

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Katedra fyzické geografie a geoekologie

Dagmar Uchytlová

**MAPOVÁNÍ UPRAVENOSTI TOKU A HLEDÁNÍ MOŽNOSTI
PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY V OBLASTI HORNÍHO POVODÍ
SVRATKY**

Diplomová práce

Praha 2007

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Jakub Langhammer, Ph. D.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně na základě terénních výzkumů a s použitím uvedené literatury.

V Praze, dne 2.5.2007

Uchytlová Dagmar

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům s tím, že pramen musí být řádně citován.

Děkuji vedoucímu své magisterské práce panu RNDr. Jakubu Langhammerovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při práci s digitálními daty a technologiemi GIS, dále Mgr. Miroslavu Šobrovi a Mgr. Petře Havlíkové za cenné rady a připomínky při zpracování této práce.

Děkuji také pracovníkům Správy CHKO Žďárské vrchy, a to zejména Mgr. Pavlu Vaňkovi, dále paní Marii Kohoutové z odboru Životního prostředí v Novém Městě na Moravě a Ing. Františku Špatkovi ze závodu Dyje Povodí Moravy v Bystřici nad Pernštejnem za milé jednání a poskytnutí dat. Nemalé poděkování patří i mému příteli za pomoc při práci v terénu a celkové podpoře při zpracování této práce, stejně jako děkuji svým rodičům, kteří mě podporovali během celého studia.

OBSAH

<u>1. ÚVOD:</u>	6
1.1 Téma a cíl práce	6
1.2 Vymezení území	6
1.3 Pracovní prostředí	6
<u>2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA HORNÍHO POVODÍ SVRATKY</u>	8
2.1 Fyzickogeografická charakteristika oblasti	8
2.1.1 Geologické poměry	8
2.1.1.1 Geotektonický vývoj	10
2.1.1.2 Tektonika	12
2.1.2 Geomorfologické poměry	13
2.1.3 Pedologické poměry	16
2.1.3.1 Skupiny půd	16
2.1.3.2 Antropogenní ovlivnění půd	19
2.1.4 Klimatické poměry	19
2.1.4.1 Teplotní poměry	20
2.1.4.2 Srážkové poměry	21
2.1.4.3 Oblačnost a sluneční svit	23
2.1.4.4 Větrné poměry	24
2.1.5 Hydrografické a hydrologické poměry	25
2.1.5.1 Hydrogeologické poměry	25
2.1.5.2 Hydrografické poměry	26
2.1.5.3 Hydrologické poměry	32
2.1.5.4 Svratka a povodně	36
2.1.5.5 Vývoj říční sítě	40
2.1.6 Fauna a flóra	41
2.1.6.1 Fauna	41
2.1.6.2 Flóra	42
2.1.7 Ochrana přírody	45
2.2 Vývoj ve využívání a osídlování krajiny	47
2.2.1 Využívání krajiny	47
2.2.2 Osídlování krajiny	49
<u>3. VLIV PŘÍRODNÍCH A ANTROPOGENNÍCH ČINITELŮ NA VZNIK A PRŮBĚH POVODNĚ</u>	52
3.1. Odtok jako složka hydrologické bilance	52
3.2 Vznik povodně	54
3.3 Vliv činitelů na povodně	55
3.3.1 Přírodní činitelé	55
3.3.2 Antropogenní činitelé	58
3.3.2.1 Vliv změn využití území a charakteru krajinného	

krytu	59
3.3.2.2 Plošné odvodnění krajiny	62
3.3.2.3 Zkrácení říční sítě	62
3.3.2.4 Upravenost koryta toku	63
3.3.2.5 Upravenost a charakter využití údolní nivy	65
3.4 Shrnutí	67
<u>4. SYSTÉM PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY V ČR</u>	70
4.1 Systém právních norem a opatření	70
4.1.1 Vodní zákon	70
4.1.2 Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky	71
4.1.3 Program „Prevence před povodněmi“	78
4.1.4 Plán hlavních povodí České republiky	80
4.1.5 Financování protipovodňových opatření	83
4.2 Systém preventivních organizačních opatření	83
4.3 Systém preventivních opatření v krajině a technických opatření	89
4.3.1 Opatření v krajině	91
4.3.2 Technická opatření	93
4.3.3 Opatření v horních částech povodí	94
4.4 Shrnutí	96
<u>5. VÝSLEDKY TERÉNNÍHO MAPOVÁNÍ</u>	101
5.1 Charakter záplavového území	101
5.2 Antropogenní upravenost toku a údolní nivy	110
5.2.1 Základní charakteristiky úseku	110
5.2.2 Charakter trasy toku	112
5.2.3 Charakter podélného profilu	114
5.2.4 Charakter upravenosti vlastního koryta	116
5.2.5 Charakter příbřežní zóny	117
5.2.6 Nevhodně situované objekty	119
5.2.7 Současná protipovodňová opatření	122
5.3 Geomorfologické následky povodně	123
<u>6. DISKUZE</u>	125
6.1 Protipovodňová ochrana v urbanizovaném území	126
6.2 Protipovodňová ochrana ve volné krajině	127
<u>7. ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ</u>	137
<u>8. POUŽITÉ ZDROJE</u>	140
<u>9. SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, MAP A FOTOGRAFIÍ</u>	146
<u>10. PŘÍLOHY</u>	148

1. Úvod

1.1 Téma a cíl práce

Oblast CHKO Žďárské vrchy je mi velmi blízká, nejen tím, že to je můj rodný kraj, ale i pro svůj specifický charakter krajiny. Právě proto jsem zašla na Správu CHKO, kde mi nabídli zpracování pro mě zajímavého tématu na ročníkovou práci (obhajoba v roce 2005), a to „Protipovodňová ochrana na horním toku Svratky“. Rozhodla jsem se této oblasti věnovat i během dalších let a zpracovala tak i zde předkládanou magisterskou práci.

Hlavním cílem této práce bylo hledání možnosti protipovodňové ochrany na horním povodí řeky Svratky. V této oblasti se sice velké škody po větších povodních nevyskytují, ale horní část povodí je vhodná k aplikaci takových protipovodňových opatření, která zvyšují retenční kapacitu povodí, aby dostatečně ochránila ohrožené území ležící níže na toku. Tomuto úkolu předcházelo samotné terénní mapování upravenosti toku jako možného faktoru povodňového rizika a podrobná fyzickogeografická charakteristika vymezeného území spolu s uvedením možných činitelů majících vliv na vznik a průběh povodně.. V neposlední řadě jsem se pokusila o detailnější popis systému protipovodňové ochrany v ČR.

1.2 Vymezení území

Oblast zájmu mé práce je omezena na horní povodí Svratky, a to na oblast od pramene Svratky k jejímu výústnímu profilu z povodí u obce Borovnice. Délka toku v povodí čítá 30,4 km a plocha povodí je 134,2 km². Toto území se nachází v severovýchodní části CHKO Žďárské vrchy na Českomoravské vrchovině (viz příloha 1), v geomorfologickém podcelku Sečská vrchovina a Žďárské vrchy. Řeka Svratka je levostranným přítokem Dyje, spadající do povodí Moravy, s celkovou plochou povodí 7 140 km².

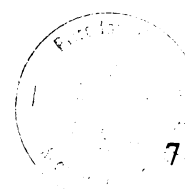
1.3 Pracovní prostředí

Postup zpracování magisterské práce lze rozdělit do třech základních etap, přičemž první - přípravná etapa navázala na poznatky získané při zpracování mé souborné seminární práce v roce 2005 na téma *Fyzickogeografická charakteristika horního povodí Svratky a protipovodňová ochrana v ČR..* V této fázi jsem sháněla dostupnou literaturu na různých

institucích (Městský úřad v Novém Městě na Moravě, VÚMOP v Praze, Správce povodí Moravy v Bystřici nad Pernštejnem), kterou jsem prostudovala a vznikly tak kapitoly „Vliv přírodních a antropogenních činitelů na vznik a průběh povodně“ (kapitola 3) a „Systém protipovodňových opatření v ČR“ (kapitola 4). Navíc byla rozšířena kapitola 2 „Základní charakteristika území“ o vývoj krajiny (zde byla zpracována data CORINE landcover v programu MapInfo 5.0) a o analýzu hydrografických charakteristik, kde byla zpracována data ZABAGED pomocí programů MapInfo Professional 5.0 a ArcView 3.1.

Druhou etapu zpracování tvořilo vlastní terénní mapování, které probíhalo v září, říjnu a listopadu 2006. Snažila jsem se dodržet metodický postup navržený J. Langhammerem a kol. (2006) pro potřeby podrobného terénního mapování upravenosti toku a následků povodně. Během mapování jsem používala mapu 1:10 000, do které jsem zaznamenávala potřebné údaje o charakteru toku, a to konkrétně hranice a kód jednotlivých úseků toku po zhruba 500 m, přesnou lokalizaci vybraných bodových, liniových a plošných tvarů. Nakonec jsem v terénu do připraveného formuláře doplnila potřebná data, která byla později přepsána do excelové tabulky.

V závěrečné etapě byla zpracována terénní data, tabulka z Excelu obsahující jednotlivé charakteristiky toku převedena do tabulky v MapInfo 5.0, vytvořeny mapy v digitální podobě pomocí počítačových programů ArcView 3.1 a MapInfo Professional 5.0. Následně byly provedeny základní analýzy území, popsány jednotlivé charakteristiky antropogenních úprav na toku a současné následky po povodních, které se objevily v závěrečné části magisterské práce „Výsledky terénního mapování“ (kapitola 5). K popisu charakteru záplavového území byly použity skenované mapy z Tomšovičové (1999). Následná kapitola „Diskuze“ pojednává o možných protipovodňových opatření navržených na základě vlastního mapování spolu s názory jiných autorů.



2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA HORNÍHO POVODÍ SVRATKY

Tato kapitola charakterizuje území z větší části fyzickogeografickým pohledem, zaměřeno je především na hydrologii, hydrografii a klima studované oblasti. Dále je uveden výskyt povodní na horním povodí Svratky, vývoj struktury krajiny a vývoj jejího osídlení v minulosti.

2.1 Fyzickogeografická charakteristika oblasti

2.1.1 Geologické poměry

Horní povodí Svratky je součástí chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy, která se nachází na styku několika geologických jednotek severovýchodního okraje centrální části Českého masívu – viz mapa 1. Většina území náleží geologické jednotce svrateckého krystalinika, jež zaujímá střední a severovýchodní část CHKO. Do východní části naší oblasti zasahuje ještě poličské krystalinikum, od něhož je to svratecké odděleno litologicky (*Šilhavý, 1990*).

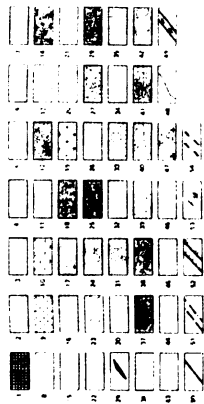
Svratecké krystalinikum je tvořeno proterozoickými komplexy hornin, jež jsou kadomsky zvrásněné, regionálně metamorfované a z velké části migmatizované. Typické je střídání mocnějších poloh dvojslídých jemnozrnných a střednězrnných ortorul s konformně uloženými polohami svorů a svorových rul, společně tvořících různě mocné horninové pruhy ve směru SZ-JV. Svory jsou při kontaktu s ortorulami injikovány a migmatizovány, zbytky svorů v ortorulách tvoří šmouhy, konformní se základní strukturou (*Misař, 1983*). Středem krystalinika probíhají pruhy výrazně hrubozrnných, tzv. „okatých“ dvojslídých ortorul a úzké pruhy v rulových horninách tvoří amfibolity a skarny, často s ložisky železných rud (*Šilhavý, 1990*).

Jemnozrnné a střednězrnné dvojslídé ortoruly jsou v čerstvém stavu šedé, šedorůžové až růžové, navětralé jsou zbarveny do oranžova. Jsou tvořeny hlavně křemenem, plagioklasy, draselnými živci, biotitem a muskovitem. Místy je přítomen granát, výjimečně sillimanit. Slídy vytvářejí nesouvislé proužky na foliačních plochách. Ortoruly jsou rezistentní a uplatňují se morfologicky jako hřbety, místy se sklánějí do vyvýšeninami, zvanými kazatelny (např. Velké a Malé Perníčky, Čtyři palice).

Dvojlídné svory a svorové ruly jsou šedé až hnědé, na plochách foliace stříbřité, tence lupenité, často silně prokřemenělé. Jsou tvořeny převážně křemenem, muskovitem a biotitem (v různém poměru) a plagioklasy, místy jsou granátické. Jsou to méně odolné horniny, které predisponují údolí (např. okolí Březin).

Mapa 1: Geologické poměry horního povodí Svratky (zdroj: Geologická mapa 1:50 000)

SVARTEK: 1 - antropogenní sedimenty; 2 - kvartérní sedimenty; 3 - středně třetihorní svory; 4 - svory; 5 - svorové ruly; 6 - svorové ruly; 7 - svorové ruly; 8 - svorové ruly; 9 - svorové ruly; 10 - svorové ruly; 11 - svorové ruly; 12 - svorové ruly; 13 - svorové ruly; 14 - svorové ruly; 15 - svorové ruly; 16 - svorové ruly; 17 - svorové ruly; 18 - svorové ruly; 19 - svorové ruly; 20 - svorové ruly; 21 - svorové ruly; 22 - svorové ruly; 23 - svorové ruly; 24 - svorové ruly; 25 - svorové ruly; 26 - svorové ruly; 27 - svorové ruly; 28 - svorové ruly; 29 - svorové ruly; 30 - svorové ruly; 31 - svorové ruly; 32 - svorové ruly; 33 - svorové ruly; 34 - svorové ruly; 35 - svorové ruly; 36 - svorové ruly; 37 - svorové ruly; 38 - svorové ruly; 39 - svorové ruly; 40 - svorové ruly; 41 - svorové ruly; 42 - svorové ruly; 43 - svorové ruly; 44 - svorové ruly; 45 - svorové ruly; 46 - svorové ruly; 47 - svorové ruly; 48 - svorové ruly; 49 - svorové ruly; 50 - svorové ruly; 51 - svorové ruly; 52 - svorové ruly; 53 - svorové ruly; 54 - svorové ruly; 55 - svorové ruly; 56 - svorové ruly; 57 - svorové ruly; 58 - svorové ruly; 59 - svorové ruly; 60 - svorové ruly; 61 - svorové ruly; 62 - svorové ruly; 63 - svorové ruly; 64 - svorové ruly; 65 - svorové ruly; 66 - svorové ruly; 67 - svorové ruly; 68 - svorové ruly; 69 - svorové ruly; 70 - svorové ruly; 71 - svorové ruly; 72 - svorové ruly; 73 - svorové ruly; 74 - svorové ruly; 75 - svorové ruly; 76 - svorové ruly; 77 - svorové ruly; 78 - svorové ruly; 79 - svorové ruly; 80 - svorové ruly; 81 - svorové ruly; 82 - svorové ruly; 83 - svorové ruly; 84 - svorové ruly; 85 - svorové ruly; 86 - svorové ruly; 87 - svorové ruly; 88 - svorové ruly; 89 - svorové ruly; 90 - svorové ruly; 91 - svorové ruly; 92 - svorové ruly; 93 - svorové ruly; 94 - svorové ruly; 95 - svorové ruly; 96 - svorové ruly; 97 - svorové ruly; 98 - svorové ruly; 99 - svorové ruly; 100 - svorové ruly.



Okaté dvojslídne ortoruly se vyznačují několikacentimetrovými peckami červených draselných živců (mikroklin), protaženými souhlasně s usměrněním horniny. Z petrografického hlediska se od jemnozrnných a střednězrnných ortorul liší pouze větším obsahem draselných živců, texturně a zrnitostí. V území vytvářejí elevace či skalní výchozy, např. Buchtův kopec, Zkamenělý zámek.

Východní částí studovaného území probíhá hranice svrateckého krystalinika s krystalinikem poličským, které regionálně patří středočeské oblasti. Hranice běží přibližně podél linie Borovnice, Betlém, Sv. Kateřina a je strukturálně i metamorfne neostrá. Základní rozdíl je v ubývání metamorfózy. Litologicky je tato jednotka tvořena monotóním komplexem jemnozrnných, bititických a dvojslídnych rul s polohami krystalických vápenců a amfibolitů. Charakteristická jsou deformovaná tělesa křemenných dioritů, gaber a aplitických žul (*Kirchner, 1994*).

2.1.1.1 Geotektonický vývoj

Český masív byl v minulosti vystaven působení několika geotektonických cyklů, které nerovnoměrně pozměnily jeho reliéf. Tento geologický celek neobsahuje pouze určující prvky variského vrásnění, doby posledního geotektonického cyklu, ale také některé prvky z geotektonických cyklů starších, nese stopy i z období nejmladšího orogenního cyklu. Odlišování těchto jednotlivých prvků je obtížné, neboť naprostá většina pozůstatků projevů působení starších cyklů je značně ovlivněna cyklem posledním (*Romportl, 2003*).

Mísař (*1983*) rozlišuje následující základní orogenní cykly: **předkadomský** (moldanubický), **kadomský**, **kaledonský**, **hercynský** (variský) a **alpínský**. Na území Žďárských vrchů však není existence předkadomského cyklu jasně doložena, proto se o něm nebudu blíže zmiňovat.

1) Kadomský cyklus

Tento cyklus, nazývaný též bajkalský, dříve také assyntský, byl pro formování oblasti Českého masívu z předhercynských cyklů nepochybně cyklem základním. Na území Žďárských vrchů je reprezentován metamorfovanými komplexy v jednotkách středočeské oblasti (poličské krystalinikum, hlinská zóna) a zejména pak v jednotce svrateckého krystalinika.

Horniny těchto celků, mohutné sedimenty a produkty iniciálního vulkanismu proterozoického moře byly během poslední deformační fáze zvané mladokaledonské

zvrásněny, regionálně metamorfovány a podlehly z velké části migmatitizaci. V závěru tohoto cyklu se v území projevila tektonika ve dvou na sebe vzájemně kolmých směrech.

2) Kaledonský cyklus

Podobně jako u předkadmokské orogeneze lze i zde o prokazatelnosti tohoto cyklu v oblasti Žďárských vrchů pochybovat. Dle Romportla (2003) se někteří autoři domnívají, že během tohoto cyklu, konkrétně mladokaledonskými horotvornými procesy v první polovině paleozoika, došlo k nasunutí poličského krystalinika na krystalinikum svratecké, což způsobilo určité deformace této jednotky. Mísař (1983) soudí, že území této části Českého masívu bylo kaledonskou orogenezí postiženo jen nepatrně, Chlupáč (2001) pak nepředpokládá žádný projev tohoto vrásnění.

3) Variský cyklus

Variský cyklus prakticky ovlivnil všechny části Českého masívu, i když každou jednotku různou měrou. Tato orogeneze představuje poslední skutečné vyvrásnění v celém masívu. Český masív se stal pevnou konsolidovanou krou, která již dále nepodléhala dalším významnějším orogenním vlivům. Stejně tak i pro geologické jednotky Žďárských vrchů to znamenalo ukončení pestrého vývoje. Celky byly tímto vrásněním konsolidovány na konci paleozoika a další etapa vývoje již má platformní charakter.

Po ukončení variské orogeneze masív neustále stoupal, vymezené území bylo nadále souší, pouze okrajové části širšího okolí Žďárských vrchů byly dočasně zaplaveny mořem v období křídý, v terciéru se pak v okrajových depresích objevila sladkovodní jezera.

4) Alpínský cyklus

V terciéru se v oblasti projevil vliv alpínského vrásnění - v tzv. mladossaxonské fázi se vyzdvihnul a vyklenul trup celé Českomoravské vrchoviny, byl rozlámán na výškově diferenciované bloky a vznikly tektonické linie směru SZ - JV. Zarovnaný reliéf variského stáří tak byl zmlazen a nadále byl modelován toky, jejichž spodní erozní báze klesly (Kirchner – Ivan., 1999 in Romportl, 2003).

Názory na recentní tektonické pohyby Žďárských vrchů, ale i celého Českého masívu se značně různí, od jejich úplného zamítání až po uznání významných zdvihů a poklesů. Řada autorů obecně předpokládá neotektonické výzdvihy denudačních částí a poklesy akumulčních území jednotlivých bloků Českomoravské vrchoviny, přičemž intenzita těchto

vertikálních pohybů daných ker se různí. V rámci kvartéru hrají tyto pohyby z pohledu geomorfologa významnou roli.

2.1.1.2 Tektonika

Zlomová tektonika

Vymezená oblast je tvořena synklinorními a antiklinorními (svratecká antiklinála) strukturami charakterizovanými generelním směrem strukturních linií SZ – JV s hodnotami úklonu foliačních ploch kolem 50° - 70° obecně k SV – nejvýraznější jsou zlomy v liniích Pustá Rybná – Jimramov, Betlém - Telecí. Jedny dislokační linie v oblasti kolem obce Krásné se výrazně uplatňují v morfologii terénu a mají směr SV – JZ. Tyto příčně dislokace rozdělují oblast na dílčí kry, u nichž předpokládáme vzájemný vertikální pohyb (*Šilhavý, 1990*).

Druhý systém dislokací je paralelní se strukturními liniemi oblasti a při kontaktu s poličským krystalinikem vytváří poruchové pásmo (*Herčík, 1963 in Šilhavý, 1990*). Oba systémy dislokací určují pravouhlou říční síť.

Vrásová tektonika

Tektonické poměry vymezené části území CHKO, ale i celé východní části Českého masívu jsou velmi složité, neboť toto území prodělalo výše uvedené horotvorné procesy, které vtiskly charakteristické rysy obecné stavbě oblasti i vrásové struktuře jednotlivých geologických jednotek. Navíc se jednotliví autoři často neshodují ve výkladu, mnohdy se liší i v celkové koncepci. Následující popis vrásové tektoniky vychází z poznatků tektonických pozorování a měření provedených K. Benešem (*1963*) v 50. letech na rozhraní moldanubika, svrateckého a poličského krystalinika.

V moldanubiku byly zjištěny dva druhy vzájemně se křížících vrás, a to mladší vrásové osy severozápadního směru a starší vrásové osy severovýchodního směru. Vrásky severozápadního směru jsou ostré, většinou pravé ohybové nebo kombinované střížně ohybové, místy v migmatitech až nepravé střížné vrásky. V migmatitech bývají vrásky disharmonické, velmi husté, centimetrového a decimetrového řádu, tvořící synklinorní a antiklinorní struktury metrového řádu. Vrásky severovýchodního směru jsou značně ploché, na příčném řezu celkem symetrické, bez nápadného nachýlení vrásové roviny. Z ostatních lineárních prvků vnitřní stavby byly sledovány lineace, vzniklé orientovaným růstem minerálů a jejich lineárním uspořádáním.

Oblast „přechodní“ mezi moldanubikem a svrateckým krystalinikem je charakteristická vývojem rovných a přímých ploch břidličnatosti o hustotě 1 - 2 cm. Vrásky zde jsou většinou značně ploché a oblé, značně dlouhé (tj. vrásky přímé), vždy harmonické a na přímém řezu souměrné, jde vesměs o pravé ohybové vrásky.

Ve svratecké antiklinále byla studována vrásová tektonika s ohledem na materiálové podmínky jejího vzniku. V migmatitech vznikají převážně ostré, jazykovitě protažené vrásky. Ve středně zrnitých ortorulách, které často tvoří decimetrové až metrové polohy ve svorech a svorových rulách, se vyskytují vrásky zcela odchylného charakteru, jde o vrásky poměrně velmi ploché, oblé až mírně zakulacené, vesměs přímé. U těchto vrás bylo část pozorováno ztenčování mocností vrásových křídel a naduřování ve vrcholu vrásky. Ve svorech a svorových rulách byly zjištěny jednak drobné centimetrové pravé ohybové a kombinované střížně ohybové vrásky, které ve svazích tvoří synklinální struktury metrového řádu, jednak střížně vrásky, způsobené příčnou břidličnatostí - kliváží.

Břidličnatost ve svrateckém krystaliniku je vrstevní, plochy jsou převážně rovné až mírně zprohýbané u ortorul středně zrnitých a migmatitů, u hrubozrných ortorul jsou velmi málo zřetelné, až pouze předkreslené nebo zcela chybějí, u svorů a svorových rul jsou plochy foliace zcela nerovné, často detailně provráskované, při styku s poličským krystalinikem je u nich často vyvinuta kliváž. Směr všech lineárních prvků ve svrateckém krystaliniku je SZ – JV (*Beneš, 1963*).

2.1.2 Geomorfologické poměry

Oblast horního povodí Svratky se rozkládá v severovýchodní části Českomoravské vrchoviny na území geomorfologického celku Hornosvratecká vrchovina (většina vymezeného území) a celku Železné hory, konkrétně dvou podcelků – Sečská vrchovina a Žďárské vrchy. Pro úplnost uvádím hierarchické začlenění vymezeného území do systému podrobného regionálního členění reliéfu dle J. Demka (*1987*) od provincie, subprovincie a oblasti, přes geomorfologické celky a podcelky, které dále dělíme na okrsky (mapa 2).

ČESKÁ VYSOČINA

II Česko – moravská subprovincie

II C Českomoravská vrchovina

II C – 3 Železné hory

II C – 3B Sečská vrchovina

II C – 3B – a *Kameničská vrchovina*

II C – 4 Hornosvratecká vrchovina

II C – 4A Žďárské vrchy

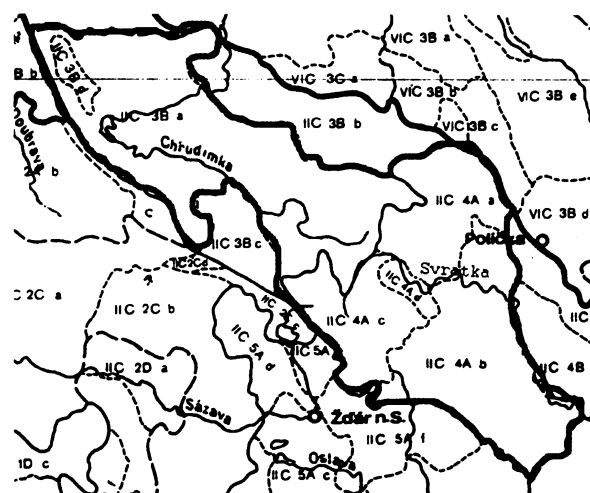
II C – 4A – a *Borovský les*

b *Pohledeckoskalská vrchovina*

c *Devítiskalská vrchovina*

d *Milovská kotlina*

Mapa 2: Mapa podrobného regionálního členění reliéfu (zdroj: Demek, 1987)



Pozn.: červená čára – území složené z okrsků, které zasahují do vymezené oblasti (v textu vyznačené kurzívou)

Severozápad území spadá do podcelku **Sečská vrchovina** s okrskem *Kameničská vrchovina*. Nadmořské výšky zde nepřesahují 700 m a poměrně členitý georeliéf již mimo námi studované území postupně přechází v plochou kotlinovou sníženinu u Herálce a Svratky, jež je zčásti vyplněná křídovými sedimenty (Zabloudil, 2002).

Zbytek zkoumaného území zaujímá podcelek **Žďárské vrchy** s okrsky Borovský les, Pohledeckoskalská vrchovina (mimo zájmové území), Devítiskalská vrchovina a Milovská kotlina. Severovýchodní část území spadá do okrsku *Borovský les* rozkládající se na plochých rozvodních hřbetech ve výškách 650-760 m n. m. *Milovská kotlina*, zahloubená v měkčích svorových horninách tokem řeky Svratky, odděluje tento okrsek od geomorfologické jednotky *Devítiskalská vrchovina*, jež zabírá oblast nejvyšších partií Žďárských vrchů.

Převažujícím typem reliéfu Žďárských vrchů je plochá vrchovina, kulminující v centrální části vrcholovými partiemi, které dosahují nadm. výšky nad 800 m n. m. (Devět skal 836 m, Křovina 830 m, Malinská skála 811 m, Žákova hora 810 m). Výškový rozdíl mezi

nejvyšším (Devět skal 836 m) a nejnižším (údolí Svratky u Borovnice 515 m) místem horního povodí Svratky je 321 m.

Dané území je významnou pramennou oblastí, jejíž západní hranice leží na hlavním evropském rozvodí (labsko – dunajském). Rozvodnice má generelně severojižní, v detailech dosti komplikovaný, průběh a nejvyšším partiím se vyhýbá. Nad vrstevnicí 800 m se dostává právě jen jihozápadně od Herálce (Šindelný vrch 806 m n. n.). Radiální říční síť se pravděpodobně vyvíjela v souvislosti s mladosaxonským klenbovým zdvihem podél železnohorského zlomu. S odstraněním pokryvu svrchnokřídových sedimentů a zahloubením vodních toků do krystalinika velmi heterogenního fundamentu docházelo k postupnému přizpůsobování údolí stavbě podkladu, zejména rozdílům v odolnosti a disjunktivní tektonice. Dominantní postavení získal zejména hercynský směr SZ – JV, který je zásadní ve svratecké antiklinále. Současně získávala říční síť netypické pravoúhlé rysy. Pro horní toky jsou charakteristická, s výjimkou krátkých pramenných úseků, hluboká, široce rozevřená údolí, jejichž příčný profil je silně ovlivněn petrografickými poměry. Příčné profily údolí, které kolmo nebo šikmo prorážejí pruhy různě odolných hornin se jeví jako střídání zúžených, téměř průlomových úseků s poříčními kotlinami (příkladem je právě Svratka od Herálce po Borovnici). Vrásová tektonika odolnějších granitizovaných rul a migmatitů podmiňuje průběh hlavních rozvodních hřbetů, jež jsou odděleny široce rozevřenými postupně se zahlubujícími údolními s plochými úvalovitými uzávěry (např. Svratka, Fryšávka). Toto utváření je označováno jako tzv. žďárský typ reliéfu (*Kirchner, 1994*).

Pestrost reliéfu Žďárských vrchů dotvářejí skupiny skalních útvarů i ojedinělá skaliska, která se nacházejí zvláště ve vrcholové oblasti a jsou vázána na odolné migmatity a granitizované ruly. Tyto skalní útvary jsou omezeny svislými stěnami, výrazně vyčnívající nad okolní krajinu (říká se jim kazatelny). K nejznámějším a nejvyšším patří Devět skal (výška až 14 m), Čtyři palice (33 m), Malínská skála (20 m), Tisůvka (14,5 m) Dráteničky (35 m) aj. – viz příloha 3. Svislé skalní stěny jsou přemodelované kryogenními procesy v chladných obdobích pleistocénu a označujeme je jako mrazové sruby. Od jejich úpatí vybíhají kryoplanační terasy se suťovými haldami a balvanovitými proudy vytvářející někdy i rozsáhlá kamenná moře.

Povrch skalních útvarů bývá často pokryt drobnými vhloubenými tvary, mezi které řadíme voštiny (např. Devět skal, Tisůvka), skalní výklenky (Lisovská skála) a pseudoškrapy (Milovské Perníčky). Na temenech skal vznikly vzácně procesy zvětvování skalní mísy, místně nazývané perníčky (Milovské Perníčky, Rybenské Perníčky, Čtyři palice). Vysoká

tvarová pestrost reliéfu je doplněna ojedinělým výskytem puklinových jeskyní (Štarkov, Malínská skála, Zkamenělý zámek) a skalních tunelů (Pasecká skála, Dráteníčky).

