1 a N-I2.

6. Hydromorfologické mapování metodou Rapid Bioassessment Protocols (RBP)

6.1 Popis a rozvržení mapovaných úseků hlavního toku a jednotlivých přítoků

Mapování pomocí metody Rapid Bioassessment Protocol (RBP) bylo provedeno rovněž na shodné délce 57,4 km toků v povodí Křemelné. Na základě reprezentativnosti a dostupnosti území je podle této metodiky doporučeno provést monitoring pouze na vybraných místech v povodí, ale pro větší objektivitu a možnost doplnění předchozí použité metody CAP, byly zmapovány vybrané toky v celé délce. Pojem „v celé délce“ znamená monitoring na délce toků určených metodou CAP (viz. kap. 2.1), tzn. kromě pramenných úseků všech tří toků – Křemelné, Slatinného potoka a Prášilského potoka.

Mapování bylo provedeno směrem od ústí k pramenným oblastem, hlavně z důvodu dostupnosti území, na délkově heterogenních úsecích vymezených již metodou CAP. Toky se opět dělí na 696 úseků (400 – Křemelná, 171 – Slatinný potok, 122 – Prášilský potok, 3 – pramenné úseky nehodnocené).

6.2 Klasifikace

Klasifikační stupnice metody RBP je rozdělena na čtyři stupně, uvedené v TAB 6-1. Hodnocení úseků je provedeno na základě podobnosti s definovaným referenčním stavem, tedy s úsekem s potenciálně přirozenými podmínkami.

TAB 6-1: Kategorie hodnocení habitatu metodou RBP

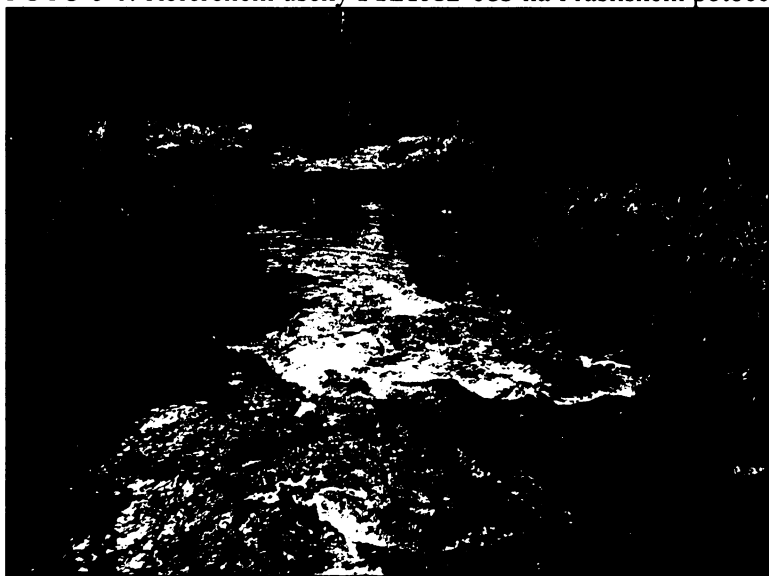
| kvalita habitatu | podobnost s referenčním stavem [%] | barva v mapě |
|------------------|------------------------------------|--------------|
| I - optimal | > 75 | modrá |
| II - suboptimal | 51 - 75 | zelená |
| III - marginal | 25 - 50 | žlutá |
| IV - poor | < 25 | červená |

Zdroj: Barbour a kol. (1999)

K posouzení hydromorfologických podmínek toku, neboli kvalitě habitatu, podle metody RBP slouží deset parametrů, které hodnotí koryto jako celek bez nějakého dalšího dělení. Jejich hodnoty jsou od 0 do 20, z nichž 0 je hodnocena jako *poor* a 20 jako *optimal*.

Sedm parametrů se věnuje stavu koryta, dva se zabývají břehovým podmínkám (stabilitě a vegetaci) a zbývající parametr se týká doprovodných vegetačních pásů. Referenčními úseky pro všechny hodnocené toky byly označeny **PRA082** a **PRA083** na horním toku Prášilského potoka. Oba jsou zobrazeny na FOTO 6-1. Pro tyto dva referenční úseky bylo stanoveno celkové skóre 198, což znamená téměř ve všech hodnocených parametrech, kromě jediného – depozice sedimentu, maximální možný počet bodů. Procentuálními poměry k této hodnotě se poté jednotlivé hodnocené úseky rozdělují do kategorií.

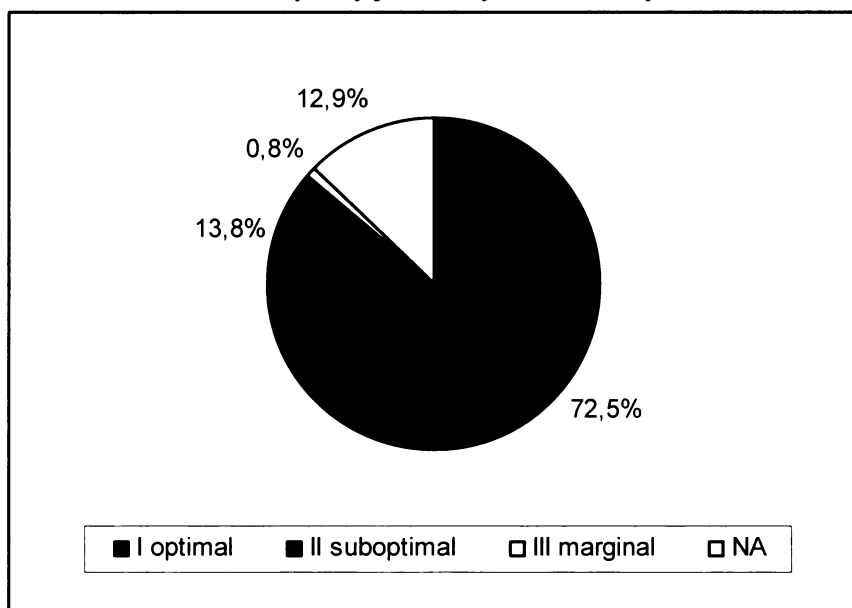
FOTO 6-1: Referenční úseky **PRA082-083** na Prášilském potoce



Zdroj: Tomáš Marek, říjen 2006

Z celkové délky 57 365 m všech hodnocených toků v povodí Křemelné bylo hodnoceno 87,1 %. Z celkového počtu 696 úseků se stupněm 1, neboli *optimal*, vyznačuje s naprostou převahou 588 úseků, což tvoří 72,5 % celkové délky hodnocených toků. 13,8 % je označeno stupněm 2 – *suboptimal* a nachází se na 100 úsecích. Stupeň 3 – *marginal* je v povodí zastoupen pouze na 5 úsecích a jeho podíl na celkové hodnocené délce toků je necelé 1 % (0,8 %). 3 pramenné úseky (12,9 %) hodnoceny nebyly. Stupeň 4 – *poor* se v povodí Křemelné podle očekávání nevyskytuje. Úseky jsou heterogenní a shodné s úseky mapovanými metodou CAP, tzn. nejdelší úsek je 272 m dlouhý a nejkratší má 21 m. Výše uvedené procentuální podíly zobrazuje GRAF 6-1. Z těchto výsledků vyplývá, že toky v povodí Křemelné jsou v naprosté většině bez antropogenních zásahů a jsou ponechány vývoji v přírodních podmínkách. Antropogenní činnost na hodnocených tocích je znát především v úsecích, kde jsou koryta přemostěna nebo jsou provedena protierozní opatření proti sesuvům a podemílání komunikací. Tyto úseky, jsou označeny stupněm 3 – *marginal*. Výsledky z hodnocení kvality habitatu toků v povodí Křemelné ukazuje MAPA 6-1.

GRAF 6-1: Procentuální podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na tocích v povodí Křemelné