Podstatným rysem reliéfu je jeho závislost na geologické stavbě. Základním tektonickým znakem této struktury je klenbovitá stavba, způsobená saxonskými pohyby, naložená na varijský uzávěr antiklinoria v severozápadní části území (svratecká antiklinála). Typickým rysem této stavby je i Milovská sníženina v její centrální části (Zabloudil, 2002).

2.1. 3 Pedologické poměry

Při charakterizování půdních poměrů zájmové oblasti jsem vycházela hlavně z publikace Plán péče o CHKO Žďárské vrchy (Kirchner, 1994), kde zhodnotili starší studie Pelíška (1975) i mapové podklady (1 : 50 000). Posloužila jim „Syntetická půdní mapa České Republiky“, která zobrazuje zemědělské i lesní půdy v jednotném klasifikačním systému (Morfogenetický klasifikační systém půd ČSFR - 1987).

Morfogenetický klasifikační systém půd má následující hierarchii jednotek: skupina – typ – subtyp – varieta – forma. Při charakteristice budou použity hlavně první dvě jednotky.

2.1.3.1 Skupiny půd

Na studovaném území jsou zastoupeny v rámci CHKO Žďárské vrchy následující skupiny půd: antropické, hydromorfní, nivní, hnědé, podzolové a ochrické. Přes polovinu rozlohy CHKO pokrývají kambizemě, kolem 30 % skupina půd hydromorfních a zhruba 10 % zaujímají podzoly. Ostrůvkovitě se vyskytují půdy ochrické, antropické a v malém rozsahu i fluvizemě v údolních nivách řek (Kirchner, 1994).

Skupina půd hnědých

Tuto skupinu zastupuje převážně kambizem typická a místně pseudoglejová. **Kambizemě** (dříve označovány za hnědé lesní půdy) pokrývají většinu středních i vyšších poloh území. Hlavním pedogenetickým procesem je hnědnutí (brunifikace) související se zvětráváním silikátů, obsahujících dvoumocné železo, a tvorbou jílu. Společným znakem kambizemí je tříhorizontový profil.

Propustnost pro vodu a vzduch je u těchto půd velmi dobrá díky vysoké pórovitosti ve svrchní vrstvě. Půdy jsou vodohospodářsky velmi významné, neboť vykazují značnou

akumulační schopnost z hlediska zachycování vody. Kambizemě odrážejí vliv půdotvorného substrátu i nadmořské výšky. S nadmořskou výškou roste zejména obsah humusu i hloubka prohumoznění, humus je kyselější. Vzhledem k vyššímu obsahu srážek se zvyšuje i proces vymývání živin, čímž klesá hodnota stupně sorpční nasycenosti půd.

V plošném zastoupení výrazně převládá kambizem typická, kdy její značná část je zemědělsky využívána a v různé intenzitě zde došlo ke změně půdních vlastností. Dochází zvláště ke snížení obsahu humusu, kyselosti a naopak ke zvýšení zásob živin z dodávaných průmyslových hnojiv.

Ostrůvkovitě se v daném území setkáváme s kambizemí pseudoglejovou (snížená území). V hlubších částech této půdy se projevuje zamokření díky soustředování podpovrchové vody v nižších polohách terénu. Jsou to půdy kyselé až mírně kyselé.

Skupina půd hydromorfních

V této skupině jsou zastoupeny následující typy půd: gleje, pseudogleje a organozem. Gleje pokrývají nejnižše položená místa zájmového území, tj. údolní nivu Svratky a údolní dna jejích vodnějších přítoků. Proces oglejení probíhá díky vysoko položené hladině podzemní vody. Půdy obsahují nadbytek vody a nedostatek vzduchu, převažují redukční procesy a hromadění organických látek. Časté je povrchové zamokření a barva půdy je šedomodrá nebo šedozeleňá.

Pseudogleje se vyskytují ve výše položených částech údolního dna, dále na místech plochých údolních uzávěrů a ve sníženinách v oblasti Herálce a Svratky. Oglejení zde probíhá vlivem prosakující srážkové vody, jejíž vodní režim je během roku výrazně periodický. Charakteristické je střídání povrchového zamokření a vysušování. Tyto půdy jsou rozšířeny hlavně v lučních a zemědělsky zkulturněných oblastech.

Organozem (dříve rašelinná půda) se vyskytuje na území CHKO pouze ostrůvkovitě, mimo naše území jmenujme oblast Velkého Dářka, rybníků Krejcar, Babín aj. Jde tu o proces, kdy se organický materiál v důsledku převlhčení hromadí na povrchu ve vrstvě mocnější než 50 cm. Pod vrstvou rašeliny se nachází glejový horizont. Jsou to vesměs půdy výrazně kyselé s přebytkem vody a nedostatkem vzduchu, zásoby přístupných rostlinných živin jsou nízké. Na organozemě jsou vázána unikátní vegetační společenstva, a proto jsou ve většině případů chráněna.



Skupina půd podzolových

Podzoly pokrývají vrcholové partie CHKO (nadm. výšky 700-800 m). Proces podzolizace je vázán na humidní klima a na minerálně chudý substrát s převažující tvorbou povrchového humusu a kyselou reakcí půdy. V půdním profilu dochází k přemísťování produktů destrukce jílu, k transportu železa, hliníku a organických látek a k jejich následnému ukládání ve střední (iluviální) části profilu.

V oblasti převažuje podzol kambizemní nad podzolem typickým. Pro podzolový vymytý horizont podzolu typického je charakteristická světlá barva, obohacený horizont je rezivý až rezivohnědý. Po stanovištní stránce jsou to půdy nepříznivé, biologicky neaktivní, příliš zakyselené a mají málo živin.

Většinu oblasti pokrývá podzol kambizemní. Jeho vymytý horizont má hnědou nebo kakaově hnědou barvu, ten obohacený je výrazně rezivý. Po stanovištní stránce vykazují tyto půdy zpomalený koloběh živin a příznivý fyzikální stav umožňuje hlubší zakořenění dřevin. Pórovitost je dobrá, takže jsou to půdy čerstvě vlhké až vlhké s dobrými zásobami vody. Vykazují tedy vysokou retenční schopnost a mají hodnotný vodohospodářský význam. Jsou to půdy kyselé s výrazným hromaděním povrchového humusu.

Skupina půd antropických

Základním typem je kultizem, která se dělí na podtypy podle toho, jakým způsobem člověk přetvořil či úplně změnil svrchní část půdy a vytvořil tak půdu umělou. V rámci souvislé městské zástavby (Svratka) se na navážkách vytváří kultizem navážková. Kultizem zahradní zase vzniká v intenzivně využívaných zahrádkářských koloniích při intenzivním dodávání solí do půdního profilu.

Skupina půd ochrických

Jedná se o mladé půdy ostrůvkovitého charakteru, jež se vytvářejí na suťových akumulacích úpatních hald, balvanových proudů, kamenných moří a suťových svahových pokryvech zejména ve vrcholové části oblasti. Srážková voda se zde rychle ztrácí, prosakuje do spodin. Les má na těchto půdách významnou půdoochrannou funkci.

Skupina půd nivních

V menším rozsahu se tyto půdy – fluvizemě – nacházejí v Milovské kotlině. V jiných klasifikacích jsou označovány jako půdy nivní či aluviální. Je pro ně charakteristické narušování akumulace humusu záplavami a následné ukládání nivních sedimentů. Hladina

podzemní vody je trvale nebo periodicky zvýšená, kolísá v závislosti na stavu vody v toku. Koncem léta a na podzim se hladina nachází hlouběji než 1, 5 – 2 m pod povrchem, na jaře a pozdě na podzim je zase blíže k povrchu, případně zaplavuje půdní povrch. Při vyběžování dochází k usazování různě zrnitých zemin. Dostatek živin v materiálech přeplavených ornice a přítomnost vody podmiňují v daných územích vysokou produkci zelené hmoty, intenzivní koloběh látek, dobrý růst dřevin a bohatý bylinný kryt.

2.1.3.2 Antropogenní ovlivnění půd

Kromě relativně jen maloplošně rozšířených kultizemí, které jsou výsledkem nejintenzivnějšího antropogenního ovlivnění, se vyskytují na daném území půdy do různé míry přímo i nepřímo antropogenně ovlivňované až změněné.

Vliv na postupnou změnu fyzikálních i chemických vlastností má velkoplošné pěstování smrkových monokultur, velkoplošné meliorace s odvodněním a aplikace těžkých mechanismů zhutňujících půdu. Odlesňování a zorávání půd má zase za následek zvýšení potenciální eroze půdy proudící vodou. Ta je na většině území nízká, pouze v členitějších reliéfech střední (údolí Svratky ve východní části CHKO). Tyto relativně nízké hodnoty jsou právě vlivem člověka zdvojnásobeny až zvicenásobeny.

2.1.4 Klimatické poměry

Klimatické poměry zkoumaného území patří mezi důležité fyzickogeografické faktory, které mají přímý vliv na případnou povodňovou situaci v povodí Svratky. Proto se budu určujícím charakteristikám, tedy teplotním a srážkovým ukazatelům, věnovat podrobněji, větrné poměry a záležitosti slunečního svitu a oblačnosti popíši pouze stručně. Pro popis klimatických poměrů jsem čerpala z diplomové práce Romportla (2003), který použil data z nejbližší stanice ČHMÚ Svratouch za období 1961 – 1990, resp. 2002 a dále pomocné údaje ze studií Quitta (1969) a Kirchnera (1994). Ty se sice týkají staršího období a širšího okolí zkoumané oblasti, přesto jsou pro následující charakteristiku relevantní.

Celá zájmová část CHKO Žďárské vrchy spadá podle Quitta (1969) do klimatické oblasti CH7, kterou charakterizuje velmi krátké až krátké, mírně chladné a vlhké léto; přechodné období je dlouhé, typické je mírně chladné jaro a mírný podzim. Zima je dlouhá, mírná s dlouho trvající sněhovou pokrývkou.

2.1.4.1 Teplotní poměry

Žďárské vrchy a zvláště jejich vrcholová část patří mezi nejchladnější oblasti celé Českomoravské vrchoviny. Reprezentativní stanice ČHMÚ Svratouch udává za období 1961 - 1990 průměrnou roční teplotu jen 5,7°C, v obdobích dřívějších se udává teplota ještě nižší. V oblasti se významně uplatňuje vliv nadmořské výšky na stav a roční chod průměrné denní teploty. Zatímco v nejnižších částech s nadmořskou výškou 500 m.n.m. se tak průměrná denní teplota vzduchu pohybuje kolem 7,1°C, ve výškách kolem 600 m.n.m. již klesá na 6,7°C a na vrcholech centrální části zaznamenáváme průměrné roční teploty právě kolem 5,6°C. Bližší přehled ročního chodu průměrné denní teploty vzduchu na stanici Svratouch (737 m.n.m) a v jednotlivých výškových pásmech poskytují následující tabulky (*Romportl, 2003*).

Tab 1: Roční chod průměrné denní teploty vzduchu (ve °C) v jednotlivých měsících za období 1961 – 1990

Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Dlouhodobý roč. průměr
Svratouch	-4	-3	1	5	10	14	15	15	11	7	1	-3	5,7

Zdroj: Květoň, 2001

Tab 2: Roční chod průměrné denní teploty vzduchu (ve °C) ve výškových pásmech v jednotlivých měsících za období 1961 – 1990

Pásma (m.n.m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Dlouhodobý roční průměr
500	-3,5	-1,6	2,2	7,2	12,3	15,4	16,8	16,2	12,5	7,6	2,3	-1,6	7,1
600	-3,8	-2,0	1,6	6,6	11,7	14,8	16,3	15,7	12,1	7,3	1,9	-2,0	6,7
700	-4,2	-2,6	1,0	5,8	10,9	14,0	15,5	15,2	11,7	7,0	1,3	-2,4	6,1
800	-4,6	-3,2	0,4	5,1	10,2	13,4	14,9	14,7	11,3	6,6	0,8	-2,9	5,6

Zdroj: Květoň, 2001

Z hlediska působení významných exogenních zvětrávacích procesů, zvláště pak procesů mrazového zvětrávání a nivace, jsou důležité klimatické charakteristiky délky trvání specifických teplotních období. Průměrná denní teplota vzduchu 0°C a vyšší charakterizuje

konec a nástup vlastní zimy, která ve Žďárských vrších trvá přibližně tři a půl měsíce, období s průměrnou denní teplotou 15°C a vyšší charakterizují nástup a konec léta, jež podle dat ze stanice Svatouch trvá jen 1 den (Romportl, 2003).

Z topoklimatického hlediska jsou v rámci zkoumané oblasti zajímavé inverzní polohy, které zaznamenáváme nejčastěji v mělkých údolích. Nejbližší svahy obvykle nejsou zalesněny, takže ochlazující se vzduch může v noci bez překážek klesat do údolí. Mezi nejtypičtější lokality patří rozlehlá oblast v údolí Svatky a dále samotné obce Moravské Křižánky, Milovy, Pustá Rybná, Telecí, Herálec i Svatka .

2.1.4.2 Srážkové poměry

Žďárské vrchy patří mezi vlhčí oblasti naší republiky. Navzdory vnitrozemské poloze a nepříliš velké průměrné nadmořské výšce jsou na stanici Svatouch zaznamenávány úhrny srážek srovnatelné s horskými lokalitami. Podle dat z časové řady provozu stanice 1961 – 2002 vyplývá, že zde průměrně ročně spadne 771,7 mm srážek.

Rozložení srážek během roku je nerovnoměrné, v zimním pololetí spadne přibližně 35% srážek a v letním pololetí pak zbylých 65%. Podobně i denní srážková maxima zaznamenáváme v létě. Nejvyšší srážky v dlouhodobém průměru byly zaznamenány v červenci, ale maxima za některá desetiletí se posunují od června až po srpen. Nejnižší měsíční srážky v dlouhodobém průměru připadají na měsíce únor nebo u některých stanic v jižní a jihovýchodní části CHKO v březnu (Romportl, 2003). Přehled o roční chodu srážek ve stanici Svatouch je uveden v následující tabulce.

Tab 3: Průměrný úhrn srážek (v mm) ve stanici Svatouch v jednotlivých měsících za období 1961 – 2002

Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Dlouho- dobý roč.průměr
Svatouch	42,8	40,9	49,0	53,9	82,2	96,0	98,3	94,1	64,2	46,1	51,2	53,2	771,7

Zdroj: převzatá data z databáze ČHMÚ

Zajímavé je srovnání starších dat z dnes již neexistující srážkoměrné stanice Milovy (viz tab 4) se současnými údaji. Ačkoli Milovy leží ve výšce pouhých 590 m.n.m, byly zde dlouhodobě zaznamenávány velmi vysoké úhrny srážek. Srovnáme-li množství spadlých

srážek v jednotlivých výškových stupních se srážkovými normály, pak zjistíme, že na zde spadlo v ročním úhrnu o 102 mm srážek více srážek, než by podle výškového normálu náleželo. Tyto odchylky v množství spadlých srážek jsou způsobeny pravděpodobně místní morfologií terénu.

Tab 4: Průměrný úhrn srážek (v mm) ve stanici Milovy v jednotlivých měsících za období 1901 – 1950

Stanice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Dlouhodobý roč. průměr
Milovy	57	50	49	63	76	84	102	95	66	64	64	62	832

Zdroj: převzatá data z databáze ČHMÚ

Maximální denní srážky byly na stanici Svratouch naměřeny nejčastěji v měsíci srpnu, absolutním rekordem je denní úhrn 104,7 mm ze srpna roku 2002. Další extrémní hodnotou je údaj ze srpna 1985, kdy zde spadlo 92,8 mm, další denní maxima se již pohybují kolem 60 mm. Tyto maximální denní srážky jsou vesměs vázány na letní měsíce a nejčastěji jsou spojené s přechody atmosférických hmot včetně bouřkové činnosti.

Tato část CHKO patří mezi oblasti s mírně zvýšeným výskytem bouřek, zejména v teplém půlroce. Nejčastěji jsou v červenci (průměrně 5,8 dní s bouřkou), dále následuje červen (4,6) a květen (4,1).

Pro stanovení vláhových poměrů je nejpoužívanější tzv. Langův dešťový faktor, který vyjadřuje poměr průměrných ročních úhrnů srážek k průměrné teplotě vzduchu. V severní části CHKO dosahuje tato charakteristika hodnoty 124, na jihu pak nabývá hodnoty 120, což klasifikuje Žďárské vrchy jako velmi vlhkou oblast (*Romportl, 2003*).

Lesy v CHKO příznivě ovlivňují vodní režim krajiny nejen svou retenční schopností, ale i tím, že zadržují tzv. horizontální srážky. Jsou to srážky, vznikající ze zachycené mlhy, která se na listech a jehlicích dřevin spojuje v kapičky a spadává k zemi. V zimním období přispívá ke zvýšení horizontálních srážek námraza a jinovatka. V horských oblastech je jejich podíl velmi významný. V nejvyšších polohách Žďárských vrchů můžeme předpokládat horizontální srážky 200 – 300 mm ročně.

Roční chod vlhkosti vzduchu se pohybuje v oblasti Žďárských vrchů kolem 81%. Nejvyšších hodnot je dosahováno pochopitelně v zimě. Od prosince (91%) její hodnoty klesají až do května až června (74%), kdy se vyskytuje minimum. Od července pak relativní vlhkost pravidelně stoupá k prosincovému maximu.

Mezi další důležité charakteristiky klimatu patří četnost sněžení a délka trvání sněhové pokrývky. První den se sněžením se může vyskytnout již v září, častěji však v druhé polovině října. Poslední den se sněžením se v průměru vyskytuje kolem poloviny května, výjimečně sněží i na počátku června. Za období 1961 - 2002 na stanici Svatouch sněžilo průměrně 81,2 dní v roce, nejčastěji pochopitelně v lednu, prosinci a únoru. První den se sněhovou pokrývkou většinou připadá na první polovinu listopadu, poslední pak na květen. Průměrná výška sněhové pokrývky se tu pohybuje kolem 20 až 30 cm, maximální hodnoty přesahují 90 cm. Ve výše položené a převážně zalesněné zkoumané oblasti však dosahuje sněhová pokrývky větší mocnosti, rovněž počet dnů se sněhovou pokrývkou je vyšší. V některých zastíněných lokalitách je možné objevit sněhová pole menšího rozsahu až do počátku června.

2.1.4.3 Oblačnost a sluneční svit

Oblačnost a sluneční svit patří mezi další klimatické ukazatele, které určují radiační poměry na daném území. Významně se zde projevují rozdíly mezi severní částí Žďárských vrchů obrácenou směrem k České tabuli a jižními oblastmi. Ve zkoumaném území je v ročním chodu maximum oblačnosti v prosinci (průměrně 19,7 zamračených dnů v severní a 21,5 v jižní části), nejméně oblačnosti je pak v září (průměrně 9,0 jasných dní v severní a 7,7 v jižní části území). Jasných dnů s pokrytím oblohy menším než dvě desetiny je v jižní části zájmové oblasti 48,4, v severní pak 63,5. Zamračených dní s pokrytím oblohy oblaky větším než osm desetin je v jižní části 142,4 a v severní 140,1 (*Romportl, 2003*).

Radiační poměry (množství sluneční energie dopadající na studované území) jsou velmi pestré, mohou významně ovlivňovat místní klima. Značné rozdíly najdeme například v údolí Svatky (*Kirchner, 1994*). Nejrozsáhlejší plochy teplých svahů jsou v oblasti od Milov po Březiny a také okolo obce Telecí. Naproti tomu mezi Krásným a Borovnicí najdeme kromě zastíněného údolního dna i velmi chladné, k severu obrácené svahy. Protější svahy jsou sice mnohem lépe osluněny, ale v důsledku toho, že jsou porostlé lesem, jejich teploty nejsou podstatněji vyšší než teploty ve volném terénu.

Dalším příkladem jsou rozlehlé oblasti s nedostatečným osluněním v centrální části Devítiskalské vrchoviny, jedná se zejména o severní, mírně ukloněné svahy, táhnoucí se od Devíti skal přes Lisovskou skálu k Malínské skále. Naproti tomu se vyskytují v oblasti výrazně teplé svahy mezi Svatkou a Svatouchem na levé straně údolí, kam dopadá v průměru o 25 až 35 % více slunečního záření než na vodorovnou plochu. Konkrétním

dopadem těchto jevů je zásadní prodloužení resp. zkracování trvání období se sněhovou pokrývkou.

2.1.4.4 Větrné poměry

Směr a síla větru jsou dány především rozmístěním tlakových útvarů a barickým gradientem. Rychlost větru je snižována třením o nerovnosti zemského povrchu a konfigurace terénu ovlivňuje silně i směr proudění větru. Studovaná oblast je charakteristická proměnlivou cirkulací ovzduší s převládající sz. a jv. složkou proudění (*Romportl, 2003*).

V severní části zájmového území převládá severozápadní a jižní směr větru, v jihozápadní části pak pozorujeme, že nejčastěji větry vanou ze západu a severozápadu. Sledujeme - li roční chod jednotlivých směrů větru, pak můžeme konstatovat, že ve studované oblasti je jižní až jihovýchodní složka četnější v zimních měsících. Zajímavé je porovnat i roční chod průměrné rychlosti větru (tab 5).

Tab 5: Průměrné rychlosti větru (v m/s) ve stanici Svratouch za období 1901 - 1950

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Dlouhodobý roč. průměr
Prům. rychlost větru	6,8	6,8	4,2	6,5	5,1	5,7	5,3	5,5	6,1	6,8	7,6	6,5	6,4
Prům. rychlost větru v nárazech	28	28	28	27	23	21	23	23	23	25	29	27	25

Zdroj: Quitt, 1969

Z tabulky je patrné, že se průměrné rychlosti větru na podzim zvyšují a dosahují maxima v listopadu. V zimních měsících jsou pak poněkud nižší a druhotného maxima dosahují v březnu. V letním období jsou průměrné rychlosti větru menší (*Quitt, 1969 in Romportl, 2003*).

2.1.5 Hydrologické a hydrografické poměry

Následující kapitola pojednává o nejdůležitějších fyzicko-geografických poznatcích, které se týkají tématu povodí. V hydrogeologických poměrech jsem čerpala informace z publikace Plán péče o chráněnou krajinnou oblast Žďárské vrchy (*Kirchner, 1994*), naopak k popisu hydrografických a hydrologických poměrů jsem používala převážně vlastní zkušenosti z terénního mapování či vypočítaná data z databáze ČHMÚ a ZABAGED.

2.1.5.1 Hydrogeologické poměry

CHKO Žďárské vrchy náleží k Českému masívu a její území je budováno převážně krystalickými horninami, jak již bylo uvedeno v kapitole Geologické poměry. Území horního povodí Svratky náleží k hydrogeologickému rajónu 656. Největší vliv na hydrogeologické poměry oblasti má horninové složení daného území, zvláště důležité jsou převládající písčité větřající horniny, které se vyznačují slabou až dobrou puklinovou propustností (*Kirchner, 1994*).

V rajónech lze rozlišit dvě odlišné zvodně. Jedná se o svrchní zvodně v kvartérních pokryvných horninách, tj. v pásnu zvětrávání a podpovrchového rozpojení krystalických hornin, a dále hlubší zvodně, jež je vázaná na propustné tektonické zóny v hlubších polohách krystalinika. Mělké podzemní vody mají mnohem větší význam, jejich hladiny jsou převážně volné a vyskytují se v nevelkých hloubkách, sledujících terén.

Celkový přehled o velikosti přírodních zdrojů podzemních vod a jejich regionálním rozdělení poskytují údaje o podzemním odtoku. V povodí Svratky se vyskytuje vůbec nejvyšší průměrný podzemní odtok v rámci širšího okolí CHKO, který dosahuje $4,45 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ (*Kirchner, 1994*). Místními zdroji jsou také prameny, které však mají pouze lokální význam (Stříbrná studánka, Holcova studánka, Eleonorka atd.).

Z celkového hodnocení hydrogeologických poměrů zájmového území vyplývá, že nejpříznivější podmínky pro oběh podzemní vody jsou ve fluvialních sedimentech kolem některých toků, v nichž jsou zdroje podzemní vody místního významu. Méně významné je zvodnění krystalických hornin v pásnu jejich povrchového zvětrání a rozpojení.

2.1.5.2 Hydrografické poměry

Dané území je významnou pramennou oblastí, jejíž západní hranice leží na hlavním evropském rozvodí (labsko – dunajském). Rozvodnice má generelně severojižní, v detailech dosti komplikovaný, průběh a nejvyšším partiím Žďárských vrchů se vyhýbá. Nad vrstevnicí 800 m se dostává právě jen jihozápadně od Herálce (Šindelný vrch 806 m n. n.), (Kirchner, 1994).

Povodí Svatky společně s povodím Oslavy patří k úmoří Černého moře a odvádí vodu zhruba ze 46 % území Žďárských vrchů. Pro Svatku je typické střídání širokých otevřených úvalů a kotlin s úzkými sevřenými údolímí. Tento charakteristický rys je dobře patrný i na jejím horním toku – viz foto 1-6. Od pramene řeka protéká mělké široké údolí, povětšinou jehličnatým lesem, až do Herálecké sníženiny, široce otevřené kotliny. Za obcí Svatka se tok více zahlubuje, aby se vzápětí rozlil do široké nivy Milovské kotliny, kde má řeka malý spád a tvoří časté meandry. Od Březin až po Borovnici, kde opouští zájmové území, se spád řeky začíná zvětšovat, údolí je hluboce zaříznuté s prudkými údolními svahy. Řeka má zde bystřinný charakter. Detailnější popis stávajícího koryta spolu s popisem záplavového území je uveden v kapitole 5 Výsledky terénního mapování.

Foto 1: Řeka Svatka mezi pramenem a Herálcem (pořízeno 25.11.2006)



Foto 2: Napřímený tok řeky Svratky v Herálecké sníženině (pořízeno 24.11.2006)



Na své cestě přibírá Svratka mnoho přítoků, z nichž největší jsou Bílý potok, Hodonínka, Besenek, Lubě, Svitava, Litava (levostranné) a Fryšávka, Říčka, Nedvědička, Loučka, Bitýška, Bobrava, Jihlava (pravostranné). Ve studované oblasti se nachází ty menší toky, jako např. levostranný Řivnáč, Hlučál, Telecký (18,9 km²) či pravostranná Břimovka a Černý potok. Příloha 2 znázorňuje hydrografickou síť horního povodí Svratky.

Foto 3: Řeka Svratka za obcí Svratka (pořízeno 24.11.2006)



Foto 4: Meandry řeky Svratky v Milovské kotlině (pořízeno 18.11.2006)



V minulosti se v oblasti vybudovalo několik rybníků, zejména pro pohon pil a hamrů, později v rámci regulačních a melioračních opatření. Největší je Milovský a Kyšperský rybník v Milovské kotlině, rybník ve Svatce a rybník Řasník u Křižánek, menší nádrž je pak nad obcí Herálec a u Krásného. Zajímavý je obnovený rybník na horním toku Břímovky, vybudovaný pro pohon bývalého Rumpoltova mlýna, který měl až do roku 2005 statut polozaniklého rybníka. Níže po toku má řeka Svratka vybudované dvě údolní nádrže – Vír a Brněnskou přehradu.

Foto 5: Tok řeky Svratky u obce Krásné (pořízeno 16.9.2006)



Foto 6: Řeka Svratka v oblasti Borovnice (pořízeno 15.9.2006)



Hydrografické charakteristiky

Svratka ústí do Dyje v oblasti Novomlýnských nádrží, kdy celková délka toku je 172,4 km, povodí zabírá plochu 7 140 km² a spád je 3,5 ‰ (Kolektiv autorů, 1965 - 1970). Podle Kirchnera (1994) je za pramen Svratky brána tzv. Stříbrná studánka v jv. svahu Žákovy hory v nadmořské výšce 773 m, která je ovšem podle Základní mapy ČR 1:10 000 i podle Turistické mapy 1:50 000 považována za pramen Břimovky, jenž je pravostranným přítokem Svratky. Ve výše uvedených mapách se pramen Svratky skládá z mnoha zdrojnic v oblasti mezi Žákovou horou a Křivým Javorem, který se nachází na JV od Žákovy hory. Pro účely diplomové práce jsem si vybrala tedy jednu ze zdrojnic na jižním svahu Žákovy hory, kde jsem provedla i terénní mapování dle metodiky MUTON.

Svratka odtéká ze zájmového povodí u hlásné stanice ČHMÚ Borovnice před obcí Borovnice. Tato stanice je zařazena do kategorie A a je první měrnou stanicí na toku Svratka. V tomto místě má zároveň povodí nejnižší naměřené místo – 515 m n.m. Plocha povodí čítá 134,2 km², což je 3,1 % celkové plochy povodí Svratky. Délka toku od pramene k měrnému profilu Borovnice je 30,4 km, avšak přímá vzdálenost je pouhých 14 km (vypočteno z dat ZABAGED).

Pro CHARAKTER TVARU POVODÍ byly použity níže uvedené parametry (vypočteno z dat ZABAGED):

➤ Gravelliův koeficient K_G

$$K_G = L_R / c \dots K_G = 1,3$$

L_R ... délka rozvodnice povodí ... $L_R = 54,5$ km

c ... obvod kruhu, jehož plocha se rovná ploše povodí ... $c = 40,8$ km

Hodnota Gravelliova koeficientu rovna 1 znamená, že povodí má tvar kruhu, a čím je číslo větší, tím je povodí protáhlejší. Hodnota $K_G = 1,3$ tedy znamená, že studované povodí je protáhlé.

➤ Charakteristika povodí α

$$\alpha = P / L_P^2 \dots \alpha = 0,41$$

P ... plocha povodí ... $P = 134,2$ km²

L_P ... délka povodí (přímková vzdálenost nejvzdálenějšího bodu povodí od ústí)

$$L_P = 18,2 \text{ km}$$

Charakteristiky tvaru povodí mohou být podle tohoto parametru trojího typu: protáhlý, přechodný a vějířovitý. Hodnota $\alpha = 0,41$ pro povodí o ploše větší než 50 km² znamená, že zkoumané povodí má tvar vějířovitý.

➤ Koeficient souměrnosti plochy povodí K_S

$$K_S = |P_P - P_L| / P \dots K_S = 0,016$$

P_P ... plocha pravostranné části povodí ... $P_P = 66$ km²

P_L ... plocha levostranné části povodí ... $P_L = 68,2$ km²

P ... plocha povodí ... $P = 134,2$ km²

Čím více se hodnota K_S blíží nule, tím je povodí souměrnější. Výpočet ukázal, že studované povodí je velice souměrné.

➤ Koeficient vývoje toku (míra křivolakosti) K_C

$$K_C = a / L \dots K_C = 0,46$$

a ... přímá vzdálenost od pramene k ústí ... $a = 14$ km

L ... délka toku ... $L = 30,4$ km

Z hodnoty $K_C = 0,46$ vyplývá, že je tok značně křivolaký, meandrovitý a skutečná vzdálenost pramene od ústí je více než dvojnásobná vůči přímé vzdálenosti pramen – ústí.

➤ Střední šířka povodí \bar{s}

$$\bar{s} = P / L \dots \bar{s} = 4,4 \text{ km}$$

P ...plocha povodí ...P = 134,2 km²

L ...délka toku ...L = 30,4 km

Střední šířka povodí je 4,4 km.

Pro CHARAKTER VÝŠKOPISNÝCH POMĚRŮ povodí byly použity následující parametry (vypočteno z dat ZABAGED):

➤ Převýšení povodí Δh

$$\Delta h = h_{\max} - h_{\min} \dots \Delta h = 321,3 \text{ m}$$

h_{\max} ...nejvyšší nadmořská výška v povodí ... $h_{\max} = 836,3 \text{ m n.m.}$

h_{\min} ... nejnižší nadmořská výška v povodí ... $h_{\min} = 515 \text{ m n.m.}$

Převýšení povodí činí 321,3 m.

➤ Sklon povodí I

$$I = \Delta h / L \dots I = 10,6 \text{ ‰}$$

Δh ...převýšení povodí ... $\Delta h = 321,3 \text{ m}$

L ...délka toku ...L = 30,4 km

Sklon povodí znamená převýšení terénu v metrech na celkové délce toku. Spád v pramenné oblasti čítá podle Kirchnera (1994) 11,8 ‰, v oblasti kotlin pouze 4,2 ‰ a pod obcí Krásné už zase 7,9 ‰.

Pro CHARAKTER ŘÍČNÍ SÍTĚ byly použity následující parametry (vypočteno z dat ZABAGED):

➤ Řádovost říční sítě podle Strahlera

Pro určení tohoto parametru byl použit relativní model řádovosti podle Strahlera, kdy se označení jednotlivých toků vytváří od pramene k ústí a platí pravidlo, že zvýšení řádu se děje při soutoku dvou toků stejného řádu (viz příloha 5).

➤ Hustota říční sítě h_{rs}

$$h_{rs} = \epsilon l / P \dots h_{rs} = 1,623$$

ϵl ...součet délek všech vodních toků v povodí ... $\epsilon l = 217,745$ km

P ...plocha povodí ... $P = 134,2$ km²

Hustota říční sítě je v podstatě poměr délky všech vodních toků v povodí k celkové ploše povodí a je hlavním faktorem velikosti povrchového odtoku z území. Hustota říční sítě obecně závisí na těchto činitelích: charakter klimatu, morfologie povrchu, typ vegetace, geologické poměry, land – use (využití území člověkem). Pro naše území činí hodnota hustoty říční sítě 1,623 a je doložena tématickou mapou v příloze 6. Na kartogramu si můžeme všimnout, že největší hustota je v pramenné oblasti a se vzdáleností od pramene hustota říční sítě klesá.

➤ Uspořádání říční sítě

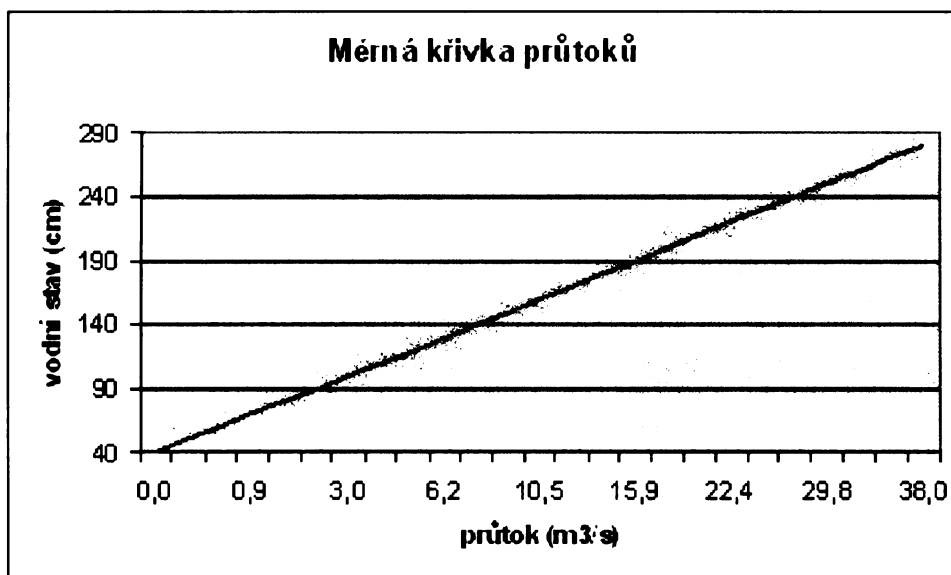
Tvar povodí je podle výpočtů vějířovitý, ale při pohledu na mapu říční sítě je její uspořádání spíše pravidelné – listovité.

2.1.5.3 Hydrologické poměry

Hydrologický charakter každého toku je vyjádřen jeho vodností, rozdělením odtoku v čase a prostoru a výskytem mimořádných hydrologických jevů. Z hlediska hydrologické bilance se vyznačuje zájmové území vyššími atmosférickými srážkami i hodnotami součinitele odtoku (který vyjadřuje podíl odtoku a srážek) a tedy i nadnormálními hodnotami odtoku vody. Právě tato příznivá hydrologická bilance byla důvodem pro vyhlášení Žďárských vrchů za „Chráněnou oblast přirozené akumulace vody“ (vládním nařízením č. 40/1978), (Zabloudil, 2002).

Průměrný roční odtok oblasti činí 46,1 mil m³, specifický odtok je 11,4 l/s/km². Obě hodnoty byly vypočteny z dat ČHMÚ pro období 1971 – 2000. Velikost průměrného součinitele odtoku se v povodí horní Svratky pohybuje kolem 0,51 (Kirchner, 1994). Ve stanici Borovnice je naměřen průměrný roční stav vody 81 cm a průměrný roční průtok 1,53 m³/s (www.hydro.chmi.cz). Pro různé vodní stavy existují odpovídající hodnoty průtoků, což dokládá graf 1 konzumční křivky (měrné křivky průtoků) ve stanici Borovnice.

Graf 1: Měrná křivka průtoků (konzumční křivka) pro stanici Borovnice

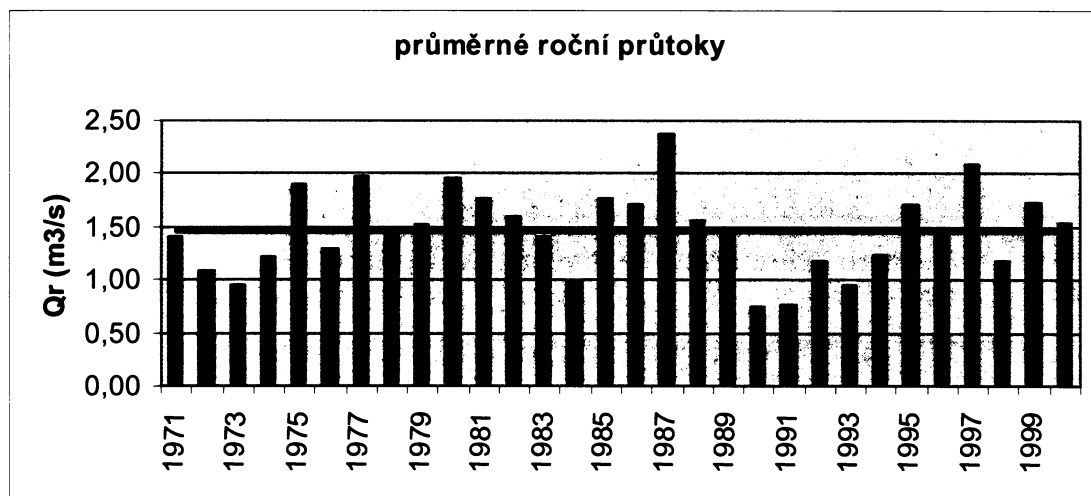


Zdroj: vypočítána data z databáze ČHMÚ

Průměrné roční, měsíční a denní průtoky za jednotlivé hydrologické roky nebo delší období jsou nejjednoduššími charakteristikami, které poskytují informaci o změnách vodnosti toků z dlouhodobého hlediska, v tomto případě za hydrologické roky 1971 - 2000. Na vodoměrné stanici Borovnice probíhá pozorování průtoků již od roku 1914, jejich vyhodnocení od roku 1924. Následující hodnocení průtoků vychází z vlastních výpočtů na základě poskytnutých dat z ČHMÚ.

Svratka s plochou dílčího povodí 134,2 km² dosahuje v profilu Borovnice **DLOUHODOBÉHO ROČNÍHO PRŮTOKU** 1,46 m³/s, který je na grafu 2 vyznačen plnou černou čarou. Z grafu vyplývá, že horní úsek Svratky má celkem vyrovnaný chod ročních průtoků. Za povšimnutí stojí však kumulace podprůměrných průtoků v období let 1990 – 1994. Nejnižší průměrný roční průtok byl zaznamenán právě v roce 1990, a to 0,743 m³/s, nejvyšší zase v roce 1987 (2,372 m³/s).

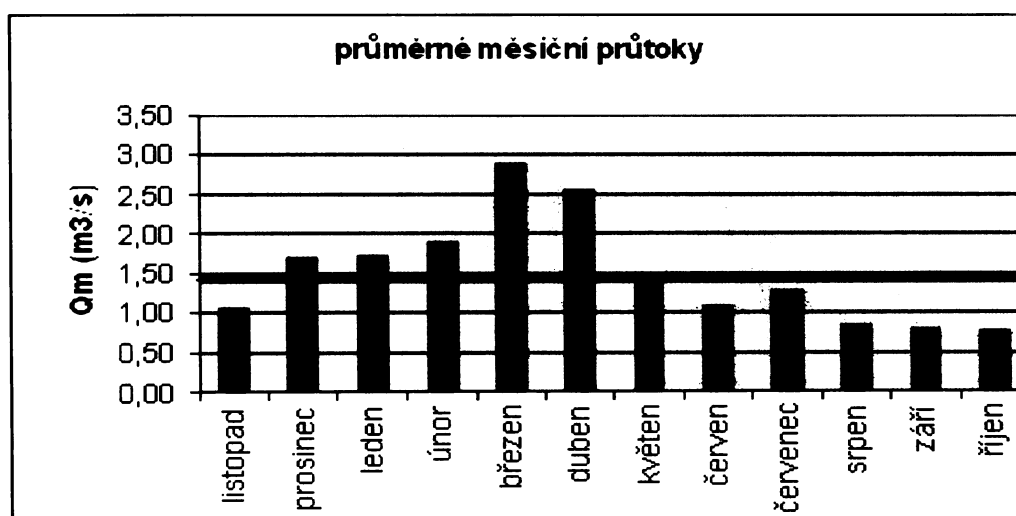
Graf 2: Průměrné roční průtoky v profilu Borovnice pro období 1971 – 2000 (plná černá čára značí dlouhodobý průtok, tedy 1,46 m³/s)



Zdroj: vypočítaná data z databáze ČHMÚ

Rozložení **PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH PRŮTOKŮ** v roce znázorňuje graf 3. Maximum dosahuje průtok v březnu (2,892 m³/s) a pak postupně klesá až do období začátku podzimu, kdy průtok dosahuje minima v září a říjnu (0,772 m³/s). Toto rozložení vzhledem ke geografické poloze povodí lze přičíst výraznému navýšení odtoku v době jarního tání sněhu.

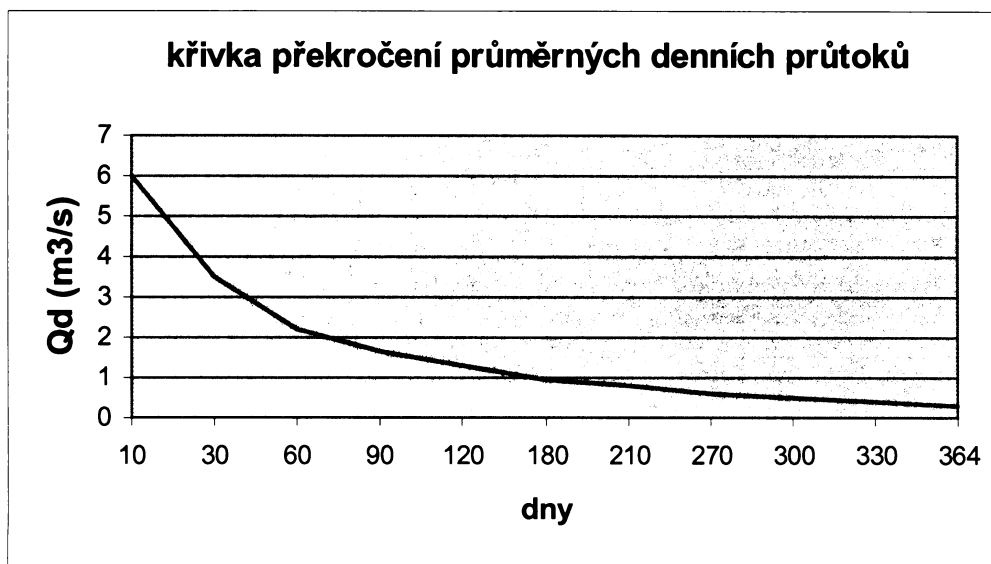
Graf 3: Průměrné měsíční průtoky v profilu Borovnice pro období 1971 – 2000 (černá plná čára značí dlouhodobý průtok, tedy 1,46 m³/s)



Zdroj: vypočítaná data z databáze ČHMÚ

Rozložení **DENNÍCH PRŮTOKŮ** v roce se dá dobře pozorovat na křivce překročení průměrných denních průtoků (graf 4). Hodnota Q_{30} je $3,477 \text{ m}^3/\text{s}$, hodnota Q_{330} $0,419 \text{ m}^3/\text{s}$.

Graf 4: Křivka překročení průměrných denních průtoků v profilu Borovnice pro období 1971 – 2000



Zdroj: vypočítaná data z databáze ČHMÚ

Zajímavý je výskyt a rozložení **EXTRÉMNÍCH PRŮTOKŮ** a s tím spojených událostí. Nejčastěji byly nejvyšší kulminační průtoky na hydrologických stanicích zaznamenány při letních povodních, které jsou způsobovány přívalovými dešti. Neméně časté jsou v této oblasti i pravidelné záplavy na jaře v době tání sněhové pokrývky (foto 7). Tyto události významně modelují detailní trasu toku Svatky zejména v lokalitě široké, neregulované nivy Milovské kotliny. Následující kapitola „Svatka a povodně“ pojednává o tom, jaké jsou konkrétní hodnoty průtoků Svatky při povodních a jak se vysoká voda chová ve zkoumané oblasti.

Foto 7: Jarní záplavy v Milovské kotlině (pořízeno 31.3.2006)



Ačkoli byly rozsáhlé oblasti povodí Svratky masivně meliorovány, příliš výrazně se tento jev na změnách odtoku a výskytu extrémních událostí neprojevil. Odlesnění a částečné zornění některých sklonitých území v okolí obcí Samotína, Krátké a Křižánek vedlo ke zvýšení plošné eroze a změnám ve splaveninovém režimu (*Romportl, 2003*).

2.1.5.4 Svratka a povodně

Vodočetná stanice Borovnice je vůbec první stanicí od pramene řeky Svratky na celém jejím toku, která zaznamenává hlavně vodní stavy a hodnoty průtoků důležité pro povodňová hlášení. Hodnoty vodních stavů a průtoků pro *stupně povodňové aktivity* (SPA) ve stanici Borovnice jsou následující (www.hydro.chmi.cz):

	<u>SPA</u>	<u>vodní stav</u>	<u>průtok</u>
-	bdělost (I)	140 cm	7,5 m ³ /s
-	pohotovost (II)	180 cm	13,9 m ³ /s
-	ohrožení (III)	205 cm	19,0 m ³ /s

Platnost SPA se sleduje pro úsek (kritické místo) Borovnice - Jimramov. Četnost hlášení se vyžaduje dle hodnoty SPA, a to pro SPA I. 1x denně, pro SPA II. 4x denně, pro SPA III. každé 3 hodiny.

Pro profil Borovnice byly stanoveny hodnoty *N-letý průtoků* (www.hydro.chmi.cz):

Q1 ...21 m³/s, Q5 ...42 m³/s, Q10 ...52 m³/s, Q50 ...78 m³/s, Q100 ...90 m³/s.

Jako srovnání N-letých průtoků v celém profilu horního povodí Svatky poslouží hodnoty pro profil cca 350 m pod Břimovkou (*Tomšovičová, 1999*), kdy plocha povodí je v tomto profilu 21,88 km², dlouhodobý specifický průtok $q_a = 14,12$ l/s/ km² a dlouhodobý průměrný průtok $Q_a = 0,309$ m³/s. Hodnoty N-letých průtoků jsou tedy:

Q1...10 m³/s, Q2...14 m³/s, Q5...20 m³/s, Q10...24,5 m³/s, Q20...30 m³/s, Q50...37 m³/s, Q100... 43 m³/s.

Jak již bylo uvedeno v předcházející kapitole, extrémní průtoky se v této oblasti vyskytují převážně v létě při přívalových srážkách nebo na jaře při tání sněhu. Důkazem necht' je výčet *nejvyšších zaznamenaných vodních stavů* od dob sledování hydrologických dat ve stanici Borovnice (www.hydro.chmi.cz):

<u>období</u>	<u>vodní stav</u>	<u>čas záznamu</u>
V.-XI.	232 cm	8.7.1997
	202 cm	17.7.1965
	191 cm	25.8.1938
	190 cm	3.8.1925
	190 cm	13.7.1937
XII.-IV.	192 cm	4.1.1932
	178 cm	27.3.1924
	178 cm	20.3.1947
	178 cm	11.1.1927

Postupové doby povodňové vlny na hlavním toku mezi hlásnými profily se liší v závislosti na stavu koryta, stavu vegetace, na množství unášených plavenin, jejich hromadění v kritických (většinou mostních) profilech, na výskytu ledových jevů apod. Postup je také významně ovlivněn velikostí povodně a při střetu povodní na hlavním toku a na přítocích. Dále je potřeba počítat s tím, že vyběžená voda proudí inundačním územím menší rychlostí.

Pro úsek Křižánky – Borovnice (délka úseku 17 km) platí tyto charakteristiky (*Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě, 2007*):-

- při menších povodních (cca Q5-Q20) je postupová doba povodně 6,8 – 3,4 hod a rychlost postupu povodně 0,7 – 1,4 m/s (2,5 – 5 km/hod)
- při větších povodních (cca Q50 – Q100) je postupová doba povodně 5,3 – 2 hod a rychlost postupu povodně 0,9 – 2,5 m/s (3,2 – 9 km/hod)

Součástí povodňového plánu, podle vodního zákona (2001), je i grafická část, a to konkrétně plán (mapa). Pro horní povodí Svatky vznikla v roce 2004 (hydrologická data jsou ovšem z roku 1999 a 2000) **mapa povodňového plánu** pro úsek toku Herálec – Dalečín (příloha 7), na němž je vyznačeno záplavové území toku, kapacity mostů a lávek, hlásné profily s důležitými informacemi o SPA, průtocích, vodních stavech atd. Dále je tok rozdělen na jednotlivé úseky, u kterých je uvedena kapacita koryta a N-letost úseku.

Letní povodeň 1997

Jako příklad letní povodně na Svatce v její horní části povodí je **povodeň z července 1997**. Z grafu 5 vyplývá skutečnost, že maximální průtok v tomto měsíci dosahoval ve stanici Borovnice 5ti-leté povodně (7.července 42 m³/s) a ve stanici Dalečín 50ti-leté povodně (8.července 128 m³/s). Rozliv do inundačního území řeky Svatky v úseku Borovnice – Dalečín je vyobrazen na mapě záplavového území v příloze 8.

Graf 5: Přehled průtoků v profilech Borovnice, Dalečín, Vír v červenci roku 1997
(zdroj: *Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě, 1997*)

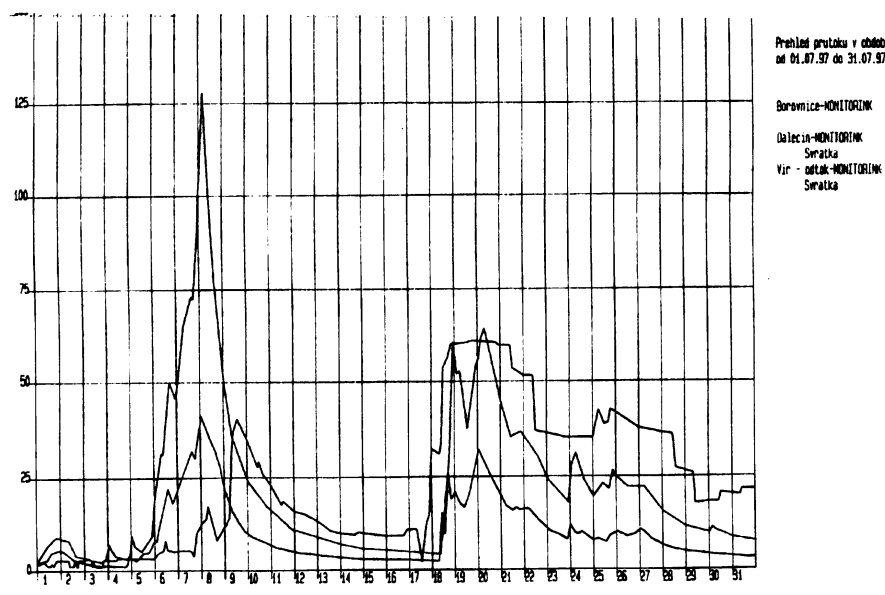


Foto 8: Povodeň 8.7. 1997 v Borovnici (zdroj: *Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě, 1997*)



Foto 9: Povodeň 8.7. 1997 v Borovnici (zdroj: *Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě, 1997*)



Jarní povodeň 2006

Jako příklad jarní povodně na Svatce poslouží *povodeň z jara 2006*. Následující popis vodních stavů a průtoků v profilu Borovnice nám dá určitou představu o charakteru vysoké vody, kdy maximální okamžitý průtok dosáhl v profilu Borovnice pouze hodnoty Q1 (*Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě, 2006*):

28.3.		179 cm	$Q = 13,8 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA I	trend setrvalý
31.3.	12 hod	199 cm	$Q = 17,7 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA II	rozdíl za 24 hod 5 cm
31.3.	17-18 hod	211 cm	$Q = 20,28 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA III	rozdíl za 24 hod 16 cm
1.4.	5-6 hod	214 cm	$Q = 20,92 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA III	rozdíl za 24 hod 23 cm
1.4.	12 hod	206 cm	$Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA III	trend klesající
2.4.	16 hod	200 cm	$Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA II	trend setrvalý
5.4.	6 hod	167 cm	$Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}$	SPA I	trend klesající

Foto 10: Jarní záplavy v Milovské kotlině (pořízeno 31.3.2006)



2.1.5.5 Vývoj říční sítě

Radiální říční síť se pravděpodobně vyvíjela v souvislosti s mladossaxonským klenbovým zdvihem podél železnohorského zlomu. S odstraněním pokryvu svrchnokřídových sedimentů a zahloubením vodních toků do krystalinika velmi heterogenního fundamentu docházelo k postupnému přizpůsobování údolí stavbě podkladu, zejména rozdílům v odolnosti a disjunktivní tektonice. Dominantní postavení získal zejména hercynský směr SZ – JV, který je zásadní ve svratecké antiklinále. Současně získávala říční síť netypické pravouhlé rysy. Pro horní toky jsou charakteristická, s výjimkou krátkých pramenných úseků, hluboká, široce rozevřená údolí, jejichž příčný profil je silně ovlivněn horninovými poměry. Příčné profily údolí, které kolmo nebo šikmo prorážejí pruhy různě odolných hornin, se jeví jako střídání zúžených, téměř průlomových úseků s poříčními kotlinami (příkladem je právě Svratka od Herálce po Borovnici), (Kirchner, 1994).

2.1.6 Fauna a flóra

Při charakteristice fauny a flóry zájmového území jsem čerpala ze dvou zdrojů, jednak z díla autora Zabloudila (2002) a něco málo i z díla Žďárské vrchy od kolektivu autorů (1983).

2.1.6.1 Fauna

Ze zoogeografického hlediska leží CHKO Žďárské vrchy ve faunistickém obvodu a okrsku Českomoravská vrchovina, v provincii listnatých lesů, s malým podílem horských území Českého masívu. Elementy horské lesní fauny se významněji uplatňují ve vyšší a klimaticky drsnější centrální části oblasti. Cennými biotopy z hlediska výskytu živočišstva jsou vlhké rašelinné louky, lada s rozptýlenou dřevinnou vegetací a vřesovištními formacemi, dále pak vodní biotopy s břehovými porosty a na ně navazující mokřady. V těchto zachovaných fragmentech přirozených a přírodě blízkých společenstev žije řada ohrožených druhů živočichů. Velkou vypovídací schopnost o stavu biotopů má zejména výskyt některých skupin bezobratlých, například pavoukoců, střevlíkovitých brouků, motýlů, mravenců aj (Zabloudil, 2002).

K ohroženým druhům bezobratlých patří i škeble rybníční (*Anodonta cygnea*), rak říční (*Astacus astacus*), rak bahenní (*Astacus leptodactylus*), několik druhů čmeláků *Bombus* spp., pačmelák cizopasný (*Psithyrus rupestris*), z obecněji rozšířených druhů motýlů otakárek fenyklový (*Papilio machaon*), vzácný batolec duhový (*Apatura iris*), bělopásek topolový (*Limenitis populi*) aj.

Známější je fauna obratlovců, z nichž je řada druhů v různém stupni ohrožení. V nemnoha zachovaných podhorských potocích žije kriticky ohrožená mihule potoční (*Lampetra planeri*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), skokan krátkonohý (*Rana lessonae*), pstruh potoční (*Salmo trutta*) či silně ohrožený mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), žijící v CHKO pouze na jediné lokalitě. V početných populacích žijí čolek obecný (*Triturus vulgaris*), čolek horský (*Triturus alpestris*), skokan zelený (*Rana esculenta*) a ropucha zelená (*Bufo bufo*). Území CHKO obývá pět druhů plazů, z nichž je ohrožena zejména zmije obecná (*Vipera berus*) či užovka obojková (*Natrix natrix*), čtenější je slepýš křehký (*Anguis fragilis*) a ještěrka obecná (*Lacerta agilis*). V oblasti hnízdí řada druhů ptáků běžně rozšířených v celé středoevropské oblasti. Celkem 24 druhů patří mezi silně ohrožené a 21 druhů je řazeno do kategorie ohrožených. Mezi ty nejohroženější spadají potápka černokrká (*Podiceps*

nigricollis), čáp bílý (*Ciconia ciconia*), čáp černý (*Ciconia nigra*), čírka modrá (*Anas querquedula*), čírka obecná (*Anas crecca*), včelojed lesní (*Pernis apivorus*), moták pochop (*Circus aeruginosus*), ostříž lesní (*Falco subbuteo*), sova pálená (*Tyto alba*), ledňáček říční (*Alcedo atthis*) aj. Zvláštní péče je věnována zbytkové populaci tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*).

V CHKO žije běžná středoevropská fauna savců. Kriticky ohrožený je vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*), silně pak rejsek horský (*Sorex alpinus*), vydra říční (*Lutra lutra*), netopýr černý (*Barbastella barbastellus*), netopýr stromový (*Nyctalus leisleri*) a netopýr velký (*Myotis myotis*). Několikrát se do oblast zatoulal silně ohrožený rys ostrovid (*Lynx lynx*). Z hlediska myslivosti je vedle běžných druhů zvěře významný výskyt původní populace jelena evropského (*Cervus elephas*) v chovné jelení oblasti Žďárské vrchy (Zabloudil, 2002).

2.1.6.2 Flóra

CHKO Žďárské vrchy leží v centrální části hercynské biogeografické podprovincie, regionálně patří do fyto geografického obvodu České oreofytikum, fyto geografického okresu 91. Žďárské vrchy. Díky převládajícímu minerálně chudému geologickému podloží a drsnějšímu klimatu lze CHKO charakterizovat jako nepřilíš vegetačně pestrou a floristicky poměrně chudou oblast.

Až do středověké kolonizace ve 13. století pokrýval území CHKO s výjimkou plošně nevýznamných segmentů skal a rašelinišť stinný, v okolí pramenišť a mokřadních sníženin močálovitý, pralesní hvozd. Fragmenty blízké těmto přirozeným lesním společenstvům se na některých stanovištích zachovaly až do současnosti a jsou předmětem ochrany v síti zvláště chráněných území (např. NPR Žákova hora).

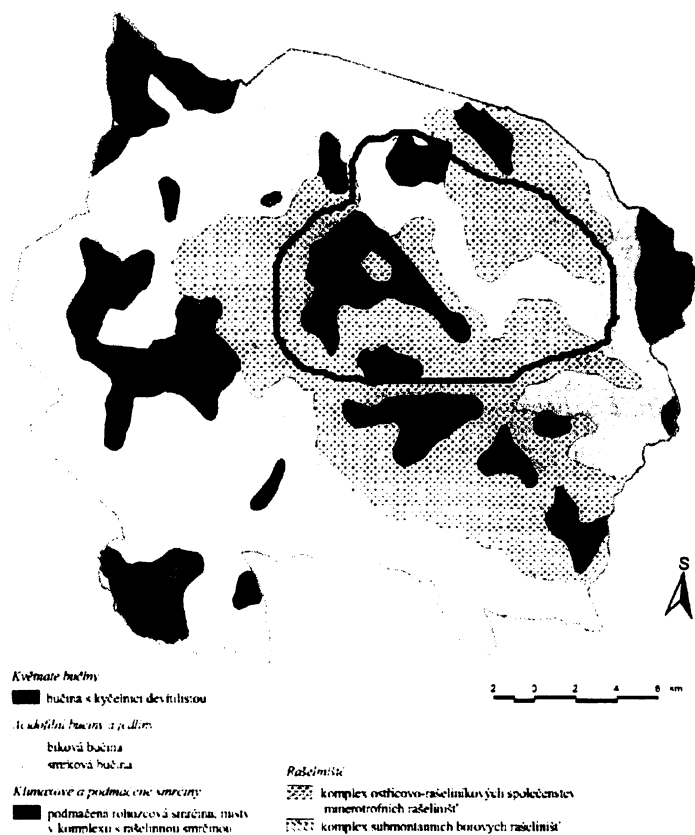
Charakteristickým typem lesní vegetace vyšších poloh byly acidofilní smrkové bučiny, které se v malé míře zachovaly na špatně hospodářsky přístupných skalních stanovištích hřbetů Žďárských vrchů. Typické bylo i značné zastoupení podmáčených smrčín. V nižších polohách CHKO byly velmi rozšířené bikové bučiny a ostrůvkovitě květnaté bučiny. Zbytky těchto společenstev jsou zachovány např. na Žákové hoře. Vzácně se vyskytovaly květnaté jedliny, suťové a roklinové lesy, smrkové olšiny, jasanové olšiny, reliktní acidofilní bory, jež dnes reprezentují již velmi malá území. Na odlesněných plochách byly antropickými vlivy na vegetaci mnohdy velké oblasti limitovány danými stanovištními podmínkami. Vznikla tak přírodě blízká až přirozená nelesní společenstva, např. ekosystémy klidných a tekoucích vod,

pobřežních rákosin a vysokých ostríc, rašelinných luk, pastvin a vřesovišť (Kolektiv autorů, 1983).