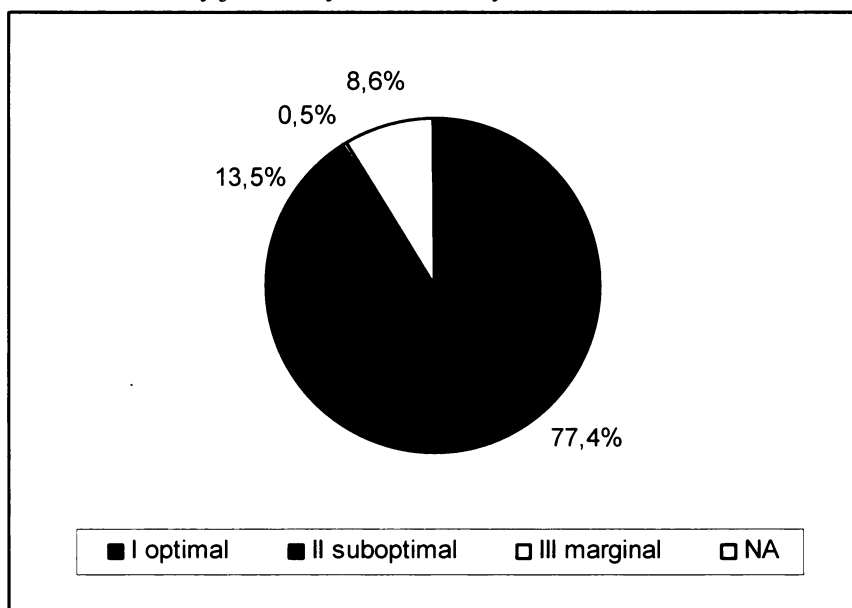


Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

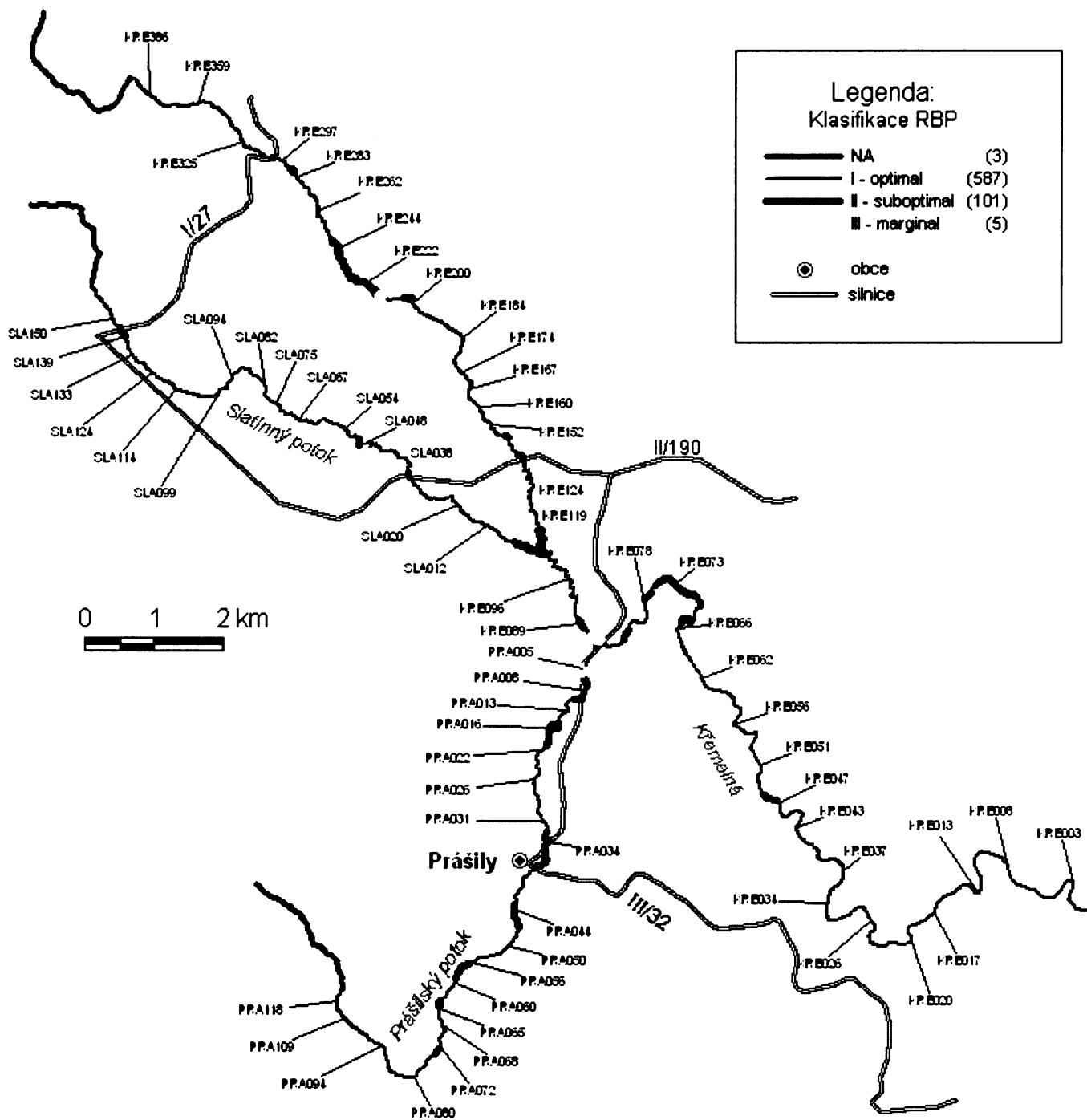
6.2.1 Křemelná

Tok řeky Křemelné spadá v naprosté většině do kategorie 1 – *optimal*, a to z více než 77 % (77,4 %) na 25 463 m toku, rozděleného do 334 úseků. 64 úseků s délkou 4 444 m je označeno stupněm kvality habitatu 2 – *suboptimal* (13,5 %). 3. stupeň kvality *marginal* je zastoupen jen na 2 úsecích o délce 179 m, což tvoří pouhých 0,5 % z celé délky Křemelné. Pramenný úsek (8,6 % délky toku) nebyl hodnocen. To dokládá GRAF 6-2.

GRAF 6-2: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Křemelné



Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

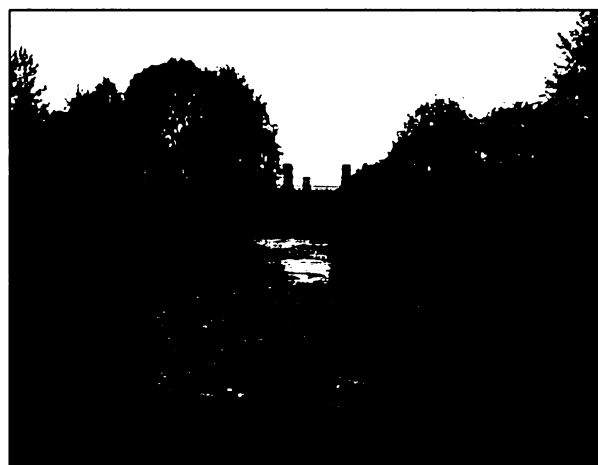
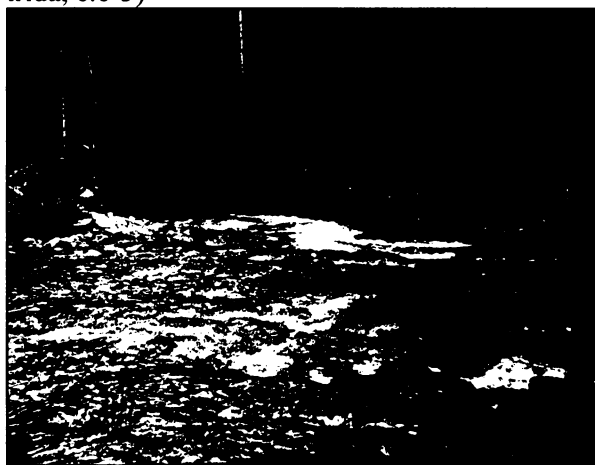


MAPA 6-1: Klasifikace kvality habitatu podle metody RBP

Zdroj: data DIBAVOD 1:10 000, terénní průzkum a vlastní výpočty

Do kategorie *optimal* spadají úseky **KRE001-045** nacházející se na dolním toku, kde je vytvořen hluboce zaříznutý kaňon. Tato oblast je velmi obtížně dostupná, proto zde Křemelná nepodléhá žádným antropogenním zásahům, koryto je zahlobbeno díky rychlejšímu proudu vody a proces akumulace materiálu neprobíhá v takové míře jako na středním toku. Celkové skóre nepatrně snižují na některých úsecích skalní břehy, čímž je snížena kvalita vegetační zóny (FOTO 6-2). Úsek **KRE048** spadá do stupně 2 – *suboptimal* a nachází se u vodoměrné stanice Stodůlky. Koryto Křemelné je zde hodně široké a mělké, proudění vody je pomalejší a variabilita velikosti dnového a břehového materiálu je nízká, což stupeň kvality snižuje. V dolní části středního toku (úseky **KRE049-066**) je opět stupeň *optimal*. Převažující kategorie *suboptimal* v úsecích **KRE067-083** je způsobena hlavně charakteristickým dnovým materiálem nižší velikostní textury, poměrně stálou hloubkou a rychlostí proudící vody. Rychlost proudění vody je ovlivněna četností výskytu prahů a tůní v korytě (riffles, pools). Objevují se zde také aluviální nánosy sedimentů na jesebních březích. Jeden ze dvou 3. stupňů kvality habitatu (*marginal*) se nachází v úseku **KRE087** (FOTO 6-3).

FOTO 6-2, 6-3: Křemelná v úseku **KRE032** s typickým skalním břehem na pravém břehu (I. třída, č.6-2) a úsek **KRE087** nad ústím Prášílského potoka s betonovými břehy a mostem silnice III/32 (III. třída, č.6-3)



Zdroj: Tomáš Marek, říjen 2006 (č.6-2) a srpen 2007 (č.6-3)

Koryto má zde vybetonované břehy a současně je o něco dále přemostěno silnicí III/32. To kvalitu v tomto úseku výrazně zhoršuje. Nad tímto úsekem proti proudu je opět vyznačena kategorie *optimal* v úsecích **KRE090-107**. Od **KRE108** až do **KRE117** je habitat hodnocen stupněm 2. V korytě jsou opět přítomny aluviální nánosy, tok vytváří četné meandry a místy se také objevují břehové nátrže. V úsecích **KRE118-201** je Křemelná opět hodnocena stupněm *optimal* s výjimkou úseků **KRE140** a **KRE145**, kde kvalita snížena na *suboptimal* hlavně díky silničním mostům (silnice II/190, resp. místní komunikace). **KRE212** je druhým

úsekem na Křemelné s kvalitativním stupněm 3 – *marginal*. Koryto je zde kompletně vyzděno a navíc přemostěno místní komunikací. Vzhledem k poměru délky celého hodnoceného úseku (47 m) a úsekem vyzděným (10 m), je úsek označen jen těsně 3. stupněm. Od úseku **KRE213** je vyhodnocen stav habitatu jako *suboptimal* až do úseku **KRE247**. Typické v této oblasti nad býv. osadou Zhůří je meandrování Křemelné. Charakteristické jsou proto aluviální nánosy na jesebních březích a také erozní výsepní břehy, kde jsou patrné rozsáhlé břehové nátrže (FOTO 6-4). Přilehlé louky jsou také občasně využívány zemědělskou činností jako pastviny, čímž je současně také značně omezena šířka přilehlé vegetační zóny. Od úseku **KRE248**

FOTO 6-4, 6-5: Křemelná v úseku **KRE218** s levobřežní nátrží (II. třída, č.6-4) a Křemelná mezi úseky **KRE304-400** (I. třída, č.6-5)



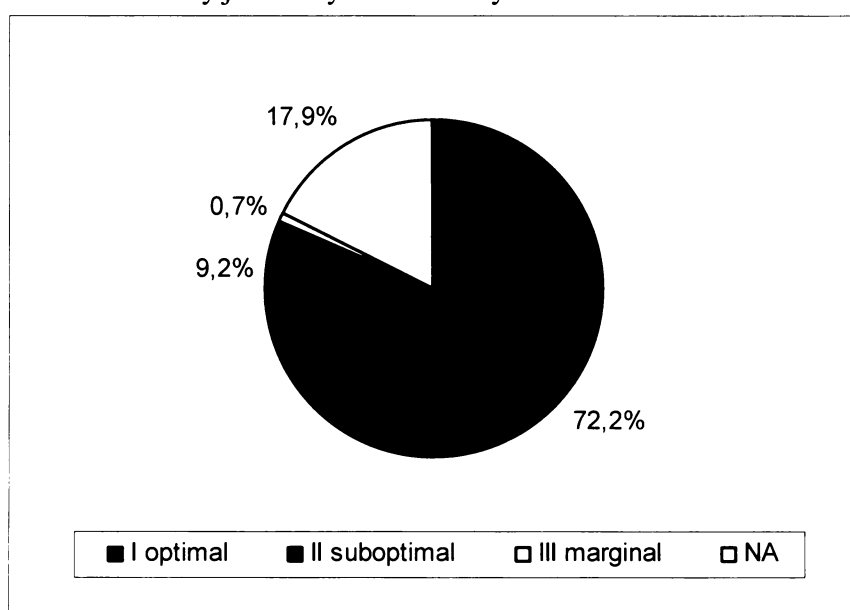
Zdroj: Tomáš Marek, říjen 2006 (č.6-4 a č.6-5)

je Křemelná opět hodnocena stupněm kvality 1 – *optimal* až do úseku **KRE400** kromě úseků **KRE288-289** a **KRE301**, kde se vyskytuje 2. kvalitativní stupeň. V horních partiích středního toku v úsecích **KRE248-287** se stupněm *optimal* jsou kulturní pastviny z předešlých úseků vystřídány typickými horskými loukami oblasti plání a vegetační zóna se výrazně rozšiřuje. Také textura dnového materiálu a rychlost proudění vody v korytě je variabilní. V prvně zmíněných 2. stupně úsecích **KRE288-289** je koryto toku stále hloubky a ustálené rychlosti proudění, navíc se opět vyskytují nánosy jesebních břehů a eroze břehů výsepních. V úseku **KRE301** vede přes tok Křemelné most silnice I/27. Na svém horním toku od býv. osady Starý Brunst v úsecích **KRE304-400** (FOTO 6-5) protéká Křemelná převážně lesem a koryto je zde rozmanité ve všech hodnocených parametrech. Celkové skóre (téměř 190) se proto blíží referenčním úsekům **PRA082-083**.