V rekonstruované dřevinné skladbě potenciální přirozené vegetace převládaly buk lesní (*Fagus sylvatica*) 35,6 % a jedle bělokorá (*Abies alba*) 32,4 % ve stinných lesích s příměsí javora klenu (*Acer pseudoplatanus*) 0,2 % a jilmu horského (*Ulmus glabra*). Smrk (smrk ztepilý - *Picea abies*) byl značně zastoupen (27,3 %) zejména na minerálně chudých a podmáčených stanovištích. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) byla rozšířena na rašeliništích a skalnatých výchozech (3,8 %), kde ji doprovázely bříza pýřovitá (*Betula pubescens*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*) 0,2 %, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a ojediněle i borovice blatka (*Pinus rotundata*). Na prameništích a potočnických nivách byla zastoupena olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) 0,3 %. Žďářením pralesa při kolonizaci území, pastvou dobytka a zejména zvyšující se potřebou dřeva k provozu železářských hamrů a hutí i pozdější sklářskou výrobu se rychle snižovalo zastoupení lesa a měnila se i jeho skladba. Původní jedlobukové porosty byly vytěženy a v holosečném hospodářství zaváděném od konce 18. století byly obnovovány převážně smrkem. V současné skladbě převážně jehličnatých porostů je tak smrk zastoupen 86,2 %, borovice 5,5 %, nepůvodní modřín a ostatní jehličnany 1,3 %, ale jedle jen 1 %. Zastoupení buku kleslo na pouhých 2 %, dále zde rostou olše 2 %, břízy 1,3 % a ostatní listnaté dřeviny 0,7 %. CHKO Žďárské vrchy patří se 46 % lesnatosti mezi nadprůměrně zalesněná území ČR (Zabloudil, 2002). Na mapě 3 je znázorněno rozvržení potenciální přirozené vegetace.

Co se týče podrostu lesních společenstev vyšších poloh Žďárských vrchů, vzhledem k hospodářským změnám a všeobecnému ústupu jedle z lesních porostů, se zde zachovaly vesměs jen ochuzené segmenty charakteristické výskytem druhů jako je čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*), pérnatec horský (*Lastrea limbosperma*), ptačinec dlouholistý (*Stellaria longifolia*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), vranec jedlový (*Huperzia sellago*), plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) aj. V nižších polohách se vyskytuje svízel okrouhlostý (*Galium rotundifolium*), měsíčnice vytrvalá (*Lunaria rediviva*) a v pramenných oblastech je hojná bledule jarní (*Leucojum vernum*), místy i oměj pestrý (*Aconitum variegatum*).

Mapa 3: Rozvržení potenciální přirozené vegetace (zdroj: Zabloudil, 2002)



Pozn.: žlutě – hranice CHKO, červeně – zhruba oblast zájmového území

Na některých rulových skalních útvarech (např. Milovské Perníčky) a na rašeliništích se ostrůvkovitě zachovaly reliktní acidofilní bory s podrostem keříčků brusnic mj. borůvky bahenní (*Vaccinium uliginosum*) a klikvy bahenní (*Oxycoccus palustris*), spolu s nápadnými trsy suchopýru pochvatého (*Eriophorum vaginatum*).

Pro Žďárské vrchy jsou charakteristická především společenstva vlhkých až trvale zamokřených a rašelinných luk, vzácněji se vyskytují ostrícovo-mechová a ostrícovo-rašelinná společenstva. Tyto louky jsou významné výskytem kriticky a silně ohrožených druhů jako je ostřice dvoudomá (*Carex dioica*), bahnička chudokvětá (*Eleocharis quinqueflora*), suchopýrek alpský (*Trichophorum alpinum*) aj.

Kolem rybníků jsou obvykle vytvořena společenstva vysokých ostřic, dále zábělník bahenní (*Comarum palustre*), vachta trojlístá (*Menyanthes trifoliata*), ojediněle leknín bělostný (*Nymphaea candida*) a stulík žlutý (*Nuphar lutea*).

Z nižších rostlin jsou v CHKO významně rozšířeny mechorosty, jako např. štírovec dutolistý (*Scorpidium scorpidioides*) či plstnatec rašelinný (*Helodium blandowii*) (Zabloudil, 2002).

2.1.7 Ochrana přírody

Chráněná krajinná oblast Žďárské vrchy byla vyhlášena výnosem Ministerstva kultury ČR ze dne 25.5.1970 na území bývalých okresů Žďár nad Sázavou, Havlíčkův Brod, Chrudim a Svitavy. Její rozloha činí 70 940 ha.

Posláním chráněné krajinné oblasti je zachování harmonicky vyvážené kulturní krajiny s významným zastoupením přirozených ekosystémů. V jejím krajinném rázu, formovaném od středověké kolonizace někdejšího pomezí hvozdu, se pod zalesněnými hřbety Žďárských vrchů prolínají pole a louky s osnovou dřevinné vegetace, malebně začleňující rybníky i venkovské osídlení s prvky horácké lidové architektury. K nejcennějším segmentům náleží zejména rašeliniště a další mokřadní společenstva, rulové skalní útvary a již zmíněná mozaika rozptýlené dřevinné vegetace s remízky a kamenicemi v zemědělsky využívané krajině (Zabloudil, 2002).

V současné době je zachování nejcennějších přírodních společenstev CHKO zajištěno v síti 49 maloplošných zvláště chráněných území (viz příloha 4) o celkové rozloze 1301 ha (z toho 14 leží ve studované oblasti). Ta spolu s dalšími plochami zařazenými v I. zóně odstupňované ochrany přírody tvoří kostru územního systému ekologické stability na 3,1 % rozlohy oblasti. Tato území jsou obklopena a propojena II. zónou zvýšeného stupně ochrany přírody, zahrnující přírodě blízké ekosystémy s funkcí biokoridorů územního systému ekologické stability, na ploše 30,6 % rozlohy oblasti. Hospodářsky využívaná krajina s nižším stupněm ekologické stability je začleněna ve III. zóně chráněné v rozsahu základních ochranných podmínek na 61,3 % rozlohy oblasti. Zbytek, 4,9 % rozlohy, tvoří IV. zóna přírodě vzdálených okrajových částí oblasti a městská zástavba.

Lesy CHKO jsou rozděleny do tří zón odstupňované ochrany přírody. V zóně **I.a** jsou zařazeny nejcennější porosty z hlediska dřevinné skladby, věkové a prostorové struktury s předpokladem dosažení autoregulace (původní porosty NPR Žákova hora, NPR Velké Dářko). Zónu **I.b** tvoří dřeviny, které tyto předpoklady nemají a bude nutno upravit jejich vývoj pěstebními zásahy (ostatní MCHÚ). Do **II. zóny** byly začleněny porosty hřebenových partií a údolních poloh s relativně příznivou dřevinnou skladbou tak, aby vytvářely skutečnou

zónu a ochranné území porostů I. zóny. Péče o tyto dřeviny bude usměrňována ve smyslu jejich přiblížení se přírodě blízkému lesu. Poslední **III. zónu** tvoří ostatní porosty. Důraz zde bude kladen především na zvýšení jejich odolnosti a přechod k přírodě blízkému hospodaření (Zabloudil, 2002).

Žďárské vrchy jsou mimo jiné chráněnou oblastí přirozené akumulace vod (vládní nařízení č. 40/1978), a to především pro své příznivé podmínky z hlediska hydrologické bilance území (vyšší atmosferické srážky i hodnoty odtokového součinitele). Voda je významným fenoménem tohoto území, neboť je důležitou pramennou oblastí (Svratka, Sázava, Chrudimka, Doubrava, Oslava) na hlavní evropské rozvodnici mezi Severním a Černým mořem. Voda a lesy vždy patřily neoddělitelně k sobě. Nejenže lesní formace příznivě ovlivňují vodní režim krajiny svou retenční schopností, ale navíc zadržují tzv. horizontální srážky, což jsou srážky vznikající ze zachycené mlhy, která se na listech a jehlicích dřevin spojuje v kapičky a spadává k zemi. A právě voda z pramenných výronů, které mají sběrnou oblast v lesním komplexu, je vždy kvalitnější než z těch, které se nacházejí na zemědělské půdě. Příkladem nám jsou četné studánky, z nichž nejznámější je jeden z pramenů Svratky – Stříbrná studánka na svahu Žákovy hory (Kolektiv autorů, 1983).

Hospodářská činnost na území CHKO je usměrňována k dosažení souladu s danými přírodními podmínkami oblasti a zajištění její ekologické stability. Náprava mnohdy narušených vazeb z minulosti a zlepšení životního prostředí oblasti je úkol dlouhodobý a nákladný, na němž se Správa CHKO podílí zejména zajišťováním programů péče o krajinu, revitalizace říčních systémů, obnovy vesnice aj. Na základě monitoringu a inventarizačních průzkumů přírodních složek je prováděn management území, společenstev a populací zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů. Mezi kriticky ohrožené z řad fauny patří mihule potoční (*Lampetra planeri*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), skokan krátkonohý (*Rana lessonae*), pstruh potoční (*Salmo trutta*) či vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*). V seznamu zvláště chráněných cévnatých rostlin podle vyhlášky č. 395/92 Sb. je 5 druhů rostoucích v CHKO řazeno mezi kriticky ohrožené, 24 druhů je silně ohroženo a 28 druhů figuruje v kategorii ohrožených. Pro nejohroženější z nich, např. hořečky nebo tetřívka obecného, jsou realizovány speciální záchranné programy.

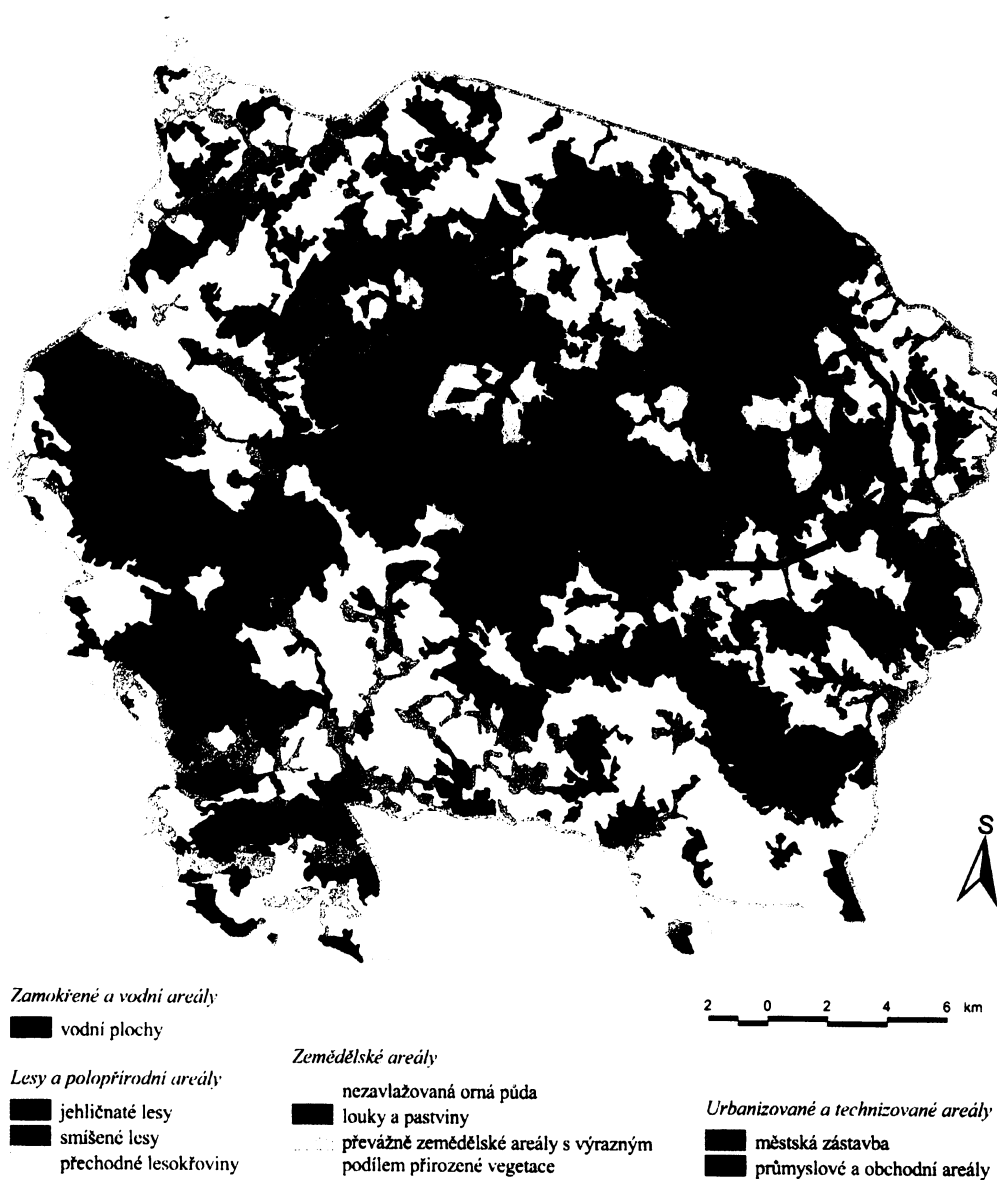
Ochrana v je zaměřena i na volně rostoucí mimolesní dřevinnou vegetaci, tvořící typický krajinný prvek CHKO s velkým významem pro její zdravé životní prostředí. Nejcennějších 36 věkovitých stromů a 5 alejí bylo vyhlášeno jako památné a jsou průběžně ošetřovány (Zabloudil, 2002).

2.2 Vývoj ve využívání a osídlování krajiny

2.2.1 Využívání krajiny

Rozloha CHKO činí 70 940 ha, z toho 46 % zaujímají lesy, zastoupené zejména ve vyšší centrální části území, 44% tvoří zemědělský půdní fond, 1,9 % vodní plochy, 0,9 % zastavěné plochy (Zabloudil, 2002) – viz mapa 4.

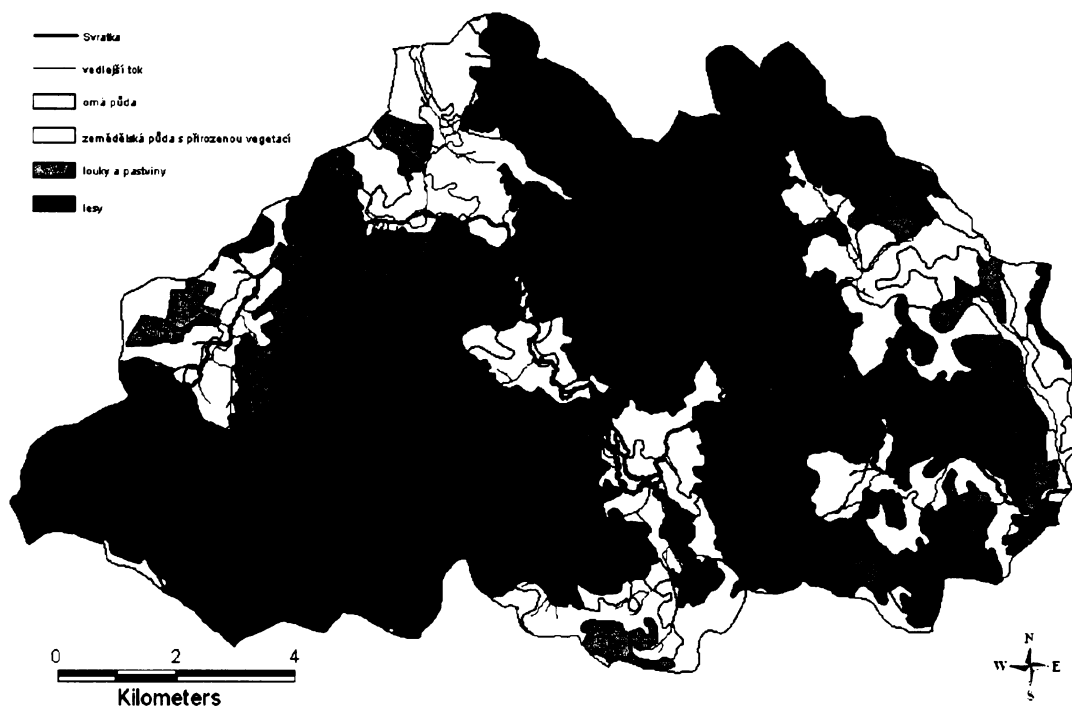
Mapa 4: Mapa krajinného pokryvu CHKO Žďárské vrchy (zdroj: Zabloudil, 2002)



Pozn.: černě – vymezená oblast

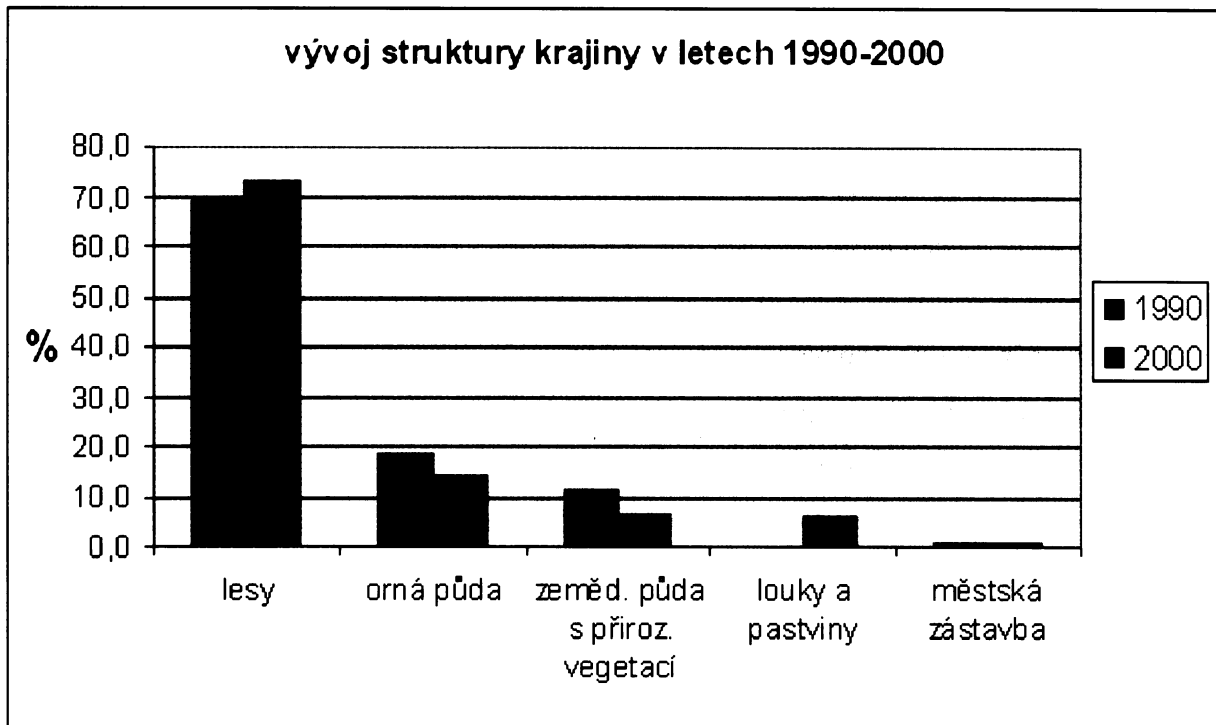
Podle dat Corine Landcover (2000) je procentuální zastoupení typů krajiny přímo na povodí horní Svatky trochu odlišné od celého CHKO, protože se jedná o výše položenou pramennou oblast. Plocha povodí činí 134,2 km², což je zhruba 19 % plochy CHKO Žďárské vrchy. Lesy pokrývají 73,2 % území, orná půda 14,2 %, zemědělská půda s přirozenou vegetací 6,2 %, louky a pastviny 5,8 % a nesouvislá městská zástavba 0,6 % (mapa 5).

Mapa 5: Struktura krajiny horního povodí Svatky (zdroj: CORINE landcover, 2000)



Při srovnání struktury krajiny v letech 1990 a 2000 (CORINE landcover 1990 a 2000) jsou vidět změny, které se pozitivně dotýkají odtokového režimu povodí. Jde o významné snížení podílu orné půdy z 18,6 % na 14,2 % a zemědělské půdy s přirozenou vegetací z 11,7 % na 6,2 %, jež se projevuje ve zvýšení lesnatosti území (ze 68,9 % na 73,2 %) a vzniku existence luk a pastvin v povodí (5,8 % v roce 2000). Podíl nesouvislé městské zástavby se za 10 let téměř nezměnil (z 0,7 % na 0,9 % v roce 2000)– viz graf 6.

Graf 6: Vývoj struktury krajiny v povodí v letech 1990-2000 (zdroj: CORINE landcover 1990 a 2000)



2.2.2 Osídlování krajiny

Horní povodí Svratky navštívil člověk poprvé až ke konci starší doby kamenné (paleolit), někdy před 30 tis. lety. Ve čtvrtém tisíciletí sem pronikají nejstarší zemědělci mladší doby kamenné (neolit). Teprve ve 12. století n.l. pronikají obyvatelé – pastevcí - údolím Svratky a jejích přítoků hlouběji do lesů. Právě pastevectví znamená první účinný útok na kompaktní lesní pokrývku vrchoviny, protože vypásání zastavuje růst lesa (*Pernica, 1969*).

Ještě kolem roku 1100 n.l. popisuje Kosmas ve své kronice rozsáhlý hraniční hvozd, táhnoucí se na českomoravském pomezí. Tímto pralesem, formovaným pouze přírodními silami, vedlo několik průchodů, které spojovaly tehdy osídlené části Čech a Moravy. Oblastí CHKO procházela stezka libická. Roku 1252 byl na ní založen žďárský klášter, jedno z výchozích center středověké kolonizace na území Žďárských vrchů (*Kolektiv autorů, 1983*).

Velká středověká kolonizace za posledních Přemyslovců koncem 12. a ve 13. století znamenala výrazný předěl ve vývoji krajiny. S kolonizací je spojeno postupné odlesňování a

přeměna lesních geobiocenóz na pastviny, louky a pole. Osídlování krajiny probíhalo postupně. První osadníci pronikali z níže položených míst kolem vodních toků a používali tzv. „žďáření“ ke své zemědělské obživě. Nejdéle zůstala neosídlena klimaticky nejdrsnější centrální část Žďárských vrchů. Trvalá sídla zde byla založena až mnohem později, v průběhu 18. století.

Velký hospodářský rozvoj oblasti spadá do druhé kolonizační vlny na přelomu 15. a 16. století, kdy byly šlechtou zakládány železářské a sklářské hutě, rybníky a panské velkostatky. K poslední vlně, tzv. pasekářské kolonizace, zasahující i odlehlější, výše položené lokality, dochází v 18. století.

Krajina Žďárských vrchů byla nejvýrazněji ovlivněna zemědělstvím, lesním hospodářstvím a těžbou nerostných surovin. V zemědělství měl vliv hlavně přechod z dřívějšího trojpolního na střídavý systém a zvýšení podílu pícnin, okopanin i stavů dobytka. Vzhledem k limitujícím přírodním podmínkám však vytváří, a zůstává tak až do padesátých let 20. století, pestrou mozaiku maloplošně se střídajících luk, pastvin, polí a lesů oddělených kamenicemi a úvozovými cestami porostlými rozptýlenou dřevinnou vegetací s venkovským osídlením typu horácké lidové architektury.

Velký plošný dopad na krajinu i životní prostředí měly rozsáhlé strukturální změny v zemědělství, zejména uplatňování velkovýrobních technologií s těžkou mechanizací, systematické odvodnění téměř 40 % zemědělských půd s regulacemi vodních toků a nadměrná mechanizace. V současné době tvoří dvě třetiny zemědělského půdního fondu v chráněném území orná půda a v trvalých travních porostech převládají kulturní až polokulturní louky na odvodněných plochách (*Zabloudil, 2002*).

Železářny a sklárny ovlivnily vzhled krajiny především velkou spotřebou dřeva v rámci lesního hospodářství. Větší železářny byly v Ransku, Polničce, Svatce, Pusté Kamenici, Kadově či Vříšti, sklárny např. v Milovech, Fryšavě, na Cikháji a v Herálci. V mnohých železárnách musel být v polovině 18. století provoz omezen pro nedostatek dřeva, byl obnoven až po zotavení lesů počátkem 19. století. Koncem 19. století provoz železáren končí. Železářny a sklárny používaly především bukové dřevo, což při vysoké spotřebě mělo za následek značný ústup buku z lesních porostů. V první polovině 19. století dochází k výsadbě smrku, který se koncem 19. století stává výrazně převažující dřevinou. Současná dřevinná skladba neodpovídá požadavkům stability a všech funkcí lesa. Lesní hospodářství se dodnes potýká s kalamitami, způsobenými v labilních smrkových monokulturách větrem, sněhem a námrazou.

Trvalé, i když dnes většinou nepříliš nápadné stopy zanechává v krajině těžba nerostných surovin. Již počátkem 13. století se začala těžit stříbrná ruda v západní části oblasti, například na Peperku. Během několika desítek let byly zásoby vyčerpány. Daleko významnější byla těžba železných rud, které se těžily zejména v oblasti ranského masívu povrchovým způsobem. Po této těžbě zůstaly zarostlé haldy a zatopené sníženiny. V současnosti zde pokračuje těžba rud barevných kovů. Výrazné stopy v krajině zanechala i těžba rašeliny, např. v oblasti Velkého Dářka. Po vyhlášení CHKO v roce 1970 byla těžba rašeliny zastavena (*Zabloudil, 2002*).

Vodní režim krajiny kladně ovlivnilo vybudování rybníků a vodních nádrží. Rybníky byly budovány zvláště v 15. a 16. století, v období třicetileté války byly zanedbány a koncem 18. století jich bylo velké množství zrušeno. V současné době je na území CHKO funkčních 187 rybníků různé velikosti, z nichž největší je Velké Dářko o rozloze 205 ha. K zajištění zvýšené potřeby vody pro obyvatelstvo i průmysl bylo v posledním období postaveno několik vodních nádrží (Pilská nádrž, Strž, Hamry a Staviště). V poslední době nepříznivě ovlivňují vodní režim krajiny také úpravy vodních toků – jejich napřimování, zahlubování a někdy i zatrubňování. V západní části CHKO je upraveno zhruba 37 % vodních toků (*Kolektiv autorů, 1983*).

Z výše uvedeného vyplývá, že i na území chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy se člověk stal rozhodujícím činitelem stavu a vývoje geobiocenóz v krajině. Jen vzácně se zde setkáme se zbytky přírodních společenstev (např. Žákova hora), většinou se tu vyskytují náhradní společenstva, vzniklá dlouhodobým vlivem člověka.

3. VLIV PŘÍRODNÍCH A ANTROPOGENNÍCH ČINITELŮ NA VZNIK A PRŮBĚH POVODNĚ

Tato kapitola poskytuje především výčet faktorů, které mají vliv na srážko-odtokový režim v krajině, zejména na vznik a průběh povodně. Jedná se jak o přírodní faktory – absolutní výška spadlých srážek, intenzita jejich vy-padávání, schopnost povodí zadržet spadlé srážky v půdě, tak o antropogenní faktory – změny ve využití území, struktuře a kvalitě krajinného pokryvu; plošné odvodnění krajiny; zkrácení říční sítě; úpravy koryt toků; charakter využití údolní nivy. Pro vyjádření vlastností a vzájemného působení faktorů, ovlivňujících transformaci srážky od jejího dopadu na povrch země nebo vegetace až po odtok závěrovým profilem povodí, je na začátku kapitoly uvedena hydrologická bilance podle Morea (1969). U výčtu antropogenních činitelů byly použity informace především z projektu „Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodně“ (Langhammer, 2004).

3.1 Odtok jako složka hydrologické bilance

Odtok je jednou z nejdůležitějších složek hydrologické bilance. Hydrologická bilance je vyjádření vlastností a vzájemného působení faktorů ovlivňujících transformaci srážky od jejího dopadu na povrch země nebo vegetace až po odtok závěrovým profilem povodí (pro vyjádření jednotlivých složek hydrologické bilance je nutné znát všechny fyzickogeografické charakteristiky povodí).

Hydrologickou bilanci můžeme vyjádřit rovnicí (More, 1969):

$$\text{Srážky} = \text{odtok} + \text{evapotranspirace} + \text{změny akumulované vody}$$

V této rovnici je možné dostatečně detailně ukázat jednotlivé faktory. Srážky (ve formě deště, krupobití, rosy nebo sněhu) dopadají na vegetaci, holý skalní podklad, půdu, nebo přímo na vodní plochy a do koryt řek. Voda se zadržuje na povrchu vegetace (listech, větvích apod.), což označujeme jako intercepci, ta se později odpařuje nebo se dostává na zem odkapáváním z povrchu vegetace nebo stékáním po kmenech. Voda dopadlá na povrch země z vegetace společně s vodou dopadlou přímo ze srážky se stává vodou povrchovou, ta se

může dále akumulovat v povrchových depresích, odkud se také přímo vypařuje, teče po povrchu až dosáhne koryta vodního toku – povrchový odtok, nebo infiltruje do půdy. Voda v půdě je spotřebována dýcháním (transpirací) rostlin, odtéká v podobě podpovrchového (hypodermického) odtoku směrem ze svahu, kde dále v korytě rozmnožuje objem zadržené vody (který se dále může z povrchu vypařováním (evaporací) zmenšovat) nebo se vsákne do zóny aerace. Voda v pórech a puklinách horninového materiálu mezi povrchem a hladinou podzemní vody je odváděna hypodermickým odtokem, který dosahuje říčního koryta v zóně paralelní s povrchem terénu aniž by se stala součástí podzemní vody, nebo se dále vsakuje a stává se součástí podzemní vody. Je možné, že v podmínkách dlouhotrvajícího sucha, se evapotranspirace může uplatnit i v zóně aerace. Vsakování do velké hloubky přináší vodu do zásob podzemní vody, ze které se voda dostává do říčního koryta v podobě podzemního odtoku, nebo se pomalu dostává do velké hloubky a stává se zásobou podzemní vody, ze které se také může vytvořit podzemní odtok, který opouští povodí mimo závěrový povrchový profil. Později může také voda ze zásob podzemní vody přitéct přímo do oceánu v podobě podzemního vývěru na dně, nebo obohatit zásoby podzemní vody v jiném povodí. Samozřejmě, že všechna vstupující voda do povodí není v krátkodobém výhledu spotřebována nebo odvedena a je proto nutno brát v úvahu změny zásob akumulované vody v povodí. Například při dlouhotrvajícím suchu se při srážce nemusí vyskytnout žádný hypodermický odtok, protože půda byla příliš vysušená (*More, 1969*).

Podle Kvítka, Mazína, Fišerové (*1997*) dochází za extrémních srážkových úhrnů ke zcela jiným procesům, než při běžných srážkových situacích. Evaporace, transpirace, evapotranspirace, intercepce při déletrvajících srážkových a extrémních úhrnech se jakožto ztrátová složka vodní bilance prakticky nemohou uplatnit. Vzduch je plně nasycen vodními parami a intercepce rostlin je též omezena vazbou povrchovými a kapilárními silami.