6.2.2 Slatinný potok

Slatinný potok je řazen rovněž v naprosté většině do kategorie 1 – *optimal*, a to z více než 72 % (72,2 %). Celková délka úseků v této kategorii je 8 582 m, která se dělí na 157 úseků. Kategorie *suboptimal* obsahuje 13 úseků s délkou 1 089 m (9,2 %) Stupeň *marginal* se vyskytuje v jednom úseku s délkou 83 m. To představuje jen 0,7 % z celkové délky Slatinného potoka. Pramenný úsek (8,6 % délky toku) také hodnocen nebyl. Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Slatinného potoka vyjadřuje GRAF 6-3.

GRAF 6-3: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Slatinného potoka

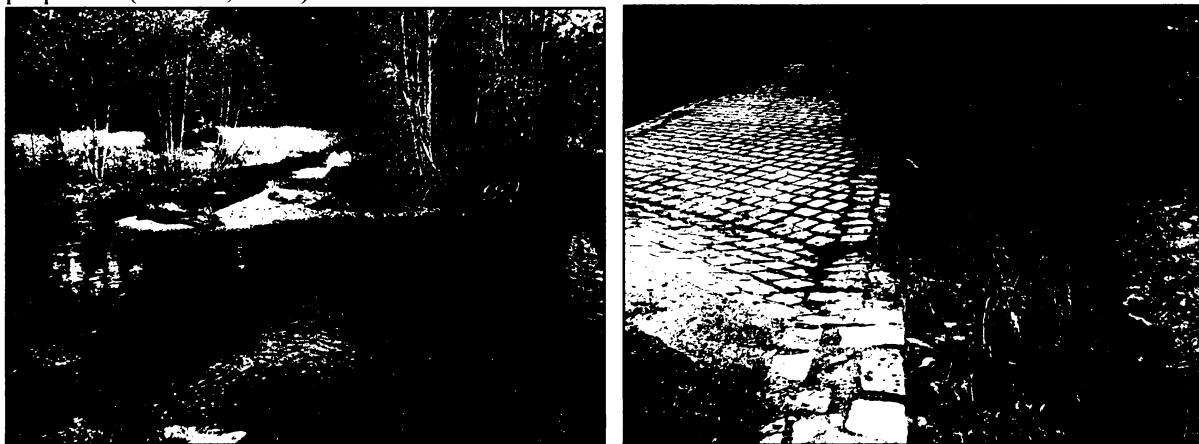


Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

Slatinný potok je v úsecích **SLA001-007** nad ústím do Křemelné je charakterizován stupněm 2 – *suboptimal*. V těchto úsecích má podobný ráz jako Křemelná nad tímto soutokem (**KRE108** a **KRE117**) V korytě jsou také přítomny aluviální nánosy (jak na jeseňních březích v meandrech, tak i uvnitř koryta paralelně s břehy v přímých úsecích toku) a hloubka koryta a rychlost proudění je celkem vyrovnaná, také variabilita velikosti dnových sedimentů je nízká. V úsecích **SLA009-032** je tok zařazen do kategorie *optimal* a rozmanitost ve všech hodnocených parametrech značí celkové skóre opět téměř ke 190 (jako **KRE304-400**). Úsek **SLA034** je přemostěn silnicí II/190 a snižuje tím stupeň *optimal* na *suboptimal*. Dalšími úseky se sníženým stupněm kvality habitatu jsou **SLA047-049**. Stupeň **SLA048** je dokonce charakterizován stupněm 3 – *marginal*. Nachází se zde most místní (pouze zpevněné) komunikace, za kterým je koryto rozšířené a obsahuje akumulární lavici uvnitř koryt (FOTO

6-6) a dále po proudu pak navazuje úsek **SLA047** stupně 2, aluviálními nánosy na jeseptním břehu a břehovou nátrží na výseptním břehu. V úseku **SLA049** je také habitat hodnocen stupněm 2. To je dáno především nízkou variabilitou velikosti sedimentů v korytě, stejnými (rychlými) vlastnostmi proudění a také hloubkou vody. Na levém břehu je značně snížen rozsah vegetační zóny právě díky výše zmíněné místní komunikaci, na které je vybudován protipovodňový přepad, aby nedocházelo k zablokování koryta přinášeným materiálem v době povodňových průtoků v profilu mostu (FOTO 6-7).

FOTO 6-6, 6-7: Slatinný potok v úseku **SLA048** (III. třída, č.6-6) a úsek **SLA049** s protipovodňovým přepadem (II. třída, č.6-7)



Zdroj: Tomáš Marek, říjen 2006 (č.6-6 a č.6-7)

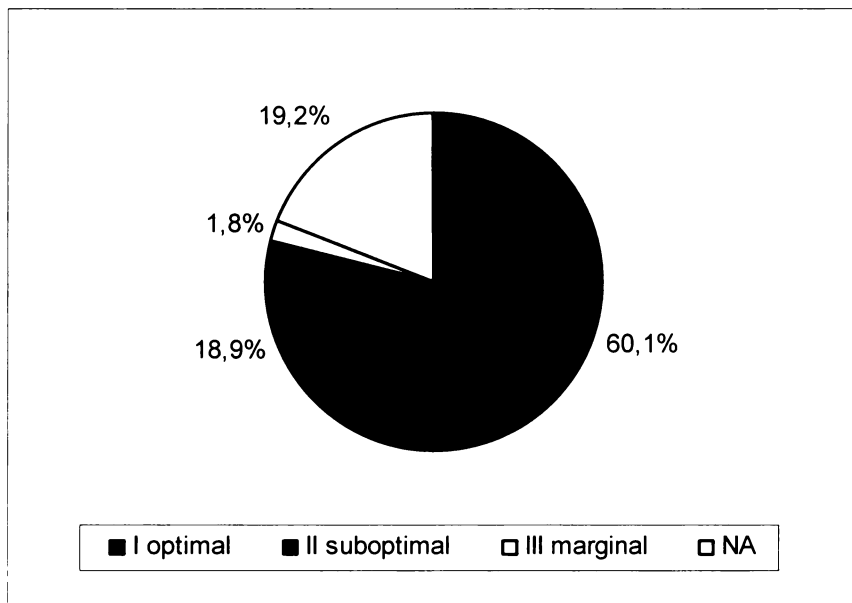
V úsecích **SLA057-171** spadá kvalita habitatu toku Slatinného potoka opět do kategorie 1 – *optimal* s výjimkou úseků **SLA140-142** hodnocenými jako *suboptimal* a jsou víceméně ovlivněny úsekem **SLA143**, ve kterém se nachází opět silniční most (I/27). Zde je koryto částečně vyzděno, což ovlivňuje charakter dnového materiálu, rychlost proudění vody a také hloubku vody v korytě, která je přibližně stejná. Charakter tohoto úseku ovlivňuje **SLA140-142** ležící dále po proudu. Od úseku **SLA146** je Slatinný potok opět v kvalitativní třídě *optimal* a skóre se blíží opět 190. Zde částečně protéká přírodní rezervací Prameniště.

6.2.3 Prášilský potok

Převaha 1. stupně kvality habitatu na Prášilském potoce není tak výrazná jako u předchozích dvou hodnocených tocích. V této kategorii se nachází 97 úseků o celkové délce 7 557 m, což tvoří 60,1 % celkové délky Prášilského potoka. Oproti výrazně nižším hodnotám na Křemelné a Slatinném potoce (13,5 %, resp. 9,2 %) je zde zastoupení třídy *suboptimal* téměř 20 %, konkrétně 18,9 %. Dva úseky jsou hodnoceny jako *marginal*, čili 3. stupeň

kvality habitatu. Pramenný úsek tvoří 19,2 % a rovněž nebyl hodnocen jako u předcházejících toků. Procentuální rozložení jednotlivých tříd je opět vyjádřeno GRAFEM 6-4.

GRAF 6-4: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Prášilského potoka



Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty

Prášilský potok je v úseku **PRA001** v kvalitativní třídě *suboptimal*, což je způsobeno hlavně aluviální akumulací sedimentů v jeseptních březích, břehovou nátrží na pravém břehu těsně před ústím do Křemelné a nízkou variabilitou velikosti dnového materiálu. Úseky **PRA002-004** jsou označeny 1. stupněm – *optimal*. V úsecích **PRA005-006** je Prášilský potok označen 3. stupněm *marginal* a jsou to zároveň jediné takto označené úseky v celé délce tohoto toku (FOTO 6-8). Tyto úseky nejsou zařazeny do 4. kvalitativního stupně *poor* jen proto, že antropogenní narušení (protierozní úprava břehu, na které vede silnice III/32) se nachází jen na levém břehu toku a současně se nevyskytuje v celých délkách úseků. V úsecích **PRA007-032** se střídají úseky s kvalitativním stupněm 2 (**PRA007, PRA009-010 a PRA016-021**) a 1 (**PRA008, PRA011-015 a PRA022-031**). V úseku **PRA010** je opět silniční most (III/32). Dalším úsekem, který je přemostěn (III/32) je **PRA032**. Od tohoto úseku až do **PRA037** (včetně) teče Prášilský potok na okraji obce Prášily. Zde tok spadá do třídy kvality habitatu *suboptimal*, a to zejména díky sníženému rozpětí vegetační zóny na levém břehu a přibližně rovnoměrné rychlosti proudění vody. Nižší je také variabilita velikostního charakteru textury sedimentů. V **PRA037** je navíc opět most silnice III/32. Žádné další známky antropogenní činnosti v těchto úsecích nebyly zaznamenány. V úsecích **PRA038-122** je v naprosté převaze stupeň *optimal*. Proměnlivost všech hodnocených parametrů je zde typická a zvyšuje tím

celkové skóre. V některých úsecích je občasně přerušován 2. stupněm kvality habitatu. Jsou to úseky **PRA044-046**, **PRA057-059**, **PRA064** a **PRA073** (FOTO 6-9).