Význam intercepce spočívá především v oddálení plného nasycení půdního profilu. Za předpokladu, že by v krajině bylo zohledněno různé rozmístění kultur a jednotlivých rostlinných druhů, by intercepce měla velký význam na transformaci odtoku. V současné době jsme však v situaci velkoplošného obhospodařování převážně monokultur, jak na lesních, tak i na polních pozemcích. Při extrémnějších srážkových situacích tento nepříliš optimální stav řadí intercepci porostu, jakožto bilanční složku ovlivňující transformaci srážkových úhrnů, do řady zanedbatelných položek.

3.2 Vznik povodně

Podle vodního zákona (*Zákon č. 254/2001 Sb., 2001*) se **povodní** rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod.

V podmínkách povodí našich řek je nutné počítat s povodněmi způsobenými různými meteorologickými příčinami (intenzivní či dlouhotrvající srážky nebo rychlé tání), stejně jako s povodňovými situacemi způsobenými nahodilými překážkami odtoku (ledové zácpy, nápěchy unášených předmětů, zejména dřeva atd.), případně způsobené průlomovou vlnou při poruše hrází, za nimiž je akumulována voda, tzv. umělé povodně (*Polenka, 1997*).

V praxi našich podmínek se používá následující dělení přirozených povodní podle pojmenování příčin a ročního období jejich výskytu:

- *letní* – způsobené dlouhotrvajícími regionálními dešti,
- *letní, tzv. bleskové* – způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity,
- *zimní a jarní* – způsobené táním sněhové pokrývky, často kombinované s dešťovými srážkami,
- *zimní* – způsobené ledovými jevy na tocích
- *povodně z jiných specifických příčin* – např. přehrazení toku sesuvem, povodně způsobené extrémním větrem, apod.

V porovnání s počtem povodní způsobených vlivem přírodních příčin se opravdu jen zřídka vyskytují tzv. umělé povodně (např. protržením přehrady).

3.3 Vliv činitelů na průběh povodně

Kromě uvedených meteorologických příčin závisí následný průběh povodně rovněž na aktuálním stavu povodí, např. nakolik předešlé srážky nasýtily povodí, nebo zda tání sněhové pokrývky probíhá na zmrzlé půdě či ne. Zjednodušeně si lze představit, že o vzniku a průběhu povodně rozhoduje schopnost krajiny zadržovat vodu. Ať již krátkodobě (tzv. retenční schopnost) nebo po delší dobu (tzv. akumulační schopnost krajiny).

Činitelé, kteří mají vliv na stav povodí před a v průběhu povodni, se dělí na přírodní a antropogenní.

3.3.1 Přírodní činitelé

U meteorologických příčin hrají významnou roli faktory, ovlivňující následný odtok vody v povodí, mezi něž patří zejména **absolutní výška spadlých srážek a intenzita jejich vypadávání**.

Při hodnocení povodně z července 1997 komentuje Sochorec (1997) výše zmíněné faktory následovně. Podle již dříve vykonaných výzkumů, úhrny srážek do 30 až 50 mm za 24 hod vyvolají v povodí jen nevýraznou povodňovou odezvu (pokud ovšem nespádnou v relativně krátké době). Příkladem mohou být srážky spadlé v povodí Odry od 30.6. do 1.7. téhož roku, které dosahovaly 20 až 40 mm, výjimečně až 70 mm. Spadlé srážky byly prakticky z větší části zadrženy v půdě a průtoková odezva byla zcela nezřetelná. Při červencové povodni však napadlo ve dnech 4.7. až 8.7. 1997 v povodí Odry neobvyklé množství srážek. Největší úhrny byly naměřeny na Rejvízu (513 mm), na Lysé hoře (585 mm) a na přehradě Šance (616 mm). Spadlé množství srážek vyvolalo průtokovou vlnu, kterou nebylo možné zadržet v místě jejich výskytu.

Dalším faktorem ovlivňujícím průtokovou odezvu je intenzita srážek. Za příklad mohou posloužit srážky velké intenzity krátkého trvání spadlé při povodni na Čižině a okolních malých tocích na Krnovsku v květnu 1996, kdy během necelých dvou hodin napršelo prakticky téměř 110 mm (Lichnov). Specifické odtoky v zasažené oblasti o rozloze asi 200 km² dosáhly v některých malých povodích více než 14 m³s⁻¹ (Zátor) a vytvořily na řece Opavě v Opavě povodeň s průtokem asi 50-ti letým (Sochorec, 1997).

Na vytváření odtokové vlny má velký vliv již zmíněná **schopnost povodí zadržet spadlé srážky v půdě**, případně zpomalit jejich odtok. Mezi nejdůležitější faktory, které ovlivňují retenci vody v půdě patří (*Kvítek, Mazín, Fišerová, 1997*):

- a) procento zornění zemědělského půdního fondu v povodí,
- b) velikost bloků orné půdy a jejich umístění v terénu,
- c) rozmístění, velikost a diverzita trvalých kultur (louka, les) v krajině,
- d) hloubka půdního profilu a jeho zrnitostní složení.

Z celkové výměry půdy ČR (7 887 000 ha) tvoří zemědělská půda 4 265 000 ha, která je z větší části tvořená ornou půdou (3 055 000 ha). Lesní půda zabírá plochu 2 646 000 ha a ostatní plochy 999 000 ha. Zbytek rozlohy ČR tvoří zastavěné a vodní plochy.

Zornění zemědělského půdního fondu v roce 2004 představuje 71,6 % (www.czso.cz). Ve srovnání s evropskými státy je ČR na střední úrovni poměru celkové rozlohy půdního fondu k zemědělské půdě. V podílu zornění zemědělské půdy je však ČR na předním místě v Evropě, což v souvislosti s genetickými dispozicemi signalizuje neracionální způsob využití převážné části zemědělské půdy, a to především v pahorkatinách a vrchovinách. Procento zornění signalizuje nízkou retenční schopnost půd a dispozice ke koncentrovanému odtoku povrchových vod.

Co se týče hloubky půdního horizontu, je známo, že mělký půdní horizont je schopen zadržet cca 50-130 mm srážek, středně hluboký horizont dvojnásobek a hluboký půdní horizont (nad 0,9 m) více jak 270 mm srážek. Tyto údaje platí pro vysušený půdní profil. Se zvyšující se vlhkostí se retence vody snižuje (*Kvítek, Mazín, Fišerová, 1997*).

Z pohledu pedologického závisí podle Šefrny (2004) schopnost půdy zachytit extrémní srážky především na vsaku (infiltraci) a jímavosti (retenci). Mezi charakteristiky, které infiltraci do půdy a propustnost půdy (resp. pohyb vody v půdním prostředí) zásadním způsobem ovlivňují, patří zejména:

- zrnitostní složení půdního profilu;
- výskyt horizontů nebo vrstev v půdním profilu, které mají odlišné zrnitostní složení nebo odlišné fyzikální vlastnosti (utužené vrstvy);
- strukturní stav půdy (profilu);
- hloubka půdy (k podložní hornině, k hladině podzemní vody);
- mineralogické složení jílové frakce ovlivňující objemové změny půdy při bobtnání a smršťování a tím tvorbu trhlin;

- charakter pórů - jejich velikost a rozmístění, rozhodující roli hrají makropóry, vedoucí gravitační vodu; velmi důležitá je aktivita makroedafonu;
- obsah humusu a jeho vlastnosti (surový humus a dobře kondenzované humusové látky).

Významnou roli v tomto systému hraje zrnitostní složení a mineralogická skladba jemných frakcí, stratigrafie půdního profilu, resp. texturní heterogenita a vzájemná poloha texturně odlišných horizontů. Z tohoto pohledu za optimální jsou považovány zrnitostně středně těžké půdy (ph – h), jejichž fyzikální vlastnosti zaručují díky nižší objemové hmotnosti, dobrému provzdušnění a biologické aktivitě optimální rozvoj ostatních funkcí včetně humifikace, sorpčního nasycení aj. Patří sem např. většina molických a luvizemních půd z eolických pleistocenních sedimentů s těžším podorničím a hluboké kambizemě ploššího reliéfu maximálně středně šterkovité a ostatní typy z hlubokých podsvahových koluviálních sedimentů. Opačně jsou hodnoceny půdy texturně písčité a jílovité. První se vyznačují vysokou infiltrací a nízkou retencí, vysokou promyvností s tendencí ke ztrátám důležitých bází a živin s xerofytními podmínkami na jižních expozicích, druhé naopak vysokou retencí a špatnou infiltrací povrchu, nepříznivými fyzikálními podmínkami profilu nebo jeho částí se sklonem k převlhčení. Infiltrace se měří rychlostí průsaku vody do půdy v mm za jednotku času, důležitou roli hraje stav agrotechnického zpracování povrchu, svažitost a obsah šterku.

Retence znamená schopnost krajiny zadržet vodu v půdním profilu a postupně ji uvolňovat pro evapotranspiraci (výdej vody v podobě vodní páry z rostlin). Závisí podobně jako infiltrace na zrnitosti (čím těžší kategorie, tím větší kapilární kapacita – postupně písek, hlína, jíl), hloubce (vzrůstá s hloubkou), obsahu šterku (šterk snižuje retenční prostor), obsahu humusu a organických látek v horizontu O. Retencí půdy myslíme hlavně vodu kapilární. Půdní retence celkem neostrou hranicí přechází v retenci geologického podloží podle typu horniny, puklinového systému a stupni zvětrání. Tento typ retence je možno odvodit z hydrogeologických map.

Podle Kvítka, Mazína, Fišerové (1997) mají trvalé travní porosty celkovou kapacitu oproti ekvivalentním orným půdám zhruba o 5-12 % obj. na 0,1 m půdního horizontu větší. Lze tedy konstatovat, že tyto rozdíly platí do hloubky cca 0,25 – 0,30 m půdního horizontu a retence vody v lučních půdách je zhruba o 15 - 40 mm srážek na 1 m² plochy větší než u orných půd.

Poškození schopnosti půdy zadržet vodu vyplývá především ze změny funkcí půdy dlouhodobým zkulturnováním a degradací na něj vázaným (Šefrna, 2004):

- erozí a akumulací – které mění redistribuci půdních částic od rozvodnice k nivě zrnitost a mocnost profilu
- zhutněním – které výrazně snižuje infiltraci růstem objemové hmotnosti a pórovitosti, v jejímž systému výrazně ubývá makropórů
- snižováním zastoupení edafonu a jeho diversity – důsledkem je ztráta životních podmínek důležitých druhů makroedafonu, který svou činností vytváří síť makropórů pro pohyb gravitační vody
- drenážním odvodněním – urychlující odtok z povodí a tím výrazně zasahující do abiotických podmínek v krajině.

Z některých dalších s menším významem můžeme jmenovat acidifikaci a debazifikaci, které výrazně mění např. strukturnost půd a nepřímo široké spektrum dalších půdních vlastností.

Způsob využití půdního krytu je velmi důležitý a dá se zjednodušeně posuzovat odlišností (antropogenní transformací) od přirozeného klimaxového vegetačního krytu a funkčnosti resp. existence krajinně technických děl. Vycházíme proto z faktu, že původní půdní kryt pod původním rostlinným krytem (až na výjimky listnatý až smíšený typ středoevropských lesů) měl optimální vlastnosti z hlediska ekologických funkcí a tedy i z hlediska odtoku vody z krajiny. Veškeré změny počínaje rolnickou kolonizací a konče tzv. melioračními technicko-hospodářskými úpravami jako odvodnění podzemní i povrchové, scelování pozemků, regulace toků a změny využití půdy maximálním zorněním, vedou ke zhoršení základních půdních funkcí v krajině.

3.3.2 Antropogenní činitelé

Vliv člověka na krajinu a na následný srážko-odtokový proces je neoddiskutovatelný. Součástí ovlivnitelných činitelů na vznik a průběh povodně jsou **antropogenní změny v krajině**, kdy můžeme identifikovat následující faktory (Langhammer, 2004):

- změny ve využití území, struktuře a kvalitě krajinného pokryvu
- plošné odvodnění krajiny
- zkrácení říční sítě
- úpravy koryt toků
- charakter využití údolní nivy



Tyto změny v krajině mají při povodni odlišný dopad na jednotlivé složky odtokového procesu a rozdílně ovlivňují formování povodně, její postup, transformaci povodňové vlny či následky povodně v krajině, na majetku a infrastruktuře.

3.3.2.1 Vliv změn využití území a charakteru krajinného krytu

Změny ve funkčním využití landuse jsou spojovány především s hodnocením míry přírodního charakteru jednotlivých typů krajinného pokryvu. Vliv funkčního landuse na odtokový proces je zásadní a prudké a rozsáhlé změny v landuse mohou mít při extrémních událostech významný vliv.

Při hodnocení vlivu současného stavu využití území a jeho změn na odtokový proces je vedle vlastního funkčního landuse významná rovněž prostorová struktura krajiny a kvalita vegetačního krytu (*Langhammer, 2004*).

a) změny funkčního landuse

Ze změn ve využití území mají pro odtokový proces největší význam tyto:

- odlesnění krajiny
- intenzivní zemědělství
- urbanizace krajiny
- industrializace území.

Odlesnění krajiny

Fyzická přítomnost přirozených krajinných prvků – lesa a luk v povodí je považována za klíčový prvek, ovlivňující charakter srážko-odtokového procesu. Les pozitivně působí na retenci vody v povodí, transformaci povodňové vlny, resp. její rozložení do delšího časového úseku a s tím spojeným snížením kulminačního průtoku a ovlivněním časování souběhu odtokových vln z dílčích povodí (*Maidment, 1993*). Transformační funkce lesa se liší podle druhové skladby lesa, jeho stáří, vzrůstu, zdravotního stavu a charakteru lesního hospodářství. Důležitou roli mají rovněž geografické charakteristiky – charakter reliéfu, hydrografické sítě, celková míra lesnatosti a prostorové rozložení příčných srážek. Největší vliv na průběh povodně má odlesnění krajiny v oblasti formování povodňové vlny, tj. zpravidla v horských oblastech a obecně v pramenných oblastech toků, kde hraje intercepce vegetace zásadní roli ve srážko-odtokovém procesu.

Intenzivní zemědělství

Intenzivní zemědělská výroba je spojena zejména s druhou polovinou 20. století, nicméně výrazné zásahy do krajiny spojené se zemědělstvím provázejí lidskou společnost dlouhodobě.

Z hlediska extrémních srážko-odtokových událostí se přeměna původních krajinných prvků projevuje především ztrátou retenční kapacity půdy i zemědělského území jako celku. Rozdíly mezi retenční kapacitou zemědělské půdy a půdy lesní či přirozených luk jsou řádové a při povodni mají vliv na změnu schopnosti krajiny transformovat odtokovou vlnu.

Struktura plodin na zemědělské půdě je velmi důležitá při srážko-odtokovém procesu, a to konkrétně při splavování půdy z polí. Podle Kašpárka (1997) se přívalová srážka, která na úhoru způsobí odtok $100 \text{ m}^3/\text{ha}$, projeví v porostech širokořádkových plodin (okopanin, kukuřice, zeleniny, ovocných výsadeb, vinic a chmelnic) povrchoým odtokem $46 - 66 \text{ m}^3/\text{ha}$, v porostech úzkořádkových plodin (obilnin, luskovin a olejnin) $32 - 38 \text{ m}^3/\text{ha}$, v porostech víceletých pícein $7 - 29 \text{ m}^3/\text{ha}$ a na dobře odvodněné louce jen $0 - 7 \text{ m}^3/\text{ha}$. V tab 6 můžeme porovnat výše smyvu půdy u vybraných kultur.

Tab 6: Porovnání výše smyvu půdy u vybraných kultur (zdroj: Kašpárek, 1997)

Kultura	%
půda bez vegetace	100,0
kukuřice, okopaniny	50,0
obiloviny	25-10
jeteloviny	2,0
víceleté travní porosty	0,5

Intenzivní zemědělství je navíc často doprovázeno plošným odvodněním území, které zejména v podobě otevřených drenážních systémů má dopad na urychlení odtoku z krajiny, nedostatečné využití retenční kapacity půdy a změny časování odtokových vln.

Urbanizace a industrializace

Urbanizace a industrializace představuje nejintenzivnější formu přeměny původních přírodních struktur, spojenou s nejdrastičtějším ovlivněním procesu povrchového odtoku. Urbanizované oblasti mají díky zpevnění povrchu prakticky nulovou retenční kapacitu, navíc díky kanalizaci vodotečí a odpadním systémům maximálně akcelerují povrchový odtok vody.

Industrializované plochy a zejména oblasti povrchové těžby nerostů potom přinášejí drastické zásahy do hydrografické sítě. V industriální krajině dochází k překládání koryt toků, jejich kanalizaci či zatrubnění, převáděním vody mezi povodími, intenzivnímu čerpání vodních zdrojů a jejich účelové akumulaci. Obnažené plochy zbavené vegetace i původní hydrografické sítě potom zcela postrádají schopnost zadržovat vodu v krajině a v důsledku toho je protipovodňová ochrana zcela odkázána a na technickou ochranu. Při extrémních událostech, kdy dochází k překročení limitů ochranných prvků, se vyskytují enormní škody na majetku a infrastruktuře (*Langhammer, 2004*).

b) změny ve struktuře krajiny

V průběhu 20. století došlo ve většině vyspělých zemí k rozsáhlému scelování zemědělských pozemků, které bylo motivováno snahou o vyšší efektivitu hospodaření, zvýšení výnosů a zisků z produkce. Tento proces způsobil rozpad dlouhodobého mozaikovitého uspořádání krajiny a její přeměnu na rozsáhlé komplexy lánů s monokulturními plodinami.

Pro povrchový odtok tato změna přinesla možnost celkového zrychlení odtoku z krajiny díky odstranění překážek i přirozených retardačních pásů, původně oddělujících jednotlivé pozemky. Zároveň tím byl poskytnut vyšší prostor pro vodní erozi a pro změny časování povodňových vln.

c) změny kvality vegetačního krytu

Při uvažování změn v krajině je nutno sledovat i změny kvalitativních charakteristik vegetace, zejména lesa. Díky oslabení lesních porostů emisemi z průmyslu jsou na řadě míst lesy náchylné k napadení škůdci a ke vzniku kalamit, kdy dochází k odumírání lesů v celých rozsáhlých oblastech. Přestože z hlediska funkčního využití ani prostorové struktury krajinného krytu ke změnám nedochází, změna kvality vegetace dlouhodobě ovlivňuje parametry základní hydrologické bilance postiženého území.

Vliv změn funkčního využití území, struktury krajinného krytu, stejně jako kvality vegetace na odtokový proces je limitovaný celkovou retenční schopností krajiny. Po překročení infiltrační kapacity půdy a retenční schopnosti území přestává prvek využití krajiny hrát v odtokovém procesu významnější roli. Hranice, za kterou dochází k této změně, závisí na fyzickogeografických podmínkách území a charakteru i intenzitě jeho využití, zpravidla však nepřesahuje úroveň opakování 5-10 ti-leté srážky (*Langhammer, 2004*).

3.3.2.2 Plošné odvodnění krajiny

Systematické odvodnění krajiny zasahuje zejména oblasti s intenzivní zemědělskou produkcí, kdy drenážní systémy jsou budovány s cílem využít pro pěstování plodin maximum dostupného území a maximalizovat tak zisk z hospodaření. Z hlediska vlivu na odtokový proces rozlišujeme dvě hlavní formy odvodnění, které působí odlišným způsobem (Langhammer, 2004):

- otevřené drenážní systémy (open drains) – působí v krajině jednoznačně negativně, neboť koncentrují povrchový odtok a urychlují odvádění vody z krajiny, aniž využívají její retenční potenciál.
- uzavřené drenážní systémy (closed drains) – působí na odtok pozitivně tím, že odvádějí přebytečnou vodu z půdního profilu a zvyšují tak jeho infiltrační kapacitu. Výsledkem je účinnější transformace povodňové vlny, snížení kulminačního průtoku a rozložení odtokové vlny v čase, popsany mechanismus je však limitován infiltrační kapacitou půdy a při jejím překročení přestává mít drenáž na odtok účinek. Pozitivní efekt uzavřených drenáží je logicky nejvyšší při malých povodních, stejně jako i v počátečních fázích velkých povodní, kdy účinnější transformací povodňového odtoku dochází alespoň k dílčímu snížení kulminačního průtoku. Při extrémních povodních, kdy je překročena návrhová kapacita drenážního systému hrozí jeho zahlcení a destrukce, spojená s výraznou erozí a hmotnými škodami.

3.3.2.3 Zkrácení říční sítě

V kulturní krajině se díky intenzivnímu využití území v posledních 300 letech setkáváme s různě intenzivním zkracováním říční sítě. Vodní toky byly a jsou napřimovány zejména kvůli využití toků pro dopravu materiálu, odvodnění zemědělských ploch, ochrany měst a obcí před povodněmi či obecné urbanizaci a industrializaci krajiny.

Zkrácení říční sítě má na odtok vody z krajiny při povodni silně negativní vliv. Zkrácením délky toku dochází k podstatnému snížení objemu říční sítě a tím ke zvětšení podílu odtokové vlny, který je třeba uskladnit mimo vlastní koryto. Zkrácení toku vede dále ke zrychlení postupu povodňové vlny údolní nivou, což snižuje možnosti využití jejího retenčního potenciálu pro transformaci povodně. Zvýšení rychlosti povodňové vlny s sebou nese zvýšení její strmosti a dosažení vyšších hodnot vodních stavů při kulminaci. Zároveň

zrychlení postupu povodňové vlny krajinou zkracuje významně čas, potřebný pro přípravu protipovodňových opatření, evakuaci obyvatel a zajištění majetku proti škodám (Langhammer, 2004).

3.3.2.4 Upravenost koryta toku

Antropogenní zásahy při úpravě koryt toků můžeme rozlišovat na úrovni změn ve vlastním korytě toku a na změny v podélném profilu (Langhammer, 2004).

Díky intenzivní antropogenní činnosti je v současné době v kulturní krajině převážná část koryt vodních toků upravena s různou měrou intenzity. Nejčastějším projevem je zahloubení koryta, budované za účelem zvýšení kapacity koryta, které je tak schopno bezpečně převést daným územím větší průtok. Břehy a dno bývají zpevněny pomocí různých typů stavebních úprav – od kamenné dlažby po použití prefabrikovaných profilů z betonu. Extrémní formou je zatrubnění toku – převedení volného koryta do uzavřeného potrubí, kterým je voda převáděna zpravidla přes průmyslové zóny, intravilány či pod komunikacemi.

Zpevnění břehů a dna umělými materiály vede ke snížení hydraulické drsnosti koryta v jeho příčném profilu a tím ke zvýšení rychlosti proudění vody v toku. Při povodni to má za následek nárůst strmosti povodňové vlny, dosažení vyšších hodnot vodních stavů při kulminaci a zvýšení její destruktivní síly spojené s nárůstem erozní činnosti.

Pro charakter a výši škod způsobených povodní je navíc obzvláště kritické **střídání přírodních a upravených úseků**. Napřímené a upravené úseky zvyšují rychlost povodňové vlny a provádějí vodu krajinou rychleji. Následuje-li za upraveným úsekem toku úsek s přírodním charakterem, kde je přirozeně vyšší drsnost koryta a tok není napřímený, povodňová vlna působí vyšší škody jak na říčním korytě, tak na majetku v údolní nivě.

Extrémní zvýšení rizika představují při povodni **zatrubněné úseky toků**. Díky množství materiálu, přinášeného povodní, se jejich vstupní propust zahltí, dojde k vytvoření umělé hráze, ke zvýšení erozní a akumulační činnosti a zpravidla i k destrukci celé struktury.

Upravenost toku v podélném profilu představuje přítomnost stupňů, jezů či hrází v korytě toku. Tyto struktury mění podmínky proudění v toku, zejména jeho rychlost a zásadním způsobem ovlivňují erozní a akumulační aktivitu toku. Jezy a stupně v korytě jsou za normálních hydrologických podmínek důležité pro diverzifikaci proudění v toku, zpomalení odtoku z upravených či napřímených toků a pro zlepšení kyslíkových poměrů v tocích a pro život vodních organismů. Při povodni však jezy představují překážku proudění

a v důsledku toho jsou místy koncentrovaného výskytu erozních a akumulčních projevů povodně. Následky povodně umocňuje nevhodné umístění jezu, například v ohybu řeky, nebo na konci dlouhých intenzivně upravených úseků, naopak u dobře dimenzovaných jezů a zejména u takzvaných pohyblivých jezů nebývají škody rozsáhlé.

Jako výrazná úprava na vodním toku může být i výstavba **vodní nádrže**, která má pak obrovský vliv na průběh povodně (*Vít, 1997*). Ochranný účinek většiny nádrží je ale z povahy věci omezený. Významnější je bezprostředně pod vodním dílem, po toku postupně klesá. Výrazně zmenšuje především menší povodně, ty extrémní zpravidla podstatně neovlivní. Každá nádrž určitým způsobem transformuje každou povodňovou vlnu, přičemž tento účinek je závislý hlavně na velikosti nádrže a povodně, na tvaru povodňové vlny, na počátečním naplnění nádrže, na kapacitě vypustných zařízení a kapacitě toku pod nádrží, na velikosti retenčního prostoru nádrže a samozřejmě na manipulacích. Pak můžeme povodeň oddálit, snížit kulminaci nebo ji zcela zachytit. Přehrady mohou navíc zachytit i velké množství plavenin a splavenin, které mohou následně výrazně omezovat kapacity vodních toků.

Výše zmíněná fakta o upravenosti koryt toků lze podpořit výsledky z podrobného šetření povodňových škod na tocích ve správě Povodí Labe a.s., které bylo provedeno po povodni v roce 1997. Proběhlo ve dvou etapách a zdokumentovalo více jak 260 lokalit. Z výzkumu byly vyvozeny následující závěry týkající se úprav vodních toků (*Šnopl, 1997*):

- a) Rozsah poškození upravených úseků je různý, směrem od pramene klesá jak stupeň poškození (od devastace po drobná poškození), tak i délka poškozených úseků. Např. na horním Labi bylo evidováno 12 lokalit většinou jednostranného poškození v souhrnné délce 3,3 km, přičemž celková délka úprav v úseku je 23,8 km. Podobně na Tiché Orlici bylo zjištěno 15 lokalit v souhrnné délce poškození 0,56 km z celkové délky upraveného toku 16,5 km.
- b) Koryta upravených úseků toků splnila i přes částečná poškození svoji funkci a převedla až na výjimky povodňové průtoky v očekávané výši dané kapacitou průtočného profilu. Tím zcela nebo podstatně přispěla k ochraně přilehlého území, zejména zástavby. Ve srovnání s přirozenými úseky byly dopady a účinky povodní na okolní území podél upravených toků minimální.
- c) Potvrdila se opodstatněnost těžkých úprav se spádovými stupni v horských oblastech, přes své stáří se osvědčily úpravy ve zdech v zástavbě obcí a měst.
- d) Průtokové anomálie a vyběžení v upravených úsecích souvisely většinou s částečným nebo úplným ucpáním průtočného profilu nesenými naplaveninami v kritických

profilech lávek, mostů, členěných jezů a v úsecích trvalé vegetace v korytě. Ojedinele došlo k porušení ochranné hráze, a to přelitím.

- e) Závažným nedostatkem je skutečnost, že dílčí úpravy v zástavbě nebo kolem průmyslových objektů, provedené na poměrně vysoký stupeň ochrany, nemají kapacitně zajištěn odtok do navazujícího přirozeného koryta a inundačního území. Zpětné vzdutí do upravených úseků znehodnocuje funkci těchto staveb a komplikuje odtokové poměry obcí a měst.

3.3.2.5 Upravenost a charakter využití údolní nivy

Pro schopnost krajiny transformovat povodňovou vlnu je rozhodujícím činitelem stav a charakter údolní nivy. Plocha inundací tvoří v ČR 2,2 % plochy státu (*Petříček, 1998*). Údolní niva představuje nejnižší část údolního dna, ve které dochází k rozlivu vody z koryta řeky při povodni. V této oblasti by měly převládat přirozené krajinné prvky, zejména louky, pastviny a v menší míře i lesní porosty. Tyto typy krajinného pokryvu snášejí i vícedenní zaplavení a především mají schopnost zdržet vodu, vylitou do prostoru údolní nivy, a transformovat tak povodňovou vlnu, to znamená rozložit její průběh do delšího časového úseku a snížit tak kulminační hodnotu vodního stavu i průtoku. V případě nevhodného využití však transformační a retenční schopnost nivy prudce klesá. Jedná se nejčastěji o přítomnost zemědělských ploch, kdy zejména orná půda nejen že neumožňuje účinnou retenci vody v nivě, ale navíc poskytuje zdroj materiálu pro intenzivní erozi materiálu, který je následně deponován v dolních částech toku (*Konvička, 2002*). Přítomnost zemědělských ploch a zejména sídel a průmyslových objektů v údolní nivě navíc díky potenciálním vysokým ekonomickým škodám vyvolává tlak na intenzivnější upravenost koryta toku, zejména jeho zkapacitnění, opevnění břehů či budování hrází, což opět snižuje transformační a retenční schopnost nivy a tím i možnosti efektivního a levného dosažení snížení kulminace povodně.

Pro výši škod při povodni jsou, zejména při extrémních povodních, kdy dochází k vyplnění celé údolní nivy, rozhodující **překážky proudění**. Jde o nesprávně umístěné a chybně dimenzované objekty v údolní nivě jako mosty, tělesa dopravních komunikací, regulační struktury na toku či nevhodně umístěné budovy. Při normálních hydrologických podmínkách i při malých povodních nepředstavují tyto objekty problém. Při extrémních událostech, jako jsou bleskové povodně nebo rozsáhlé regionální povodně, však dochází k překročení návrhových hodnot a tyto objekty se stávají překážkou pro proudění. Díky

materiálu unášenému povodní se tak například zahlí oblouky mostních konstrukcí či propustky pod tělesy komunikací, dojde k vytvoření dočasné hráze, která je následně protřena. Tím dochází nejen k destrukci vlastního objektu, ale především ke vzniku bleskové povodňové vlny, která v navazujících částech toku působí podstatně vyšší škody než odpovídá charakteru povodně (Langhammer, 2004).

Jako názorný příklad důležitosti údolní nivy a jejího charakteru na průběh povodně jsou uvedeny poznatky získané po povodni v České republice v srpnu 2002 (Kolektiv autorů, 2005). Pro vymezení údolní nivy si zvolili **typ půdy ze skupiny fluvizemí**, jež je tím pádem jedním z indikátorů rozsahu záplav a vůbec plošného rozsahu akumulací vodního toku. Tyto půdy mají však některá omezení, jako např. že se nevyskytují v erozních zónách říčních údolí a podléhají antropogenním zásahům (těžba a jiné úpravy krajiny). Z porovnání rozsahu fluvizemí a plochy záplavy v roce 2002 se ukázaly mírné rozdíly mezi horními, středními a dolními úseky vodních toků. Například na horních úsecích toků v povodí Otavy došlo sice k rozlivům, ale jejich údolní nivy většinou zcela zaplaveny nebyly. Naopak ve středních a dolních tratích došlo k úplnému zaplavení většiny údolních niv a místy dokonce i k zaplavení spodních částí přilehlých bočních svahů údolí. Tuto rozdílnost lze vysvětlit jednak menší extremitou srpnové lokální srážky oproti historickým případům a jednak úpravami toku (zahlobení, napřímen, zmenšení drsnosti koryta atd.), které mají za následek rychlejší odtok. Snižuje se tak efekt transformace povodňové vlny, který by zmenšil a zpozdil zasažení niv dolních a středních toků. V několika málo případech došlo k přesahu záplavy za hranice fluvizemí, a to na Vltavě nad Českými Budějovicemi, na soutoku Vltavy a Labe a na Labi u Terezína. Uvedený jev je kromě extremity povodně nesporně opět důsledkem antropogenních úprav nivy (zejména násypy komunikací) a postupné agradace (navyšování) niv dolních úseků toků vlivem akumulace materiálu z odlesňování erozně náchylných oblastí, což je proces trvající již zhruba tři tisíce let.