FOTO 6-8, 6-9: Prášilský potok v úsecích **PRA005-006** s protierozní úpravou levého břehu (III. třída, č.6-8) a úsek **PRA073** s betonovými panely brodu na rozcestí Frantův most (II. třída, č.6-9)



Zdroj: Tomáš Marek, říjen 2006 (č.6-8 a č.6-9)

To má příčinu v místní komunikaci, která vede souběžně s tokem na levém břehu a v některých místech se více (výše jmenované) či méně přibližuje k toku. Zásadně je tak ovlivněn charakter příbřežní vegetační zóny, která v některých úsecích na levém břehu úplně chybí (**PRA046** – FOTO 6-11, **PRA057-059** a **PRA064**) a současně také výskyt břehové vegetace. V úseku **PRA073** (v místě označeném „rozcestí Frantův most“) místní komunikace

FOTO 6-10, 6-11: Prášilský potok v úsecích **PRA047-056** (I. třída, č.6-10) a upravený úsek **PRA046** se zpevněným levým břehem (II. třída, č.6-11)



Zdroj: Tomáš Marek, říjen 2006 (č.6-10 a č.6-11)

prochází korytem a betonovými panely je vybudován brod. Jeho rozměry vzhledem k délce úseku **PRA073**, ale výrazněji nesnižují kvalitu habitatu než na stupeň *suboptimal*. Výše proti proudu se už vyskytuje pouze kvalitativní třída *optimal*. Komunikace se odklání proti proudu

doprava k býv. osadě Gsenget a výrazněji již neovlivňuje i tak vysoké skóre Prášilského potoka v těchto úsecích (**PRA074-122**). To často přesahuje i 190 bodů a v úsecích **PRA082-083** má dokonce hodnotu 198 a jsou tak označeny jako referenční stav (FOTO 6-1).

6.3 Shrnutí výsledků

Naprostá převaha kvalitativní třídy *optimal* na všech hodnocených tocích v povodí Křemelné je jasně zřejmá. Je to dáno hlavně polohou celého povodí v horské oblasti Šumavy, které se téměř celé, kromě pramenné oblasti Křemelné a Slatinného potoka nachází v Národním parku Šumava. V některých úsecích hodnocené toky protékají dokonce nejcennějšími částmi území NP s nejvýznačnějšími přírodními hodnotami, a to I. zónami NP Šumava (www.npsumava.cz). Antropogenní činnost je zde minimální, s čímž souvisí také pouze jediná obec v povodí – Prášíly (155 obyv. k 31.12.2006 – www.czso.cz). Snížená kvalita habitatu je i přesto dána hlavně lidským faktorem. Příčinou jsou hlavně místní komunikace (dále MK), např. při levém břehu Prášilského potoka z Prášil na býv. Gsenget nebo most a protipovodňový přepad na MK ze Slučího Tahu na býv. Zhůří v úsecích **SLA048-049** na Slatinném potoce. Dále také most stejné MK, ale na řece Křemelné v úseku **KRE213**, most MK směrem na Keply a most MK u vodoměrné stanice Stodůlky v úseku **KRE048** u býv. osady Stodůlky. Kromě MK ovlivňují určité úseky toků ještě státní a okresní silnice a jejich mosty. Dva mosty silnice I/27 na Křemelné u býv. osady Starý Brunst a na Slatinném potoce u Gerlovy Huti. Dva mosty silnice II/190 také na Křemelné a Slatinném potoce (úseky **KRE145**, resp. **SLA034**). A dále také čtyři mosty silnice III/32 od Skelné na Prášíly. Jeden z nich je na Křemelné **KRE087** a ostatní na Prášilském potoce. Také úpravy břehů proti erozi jsou významným zásahem do kvality habitatu a v povodí Křemelné snižují toto hodnocení v některých úsecích až na 3. stupeň – *marginal*. Kvalitu habitatu je však snížena také, v případě toku Křemelné, v horní části středního úseku u býv. osady Zhůří, která je typická svými meandry. Ty způsobují erozi výsepních břehů a naopak akumulaci sedimentů jesepních břehů. Dále také poměrně nízká variabilita rychlosti proudění, se kterou je spojeno rozložení prahů a tůní (riffles a pools) v korytě, proměnlivost velikosti textury sedimentů a také poměrně stálá hloubka vody v těchto úsecích. Občasná zemědělská činnost v této oblasti rovněž způsobuje pokles kvality.

Naopak nejhodnotnější úseky se vyskytují na horních úsecích Prášilského potoka, kde se vyskytují i referenční úseky **PRA082** a **PRA083**. Poloha u státní hranice s Německem

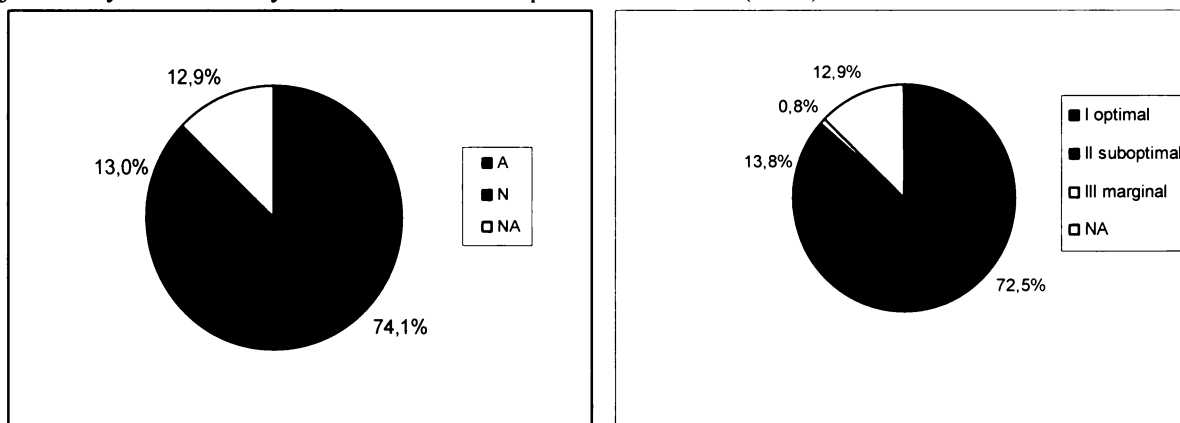
hrála hlavně v minulosti zásadní roli v antropogenním ovlivnění této lokality, která byla člověku v podstatě úplně nedostupná. Obecně jsou nejkvalitnější úseky na horních tocích všech hodnocených toků, k čemuž se přidává také dolní tok Křemelné s typickým kaňonem. Na středním toku Křemelné je stupeň *optimal* sporadicky střídán stupněm *suboptimal*, což je typické pro oblast zákrutů a meandrů. Procentuální podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na tocích v povodí Křemelné vyjadřuje výše uvedený GRAF 6-1.

7. Shrnutí výsledků z terénního mapování hydromorfologických charakteristik vodních toků

V této kapitole jsou vyhodnoceny výsledky obou metod. Jak již bylo uvedeno v kap. 2, fungují tyto metody dohromady jako komplex a vytváří celkový hydromorfologický obraz vodních toků v povodí. I proto nebyly zjištěny žádné bližší vztahy mezi morfologickými typy koryt a jejich kvalitativním vyjádřením na hodnocených tocích Křemelné, Slatinném a Prášilském potoce. Díky vymezení shodných délkově heterogenních úseků, je srovnání oběma metodami jednodušší než u hodnocení různě dlouhých úseků u obou metod. V závěru této kapitoly jsou opět uvedeny MAPY 5-1, 5-2 a 6-1 hodnocení jednotlivými metodami.

Použití těchto dvou zahraničních metod CAP (B.C. Ministry of Forests – Kanada) a RBP (USEPA – USA) je pokusem aplikace metodik na poměry území ČR. Z výsledků metody CAP, která se zabývá určením morfologického typu koryta toku je zřejmé, že aplikace je možná i v povodích horského charakteru v podmínkách ČR a že výsledky korespondují s geomorfologickým charakterem vymezené oblasti povodí. Z více než 74 % podílu koryt toků typu podléhající erozi (GRAF 7-1) lze vyvodit potenciaální vývoj v utváření říční sítě.

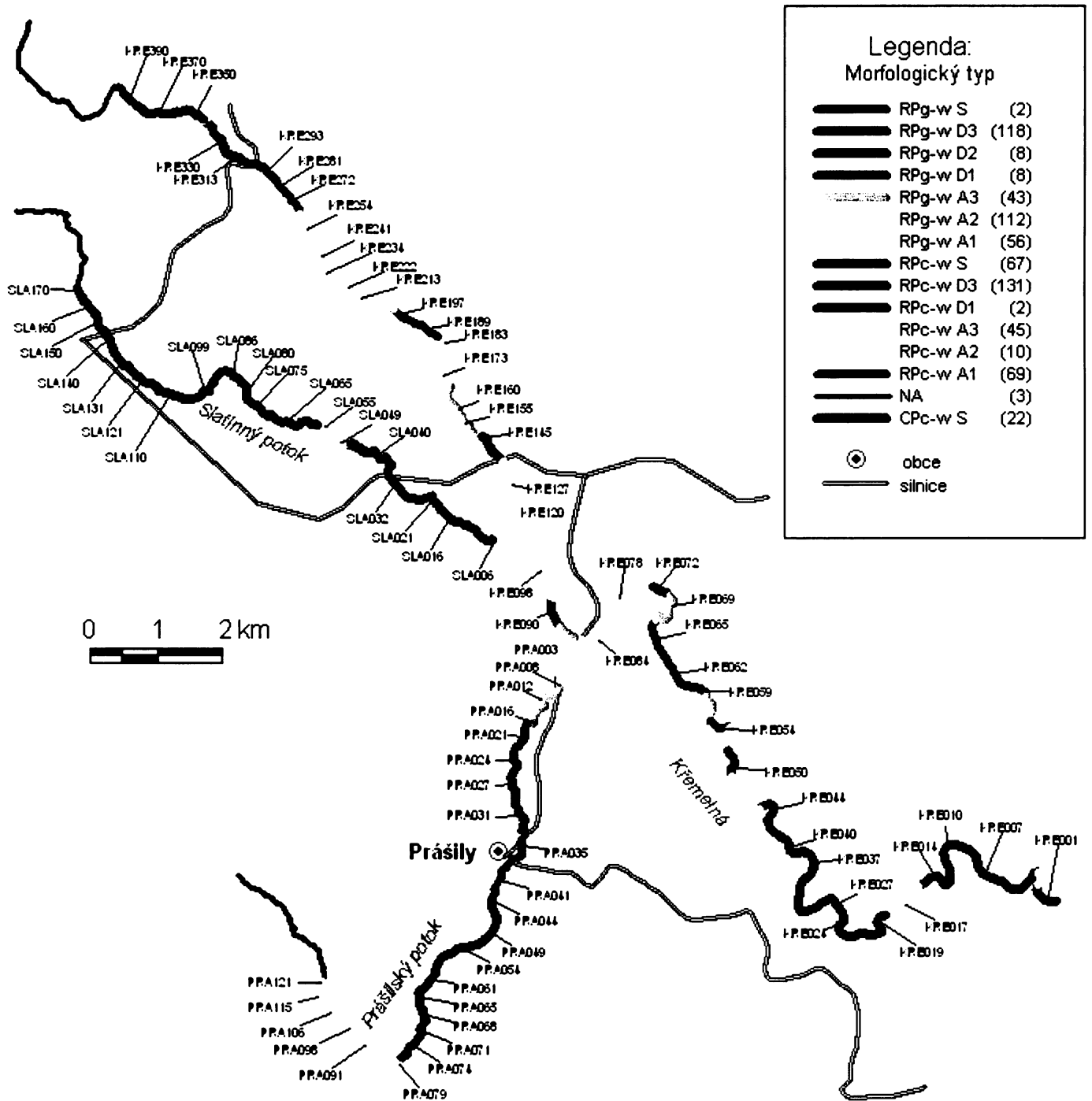
GRAF 7-1, 7-2: Podíly kategorií A, N a NA na celkové délce toků v povodí Křemelné (č.7-1) a podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na tocích v povodí Křemelné (č.7-2)



Zdroj: terénní průzkum a vlastní výpočty (č.7-1 a č. 7-2)

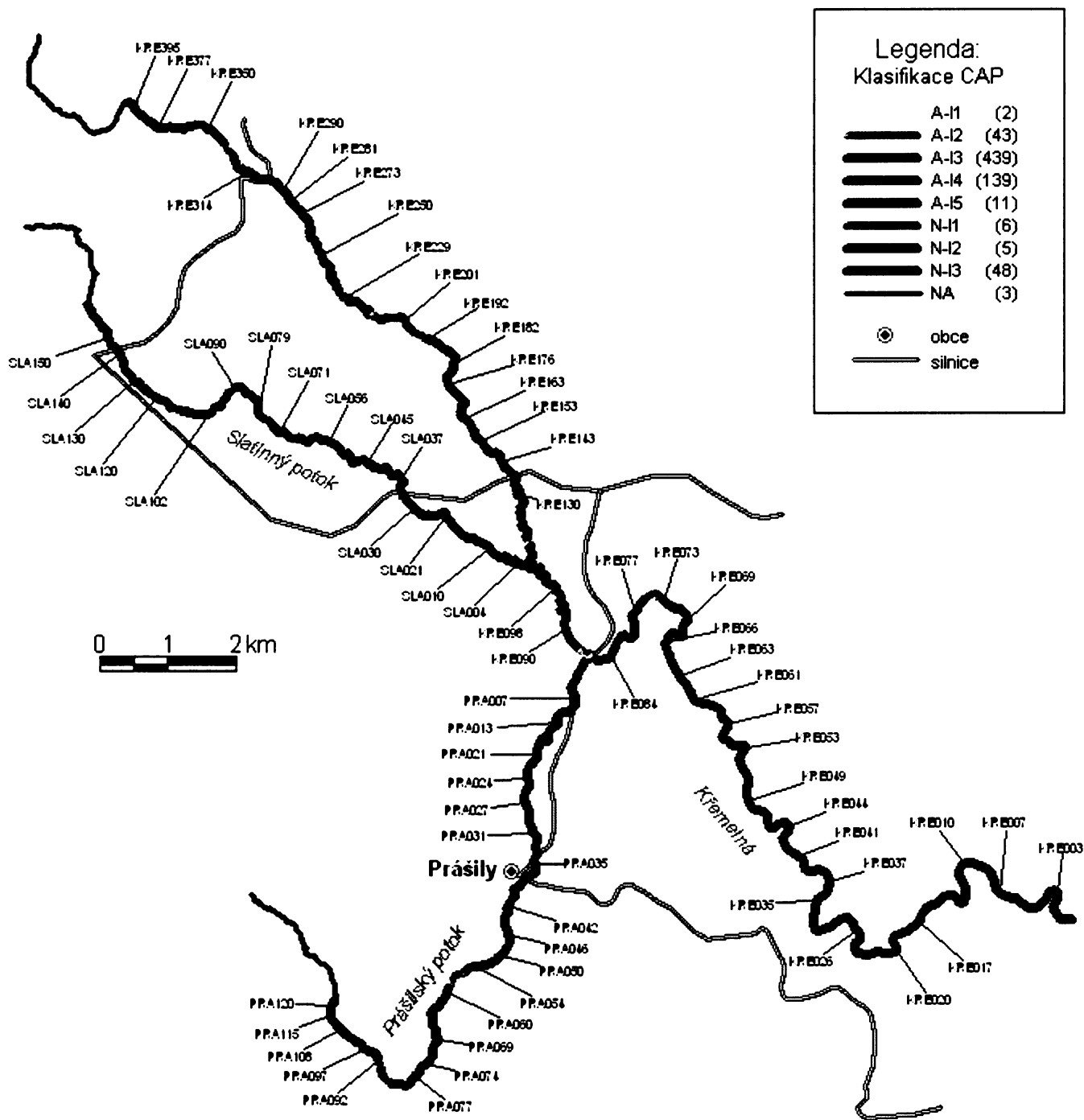
Zatímco zejména oblasti s typickým *údolím typu V*, kde je erozní činnost potlačena výskytem skalního masívu, budou ostatní části toku v oblasti šumavských plání dále degradovat a podléhat erozní činnosti. Zajímavé je podle hodnocení morfologických typů koryt zjištění, že na horských tocích typu Křemelné, Slatinného nebo Prášilského potoka v celých svých délkách převažuje morfologický typ RP-w (riffle-pool), což je důsledek hlavně sklonových poměrů a polohy toků právě v oblasti plání.

Podle metody RBP, která hodnotí kvalitu habitatu toků, je naprostá většina hodnocených úseků v kategorii *optimal*, tedy v 1. kvalitativní třídě (GRAF 7-2), což se v těchto podmínkách přírodního prostředí předpokládalo. Referenčním stavem jsou označeny dva úseky Prášílského potoka **PRA082** a **PRA083** a definují tak stav bez zásahu lidské činnosti a současně tvoří základ nejlepším podmínkám pro variabilitu biodiverzity, což představují také další přilehlé úseky s velmi vysokým skórem v hodnocení a od těchto úseků se liší jen nepatrně. Biologická složka ekosystémů potřebuje ke své biodiverzitě vhodné podmínky. Ty jsou dány jak hydromorfologií koryta toku, například maximální variabilita velikosti textury sedimentů, které spolu s charakterem břehů poskytují úkryt organismům nebo proměnlivá rychlost proudění vody a střídání prahů a tůní (riffles a pools), tak také charakterem březních a příbřežních zón. Všechny tyto ukazatele vykazují ve výše zmíněných úsecích téměř maximálních hodnot. Snížené stupně kvality jsou dány jak přírodními hydromorfologickými procesy, například v oblasti meandrů Křemelné u býv. osady Zhůří, tak také antropogenní činností, i když v minimální míře. Jedná se hlavně stavby spojené se silničními komunikacemi, ať už mosty nebo upravené a zpevněné břehy koryt.



MAPA 5-1: Základní morfologické typy koryt podle CAP v povodí Křemelné

Zdroj: data DIBAVOD 1:10 000, terénní průzkum a vlastní výpočty



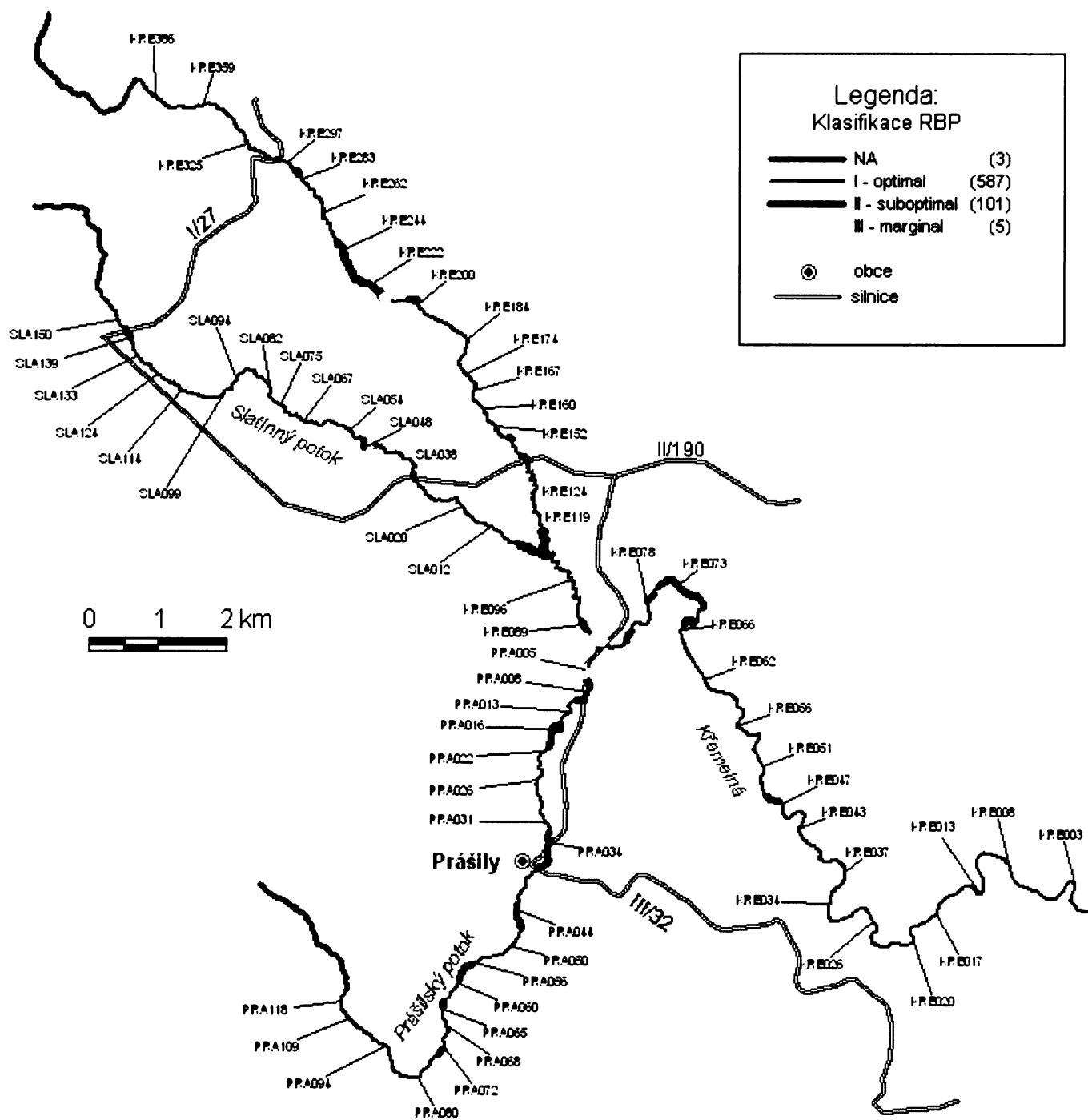
MAPA 5-2: Klasifikace dílčích úseků na hodnocených tocích v povodí Křemelné podle metody CAP