Co se týče **využití krajiny v záplavových územích** zasažených povodněmi v roce 2002 (Kolektiv autorů, 2005), tak největší stupeň přeměny člověkem vykazovala niva dolní Berounky s rozlohou 2 276 ha. Z této plochy je 33 % výrazně přeměněno (zejména obytnou i průmyslovou zástavbou a terénními úpravami), 40 % plochy tvoří orná půda. Výrazně upravená je také niva Vltavy nad Českými Budějovicemi (23 % plochy nivy). U ostatních niv se pohybuje podíl člověkem upravených částí celkové plochy od 9 do 13 %. S uváděným rozsahem antropogenních úprav nivy dobře koresponduje rozsah zaznamenaných škod, které byly nejčetnější právě v údolní nivě Berounky.

Naopak srpnová povodeň nezpůsobila na přírodě blízkých ekosystémech žádné škody (*Kolektiv autorů, 2005*). Kladný vliv povodně zaznamenaly populace některých zvláště **chráněných živočichů**. Šterkové nánosy se staly hnízdištěm písíka obecného. Břehové nátrže osídlil ledňáček říční. Dřevinná společenstva v nivách byla sice zdrojem splávi, avšak zachytila větší část splávi, než z nich bylo uvolněno. Z tohoto důvodu je vhodné, s ohledem na další pozitivní retenční funkce lesů a křovin, rozšiřovat jejich zastoupení v nivách.

3.4 Shrnutí

Výše zmíněné faktory mající vliv na vznik a průběh povodně se dají ještě rozdělit na dva typy (*Benešová, 2003*): **neovlivnitelné** a **ovlivnitelné**. Do první skupiny patří extrémní srážky a přírodní poměry území (povodí), na něž spadnou (sklonitost, členitost, pedologické a geologické poměry). Časové a prostorové rozložení těchto činitelů je přirozeně dané a nelze je „výrazně“ korigovat. Vznik povodňových situací a jejich důsledky lze jen omezit, nikoliv vyloučit.

Druhá skupina ovlivnitelných faktorů se dělí ještě na primárně ovlivnitelné – stav povodí (zástavba, využití území, rozmístění kultur, stav vegetačního krytu, hospodaření na pozemcích, úroveň péče o půdní fond, eroze, možnosti akumulace a retence) a na sekundárně ovlivnitelné – stav hydrografické sítě v daném povodí a úroveň péče o ni.

Konkrétněji, **přírodními faktory**, které nelze vůbec ovlivnit, jsou absolutní výška srážek a intenzita jejich vypadávání. Ostatní přírodní činitelé, kteří bývají z menší části již člověkem ovlivněné, působí v krajině především na retenci a infiltraci vody do půdy. Těmi jsou (*Kvítek, Mazín, Fišerová, 1997*): procento zornění zemědělského půdního fondu v povodí; velikost bloků orné půdy a jejich umístění v terénu; rozmístění, velikost a diverzita trvalých kultur (louka, les) v krajině a hloubka půdního profilu a jeho zrnitostní složení. Člověk může tuto schopnost krajiny zadržovat v sobě vodu (retence) zhoršovat dlouhodobým zkulturnováním a degradací půdy (eroze, akumulace, zhutnění půdy, snižování zastoupení edafonu a jeho diversity, drenážní odvodnění).

Hlavními **antropogenními činiteli**, mající vliv na srážko-odtokový proces, především při povodni, jsou (*Langhammer, 2004*): změny ve využití území, struktura a kvalita krajinného pokryvu; plošné odvodnění krajiny; zkrácení říční sítě; úpravy koryt toků a charakter využití údolní nivy. Každý faktor a zvláště jejich kombinace má odlišný vliv na formování povodně, její postup či následky po povodni.

Ze změn ve využití území jsou nejdůležitější odlesnění krajiny, intenzivní zemědělství, urbanizace a industrializace území. Jak tyto změny funkčního landuse, tak změny ve struktuře a kvalitě krajinného pokryvu mají vliv na odtokový proces pouze do doby překročení infiltrační kapacity půdy a retenční schopnosti území.

Plošné odvodnění krajiny se děje ve dvou formách: otevřené drenážní systémy, mající jednoznačně negativní vliv na odtok vody z krajiny při povodni, a uzavřené drenážní systémy, které působí na odtok sice pozitivně, ale zase jen do doby překročení infiltrační kapacity půdy. Poté přestává mít drenáž na odtok účinek.

Zkrácení říční sítě působí na odtok vody z krajiny při povodni velmi negativně, a to zrychlením postupu povodňové vlny, což sebou přináší další negativní důsledky na krajinu. Nepříjemná je skutečnost, že díky zkrácení toku jsou postiženy především oblasti níže na toku, které by byly zasaženy méně nebo vůbec.

I když upravenost koryta toku má někde lokální protipovodňový význam, většina antropogenních zásahů při úpravě koryt znamená negativní vliv na povodňovou vlnu (zrychlení odtoku z krajiny) či tvorbu překážek proudění vody při povodni. Jedná se především o úpravy ve vlastním korytě toku (zahlobení koryta, zpevnění břehů a dna umělými materiály, zatrubnění úseků) či v podélném profilu (jezy, stupně, hráze). Zvláštní úpravou je stavba vodní nádrže na toku, jejíž ochranný účinek při průběhu povodně je omezený, pozitivně působí při malých povodních, ty extrémní zpravidla podstatně neovlivní.

Pro transformaci povodňové vlny je nejdůležitějším faktorem stav a charakter údolní nivy. Aby její transformační účinek při povodni byl co největší, měly by v této oblasti převládat přirozené krajinné prvky, jako jsou louky, pastviny, v menší míře i lesní porosty. Pokud se niva nevhodně využívá (orná půda, zastavěné plochy), její retenční schopnost prudce klesá. V případě, že se v území nivy nachází překážky proudění vody, jako jsou mosty, násypy silnic a budovy, poté při extrémní povodni tyto překážky představují velký problém, kdy dochází ke zvýšené devastaci majetku, akumulaci fluvialních sedimentů, erozi břehů a vzniku bleskové povodňové vlny.

Teoretické poznatky z literatury i praktické zkušenosti získané při řešení projektu „Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní“ potvrdily autorům (Langhammer, 2004), že historické změny ve struktuře využití krajiny, zkrácení vodních toků či míra současné upravenosti jejich koryt jsou významnými činiteli, mající vliv na odtokový proces při povodňových událostech. Význam antropogenní upravenosti krajiny spatřují především v ovlivnění rychlosti odtoku vody z krajiny, tvaru odtokové vlny a snížení

možnosti její účinné transformace. Možnost pozitivního ovlivnění průběhu povodně zásahy do struktury krajiny je však limitována, zejména s ohledem na fyzickogeografické poměry povodí a charakter a intenzitu upravenosti jednotlivých složek krajiny.

4. SYSTÉM PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ V ČESKÉ REPUBLICE

V České republice se protipovodňová ochrana provádí prakticky ve třech směrech:

- systém právních norem a opatření,
- systém preventivních organizačních opatření,
- systém preventivních opatření v krajině a technická opatření.

4.1 Systém právních norem a opatření

Tato kapitola se věnuje systému protipovodňových opatření v české legislativě, kdy se protipovodňová ochrana opírá především o zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) ze dne 28. června 2001 a dále o dokument „Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky“, které zpracovalo Ministerstvo zemědělství v dubnu roku 2000. Protipovodňová ochrana také souvisí s dalšími důležitými dokumenty jako je např. Plán hlavních povodí České republiky (2007), Plány oblastí povodí, Programy prevence před povodněmi a další.

4.1.1 Vodní zákon

Vodní zákon (*Zákon č. 254/2001 Sb., 2001*) se zabývá samotnou ochranou před povodněmi v Hlavě IX. – „Ochrana před povodněmi“ celkem v pěti dílech. Od § 63 do § 87 definuje, vysvětluje a vymezuje pojmy jako jsou povodně, povodňová opatření, záplavová území, území určená k rozlivům povodní, území ohrožená zvláštními povodněmi, stupně povodňové aktivity, povodňové plány, předpovědní a hlásná povodňová služba, povodňové prohlídky, povodňové záchranné práce, dokumentace a vyhodnocení povodní, povodňové orgány, ostatní účastníci ochrany před povodněmi (správci povodí, správci vodních toků atd.), náklady na opatření na ochranu před povodněmi. Zákon říká, že ochrana před povodněmi jsou opatření k předcházení a zamezení škod při povodních na životech a majetku občanů, společnosti a na životním prostředí prováděná především systematickou prevencí, zvyšováním retenční schopnosti povodí a ovlivňováním průběhu povodní.

Důležitou částí vodního zákona je Hlava IV. – „Plánování v oblasti vod“, kde jedním z cílů tohoto plánování je vymezit a vzájemně harmonizovat veřejné zájmy ochrany před povodněmi a dalšími škodlivými účinky vod. Skládá se z Plánu hlavních povodí České

republiky a plánů oblastí povodí, včetně programů opatření. Tyto dokumenty jsou součástí procesu plánování v oblasti vod (vyhláška č. 142/2005 Sb., o plánování v oblasti vod), jako soustavné koncepční činnosti garantované státem, který byl zaveden do českého právního řádu podle požadavků transposice „acquis communautaire“ Evropských společenství, zejména směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

4.1.2 Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky

Stejně jako v řadě evropských zemí, které byly v průběhu 90-tých let postiženy rozsáhlými povodněmi, vyvolaly povodně v roce 1997 pozitivní obrat ve vnímání významu povodňové ochrany i v České republice. Tyto povodňové situace byly v evropských státech impulsem ke zpracování řady koncepčních dokumentů, které musí analyzovat příčiny i průběh povodní a navrhnout systémová opatření ke zlepšení úrovně povodňové ochrany. V rámci Evropské unie byly tyto situace dokonce podnětem formulování nové vodní politiky. Prakticky stejný vývoj je možné sledovat i v České republice. Na základě důkladného hodnocení povodňové katastrofy v roce 1997 uložila vláda v roce 1999 zpracovat strategii povodňové ochrany jako základ systémového přístupu v této oblasti formulovat potřebná opatření. V dubnu roku 2000 tedy vznikl dokument „**Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky**“ (dále jen „Strategie“), který na základě znalosti průběhů povodní a stávajících technických, organizačních a legislativních opatření formuluje návrhy a směry dalších možností k omezení jak rozsahu povodní, tak snížení jejich ničivých následků. Jejím cílem je rovněž vytvořit základ pro rozhodování veřejné správy nejen při konkrétní realizaci opatření proti povodním, ale rovněž pro usměrňování rozvoje území. Kromě věcné náplně má i charakter obecně politického dokumentu, který usměrňuje činnost veřejné správy a ovlivňuje socio-ekonomické sféry života v České republice (*Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR, 2000*). Přijetím tohoto dokumentu a promítnutím některých zásad „Strategie“ do vodního zákona v roce 2001 se systém úrovně ochrany před povodněmi významně zlepšil, avšak ukázalo se, že důsledné naplňování jejích principů je dlouhodobou záležitostí (*Plán hlavních povodí ČR, 2007*).

Východiskem „Strategie“ je respektování těchto poznatků (Plán hlavních povodí ČR, 2007):

- povodně jsou přírodní fenomén, kterému nelze zabránit;
- nepravidelný výskyt povodní vede k podceňování jejich rizika,
- oblasti výskytu povodní jsou nezávislé na administrativních hranicích,
- povodně jsou součástí přírodních procesů a pro říční a na vodu vázané ekosystémy jsou důležitým faktorem jejich přirozeného vývoje,
- zásahy do přírodních procesů, zejména změny ve využívání území v ploše povodí a v údolních nivách, významně ovlivňují odtokové poměry a způsobují rizika zrychlení a zvýšení odtoků,
- probíhající a očekávané klimatické změny opodstatňují obavy, že četnost výskytu i intenzita extrémních hydrologických jevů, tj. jak povodní, tak i období sucha, může růst,
- absolutní ochrana před povodněmi není možná; vždy existuje riziko výskytu větší povodně než je povodeň návrhová, riziko poruchy či havárie jednotlivých prvků ochranných systémů před povodněmi nebo riziko výskytu jevů, které mohou funkčnost prvků ochranných systémů omezit.

Podle „Strategie“ (2000) je problematika omezování škodlivého účinku vod a návrhů preventivních opatření zpracována v celém povodí v těchto postupných krocích:

- zhodnocení současného stavu včetně určení záplavových území, území ohrožených zvláštními povodněmi a potenciálních povodňových škod,
- zpracování předběžných variant možné protipovodňové ochrany včetně ohodnocení jejich finanční a technické náročnosti a posouzení vlivu na životní prostředí,
- provedení rizikové analýzy a určení návrhové míry ochrany, projednání předběžných variant a výběr optimální varianty,
- detailní dopracování výsledné varianty,
- sestavení akčního plánu opatření,
- promítnutí opatření akčního plánu do územních a povodňových plánů.

Povodňové události ve větší části povodí Vltavy , na dolním Labi a v části povodí Dyje v roce 2002 a jarní povodně v roce 2006 téměř na celém území České republiky ukázaly, že je nadále nutné zlepšit jak operativní systémy aktivované při probíhající povodni, především při záchraně obyvatel a majetku, tak systémy zabezpečení preventivních opatření.

Proto byla v dubnu roku 2006 v souvislosti s přípravou aktualizace „Strategie“ zpracována „Analýza plnění Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky z roku 2000“ (dále jen „Analýza“), jejímž cílem bylo ověřit, jak se jí daří naplňovat a na základě toho navrhnout úpravu uplatňování některých zásad v Plánu hlavních povodí České republiky. V rámci „Analýzy“ byly hodnoceny níže uvedené zásady „Strategie“ s následujícími závěry, které jsou doplněny o některé významné aktivity učiněné od dubna 2006 (*Analýza plnění Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky z roku 2000, 2006*):

Preventivní opatření pro ochranu před povodněmi je nejefektivnější formou ochrany.

Konkrétní realizace preventivních protipovodňových opatření je naplňována prostřednictvím souboru programů Prevence před povodněmi v rámci programového financování. V rámci vládou schváleného Programu prevence před povodněmi II byla přijata i metodika pro hodnocení efektivnosti a účelnosti technických opatření.

Význam prevence před povodněmi a realizace protipovodňových opatření se promítá také do komplexního pojetí plánování v oblasti vod v souladu s vodním zákonem.

Na zabezpečení realizace preventivních opatření ke snížení škodlivých účinků povodní se musí podílet vlastníci a správci nemovitostí, což mohou být rovněž organizace na úrovni regionů, okresů, obcí anebo individuální osoby.

Tato zásada byla promítnuta do ustanovení § 86 vodního zákona. Přes dílčí zapojování obcí a krajů na finanční spoluúčasti k realizaci akcí v rámci zřízených programů se nedaří výrazněji finančně zapojit chráněné subjekty do realizace opatření na ochranu před povodněmi širšího nadmístního nebo nadregionálního charakteru. Výjimkou bylo financování protipovodňových opatření Hlavního města Prahy výhradně z prostředků města. Dosud chybí přesné určení zodpovědnosti jednotlivých subjektů za přípravu a realizaci preventivních ochranných opatření s provázáním na jejich finanční spoluúčast na úhradě investičních a provozních nákladů těchto opatření. Nepodařilo se také nastavit motivační prostředí, které by nutilo ohrožené subjekty minimalizovat požadavky na povodňovou ochranu, maximalizovat efekt ochranných opatření a z vlastní iniciativy snižovat potenciál škod v ohroženém území odstraňováním konfliktních aktivit.

Efektivní preventivní opatření je nutné uplatňovat systémově v ucelených (hydrologických) povodích a s ohledem na provázání vlivů jednotlivých opatření podél vodních toků.

Uplatnění této zásady probíhá zejména v Programu prevence před povodněmi v gesci Ministerstva zemědělství, kdy výběr jednotlivých opatření preventivního charakteru podléhá posouzení účinnosti v uceleném povodí. Tato zásada se uplatňuje zpracováváním komplexních studií odtokových poměrů a protipovodňových opatření v ucelených povodích integrující opatření ke zvýšení retence krajiny, opatření umožňující vymezit území k rozlivům povodní, opatření k akumulaci povodňových průtoků ve vodních nádržích, případně v suchých nádržích a ochranných hrázích.

Pro efektivní ochranu před povodněmi je třeba nalézt vhodnou kombinaci opatření v krajině, která zvyšují přirozenou akumulaci a retardaci vody v území, a technických opatření k ovlivnění povodňových průtoků.

V uplynulém období nedošlo až na výjimky k proklamovanému koncepčnímu přístupu při realizaci technických a přírodě blízkých opatření, a to zejména proto, že chyběl strategický dokument pro navrhování a realizaci opatření v krajině pro Českou republiku. Pro důsledné uplatnění této zásady bude nutné soustředit na jejich zpracování odpovídající finanční prostředky.

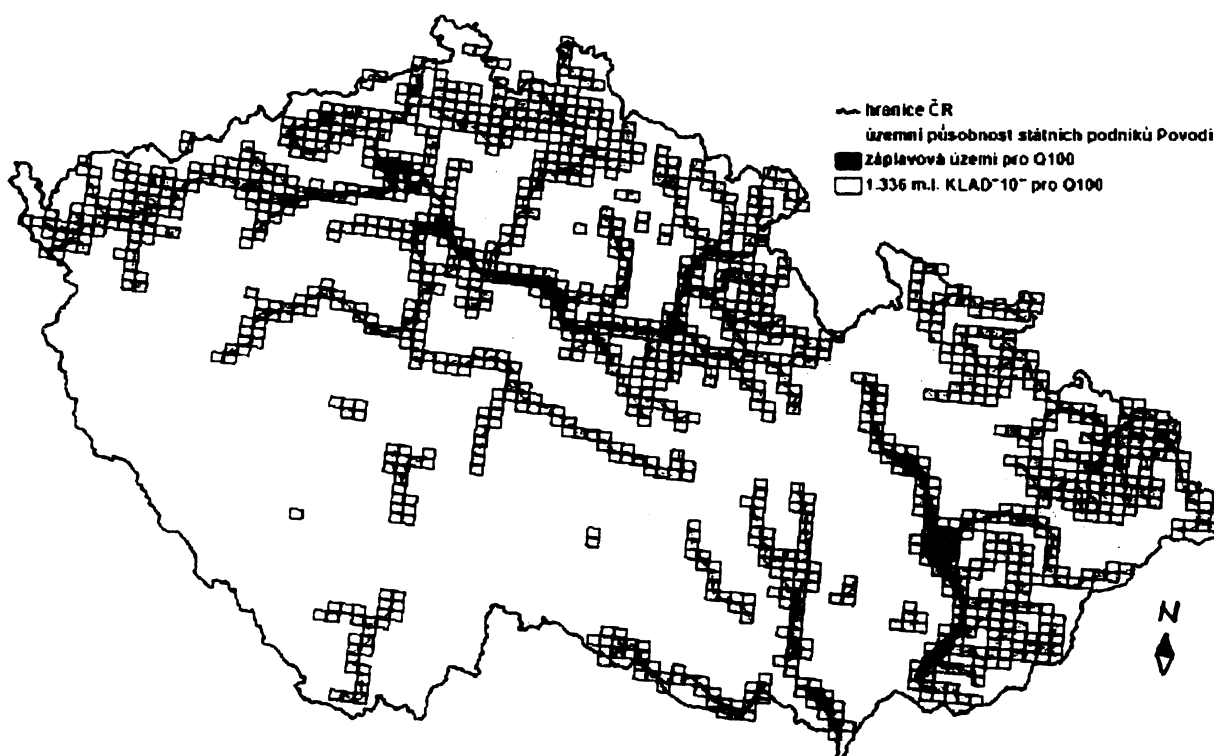
Pro zajištění obnovy a stabilizace vodního režimu krajiny vznikl v gesci Ministerstva životního prostředí Program revitalizace říčních systémů. V rámci tohoto programu jsou poskytovány finanční prostředky na opatření vedoucí ke zpomalení odtoků vody z území a zvýšení biologické rozmanitosti krajiny. V říjnu 2006 schválila vláda České republiky Operační program Životní prostředí, který mj. obsahuje v rámci prioritní osy 1 dotační titul „Omezování rizika povodní“ a v rámci prioritní osy 6 dotační titul „Optimalizace vodního režimu krajiny“.

Realizace technických opatření je zabezpečována zejména prostřednictvím Programu prevence před povodněmi v gesci Ministerstva zemědělství – viz kapitola 4.1.3.

Pro návrhy opatření k ochraně před povodněmi je třeba využívat kvalitní informace o geomorfologii území, rostlinném pokryvu, složení půdy a moderní informační technologie umožňující modelování povodní, tj. informace, které zpřesňují vymezení rozsahu a průběhu povodní a zároveň dovolují posuzovat účinnost zvolených opatření podél celého vodního toku.

V období od roku 2000 se podařilo shromáždit podklady a navrhnout technické a kartografické provedení Mapy záplavových území ČR 1:10 000 (mapa 6). Pro veřejnost jsou vydávány a zpřístupňovány v podobě Atlasů záplavových území. Informace potřebné kvality se postupně zabezpečují v rámci přípravy akcí pro Program prevence před povodněmi, při projektech vyhodnocování povodňových událostí v rámci Programu MŽP Podpora prevence v územích ohrožených nepříznivými klimatickými vlivy a v rámci podkladů pro plány oblasti povodí. Na adrese <http://www.vuv.cz/oddeleni-gis/> jsou k dispozici informace, data a mapy všem uživatelům.

Mapa 6: Přehled mapových listů 1:10 000 pokrývající záplavová území pro Q100 v lednu 2007 (zdroj: Plán hlavních povodí ČR, 2007)



K 31. prosinci 2006, z celkové délky 15 547,26 km významných vodních toků ve správě státních podniků Povodí, jsou vodoprávními úřady stanovena záplavová území podél 9 883,14 km, tj. na 63,57 % délky všech významných vodních toků. Součástí nového Programu prevence před povodněmi II je též podprogram „Vymezování záplavových území a studie odtokových poměrů“.

Pro řízení opatření k ochraně lidí a majetku v zaplavovaných územích je třeba zkvalitnit informační systém při povodních a přípravu povodňových plánů.

Pokrok v oblasti předpovědní a hlásné služby i režimu přípravy, schvalování a revize povodňových plánů byl zejména ovlivněn přijetím nových institutů a ustanovení v novém vodním zákoně, metodických pokynů k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby, pro zpracování plánu ochrany území pod vodním dílem před zvláštní povodní a TNV 75 2931 Povodňové plány. Dále byla realizována zejména tato opatření:

- automatizace srážkoměrných stanic,
- rekonstrukce a automatizace vodoměrných stanic v hlásných povodňových profilech,
- zavedení předpovědních hydrologických modelů pro všechna hlavní povodí,
- rozšíření počtu předpovědních profilů ze 20 na 100 (z toho 60 se veřejně publikuje),
- zavedení vstupů kvantifikované předpovědi srážek do modelů,
- prodloužení předstihu hydrologických předpovědí standardně na 2 dny,
- zapojení povodňových výstražných informací do Systému integrované výstražné služby Českého hydrometeorologického ústavu,
- veřejná prezentace informací a předpovědí na internetové stránce předpovědní a hlásné povodňové služby Českého hydrometeorologického ústavu,
- podepsání dohody s Evropským centrem pro střednědobou předpověď počasí v Redingu, na jejímž základě je České republice poskytována meteorologická předpověď na 10 dní,
- podepsání dohody s Institutem životního prostředí a trvale udržitelného rozvoje Evropské unie v Ispře, na jejímž základě je Česká republika zařazena mezi uživatele Evropského systému včasného varování, který je testován na povodí Labe a Dunaje.

V systému hlásné povodňové služby došlo také ke zlepšení vybavenosti měřících sítí správců povodí. Vodohospodářské dispečinky správců povodí v některých případech využívají hydrologické předpovědní modely pro řízení vodních děl za povodní.

V návaznosti na rozšíření informačních služeb Českého hydrometeorologického ústavu a správců povodí se však povodňové orgány stále více spoléhají na tyto profesionální instituce a pomalu zaniká decentralizovaný systém hlásné povodňové služby, založený na aktivitách všech účastníků a přizpůsobený místním podmínkám. Nenaplnuje se představa postupného budování lokálních varovných systémů jednotlivými obcemi.

Usnesením vlády č. 604 ze dne 24. května 2006 byla ministru životního prostředí uložena realizace podpory operativního řízení ochrany před povodněmi, která by měla mít formu projektu informačního systému pro podporu operativního řízení ochrany před

povodněmi. Tento připravovaný informační systém by měl v dostatečné míře zajistit splnění výše uvedených cílů.

S ohledem na charakter území a geografickou polohu České republiky je nezbytné řešit ochranu před povodněmi v mezinárodním kontextu, zejména v rámci stávajících mezistátních dohod o spolupráci v povodích řek přesahujících hranice státu

Česká republika se podílí na mezinárodní spolupráci v ochraně před povodněmi v rámci Mezinárodních komisí pro ochranu velkých řek (Labe, Odra, Dunaj). V rámci aktivit komisí vznikla řada společných materiálů, z nichž k nejdůležitějším patří Akční plán povodňové ochrany v povodí Labe, Akční program ochrany před povodněmi v povodí Odry a Akční program udržitelné ochrany před povodněmi v povodí Dunaje. Tyto dokumenty obsahují i termíny, kdy se zpracovávají společné zprávy o plnění jednotlivých opatření.

V rámci Evropské unie byl přijat v roce 2005 Akční program Evropské unie pro zvládání povodňových rizik a byl impulsem k přípravě nové směrnice Evropské unie o hodnocení a zvládání povodňových rizik. Návrh směrnice je založen na přístupu vycházejícím z mapování povodňového rizika a plánů pro zvládání povodňového rizika. Postup je provázán s činnostmi podle směrnice 2000/60/ES a bude se týkat všech říčních povodí v členských státech, kde existuje potenciální významné riziko pro obyvatele, majetek a životní prostředí nebo kde takové riziko bude důvodně v budoucnu možno předpokládat.

Česká republika se rovněž aktivně účastní zpracování velkých mezinárodních projektů řešení preventivní ochrany před povodněmi metodami územního plánování ELLA a ODERREGIO.

Vzhledem k finanční náročnosti je zabezpečení účinné ochrany před povodněmi víceletý proces, kdy prioritou státního zájmu je podpora prevence oproti úhradě nákladů za škody způsobované povodněmi

Uplatňování této zásady je naplňováno realizací souboru programů prevence před povodněmi a kontrolováno předkládáním zpráv vládě (první zprávu o plnění programů prevence před povodněmi vzala na vědomí vláda svým usnesením č. 335 ze dne 7. dubna 2003 a druhou zprávu usnesením č. 383 ze dne 12. dubna 2006). Plnění programů je pozitivně hodnoceno a doporučeno v realizaci uvedených programů nadále pokračovat a zajistit dostatečné finanční prostředky.

Řízení ochrany před povodněmi je nezbytné založit na přijetí nových legislativních norem.

Základním legislativním dokumentem pro řízení ochrany před povodněmi se stal vodní zákon, který řeší opatření k předcházení a zamezení škod při povodních, vymezuje povodňové orgány a ostatní účastníky ochrany před povodněmi a jejich povinnosti. Na něj navazuje řada prováděcích předpisů.

Postup a odpovědnost při záchranných pracích byl koncipován v novém zákoně č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a zákoně č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Odstraňování povodňových škod a možnost jejich financování bylo zakotveno v novém zákoně č. 12/2002 Sb., o státní pomoci při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou a o změně zákona č. 363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojišťovnictví), ve znění pozdějších předpisů (zákon o státní pomoci při obnově území) a navazující vyhlášce č. 186/2002 Sb., kterou se stanoví náležitosti přehledu o předběžném odhadu nákladů na obnovu majetku sloužícího k zabezpečení základních funkcí v území postiženém živelní nebo jinou pohromou a vzor pověření osoby pověřené krajem zjišťováním údajů nutných pro zpracování tohoto přehledu, ve znění pozdějších předpisů.

4.1.3 Program „Prevence před povodněmi“

Věcné plnění „Strategie“ je obsaženo v materiálu **„Záměry tvorby programů Prevence před povodněmi“**, který vláda vzala na vědomí svým usnesením č. 897 ze dne 13. září 2000. Tyto programy měly realizovat navrhovaná opatření pro ochranu před povodněmi, vycházející z cílů „Strategie“, a spadaly do gesce jednotlivých resortů. Vláda České republiky svým usnesením navíc uložila příslušným ministrům předkládat pravidelné zprávy o plnění programů.

První zprávu (*Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi, 2003*) o plnění programů prevence před povodněmi vzala na vědomí vláda svým usnesením č. 335 ze dne 7. dubna 2003 (realizace programů v letech 2000-2002) a uložila ministrům zemědělství, životního prostředí, dopravy a informatiky ve spolupráci s ministrem pro místní rozvoj zpracovat další zprávu o plnění programů a předložit ji vládě do 31. března 2006. Druhá zpráva (*Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi, 2006*) tak navazuje na zprávu z

března roku 2003 a informuje o realizaci programů za období od roku 2003 do roku 2005. Rovněž jsou hodnoceny programy, které byly schváleny v průběhu roku 2002 a nebyly součástí zprávy v roce 2003 (*Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi, 2006*).

Soubor navrhovaných programů vychází z moderního pojetí ochrany před povodněmi, které se postupně v Evropě uplatňuje, tj. soustřeďuje se na prevenci a využívá simulačních modelových prostředků (*Záměry tvorby programů Prevence před povodněmi, 2000*). Programy poskytují záruku realizace systémových opatření, která jsou na základě zkušeností odborných pracovišť považována za nejdůležitější a nejefektivnější s ohledem na charakter povodní na území České republiky. Tvoří je jednak neinvestiční prvky, jejichž účelem je vyhodnocování rizik spojených s účinky povodní, zmapování ohrožených území a posílení informovanosti veřejné správy a občanů, tak investiční záměry, u nichž lze předpokládat, že přispějí ke zlepšení preventivní ochrany před povodněmi nejen lokálně, ale s účinkem v celém povodí. Významnou vlastností navrhovaných programů je ta skutečnost, že jejich účinek v preventivní ochraně před povodněmi se synergicky projeví jen tehdy, pokud budou jednotlivé podprogramy realizovány harmonizovaně a v navržených vazbách.

Přehled programů Prevence před povodněmi (v závorce gestor):

- Program Prevence před povodněmi (Mze)
- Program Obnova, odbahnění a rekonstrukce rybníků a vodních nádrží (Mze)
- Program podpory prevence v územích ohrožených nepříznivými klimatickými vlivy (Mžp)
- Program Protipovodňové zajištění dopravních objektů (Ministerstvo dopravy)
- Program Přednostní poskytování služeb elektronických komunikací za krizových stavů (Ministerstvo informatiky)

Pro protipovodňovou ochranu důležitý program v gesci Mze „**Prevence před povodněmi**“ je rozdělen ještě na 5 podprogramů:

- Výstavba a obnova poldrů, nádrží a hrází
- Zvyšování průtočné kapacity vodních toků
- Stanovování záplavových území
- Studie odtokových poměrů
- Vymezení rozsahu území ohrožených zvláštními povodněmi

„Program Prevence před povodněmi“ byl v roce 2002 schválen Ministerstvem financí na období 2002 až 2005 a následně prodloužen do roku 2006. Z důvodu komplikované přípravy dvou nejvýznamnějších budovaných protipovodňových opatření byl opětovně

program prodloužen - do roku 2007. Celkové náklady programu jsou schváleny ve výši 4,150 mld. Kč. V letech 2002 - 2005 bylo v programu dokončeno nebo zahájeno 312 stavebních akcí a dále v podprogramech s průzkumnou náplní realizováno celkem 160 akcí (*Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi, 2006*).

Vláda České republiky ve svém usnesení č. 383/2006 podpořila pokračování „Programu Prevence před povodněmi“ příslibem státních finančních prostředků na jeho II. etapu s názvem „**Podpora prevence před povodněmi II**“ ve výši 8 až 10 mld. Kč (*Podpora prevence před povodněmi II, 2006*). Doba realizace je stanovena na období let 2007 - 2012. Toto druhé pokračování programu se skládá z následujících podprogramů:

- Podpora protipovodňových opatření s retencí
- Podpora protipovodňových opatření podél vodních toků
- Podpora zvyšování bezpečnosti vodních děl
- Podpora vymezení záplavových území a studií odtokových poměrů

4.1.4 Plán hlavních povodí České republiky

Plán hlavních povodí České republiky (2007) pořizuje Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí, dotčenými ústředními správními úřady a krajskými úřady pro 3 hlavní povodí na území České republiky, a to pro povodí Labe (úmoří Severního moře), pro povodí Moravy, včetně dalších povodí přítoků Dunaje (úmoří Černého moře), a pro povodí Odry (úmoří Baltského moře), která jsou národními částmi mezinárodních oblastí povodí Labe, Dunaje a Odry. Na výzvu tedy vznikl 12. února 2007 návrh Plánu hlavních povodí České republiky určený k expertnímu a vnitřnímu připomínkovému řízení. Tento dokument představuje dlouhodobou strategii s hlavním zaměřením pro šestileté období 2007 – 2012. Integruje záměry a cíle rezortních politik ústředních vodoprávních úřadů při sdílení kompetencí ve smyslu ustanovení § 108 vodního zákona. Spolu s dalšími souvisejícími státními politikami a resortními koncepcemi vytváří rámec pro formování politiky péče o území České republiky komplementární s politikou Evropské unie. Tento první Plán hlavních povodí České republiky navazuje na předchozí vládou schválené koncepce, zejména na Koncepci vodohospodářské politiky Ministerstva zemědělství pro období po vstupu do Evropské unie na léta 2004-2010 a Státní politiku životního prostředí 2004 – 2010.

Na Plán hlavních povodí České republiky bude navazovat v termínu do 22. prosince 2009 zpracování a schválení osmi **plánů oblastí povodí** České republiky, včetně konkrétních programů opatření v jednotlivých oblastech povodí. Týká se to těchto oblastí České republiky: oblast povodí Horního a středního Labe, oblast povodí Horní Vltavy, oblast povodí Berounky, oblast povodí Dolní Vltavy, oblast povodí Ohře a Dolního Labe, oblast povodí Odry, oblast povodí Moravy a oblast povodí Dyje (*Plán hlavních povodí ČR, 2007*).

V souladu s vodním zákonem se stanovují v Plánu hlavních povodí ČR rámcové cíle a hlavní principy státní politiky, kdy právě jedním z nich je ochrana před povodněmi a dalšími škodlivými účinky vod (mimořádně malovodná období v důsledku extrémního sucha či nadměrná vodní eroze). Jedním ze strategických cílů při řešení ochrany před povodněmi je zadržování vody v krajině spojené s optimalizací její struktury a jejího využívání spolu s uplatňováním efektivních přírodně blízkých i technických preventivních opatření. Dalším strategickým cílem je snížit ohrožení obyvatel nebezpečnými účinky povodní a omezit ohrožení majetku, kulturních a historických hodnot při prioritním uplatňování principu prevence. Jako závěry a doporučení byly použity výsledky z „Analýzy plnění Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky“ z dubna roku 2006, jejímž cílem bylo ověřit, jak se „Strategii“ z roku 2000 daří naplňovat – viz kapitola 4.1.2.

V rámci Plánu hlavních povodí (2007) byly navrženy určité legislativní úpravy a některá doplnění technických předpisů, zejména v působnosti vodního zákona (do poloviny roku 2008), v oblasti územního plánování a stavebního řádu, v oblasti ochrany přírody a krajiny, v oblasti ochrany zemědělského půdního fondu, v oblasti lesního hospodářství, v oblasti krizového řízení a integrovaného záchranného systému, v působnosti zákona č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, ve znění pozdějších předpisů. Navíc bude potřeba v roce 2007 po přijetí směrnice ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik posoudit nezbytnost její transpozice do právních předpisů České republiky a zahájit její implementaci.

Ve vztahu k § 86 odst. 1 vodního zákona byly v Plánu hlavních povodí ČR stanoveny **Prioritní oblasti k řešení ochrany území před povodněmi** (*Plán hlavních povodí ČR, 2007*). Při navrhování jednotlivých preventivních opatření bude uplatňován komplexní přístup řešení, který bude obsahovat:

- relevantní textové a mapové podklady v dané části povodí (zejména studie odtokových poměrů a variantních protipovodňových opatření),

- posouzení možných opatření k optimalizaci vodního režimu v krajině (Operační program Životní prostředí - prioritní osa 6) a dalších technických opatření k omezování,
- rizika povodní (podle Operačního programu Životní prostředí - prioritní osy 1),
- posouzení možných opatření podporující přirozený rozliv povodňových průtoků,
- posouzení možných technických opatření (v rozsahu Dokumentace programu Podpora prevence před povodněmi II),
- návrh dalších opatření.

Opatření budou v dalších fázích přípravy podrobně specifikována po technické stránce a dále podrobena individuálnímu posouzení vlivů na životní prostředí včetně vlivu na přírodu a krajinu, zvláště chráněná území a soustavu chráněných území Natura 2000.

Seznam prioritních oblastí

Hlavní povodí Labe

- Komplex protipovodňových opatření na Lužnici a Nežárce.
- Komplex protipovodňových opatření v povodí dolní Vltavy v úseku Štěchovice - Mělník.
- Komplex protipovodňových opatření v území středního Labe v úseku Kolín – Mělník.
- Protipovodňová opatření v Liberecko-Jablonecké aglomeraci.
- Protipovodňová opatření v údolí vodního toku Dědiny.
- Komplex protipovodňových opatření v území dolního Labe v úseku Křešice – Hřensko.
- Ochrana České Lípy a obcí v záplavovém území Ploučnice, včetně protipovodňových opatření v povodí Svitávky.
- Komplex protipovodňových opatření a ochrana obcí v území soutoku Ohře a Labe.

Hlavní povodí Odry

- Protipovodňová opatření k ochraně obcí na horní Opavě.

Hlavní povodí Moravy

- Protipovodňová opatření v území Olomouce.
- Protipovodňová opatření v území Litovle.
- Protipovodňová opatření v území Uherského Hradiště a Starého Města.
- Komplex protipovodňových opatření na dolní Bečvě a soutoku s Moravou.

- Rekonstrukce suchých nádrží (poldrů) a řízených inundací pod vodním dílem Nové Mlýny.
- Zvýšení retence na soutoku Moravy a Dyje.
- Řízené inundace v území Kroměříže.
- Řízené inundace v území Mohelnické brázdy.

4.1.5 Financování protipovodňových opatření

Pro účely financování protipovodňových opatření se navrhuje dle usnesení vlády č. 383/2006 zřídit při Ministerstvu zemědělství **Fond pro realizaci protipovodňových opatření** (*Financování protipovodňových opatření zajišťovaných Ministerstvem zemědělství, 2006*) formou zvláštního resortního fondu určeného výhradně na realizaci protipovodňových opatření. Prostřednictvím tohoto fondu budou procesovány prostředky úvěru Evropské investiční banky (EIB), převedené z EIB prostřednictvím kapitoly OSFA, a výnosy z privatizací určené novelou zákona o zrušení Fondu národního majetku k použití na protipovodňovou ochranu. Dále budou do tohoto fondu převáděny peněžní prostředky státního rozpočtu i další mimorozpočtové zdroje. Pro informaci doplnění, že nad rámec dotačních prostředků bude možné využít na protipovodňová opatření také vlastních zdrojů investorů z řad státních podniků i dalších investorů, a předpokládá se i dílčí podpora spolufinancováním z územních rozpočtů. Tudíž je potřeba k zajištění finančních prostředků fondu navrhnout zákon o přijetí úvěru Českou republikou od Evropské investiční banky na financování protipovodňových opatření.

4.2 Systém preventivních organizačních opatření

Povodňová organizační opatření podle § 65 vodního zákona (2001) se dělí na přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně (a), na opatření za povodně (b) a na dokumentační práce a vyhodnocení povodně (c). Jednotlivá opatření jsou podrobně popsána a vysvětlena níže (*Zákon č. 254/2001 Sb., 2001*).

a) Přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně jsou

- stanovení záplavových území,
- vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity,
- povodňové plány,

- povodňové prohlídky,
- příprava předpovědní a hlásné povodňové služby,
- organizační a technická příprava,
- vytváření hmotných povodňových rezerv,
- vyklízení záplavových území,
- příprava účastníků povodňové ochrany,
- činnost předpovědní povodňové služby,
- činnost hlásné povodňové služby,
- varování při nebezpečí povodně,
- zřízení a činnost hlídkové služby,
- evidenční a dokumentační práce.

b) Opatření za povodně jsou

- řízené ovlivňování odtokových poměrů,
- povodňové zabezpečovací práce,
- povodňové záchranné práce,
- zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasaženém povodní.

c) Dokumentační práce, vyhodnocení povodňové situace včetně vzniklých povodňových škod, příčin negativně ovlivňujících průběh povodně, účinnosti přijatých opatření a návrhy na úpravu povodňových opatření.

Povodňové orgány

Řízení ochrany před povodněmi zabezpečují ***povodňové orgány*** (§ 77 - § 81). Řízení ochrany před povodněmi zahrnuje přípravu na povodňové situace, řízení, organizaci a kontrolu všech příslušných činností v průběhu povodně a v období následujícím bezprostředně po povodni včetně řízení, organizace a kontroly činnosti ostatních účastníků ochrany před povodněmi. Povodňové orgány se při své činnosti řídí povodňovými plány.

V období mimo povodeň jsou povodňovými orgány:

- a) orgány obcí a v hlavním městě Praze orgány městských částí,
- b) obecní úřady obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze úřady městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy,
- c) krajské úřady,
- d) Ministerstvo životního prostředí; zabezpečení přípravy záchranných prací přísluší Ministerstvu vnitra.

Po dobu povodně jsou povodňovými orgány:

- a) povodňové komise obcí a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí,
- b) povodňové komise obcí s rozšířenou působností a v hlavním městě Praze povodňové komise městských částí stanovené Statutem hlavního města Prahy,
- c) povodňové komise krajů,
- d) Ústřední povodňová komise.

Orgány státní správy a jiné orgány jsou povinny povodňovým orgánům pomáhat na jejich výzvu při zajišťování řízení ochrany před povodněmi. Povodňový orgán nižšího stupně může požádat povodňový orgán vyššího stupně o převzetí řízení ochrany před povodněmi v případě, že vlastními silami není schopen tuto ochranu zajistit.

Ostatními účastníky ochrany před povodněmi (§ 82 - § 85) jsou správci povodí, správci vodních toků, správci vodních děl a vlastníci pozemků a staveb, které se nacházejí v záplavovém území nebo zhoršují průběh povodně.

Záplavová území

Záplavová území (§ 66) jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního toku vodoprávní úřad. Vodoprávní úřad může uložit správci vodního toku povinnost zpracovat a předložit takový návrh v souladu s plány hlavních povodí a s plány oblastí povodí. V zastavěných územích, v zastavitelných plochách podle územně plánovací dokumentace, případně podle potřeby v dalších územích, vymezí vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku aktivní zónu záplavového území podle nebezpečnosti povodňových průtoků.

Pro účely zmírnění účinků povodní může vodoprávní úřad jako preventivní opatření v záplavovém území místo jiných opatření na ochranu před povodněmi rozhodnutím vymezit *území určená k rozlivům povodní* (§ 68). V rozhodnutí o stanovení území určených k rozlivům povodní omezí vodoprávní úřad po projednání s dotčenými úřady státní správy právo užívání pozemků a staveb v tomto území. Za omezení užívání pozemků a staveb náleží jejich vlastníkům náhrada.

Stupně povodňové aktivity (SPA)

Stupni povodňové aktivity (§ 70) se pro účely vodního zákona rozumí míra povodňového nebezpečí vázaná na směrodatné limity, jimiž jsou zpravidla vodní stavy nebo

průtoky v hlásných profilech na vodních tocích, popřípadě na mezní nebo kritické hodnoty jiného jevu uvedené v příslušném povodňovém plánu.

Rozsah opatření prováděných při řízení ochrany před povodněmi se řídí nebezpečím nebo vývojem povodňové situace, která se vyjadřuje třemi stupni povodňové aktivity:

- a) první stupeň (stav bdělosti) nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí; vyžaduje věnovat zvýšenou pozornost vodnímu toku nebo jinému zdroji povodňového nebezpečí, zahajuje činnost hlásná a hlídková služba; na vodních dílech nastává tento stav při dosažení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností z hlediska bezpečnosti díla nebo při zjištění mimořádných okolností, jež by mohly vést ke vzniku zvláštní povodně,
- b) druhý stupeň (stav pohotovosti) se vyhláší v případě, že nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň; vyhláší se také při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti; aktivizují se povodňové orgány a další účastníci ochrany před povodněmi, uvádějí se do pohotovosti prostředky na zabezpečovací práce, provádějí se opatření ke zmírnění průběhu povodně podle povodňového plánu,
- c) třetí stupeň (stav ohrožení) se vyhláší při nebezpečí vzniku škod většího rozsahu, ohrožení životů a majetku v záplavovém území; vyhláší se také při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti současně se zahájením nouzových opatření; provádějí se zabezpečovací a podle potřeby záchranné práce nebo evakuace.

Povodňové plány

Povodňovými plány (§ 71) se pro účely tohoto zákona rozumějí dokumenty, které obsahují způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, možnosti ovlivnění odtokového režimu, organizaci a přípravu zabezpečovacích prací; dále obsahují způsob zajištění včasné aktivizace povodňových orgánů, zabezpečení hlásné a hlídkové služby a ochrany objektů, přípravy a organizace záchranných prací a zajištění povodní narušených základních funkcí v objektech a v území a stanovené směrodatné limity stupňů povodňové aktivity.

Obsah povodňových plánů se dělí na:

- a) věcnou část, která zahrnuje údaje potřebné pro zajištění ochrany před povodněmi určitého objektu, obce, povodí nebo jiného územního celku, směrodatné limity pro vyhlášení stupňů povodňové aktivity,

- b) organizační část, která obsahuje jmenné seznamy, adresy a způsob spojení účastníků ochrany před povodněmi, úkoly pro jednotlivé účastníky ochrany před povodněmi včetně organizace hlásné a hlídkové služby,
- c) grafickou část, která obsahuje zpravidla mapy nebo plány, na kterých jsou zakresleny zejména záplavová území, evakuační trasy a místa soustředění, hlásné profily, informační místa.

Povodňové prohlídky

Povodňovými prohlídkami (§ 72) se zjišťuje, zda na vodních tocích, vodních dílech a v záplavových územích, popřípadě na objektech nebo zařízeních ležících v těchto územích nejsou závady, které by mohly zvýšit nebezpečí povodně nebo její škodlivé následky. Povodňové prohlídky organizují a provádějí povodňové orgány podle povodňových plánů, a to nejméně jednou ročně.

Předpovědní povodňová služba

Předpovědní povodňová služba (§ 73) informuje povodňové orgány, popřípadě další účastníky ochrany před povodněmi, o možnosti vzniku povodně a o dalším nebezpečném vývoji, o hydrometeorologických prvcích charakterizujících vznik a vývoj povodně, zejména o srážkách, vodních stavech a průtocích ve vybraných profilech. Tuto službu zabezpečuje Český hydrometeorologický ústav ve spolupráci se správcem povodí.

Možnosti předpovídání povodní jsou na území České republiky omezeny dobou doběhu povodňových průtoků. Teoretický předstih předpovědi na velkých tocích je omezen na 1 až 2 dny, na malých tocích s předpovědí nelze reálně uvažovat, neboť doba doběhu se v podmínkách ČR pohybuje v hodinách (*Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR, 2000*).

Prioritní pozornost je třeba věnovat v této souvislosti zdokonalování meteorologické a hydrologické předpovědní služby, které uvádějí do činnosti v podstatě orgány povodňové ochrany, a u kterých jejich rozvoj rozhoduje o délce předstihu pro realizaci povodňových opatření. Průzkum, který provedla Světová meteorologická organizace, prokazuje, že náklady investované do rozvoje těchto provozů mohou snížit škody až do 30% jejich celkové výše (*Hladný, 1997*).

Hlásná povodňová služba

Hlásná povodňová služba (§ 73) zabezpečuje informace povodňovým orgánům pro varování obyvatelstva v místě očekávané povodně a v místech ležících níže na vodním toku, informuje povodňové orgány a účastníky ochrany před povodněmi o vývoji povodňové situace a předává zprávy a hlášení potřebná k jejímu vyhodnocování a k řízení opatření na ochranu před povodněmi. Hlásnou povodňovou službu organizují povodňové orgány obcí a povodňové orgány pro správní obvody obcí s rozšířenou působností a podílejí se na ní ostatní účastníci ochrany před povodněmi. K zabezpečení hlásné povodňové služby organizují povodňové orgány obcí v případě potřeby hlídkovou službu.

Včasné varování v územích ohrožených především náhlými povodněmi s velmi rychlým průběhem a katastrofálními následky lze zajistit pomocí lokálních varovných systémů. Jedná se o autonomní systémy, které umožní zpravidla bez nutnosti lidského zásahu varovat obyvatelstvo s předstihem, kterého centrální systémy nejsou schopny. Pracují většinou na základě měření a vyhodnocování intenzity srážek (*Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR, 2000*).

Pro sledování regionálních srážek je současná hustota hlásné srážkoměrné sítě ČHMÚ postačující. Podchycení extrémních letních srážek, které jsou lokálně omezeny, však není pozemní sítí pozorovacích stanic možné a je nutné využívat moderní meteorologické radary včetně kalibrační sítě pozemních srážkoměrů s automatizovaným přenosem okamžitých údajů do centra (*Reidinger, Kremsa, 1997*).

Povodňové záchranné práce

Povodňovými záchrannými pracemi (§ 74) jsou technická a organizační opatření prováděná za povodně v bezprostředně ohrožených nebo již zaplavených územích k záchraně životů a majetku, zejména ochrana a evakuace obyvatelstva z těchto území, péče o ně po nezbytně nutnou dobu, zachraňování majetku a jeho přemístění mimo ohrožené území. Jsou zajišťovány povodňovými orgány.

Povodňové zabezpečovací práce

Povodňovými zabezpečovacími pracemi (§ 75) jsou technická opatření prováděná při nebezpečí povodně a za povodně ke zmírnění průběhu povodně a jejích škodlivých následků. Zajišťují je správci vodních toků na vodních tocích a vlastníci dotčených objektů, případně další subjekty podle povodňových plánů nebo na příkaz povodňových orgánů. Zabezpečovací

práce, které mohou ovlivnit odtokové podmínky a průběh povodně, musí být koordinovány ve spolupráci s příslušným správcem povodí na celém vodním toku nebo v celém povodí.

Dokumentace

Účelem *dokumentace* (§ 76) je zabezpečení průkazných a objektivních záznamů o průběhu povodně, o provedených opatřeních k ochraně před povodněmi, o příčině vzniku a velikosti škod a o jiných okolnostech souvisejících s povodní. K tomu zejména slouží záznamy v povodňové knize, průběžný záznam vodních stavů a orientačních hodnot rychlostí a průtoků, průběžný záznam údajů o provozu vodních děl ovlivňujících průběh povodně, označování nejvýše dosažené hladiny vody, zaměřování a zakreslování záplavy, monitorování kvality vody a možných zdrojů znečištění, fotografické snímky a filmové záznamy, účelový terénní průzkum a šetření.

Povodňové orgány obcí a obcí s rozšířenou působností a účastníci ochrany před povodněmi provádějí vyhodnocení povodně. Zprávu zpracují do jednoho měsíce po ukončení povodně, v případě potřeby rozsáhlejších dokumentačních prací se provede doplňkové vyhodnocení do šesti měsíců po ukončení povodně.

4.3 Systém preventivních opatření v krajině a technická opatření

V souhrnu zásadních opatřeních v návrhu Plánu hlavních povodí České republiky z února 2007 jsou popsána níže uvedená opatření, která by se měla vymezit do poloviny roku 2008 ve spolupráci krajů, správců povodí, správců vodních toků a Agentury ochrany přírody a krajiny. Tato opatření budou zahrnuta do plánů oblastí povodí a následně zajišťována v investorské působnosti správců povodí a správců vodních toků a dále krajů a obcí ve vazbě na § 86, odst. 2 a 3 vodního zákona. Jedná se o následná opatření:

- opatření v krajině přírodě blízkým způsobem (přirozené rozlivy, poldry, úpravy koryt vodních toků v zastavěných územích obcí, zlepšení vodního režimu krajiny),
- opatření k optimalizaci vodního režimu krajiny, zvýšení její retenční schopnosti a k ochraně proti erozi (zejména revitalizace nevhodně upravených vodních toků, nevhodných odvodnění a jiných zásahů negativně ovlivňujících vodní režim v krajině, snížení výskytu negativních vlivů vodní eroze, omezování negativních důsledků povrchového odtoku vody – zasakovací pásy a průlehy, obnova retenčních prostor),

- protipovodňová technická opatření s retencí (zřizování nových retenčních prostorů na vodních tocích, rekonstrukce a úpravy objektů vodních nádrží s retenčním účinkem pro zvýšení míry ochrany území, výstavba a rekonstrukce stavebních objektů v územích určených k rozlivům povodní),
- protipovodňová technická opatření podél vodních toků (zvýšení průtočné kapacity vodních toků /koryta a bezprostředního okolí/ v intravilánech měst a obcí a jejich stabilizace, výstavba a rekonstrukce ochranných hrází k lokální ochraně území, odlehčovacích koryt a štol, zvyšování průtočné kapacity jezů),
- zvyšování bezpečnosti vodních děl (rekonstrukce jezů, rekonstrukce výpustí a bezpečnostních přelivů a zvýšení jejich kapacity).

Komplexní protipovodňová opatření v povodí se mohou dělit do 4 skupin (*Hrádek, Kuřík, 2003*):

- organizační
- agrotechnická
- biotechnická
- technická

Organizační opatření představují vhodný způsob ve využívání pozemků v povodí (orná půda, trvalé travní porosty, neobdělávaná půda, lesy, zastavěné plochy aj.), velikost a tvar pozemků, cestní síť.

Agrotechnická opatření představují druh pěstovaných zemědělských plodin (širokořádkové, úzkořádkové, víceleté pícniny, luštěniny) a s tím související způsob obdělávání pozemků (orba, kypření aj.).

Biotechnická opatření představují zalesňování pozemků, vegetační doprovod vodních toků a nádrží, zatravněné vsakovací pásy v příbřežní zóně, výsadbu remízků, rozptýlenou zeleň, regionální a lokální systémy ekologické stability aj.

Technická opatření představují úpravy a revitalizace vodních toků s příbřežní zónou, rekonstrukce stávajících objektů na tocích a nádržích, výstavbu malých vodních nádrží a suchých nádrží (poldrů), prvky protierozní ochrany (záchytné a zasakovací příkopy, terasy, hrázky, meze, polní cesty).

Podle Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR (2000) je nezbytné hledat při návrhu preventivních protipovodňových opatření právě vhodnou kombinaci opatření v krajině (kapitola 4.3.1), zvyšující přirozenou akumulaci a retardaci vody v území, a technických

opatření (kapitola 4.3.2) ovlivňujících průtoky a objemy povodňových vln. Veškerá opatření musí sledovat dopad na životní prostředí. Prostředky k zajištění těchto požadavků mohou být (Benešová, 2003):

- investiční – např. zřizování retenčních nádrží, suchých poldrů; hrazenářské úpravy, úpravy strží a svažitéch území v zóně toku; technické a biotechnické protierozní prvky; budování specifických staveb (např. liniové i okruhové hráze pro ochranu sídel);
- neinvestiční – např. vytipování inundací, bez nepřiměřených důsledků využitelných pro možný rozliv povodňových průtoků; regulace využívání, uvolnění kritických míst inundací a údolních niv; využívání retenční kapacity přirozených mokřadů; zvyšování infiltračního potenciálu; zajištění soustavné péče o retenční prvky v krajině.

4.3.1 Opatření v krajině

Tato střednědobá až dlouhodobá opatření jsou fakticky průběžnou systémovou prevencí, která je nejnáročnější a nejobtížnější fází protipovodňové ochrany (Benešová, 2003). Důvody jsou následující:

- ✓ efekt není okamžitý, přínosy se projevují v dlouhodobější perspektivě a proto „opadá úsilí“
- ✓ potřebná je dlouhodobá a odborně podložená pozornost, opatření přestávají být v odstupu vnímána jako aktuální, naléhavá
- ✓ finanční náročnost – objemové i z hlediska časového (optimálně kontinuálního) rozložení
- ✓ nezbytné je pochopení a přijetí vlastníky nemovitostí, hospodařícími subjekty

V české legislativě (*Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR, 2000*) jsou opatřeními v krajině především změny využívání pozemků, změny rostlinného pokryvu, zatravnování břehů a přirozených inundací, tvorba protierozních mezí a vegetačních pásů a změny ve strukturách krajiny prováděné za účelem zachycení vody v povodí a zpomalení jejího odtoku.

Hlavním nástrojem pro realizaci protipovodňových opatření v krajině jsou především **komplexní pozemkové úpravy**. Podle paragrafu 2 zákona č. 284/1991 Sb. o pozemkových

úpravách a pozemkových úřadech v platném znění se praví: „Pozemkovými úpravami se uspořádávají vlastnická práva k pozemkům a s nimi související věcná břemena, pozemky se jimi prostorově a funkčně upravují, scelují nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost pozemků a vyrovnání jejich hranic. Současně se jimi vytvářejí podmínky k racionálnímu hospodaření, k ochraně a zúrodnění půdního fondu, zvelebení krajiny a zvýšení její ekologické stability“.

Hlavní princip protipovodňové ochrany směřuje podle Mazína (2003) ke kvalitnímu územnímu plánování a jeho střednědobé realizaci. Jedním z nástrojů celostního způsobu realizace územně plánovací dokumentace jsou právě komplexní pozemkové úpravy. Tato opatření jsou neinvestičního charakteru, velmi levná, přitom s vysokým protipovodňovým a protierozním efektem. Navíc zvyšují ekologickou stabilitu území a obnovují krajinný ráz. Jsou to však vždy zásahy omezující intenzitu využívání nemovitosti, a to se zdá být pro majitele pozemku mnohdy problém.

Cílem každé komplexní pozemkové úpravy (Mazín, 2003) by mělo být zvýšení podílu trvalých travních porostů v řešeném území. Největší slabinou české krajiny není ani tak suburbanizace (neúměrná zástavba) nebo malý podíl lesní půdy, jako spíše neúměrně velké plochy zorněné zemědělské půdy, a to právě v místech, kde se rozhoduje o průběhu odtoku vody z povodí jako jsou hřbetnice, rozvodnice, infiltrační zóny mělkých půd, dráhy soustředěného odtoku, svodnice, malé údolnice a potoční nivy nebo dokonce rozorané nivy řek v inundačních územích. Zrychlenému odtoku zároveň pomáhají neúměrně rozsáhlé plochy systematických drenáží, které byly vybudovány i na svažitých propustných půdách. Při pozemkových úpravách nejde jen o absolutní zvýšení podílu trvalých porostů, které je poměrně malé, ale především o zatravnění a zalesnění citlivých a zranitelných lokalit řešeného území a zmírnění degradačních procesů, které způsobuje právě rychlý a neusměrněný odtok nebo infiltraci srážkové vody.

Ve vytváření příznivých podmínek pro výše zmíněnou protipovodňovou prevenci stále přetrvávají rezervy (Benešová, 2003). Nedůsledně a neochotně se mění přístup k povolování staveb v záplavových územích, obtíže představuje zajištění systémové podpory pro soustavnou péči o prvky tvořící součást protipovodňové ochrany. Zásadními momenty pro prevenci jsou socioekonomické aspekty – stále nedostatečná je motivace ohrožených subjektů podílet se na vlastní ochraně. V péči o krajinu je závažné pochopení potřeby šetrného přístupu při činnostech v ní realizovaných a dosažení příznivějšího přístupu vlastníků pozemků. Obecný „nezájem“ o řešení způsobu využívání krajiny jako celku se podstatně promítá do celkového efektu protipovodňové prevence. Je nutno připustit, že zajištění účinné prevence na

větší části povodí není úkolem banálním – jde o problematiku komplikovanou, se zřejmými limity ekonomickými, majetkoprávními a vlastnickými.

4.3.2 Technická opatření

Tam, kde není možno z různých důvodů využít předchozí způsoby či opatření, mohou nastoupit technická opatření, jimiž jsou výstavba ochranných hrází, odlehčovacích kanálů, vodních děl s vymezenými ochrannými prostory, zřizování řízených inundací, poldrů, úpravy kapacit koryt toků apod. Ochranný účinek těchto opatření lze významně zvýšit, pokud jsou řízeny v rámci uceleného povodí jako jeden systém (řízená manipulace na vodních dílech v rámci vodohospodářské soustavy dispečinky jednotlivých a.s. Povodí).

Technická opatření s účelem vyčleněným pro ochranu před povodněmi mají při vlastní povodňové situaci buď funkci pasivní (hráze a úpravy koryt vodních toků bránící rozlivům vody), které povodňové situaci jen odolávají, nebo aktivní (vodní nádrže, poldry, řízené inundace, odlehčovací kanály), které více či méně umožňují průběh povodňové situace ovládat a řídit. Základní koncepce musí spočívat v kombinaci všech opatření ke snížení objemu povodně (*Havlík, 1997*):

- v horních úsecích řek akumulacemi a retencí v lesích, rašeliništích, loukách, ale i v nádržích,
- v dolních úsecích umožnění kontrolovatelných rozlivů do poldrů a řízených inundací,
- obecně pak výstavba hrází chránících zastavěná území.