Zdroj: data DIBAVOD 1:10 000, terénní průzkum a vlastní výpočty

Pozn. A – koryto podléhající erozi (erodible); 1 – sklon < 8 %; 1 – jíl, bahno; 2 – písek; 3 – štěrk; 4 – kameny, valouny; 5 – balvany

N – koryto nepodléhající erozi (non-erodible); 1 – sklon < 8 %; 1 – upravené; 2 – skalní suť; 3 – skalní podloží

NA – nehodnocené koryto (not assess)



MAPA 6-1: Klasifikace kvality habitatu podle metody RBP

Zdroj: data DIBAVOD 1:10 000, terénní průzkum a vlastní výpočty

8. Závěr

Povodí Křemelné je z hlediska své rozlohy a polohy v horském masivu Šumavy velmi významným územím. Nachází se téměř celé v chráněném území NP Šumava, což výrazně ovlivňuje a v minulosti (také díky vojenským prostorům) ovlivňovalo životní prostředí a kvalitu habitatu vodních toků v této oblasti. Pramenné oblasti Křemelné a Slatinného potoka však již leží na území CHKO Šumava.

Z geomorfologického hlediska spadá povodí Křemelné převážně do podcelku Šumavské pláně s plochým charakterem reliéfu. S tím také korespondují sklonové poměry (sklon obvykle nepřesahuje 1,5 %) vybraných toků ve sledovaném povodí a také jejich sestrojené podélné profily. Pramenné oblasti a horní toky všech vybraných toků se však nacházejí ve vysokých partiích pod nejvyššími vrcholy v povodí (Křemelná – Můstek 1234 m n. m.; Slatinný potok – Pancíř 1214 m n. m.; Prášílský potok – Plesná 1336 m n. m.), což potvrzují například podélné profily všech toků.

Srážkové poměry v povodí Křemelné během roku jsou velice variabilní. Typické jsou vysoké úhrny v zimních měsících (prosinec – únor), ale také v měsících letních, převážně v červenci. Uvnitř povodí je pouze jedna srážkoměrná stanice v obci Prášíly a další čtyři v nejbližším okolí – Hartmanice, Srní, Železná Ruda a Železná Ruda – Špičák. Tyto stanice byly také využity k výpočtu průměrné srážky na povodí Křemelné. Oproti Thiessen-Hortonově metodě (1244 mm), které je bližší také hodnota z Hydrologických poměrů (1970) – 1157 mm, je hodnota 1433 mm podle metody zohledňující nadmořskou výšku podle mého názoru nadhodnocena.

Z hlediska odtokového režimu lze říci, že tok Křemelné je mírně nevyrovnaný jak z hlediska průměrných měsíčních průtoků (maxima v březen až květen – období jarního tání sněhu odteče až 40 % vody z povodí), tak i průměrných ročních průtoků (v „povodňovém“ roce 2002 odteklo až 3x více vody než v následujícím roce 2003). Ovšem kontinuální měření průtoků začalo v jediné vodoměrné stanici v povodí – Stodůlky – teprve 1.11.1999. Proto sedmiletá řada hodnot, která je pro tuto práci v současné době k dispozici, nemůže být kvůli její délce brána jako reprezentativní. Zajímavé však bude sledovat odtokové charakteristiky z dat získaných měřicími přístroji PřF v rámci výše zmíněných projektů a výzkumů, a zároveň porovnání se stálým kontinuálním měřením ČHMÚ.

Sklonové poměry toků samozřejmě společně s charakterem reliéfu výrazně ovlivňují hydromorfologické procesy v korytech. Slabá erozní činnost v důsledku výskytu skalního

podloží v *údolích typu V* (střední tok Prášílského potoka a dolní tok Křemelné) a naproti tomu meandry Křemelné na středním toku a Slatinného potoka na dolním toku, kde dochází ke stále degradaci koryta erozní činností, jsou charakteristickými znaky tohoto povodí. S tím také souvisí převaha morfologického typu **RP-w**, jako důsledku právě sklonových poměrů a celkového rázu krajiny v oblasti Šumavských plání.

Nejlepšího stavu kvality habitatu koryt vodních toků v povodí Křemelné zjištěného metodou RBP obecně dosahují těžko dostupné úseky, kde se antropogenní vliv prakticky neuplatňuje. Jedná se především o lokality rašelinišť, močálů a bažin, ale také horních toků na všech vybraných tocích. To se týká hlavně Prášílského potoka, který v určitých úsecích tvoří také státní hranici s Německem, což bylo v minulosti extrémně střežené pásmo. Zde se také nachází dva referenční úseky **PRA082-083**.

Metoda CAP, charakterizující morfologické typy koryt vodních toků, ve spojení s metodou RBP, pro kterou je z hlediska hydromorfologie zásadní kvalita habitatu koryt, poskytuje ucelený pohled na charakter vodních toků v povodí Křemelné. Výsledky hodnocení z terénního průzkumu za použití výše zmíněných metod mapování dokládají předpokládané minimální antropogenní ovlivnění vodních toků v povodí Křemelné. To se dotýká pouze přemostěných úseků a úprav břehů proti erozi v silničních úsecích. Dostatek parametrů hodnocení (RBP) a celkem nízká časová náročnost obou metod (ovšem ne na úkor kvality), by mohla být rozhodující při volbě metod pro případná hodnocení podobného charakteru.

9. Použitá literatura

- ANDĚRA, M., ZAVŘEL, P. a kol. (2003): Šumava – příroda, historie, život. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset, 800 str.
- Atlas ČSSR, GaKP, Praha, 1984.
- Atlas podnebí Česka, ČHMÚ Praha a Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 256 str.
- BALATKA, B., KALVODA, J. (2006): Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, a.s., 79 str.
- BARBOUR, T. et al. (1999): Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Wadeable Rivers. USEPA, Washington, 339 p.
- BEER, M. (1992): Hydrogeologické poměry povodí Křemelné. Magisterská práce. PřF UK, KFGG, Praha.
- B.C. Ministry of Forests and B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. (1995): Interior Watershed Assessment Procedure Guidebook (IWAP). Victoria, B.C., 82 p.
- B.C. Ministry of Forests and B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. (1996): Channel Assessment Procedure Guidebook And Field Guidebook. Victoria, B.C., 95 p.
- DEMEK, J., VATOLÍKOVÁ, Z., MACKOVČIN, P. (2006): Manuál hydromorfologického hodnocení vodních toků. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 18 str.
- HAVLÍK, A. (2003): Stabilita koryt vodních toků za extrémních vodních stavů – in: Vodní toky 2003: Protipovodňová ochrana obcí. Sborník z konference. Hradec Králové, str. 188 – 194.
- HLADÍK, P. (2006): Hydrografie a odtokové poměry v povodí Křemelné. Bakalářská práce, Litoměřice, 64 str.
- HOGAN, D. (2001): Stream Channel Assessment in the Interior of British Columbia. In TOEWS, D. A. A. and CHATWIN, S. (2001): Watershed Assessment in the southern interior of British Columbia. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. Work. Pap. 57/2001, p. 112 – 134.
- Hydrologická ročenka ČR, ČHMÚ, Praha, 2005.
- Hydrologické poměry ČSSR, díl I. text, HMÚ, Praha, 1965, 410 str.
- Hydrologické poměry ČSSR, díl III., HMÚ, Praha, 1970, 302 str.
- CHÁBERA, S. a kol. (1984): Příroda na Šumavě. České Budějovice, 182 str.

- JANSKÝ, B., ŠOBR, M. a kol. (2003): Jezera České republiky. PřF UK, KFGG, Praha, 199 str.
- KOCUM, J. (2004): Limnologická studie Čertova jezera a režim odtoků v českém povodí Řezné. Magisterská práce. PřF UK, KFGG, Praha, 210 str.
- LEHOTSKÝ, M., GREŠKOVÁ, A. (2003): Ekologické aspekty hodnotenia riečného systému (výzva pre fluviálnu geomorfológiu). Geomorfologický sborník 2, ČAG, ZČU v Plzni, s. 75 – 79.
- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G., MILLER, J. P. (1995): Fluvial Processes in Geomorphology. Dover, New York, 522 p.
- MAREK, T. (2005): Hydrologický a fluviálně morfológický průzkum vodních toků a jeho aplikace v povodí Křemelné. Ročníková práce. PřF UK, KFGG, Praha, 113 str.
- MATOUŠKOVÁ, M. (2003): Ekohydrologický monitoring jako podklad pro revitalizaci vodních toků. Modelová studie Rakovnického potoka. Disertační práce PřF UK v Praze, Praha, 219 str.
- MIERS, L.(1994): Aquatic habitat classification - Literature Review Towards Development of a Classification System for B.C. Resources Inventory Committee, 24 p.
- MONTGOMERY, D. R., BUFFINGTON, J. M. (1997): Channel-reach morphology in mountain drainage basin. Geological Society of America Bulletin, vol. 109, n. 5, p. 596 – 611.
- NETOPIL, R. (1984): Fyzická geografie I. SPN, Praha, 272 str.
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica 16, Academia, Brno, 73 str.
- ROSGEN, D. L. (1994): A classification of natural rivers. Catena, Vol. 22, p. 169-199.
- ROSGEN, D. L. (1999): River Course – Application of the Rosgen Stream Classification System to North Carolina.
- RUST, B. R. (1978): Depositional models for braided alluvium. Canadian Soc. Petroleum Geologists, mem. 5, p. 605-626.
- SCHUMM, S. A. (1987): Experimental fluvial geomorphology. New York, 413 p.
- ŠINDLAR, M., (2007): Metodika monitoringu a vyhodnocení aktuálního stavu hydromorfologie vodních toků včetně návrhů opatření k dosažení dobrého hydromorfologického stavu vod. 2. verze, 42 str.
- ŠÍPEK, V. (2006): Ekomorfológické hodnocení kvality habitatu vodních toků v povodí Liběchovky. Diplomová práce PřF UK v Praze, Praha.
- ŠOBR, M. (1999): Jezero Laka. Magisterská práce. PřF UK, KFGG, Praha

VLČEK, L., ŠINDLAR, M. (2002): Gemorfologické typy vodních toků a jejich využití pro revitalizace. Vodní hospodářství č. 6, Praha, str. 8-11.

VONDRA, F., (2006): Ekohydrologický monitoring v povodí horní Blanice. Diplomová práce PřF UK v Praze, Praha.

Mapové podklady:

VÚV: ZABAGED 1:10 000 – digitální vrstvy

VÚV: DIBAVOD 1:10 000 – digitální vrstvy

VÚV: ArcCR 2003 – digitální vrstvy

Geologická mapa ČR 1 : 200 000. List Strakonice, ČGÚ Praha

Data:

ČHMÚ: data průtoků 2000 – 2006 z vodoměrné stanice Stodůlky.

ČHMÚ: data srážkových úhrnů 1962 – 2005 ze stanic Prášily, Hartmanice, Srní, Železná Ruda, Železná Ruda – Špičák.

www.fiedler-magr.cz: data z hladinoměrů M4016 v profilech Křemelná – nad ústím Prášilského potoka, Křemelná – Zhůří a Prášilský potok – nad soutokem s Křemelnou

data z vlastního terénního průzkumu

Internetové zdroje:

www.chmi.cz – portál Českého hydrometeorologického ústavu

www.npsumava.cz – portál Správy Národního Parku Šumava

www.env.cz – portál Ministerstva životního prostředí

www.czso.cz – portál Českého statistického úřadu

www.seznam.cz – letecké snímky firmy GEODIS Brno, s.r.o.

www.for.gov.bc.ca – portál British Columbia Ministry of Forests

Mapovací formulář č.2 metody CAP

| | |
|-------------------|-----------------|
| Sub-basin: | Date: |
| Reach: | Crew: |
| | Weather: |

| Station | W_b (m) | d (cm) | s (%) | D (cm) | Morphology from nomogram (Figure 5) |
|---------|-----------|--------|-------|---------------------------------|-------------------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Model morphological type | |

| Distance (m) | Bank type† | Channel type and disturbance level | Check any field indicators present | | | | | | | | | | | | Photo roll & frame | | | | | | | | |
|--------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| | | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | B1 | B2 | | B3 | D1 | D2 | D3 | | | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

- | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------------|
| S1 Homogeneous bed texture | C1 Extensive riffles or cascades | B1 Abandoned channels |
| S2 Sediment fingers | C2 Minimal pool area | B2 Eroding banks |
| S3 Sediment wedges | C3 Elevated mid-channel bars | B3 Avulsions |
| S4 Extensive bars | C4 Multiple channels or braids | D1 Small woody debris |
| S5 Extensively scoured zones | C5 Disturbed stone lines | D2 LWD function |
| | | D3 Recently formed LWD jams |
- †A (Erodible): 1 = silt, 2 = sand, 3 = gravel, 4 = cobble, 5 = boulder (A4/5 = Alluvial, gravel over boulder)
 N (Non-erodible): 1 = Till, 2 = colluvium, 3 = bedrock (see WAP Appendix 11 for bedrock types)

Mapovací formulář metody RBP

HABITAT ASSESSMENT FIELD DATA SHEET—HIGH GRADIENT STREAMS (FRONT)

| | | | |
|---------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
| STREAM NAME _____ | | LOCATION _____ | |
| STATION # _____ RIVERMILE _____ | | STREAM CLASS _____ | |
| LAT _____ LONG _____ | | RIVER BASIN _____ | |
| STORET # _____ | | AGENCY _____ | |
| INVESTIGATORS _____ | | | |
| FORM COMPLETED BY _____ | | DATE _____ TIME _____ AM PM | REASON FOR SURVEY _____ |

| Habitat Parameter | Condition Category | | | |
|--|---|---|---|--|
| | Optimal | Suboptimal | Marginal | Poor |
| 1. Epifaunal Substrate/ Available Cover | Greater than 70% of substrate favorable for epifaunal colonization and fish cover: mix of snags, submerged logs, undercut banks, cobble or other stable habitat and at stage to allow full colonization potential (i.e., logs/snags that are <u>not</u> new fall and <u>not</u> transient). | 40-70% mix of stable habitat; well-suited for full colonization potential; adequate habitat for maintenance of populations; presence of additional substrate in the form of newfall, but not yet prepared for colonization (may rate at high end of scale). | 20-40% mix of stable habitat; habitat availability less than desirable; substrate frequently disturbed or removed. | Less than 20% stable habitat; lack of habitat is obvious; substrate unstable or lacking. |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |
| 2. Embeddedness | Gravel, cobble, and boulder particles are 0-25% surrounded by fine sediment. Layering of cobble provides diversity of niche space. | Gravel, cobble, and boulder particles are 25-50% surrounded by fine sediment. | Gravel, cobble, and boulder particles are 50-75% surrounded by fine sediment. | Gravel, cobble, and boulder particles are more than 75% surrounded by fine sediment. |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |
| 3. Velocity/Depth Regime | All four velocity/depth regimes present (slow-deep, slow-shallow, fast-deep, fast-shallow). (Slow is ≤ 0.3 m/s, deep is ≥ 0.5 m.) | Only 3 of the 4 regimes present (if fast-shallow is missing, score lower than if missing other regimes). | Only 2 of the 4 habitat regimes present (if fast-shallow or slow-shallow are missing, score low). | Dominated by 1 velocity/depth regime (usually slow-deep). |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |
| 4. Sediment Deposition | Little or no enlargement of islands or point bars and less than 5% of the bottom affected by sediment deposition. | Some new increase in bar formation, mostly from gravel, sand or fine sediment; 5-30% of the bottom affected; slight deposition in pools. | Moderate deposition of new gravel, sand or fine sediment on old and new bars; 30-50% of the bottom affected; sediment deposits at obstructions, constrictions, and bends; moderate deposition of pools prevalent. | Heavy deposits of fine material, increased bar development; more than 50% of the bottom changing frequently; pools almost absent due to substantial sediment deposition. |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |
| 5. Channel Flow Status | Water reaches base of both lower banks, and minimal amount of channel substrate is exposed. | Water fills $\geq 75\%$ of the available channel; or $\leq 25\%$ of channel substrate is exposed. | Water fills 25-75% of the available channel, and/or riffle substrates are mostly exposed. | Very little water in channel and mostly present as standing pools. |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |

Parameters to be evaluated in sampling reach

HABITAT ASSESSMENT FIELD DATA SHEET—HIGH GRADIENT STREAMS (BACK)

| Habitat Parameter | Condition Category | | | |
|---|--|--|---|---|
| | Optimal | Suboptimal | Marginal | Poor |
| 6. Channel Alteration | Channelization or dredging absent or minimal; stream with normal pattern. | Some channelization present, usually in areas of bridge abutments; evidence of past channelization, i.e., dredging, (greater than past 20 yr) may be present, but recent channelization is not present. | Channelization may be extensive; embankments or shoring structures present on both banks; and 40 to 80% of stream reach channelized and disrupted. | Banks shored with gabion or cement; over 80% of the stream reach channelized and disrupted. Instream habitat greatly altered or removed entirely. |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |
| 7. Frequency of Riffles (or bends) | Occurrence of riffles relatively frequent; ratio of distance between riffles divided by width of the stream = 7:1 (generally 5 to 7); variety of habitat is key. In streams where riffles are continuous, placement of boulders or other large, natural obstruction is important. | Occurrence of riffles infrequent; distance between riffles divided by the width of the stream is between 7 to 15. | Occasional riffle or bend; bottom contours provide some habitat; distance between riffles divided by the width of the stream is between 15 to 25. | Generally all flat water or shallow riffles; poor habitat; distance between riffles divided by the width of the stream is a ratio of >25. |
| SCORE | 20 19 18 17 16 | 15 14 13 12 11 | 10 9 8 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |
| 8. Bank Stability (score each bank) | Banks stable; evidence of erosion or bank failure absent or minimal; little potential for future problems. <5% of bank affected. | Moderately stable; infrequent, small areas of erosion mostly healed over. 5-30% of bank in reach has areas of erosion. | Moderately unstable; 30-60% of bank in reach has areas of erosion; high erosion potential during floods. | Unstable; many eroded areas; "raw" areas frequent along straight sections and bends; obvious bank sloughing; 60-100% of bank has erosional scars. |
| Note: determine left or right side by facing downstream. | | | | |
| SCORE __ (LB) | Left Bank 10 9 | 8 7 6 | 5 4 3 | 2 1 0 |
| SCORE __ (RB) | Right Bank 10 9 | 8 7 6 | 5 4 3 | 2 1 0 |
| 9. Vegetative Protection (score each bank) | More than 90% of the streambank surfaces and immediate riparian zone covered by native vegetation, including trees, understory shrubs, or nonwoody macrophytes; vegetative disruption through grazing or mowing minimal or not evident; almost all plants allowed to grow naturally. | 70-90% of the streambank surfaces covered by native vegetation, but one class of plants is not well-represented; disruption evident but not affecting full plant growth potential to any great extent; more than one-half of the potential plant stubble height remaining. | 50-70% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption obvious; patches of bare soil or closely cropped vegetation common; less than one-half of the potential plant stubble height remaining. | Less than 50% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption of streambank vegetation is very high; vegetation has been removed to 5 centimeters or less in average stubble height. |
| SCORE __ (LB) | Left Bank 10 9 | 8 7 6 | 5 4 3 | 2 1 0 |
| SCORE (RB) | Right Bank 10 9 | 8 7 6 | 5 4 3 | 2 1 0 |
| 10. Riparian Vegetative Zone Width (score each bank riparian zone) | Width of riparian zone >18 meters; human activities (i.e., parking lots, roadbeds, clear-cuts, lawns, or crops) have not impacted zone. | Width of riparian zone 12-18 meters; human activities have impacted zone only minimally. | Width of riparian zone 6-12 meters; human activities have impacted zone a great deal. | Width of riparian zone <6 meters; little or no riparian vegetation due to human activities. |
| SCORE __ (LB) | Left Bank 10 9 | 8 7 6 | 5 4 3 | 2 1 0 |
| SCORE (RB) | Right Bank 10 9 | 8 7 6 | 5 4 3 | 2 1 0 |

Parameters to be evaluated broader than sampling reach

10.2 Seznamy map, tabulek, grafů, obrázků a foto

Seznam map

MAPA 4-1: Přehledová mapa povodí Křemelné

MAPA 4-2: Geologická mapa povodí Křemelné

MAPA 4-3: Výšková stupňovitost a 3D mapa povodí Křemelné

MAPA 4-4: Sklonové poměry v úsecích toků Křemelné, Slatinného potoka a Prášilského potoka

MAPA 4-5: Rozmístění hladinměřů v povodí Křemelné

MAPA 4-6: Podíly jednotlivých dílčích povodí na odtoku v povodí Křemelné

MAPA 5-1: Základní morfologické typy koryt podle CAP v povodí Křemelné

MAPA 5-2: Klasifikace dílčích úseků na hodnocených tocích v povodí Křemelné podle metody CAP

MAPA 6-1: Klasifikace kvality habitatu podle metody RBP

Seznam tabulek

TAB 2-1: Klasifikace koryt vodních toků podle Rusta

TAB 2-2: Hodnotící stupnice použitá pro interpretaci výsledků

TAB 2-3: Hodnocení a přehled ekomorfologických stavů

TAB 4-1: Přehled ploch povodí z různých zdrojů

TAB 4-2: Přehled rozloh rašelinišť, rašelinných půd, půd lesních a nelesních ve vybraných povodích

TAB 4-3: Charakteristiky klimatických oblastí v povodí Křemelné podle Quitta (1971)

TAB 4-4: Srážkoměrné stanice v okolí povodí Křemelné s nadm. výškou a hodnotou průměrných srážek za období 1962 - 2005

TAB 4-5: Úhrny srážek za jednotlivá roční období v letech 1996-2005

TAB 4-6: Přehled základních hydrografických charakteristik povodí Křemelné

TAB 4-7: M-denní průtoky (v m³/s) v profilu Stodůlky

TAB 4-8: Variační koeficient pro jednotlivé roky z průměrných denních průtoků Q_d a dlouhodobého průtoku Q_a pro tok Křemelné

TAB 6-1: Kategorie hodnocení habitatu metodou RBP

Seznam grafů

- GRAF 4-1: Vybrané příčné profily údolími řeky Křemelné profil Křemelná (1125 m) – Spálený (1013 m) (5,5x převýšeno)
- GRAF 4-2: Vybrané příčné profily údolími řeky Křemelné profil u býv. osady Zhůří Hadí vrch (1022 m) – Gerlova paseka (996 m) (7,5x převýšeno)
- GRAF 4-3: Vybrané příčné profily údolími řeky Křemelné profil nad býv. osadou Starý Brunst Sup (1001 m) – kóta na protilehlém svahu (1031 m) (11x převýšeno)
- GRAF 4-4: Závislost průměrného ročního úhrnu srážek (období 1962 – 2005) na nadmořské výšce pro srážkoměrné stanice v oblasti povodí Křemelné
- GRAF 4-5: Vývoj ročních srážkových úhrnů ve vybraných srážkoměrných stanicích v letech 1962 – 2005 v porovnání s dlouhodobým průměrným ročním úhrnem srážek na povodí
- GRAF 4-6: Měsíční rozložení srážek ve vybraných stanicích v letech 1996 – 2005
- GRAF 4-7: Vývoj denních srážkových úhrnů během katastrofických povodní v období 1.8. – 20.8.2002 ve sledovaných stanicích
- GRAF 4-8: Podélný profil říční soustavou Křemelné
- GRAF 4-9: Dlouhodobé průměrné denní průtoky ze stanice Stodůlky z let 2000 - 2006
- GRAF 4-10: Čáry překročení průměrných denních průtoků ve stanici Stodůlky ve vybraných letech 2002 a 2003 a průměrných denních průtoků ze stanice Stodůlky (2000 – 2006) v porovnání s mediánem $Q_{182,5}$
- GRAF 4-11: Konsumpční křivka pro profil Křemelné – nad ústím Prášílského potoka sestavená na základě 14 měření hydrometrickou vrtulí
- GRAF 4-12: Konsumpční křivka pro profil Prášílský potok – nad soutokem s Křemelnou sestavená na základě 15 měření hydrometrickou vrtulí
- GRAF 4-13: Okamžité průtoky pro profily Křemelná – nad ústím Prášílského potoka a Prášílský p. – nad soutokem s Křemelnou v období 6.12.2005 – 16.10.2006
- GRAF 4-14: Průměrné denní průtoky pro profily Křemelná – nad ústím Prášílského potoka v období 24.10.2006 – 31.7.2007
- GRAF 4-15: Srovnání průměrných denních průtoků v období 24.10. – 31.12. v profilu Křemelná – nad ústím Prášílského potoka v roce 2006 a průměrných denních průtoků za stejné období roku 2006 ze stanice Stodůlky. Graf je doplněn čarou průměrných denních průtoků Q_d a čarou dlouhodobého průtoku Q_a ve stanici Stodůlky za stejné období let 1999 – 2006

- GRAF 4-16: Vývoj denních průtoků koncem března roku 2002
- GRAF 4-17: Vývoj průměrných denních průtoků během katastrofických povodní ve dnech 1.8. - 20.8.2002
- GRAF 4-18: Okamžité hodnoty průtoků extrémní průtokové vlny v desetiminutových intervalech v profilu Křemelná – nad ústím Prášílského potoka v čase 1.3.07 0:00 – 2.3.07 23:50
- GRAF4-19: Průměrné měsíční průtoky ze stanice Stodůlky z let 2000 – 2006 ve srovnání s dlouhodobým průměrným průtokem za stejné období
- GRAF 4-20: Průměrné roční průtoky Q_r a dlouhodobý průtok Q_a ze stanice Stodůlky za roky 2000 - 2006
- GRAF 4-21: Podíly dílčích povodí na odtoku v povodí Křemelné [%]
- GRAF 5-1: Podíly dílčích úseků A, N a NA na celkové délce toku Křemelné
- GRAF 5-2: Podíly dílčích úseků A, N a NA na celkové délce Slatinného potoka
- GRAF 5-3: Podíly dílčích úseků A, N a NA na celkové délce Prášílského potoka
- GRAF 5-4: Podíly kategorií A, N a NA na celkové délce toků v povodí Křemelné
- GRAF 6-1: Procentuální podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na tocích v povodí Křemelné
- GRAF 6-2: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Křemelné
- GRAF 6-3: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Slatinného potoku
- GRAF 6-4: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na celkové délce Prášílského potoku
- GRAF 7-1: Podíly kategorií A, N a NA na celkové délce toků v povodí Křemelné
- GRAF 7-2: Podíly jednotlivých tříd kvality habitatu na tocích v povodí Křemelné

Seznam obrázků

- OBR 2-1: Rosgenova klasifikace přírodních vodních toků
- OBR 2-2: Přehled 41 dílčích typů koryt vodních toků podle Rosgenovy klasifikace
- OBR 2-3: Hierarchická klasifikace koryta toku podle morfologie (prahy a tůň) a následně podle rychlosti proudění, resp. typu tůň
- OBR 2-4: Charakter křivek transportní schopnosti a ukládání sedimentu v různých morfologických typech (Montgomery a Buffington, 1995)
- OBR 2-5: Tendence transportní schopnosti a ukládání sedimentu ve srovnání všech 7 morfolog. typů
- OBR 2-6: Schummova klasifikace říčních typů
- OBR 2-7: Základní morfologické typy koryt s charakteristickým dnovým materiálem
- OBR 2-8: Nomogram k určení základního morfologického typu koryta
- OBR 2-9a: Matrice základních morfologických typů doplněná subtypy A1-3, S, D1-3
- OBR 2-9b: Matrice základních morfologických typů doplněná subtypy A1-3, S, D1-3
- OBR 2-10: Klasifikace koryt toků podle CAP
- OBR 2-11: Vztah biologické a abiotické složky ekosystému
- OBR 2-12: Příklad rozdělení souboru dat pomocí percentilů

Seznam FOTO

FOTO 4-1: Obří hrnce asi 750 m nad soutokem Křemelné s Vydrou

FOTO 4-2: Ukázka typu *V údolí* na dolním toku Křemelné

FOTO 4-3: Letecký snímek středního toku Křemelné u býv. osady Zhůří s typickými meandry
(1:11000, orientace S)

FOTO 4-4: Vodoměrná stanice Stodůlky

FOTO 4-5: Instalace vodočetné latě 28.3. 2006 v profilu Křemelná – nad ústím Prášílského potoka

FOTO 4-6: Hladinoměr s ultrazvukovou sondou v profilu Křemelná – Zhůří

FOTO 5-1: Křemelná v úsecích **KRE022-028** se výraznými sklaními břehy (typ NI-3)

FOTO 5-2: Betonové břehy koryta Křemelné v úseku **KRE087**, zprava ústí Prášílský potok
(typ NI-1)

FOTO 5-3: Křemelná v úsecích **KRE051-052** s balvanitým materiálem typu AI-5

FOTO 5-4: Křemelná v úsecích **KRE076-082** s typickým šterkovitým materiálem AI-3

FOTO 5-5: Slatinný potok v úsecích **SLA016-017** typu AI4

FOTO 5-6: Slatinný potok mezi úseky **SLA034-065** s převahou šterkovitého materiálu v korytě (typ AI-3)

FOTO 5-7: Prášílský potok v úseku **PRA036** s typem AI-4

FOTO 5-8: Prášílský potok v úseku **PRA072** s typem AI-5

FOTO 6-1: Referenční úseky **PRA082-083** na Prášílském potoce

FOTO 6-2: Křemelná v úseku **KRE032** s typickým skalním břehem na pravém břehu (I. třída)

FOTO 6-3: Úsek **KRE087** nad ústím Prášílského potoku s betonovými břehy a mostem silnice III/32 (III. třída)

FOTO 6-4: Křemelná v úseku **KRE218** s levobřežní nátrží (II. třída)

FOTO 6-5: Křemelná mezi úseky **KRE304-400** (I. třída)

FOTO 6-6: Slatinný potok v úseku **SLA048** (III. třída)

FOTO 6-7: Úsek **SLA049** s protipovodňovým přepadem (II. třída)

FOTO 6-8: Prášílský potok v úsecích **PRA005-006** s protierozní úpravou levého břehu (III. třída)

FOTO 6-9: Úsek **PRA073** s betonovými panely brodu na rozc. Frantův most (II. třída)

FOTO 6-10: Prášílský potok v úsecích **PRA047-056** (I. třída)

FOTO 6-11: Upravený úsek **PRA046** se zpevněným levým břehem (II. třída)