Největším zásahem do přírodní sféry při provádění protipovodňového opatření je zajisté **vodní nádrž** – více informací v kapitole 3.3.2.4 Upravenost koryta toku. Přehrady jsou také místa, která umožňují zcela přesně identifikovat a vyhodnotit průběh povodně. Výčet všech možných přínosů je mnohdy individuální, v každém případě jsou přehrady a nádrže jedním z nejvýznamnějších technických prvků v povodňové ochraně (*Vít, 1997*).

Mnohá technická protipovodňová opatření bývají součástí **meliorací**, jejímž dalším cílem je zlepšení půdních vlastností pro zemědělské účely. Správně a komplexně pojatá meliorační opatření nemohou sice výrazně ovlivnit vznik a časový výskyt povodně, mohou však příznivě ovlivnit průběh povodně a snížení povodňových důsledků (*Tlapák, 1997*).

Meliorace se velmi výrazně uplatňují hlavně ve fázi po odeznění povodně, zejména svými kultivačními a rekultivačními opatřeními. V této fázi dochází k rekultivaci šterkovišť a zemních sesuvů, s cílem jejich stabilizace a rychlého ozelenění výsadbou dřevin a keřů a výsevem vhodných travních směsí. Vegetační kryt takto poškozenou krajinu především chrání před další erozní činností vody a větru, ale zhodnocuje ji i po stránce zdravotní (možné infekce, psychický účinek na člověka apod.).

Více informací o výše zmíněných opatřeních se nachází v ročníkové práci, která předcházela této diplomové práci (*Uchytlová, 2005*).

4.3.3 Opatření v horních částech povodí

Neboť se zájmové území nachází v horní části povodí, zaměřila jsem tuto kapitolku na konkrétní protipovodňová opatření v horních částech povodí. Zde je totiž rozhodující, jak je zemědělská půda využívána a jaký podíl mají trvalé travní porosty, respektive jaká je jejich konfigurace v terénu. Způsob využívání zemědělské půdy také rozhodujícím způsobem ovlivňuje retenční schopnost rybníků a nádrží, respektive stupeň jejich zabahnění.

Většina opatření na ochranu před velkými vodami v horních částech povodí je zaměřena právě na zvýšení retenční schopnosti krajiny, akumulaci vody z povrchového odtoku, jejich následné vypouštění a využívání k různým účelům. Základním způsobem protipovodňové ochrany v této části povodí je převedení maximálního množství dešťových vod infiltrací do podzemních vod soustavou agrotechnických a protierozních opatření, speciálních pozemkových úprav aj. Vlastní řešení využívá komplex biologických a technických opatření spočívající v uplatnění všech dostupných metod zvyšujících akumulační schopnost krajiny a infiltraci vody do půdního prostředí úpravou půdních poměrů, změnou způsobu hospodaření a vegetačního pokryvu, řadou drobných technických úprav apod. (*Šálek, 2003*). Stručný přehled opatření je uveden v tab 7.

Tab 7: Tradiční opatření a zařízení na ochranu před povodněmi v horních částech povodí
(zdroj: Šálek, 2003)

Druh opatření
<i>a) Základní způsoby a metody protierozních opatření</i>
Zlepšování půdních vlastností
Kypření, dlátování aj.
Záchytné příkopy, kanály
<i>b) Inundační nivy vodních toků a hydromelioračních kanálů</i>
Neupravené inundace
<i>c) Různé způsoby tradičního odvodnění zemědělských a lesních půd</i>
Klasické příkopové odvodnění
Odvodnění trubkovou drenáží
<i>d) Malé vodní nádrže s dominantní ochrannou funkcí v krajinném prostředí</i>
Ochranné nádrže
Protierozní nádrže
<i>e) Malé vodní nádrže s významnou ochrannou funkcí v krajinném prostředí</i>
Kompenzační odvodňovací
Aktivizační nádrže
Nádrže se zásobní funkcí
<i>f) Víceúčelové malé vodní nádrže s neovladatelným ochranným prostorem</i>
Rybníky a účelové nádrže
Nárazové nádrže
<i>g) Malé vodní nádrže s ochrannou funkcí ve venkovských sídlech (urbanizované prostředí)</i>
Návesní rybníky
<i>h) Ochranné hráze kolem chráněných objektů</i>
Ochranné hráze
Ochranné hráze s čerpacími stanicemi

Malá pozornost se věnuje vývoji a využití **netradičních způsobů ochrany** před velkými vodami v horních částech povodí (tab 8). Jedná se většinou o řadu drobnějších nenáročných opatření a staveb. Většina těchto opatření spočívá v respektování vlastností krajiny, přírodních podmínek a způsobů jejich využívání, mají ekologický charakter a dobře se začleňují do přírodního prostředí. Součástí těchto opatření jsou speciální drobné stavby a úpravy, které nenarušují její charakter a ekologickou vyváženost krajiny (Šálek, 2003).

Tab 8: Netradiční zařízení v krajině na ochranu před povodněmi (zdroj: Šálek, 2003)

Druh opatření
a) Zvýšení vodní kapacity půd, vytváření umělé mikroretence, změna hospodaření
b) Využívání přírodních depresí, vytváření umělé makroretence
c) Úprava inundací kolem vodních toků vytvářením soustavy plochých zdrží
d) Regulační a retardační drenáž na zemědělských půdách
e) Využívání závlahových výtopových zdrží na lučních pozemcích
f) Akumulační závlahové vodojemy v rámci závlahové soustavy
g) Zvětšení neovladatelného a vytváření ovladatelného ochranného prostoru nádrží
h) Návrh malých suchých ochranných nádrží s jednoduchými objekty
i) Ochranné nádrže s vymezeným zálohovým prostorem
j) Využití ochranného prostoru refugia pro rostliny a vodní živočichy
k) Umělá infiltrační zařízení na dešťové vody - infiltrační příkopy, průlehy
l) Využívání všech základních typů dešťových nádrží (akumulační, infiltrační)
m) Revitalizace přírodních a řízený provoz umělých mokřadů
n) Revitalizace všech typů melioračních kanálů, výstavba tůní, retenčních prostor

4.4 Shrnutí

V České republice se protipovodňová ochrana provádí prakticky ve třech směrech:

- systém právních norem a opatření,
- systém preventivních organizačních opatření,
- systém preventivních opatření v krajině a technická opatření.

Systém právních norem a opatření

Systém ochrany před povodněmi v České republice a hlavní úkoly jednotlivých účastníků ochrany před povodněmi jsou dány především **vodním zákonem** (Zákon č. 254/2001 Sb., 2001). Důležité jsou v něm hlavně Hlava IX. – „Ochrana před povodněmi“ a Hlava IV. – „Plánování v oblasti vod“. Tomuto zákonu předcházela skutečnost, kdy na základě důkladného hodnocení povodňové katastrofy v roce 1997 uložila vláda v roce 1999

zpracovat strategii povodňové ochrany jako základ systémového přístupu v této oblasti formulovat potřebná opatření. V dubnu roku 2000 tedy vznikl dokument „**Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky**“ (dále jen „Strategie“), který na základě znalosti průběhů povodní a stávajících technických, organizačních a legislativních opatření formuluje návrhy a směry dalších možností k omezení jak rozsahu povodní, tak snížení jejich ničivých následků.

Věcné plnění „Strategie“ je obsaženo v materiálu „**Záměry tvorby programů Prevence před povodněmi**“ z roku 2000. Tyto programy mají realizovat navrhovaná opatření pro ochranu před povodněmi, vycházející z cílů „Strategie“, a spadají do gescie jednotlivých resortů. Ministrům jednotlivých gescí bylo navíc uloženo, aby předkládaly pravidelně zprávy o plnění programů. První **zpráva o plnění programů prevence před povodněmi (2003)** byla předložena v roce 2003 a obsahovala realizaci programů v letech 2000-2002. Druhá zpráva (**Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi, 2006**) tak navazuje na zprávu z března roku 2003 a informuje o realizaci programů za období od roku 2003 do roku 2005. Rovněž jsou hodnoceny programy, které byly schváleny v průběhu roku 2002 a nebyly součástí zprávy v roce 2003 (**Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi, 2006**). Vláda České republiky podpořila pokračování „Programu Prevence před povodněmi“ příslibem státních finančních prostředků na jeho II. etapu s názvem „**Podpora prevence před povodněmi II**“ ve výši 8 až 10 mld. Kč. Doba realizace je stanovena na období let 2007 – 2012 (**Podpora prevence před povodněmi II, 2006**).

Po povodních v roce 2002 a na jaře 2006 se ukázalo, že je potřeba zlepšit jak operativní systémy aktivované při povodni, tak i systémy preventivních opatření. Proto byla v dubnu roku 2006 v souvislosti s přípravou aktualizace „Strategie“ zpracována „**Analýza plnění Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky z roku 2000**“, jejímž cílem bylo ověřit, jak se jí daří naplňovat a na základě toho navrhnout úpravu uplatňování některých zásad v Plánu hlavních povodí České republiky.

„**Plán hlavních povodí České republiky**“ (2007) pořizuje Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí, dotčenými ústředními správními úřady a krajskými úřady pro 3 hlavní povodí na území České republiky, a to pro povodí Labe, pro povodí Moravy a pro povodí Odry, která jsou národními částmi mezinárodních oblastí povodí Labe, Dunaje a Odry. Na výzvu tedy vznikl 12. února 2007 návrh Plánu hlavních povodí České republiky určený k expertnímu a vnitřnímu připomínkovému řízení. Tento dokument představuje dlouhodobou strategii s hlavním zaměřením pro šestileté období 2007 – 2012. Ve

vztahu k § 86 odst. 1 vodního zákona byly v Plánu hlavních povodí ČR stanoveny **Prioritní oblasti k řešení ochrany území před povodněmi** (Plán hlavních povodí ČR, 2007).

Na Plán hlavních povodí České republiky bude navazovat v termínu do 22. prosince 2009 zpracování a schválení osmi **plánů oblastí povodí České republiky** (Plán hlavních povodí ČR, 2007), včetně konkrétních programů opatření v jednotlivých oblastech povodí.

Pro účely financování protipovodňových opatření se navrhuje dle usnesení vlády č. 383/2006 zřídit při Ministerstvu zemědělství **Fond pro realizaci protipovodňových opatření** (Financování protipovodňových opatření zajišťovaných Ministerstvem zemědělství, 2006) formou zvláštního resortního fondu určeného výhradně na realizaci protipovodňových opatření.

Systém preventivních organizačních opatření

Povodňová organizační opatření podle § 65 vodního zákona (2001) se dělí na přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně (a), na opatření za povodně (b) a na dokumentační práce a vyhodnocení povodně (c), (Zákon č. 254/2001 Sb., 2001):

a) Přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně jsou

- stanovení záplavových území,
- vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity,
- povodňové plány,
- povodňové prohlídky,
- příprava předpovědní a hlásné povodňové služby,
- organizační a technická příprava,
- vytváření hmotných povodňových rezerv,
- vyklízení záplavových území,
- příprava účastníků povodňové ochrany,
- činnost předpovědní povodňové služby,
- činnost hlásné povodňové služby,
- varování při nebezpečí povodně,
- zřízení a činnost hlídkové služby,
- evidenční a dokumentační práce.

b) Opatření za povodně jsou

- řízené ovlivňování odtokových poměrů,
- povodňové zabezpečovací práce,
- povodňové záchranné práce,

➤ zabezpečení náhradních funkcí a služeb v území zasaženém povodní.

c) Dokumentační práce, vyhodnocení povodňové situace včetně vzniklých povodňových škod, příčin negativně ovlivňujících průběh povodně, účinnosti přijatých opatření a návrhy na úpravu povodňových opatření.

System preventivních opatření v krajině a technická opatření

Podle Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR (2000) je nezbytné hledat při návrhu preventivních protipovodňových opatření právě vhodnou kombinaci opatření v krajině, zvyšující přirozenou akumulaci a retardaci vody v území, a technických opatření ovlivňujících průtoky a objemy povodňových vln. I když to není vůbec snadné, tento plán se začíná pomalu naplňovat.

Ve „Strategii“ (2000) se dále uvádí, že *opatřeními v krajině* jsou především změny využívání pozemků, změny rostlinného pokryvu, zatravňování břehů a přirozených inundací, tvorba protierozních mezí a vegetačních pásů a změny ve strukturách krajiny prováděné za účelem zachycení vody v povodí a zpomalení jejího odtoku. Hlavním nástrojem pro realizaci protipovodňových opatření v krajině jsou především komplexní pozemkové úpravy. Opatření v krajině není možné podceňovat, protože tvoří významnou část preventivních opatření, ale na druhou stranu nemůže být jejich účinek hlavně při extrémních povodňových situacích přeceňován. Těmito opatřeními lze snížit velikost průtoku velkých povodní řádově v procentech.

Tam, kde není možno z různých důvodů využít předchozí způsoby či opatření, mohou nastoupit *technická opatření*, jimiž jsou výstavba ochranných hrází, odlehčovacích kanálů, vodních děl s vymezenými ochrannými prostory, zřizování řízených inundací, poldrů, úpravy kapacit koryt toků apod. Ochranný účinek těchto opatření lze významně zvýšit, pokud jsou řízeny v rámci uceleného povodí jako jeden systém (řízená manipulace na vodních dílech v rámci vodohospodářské soustavy dispečinky jednotlivých a.s. Povodí). Mnohá technická protipovodňová opatření bývají součástí meliorací, o kterých se více informací nachází např. v článku od Tlapáka (1997).

Konkrétní příklady protipovodňových opatření jsou uvedeny v podkapitole 4.3.3. Opatření v horních částech povodí, neboť zájmové území se nachází právě v této části povodí. Většina opatření na ochranu před velkými vodami v horních částech povodí je zaměřena na zvýšení retenční schopnosti krajiny, akumulaci vody z povrchového odtoku, jejich následné vypouštění a využívání k různým účelům. V tab 7 a 8 jsou představeny základní tradiční i

netradiční opatření a zařízení na ochranu před povodněmi v horních částech povodí (Šálek, 2003).

Závěrem chci zdůraznit fakt, že by mělo být hlavním principem protipovodňové ochrany vzájemně navazující a vyvážené fungování systémů ve třech stádiích:

- a) v době nebezpečí povodně fungující systém předpovědní a hlásné povodňové služby a v době povodně efektivní řízení povodňové ochrany,
- b) po povodni urychlené odstranění povodňových škod a obnova funkcí postižených území s ohledem na omezování možnosti vzniku nových škod při budoucích povodních,
- c) v době mezi povodněmi předcházení možným rizikům preventivními opatřeními a pečlivou přípravou na činnosti při nebezpečí povodně a za povodně.

5. VÝSLEDKY TERÉNNÍHO MAPOVÁNÍ

Cílem terénního mapování bylo získat informace o charakteru území kolem řeky Svratky, které bývá zaplavováno vybřeženou vodou, o intenzitě a charakteru upravenosti toku Svratky (včetně její údolní nivy) a identifikovat geomorfologické změny, ke kterým dochází v korytě toku i přibřežní zóně po povodni. Pro popis charakteru záplavového území byly použity vlastní poznatky z pozorování a zároveň informace z díla „Studie odtokových poměrů řeky Svratky“ (Tomšovičová, 1999). Během terénního mapování byla použita metodika MUTON, zaměřená na upravenost toku a následky po povodni (podrobně vysvětlena v kapitole 1.3 Pracovní prostředí).

Při vytváření výsledků z provedeného mapování je nutno brát na zřetel roční dobu, kdy byl tok mapován (září a listopad). Tyto měsíce jsou podle statistiky průměrných ročních průtoků jedny z nejsušších, tím pádem mohou být některé charakteristiky částečně zkresleny (např. průměrná hloubka koryta).

5.1 Charakter záplavového území

Detailnější představu o charakteru záplavového území řeky Svratky mezi říčními km 140,7 a 174 (Tomšovičová, 1999) nám poskytne následující popis území podložený vlastními poznatky z terénu z podzimu 2006 a s pomocí projektu Tomšovičové (1999). Celý úsek toku Svratky je rozdělen na 6 menších částí, doplněný mapami záplavového území v měřítku 1:10 000: Borovnice – Krásné, Krásné – Milovy, Milovy – Křižánky, Křižánky – Svratka, Svratka – Herálec, Herálec – pramen Svratky.

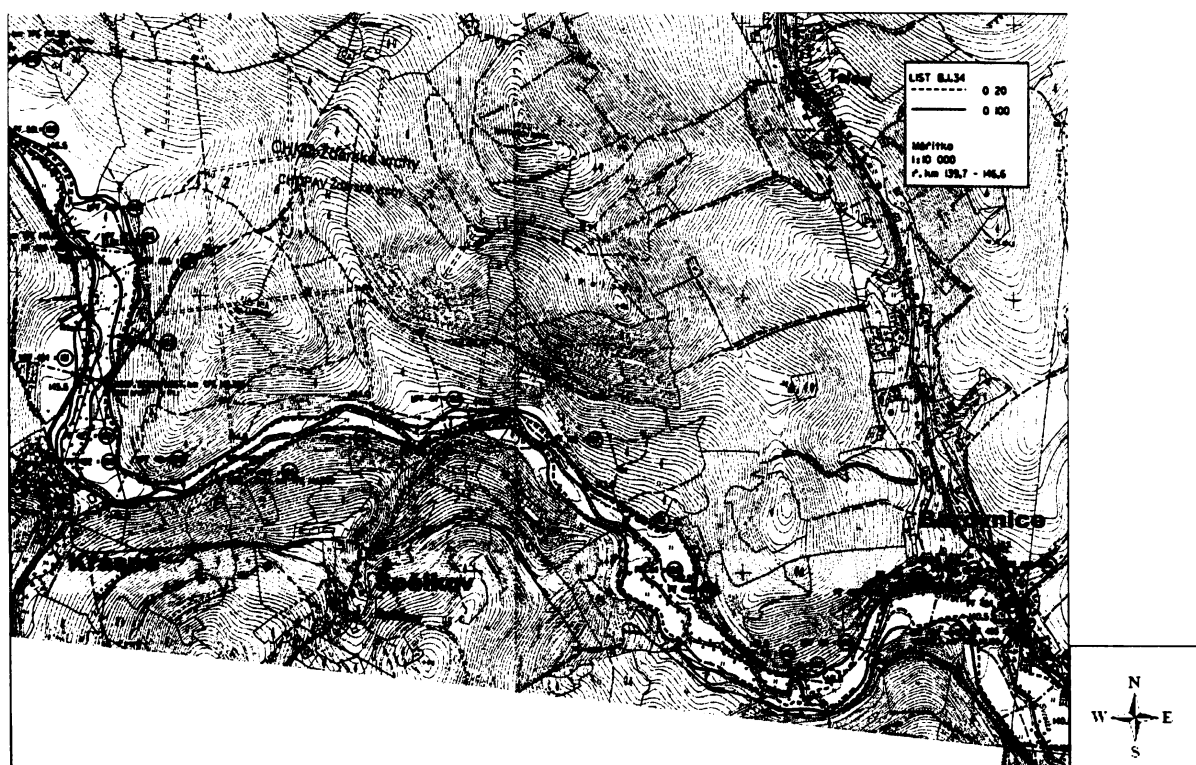
Borovnice - Krásné (mapa 7)

Nad obcí Borovnice se koryto dostává do úzké části údolí řeky Svratky, což je doposud hájený profil plánované přehradní nádrže Borovnice (více v kapitole 6 Diskuze). Nad ním se rozprostírá krásné, hluboké a dlouhé, téměř nedotčené říční údolí, s klikatě meandrujícím korytem a s občasnou zástavbou soukromých rekreačních chat. V údolí jsou na obou stranách luční pozemky pravidelně zaplavovány většími průtoky.

Údolí pod Spělkovem je opět úzké a koryto protéká v lučních pozemcích ohraničených lesními porosty na obou březích. Tento charakter údolí podél toku se opakuje až k obci Krásné, kde se údolí krátce rozšiřuje a nad obcí se zase zužuje. Šířka inundací je

zhruba 50 – 200 m. V rozšířeném údolí u obce Krásné jsou zaústěny dva přítoky, Krásenský potok a bezejmenná svodnice, do které je rovněž vyústěn odpad od náhonu, protékající údolím na pravém břehu řeky Svratky. Tento náhon, resp. odpad od náhonu nemá podstatný vliv na převádění povodňových průtoků, neboť již výše pod rozdělovacím profilem je nad obcí Krásné na náhonu odlehčovací pevný jez, který svádí vyšší vody zpět do hlavního koryta Svratky.

Mapa 7: Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Borovnice – Krásné (zdroj: Tomšovičová, 1999)



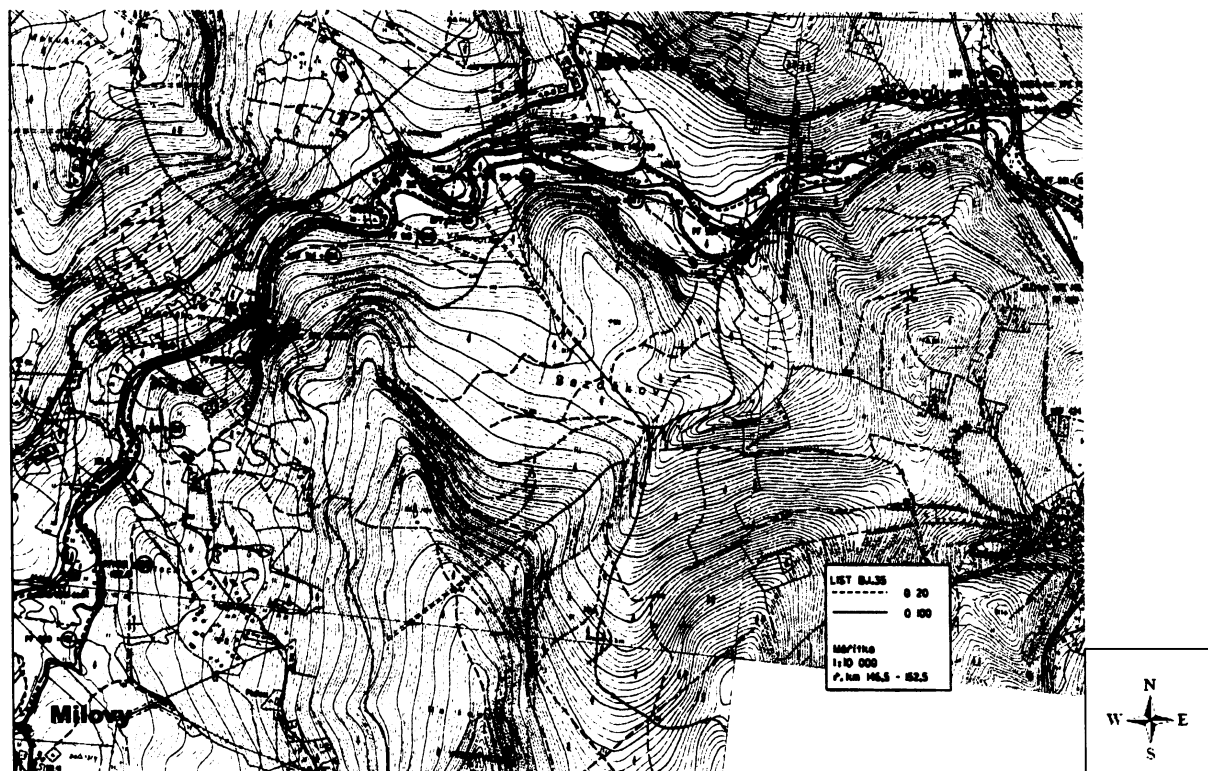
Krásné – Milovy (mapa 8)

V úseku nad obcí Krásné až po oblast Milovy se záplavové území podél meandrujícího toku na obou březích střídavě zužuje a rozšiřuje, stejně jako se zužuje a rozšiřuje údolí řeky Svratky. Šířka inundací je cca 30 – 120 m. V lokalitě Kučerův Mlýn je do Svratky zaústěn potok Hlučál a nedaleko soutoku je na Svatce postaven železobetonový silniční most o jednom poli, kterým protéká veškerá voda v zúženém profilu řeky Svratky. V dlouhém a klikatém údolí povětšinou neupravené řeky Svratky se nachází podél toku slučními a zalesněnými pozemky množství chat, které jsou většinou mimo dosah záplavových čar. Dotčené povodněmi jsou hlavně chaty v oblasti nad Březinami - viz foto 11.

Foto 11: Chatová osada u Březin ohrožená povodněmi (pořízeno 15.9.2006)



Mapa 8: Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Krásné – Milovy (zdroj: Tomšovičová, 1999)



Milovy – Křižánky (mapa 9)

V lokalitě Milovy pod obcí Křižánky se údolí více rozšiřuje (inundace až 400 m) a koryto Svatky protéká tzv. Milovskou kotlinou v mnoha meandrech v mírně svažitém terénu. Častěji zaplavovaná území jsou porostlá rákosem, vodomilnými rostlinami a vysokými travinami – viz fofo 12.

Mapa 9: Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Milovy – Křižánky (zdroj: Tomšovičová, 1999)

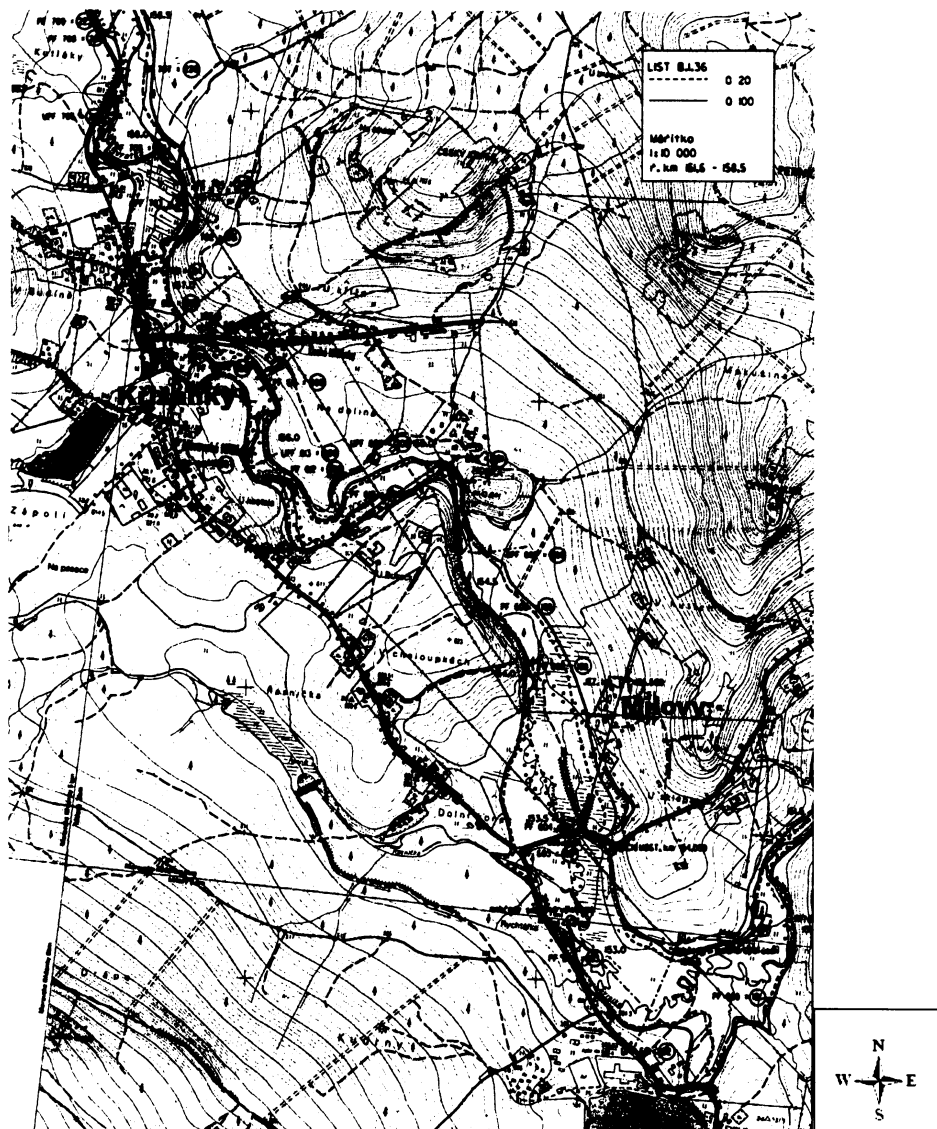


Foto 12: Milovská kotlina (pořízeno 18.11.2006)

Pod Křižánkami protéká Svratka opět úzkým zalesněným terénem a v Křižánkách jsou zaplavovány pouze úzké pruhy lučních pozemků v šířce cca 50 – 80 m, kdy přibřežní části toku jsou hustě porostlé křovinami a stromy. Tok je zde silně meandrující, neupravený, s úzkým a mělkým profilem – viz foto



13. V uvedeném úseku Milovy – Křižánky se nenachází větší zástavba, pouze v Křižánkách

na pravém břehu jsou ohrožené povodňovými průtoky přilehlé domky se zahrádkami přímo u koryta – viz foto 14.

Foto 13: Neupravené koryto řeky Svratky u obce Křižánky (pořízeno 18.11.2006)



Foto 14: Budovy ohrožené povodněmi v obci Křižánky (pořízeno 18.11.2006)

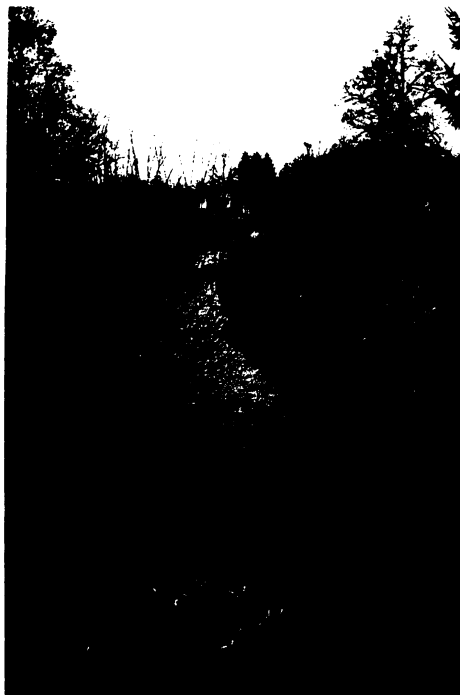


Křižánky – Svratka (mapa 10)

Nad obcí Křižánky – viz mapa 9 a 10 - protéká mírně meandrující řeka Svratka lesními pozemky v úzkém údolí v blízkosti silniční komunikace. Zde se nedá uvažovat o nějakém větším záplavovém území.

V obci Svratka protéká řeka při okraji zástavby v upraveném korytě s jednoduchým lichoběžníkovým profilem a v úzkém údolí se strmějšími svahy – viz foto 15. Šířka záplavového území se pohybuje od 50 do 100 m. Na horním okraji obce Svratka byl v letech 1976-1977 vybudován vakový jez a slouží společně se zemní hrází ke vzdouvání vody nad

Foto 15: Upravené koryto v obci Svratka (pořízeno 24.11.2006)

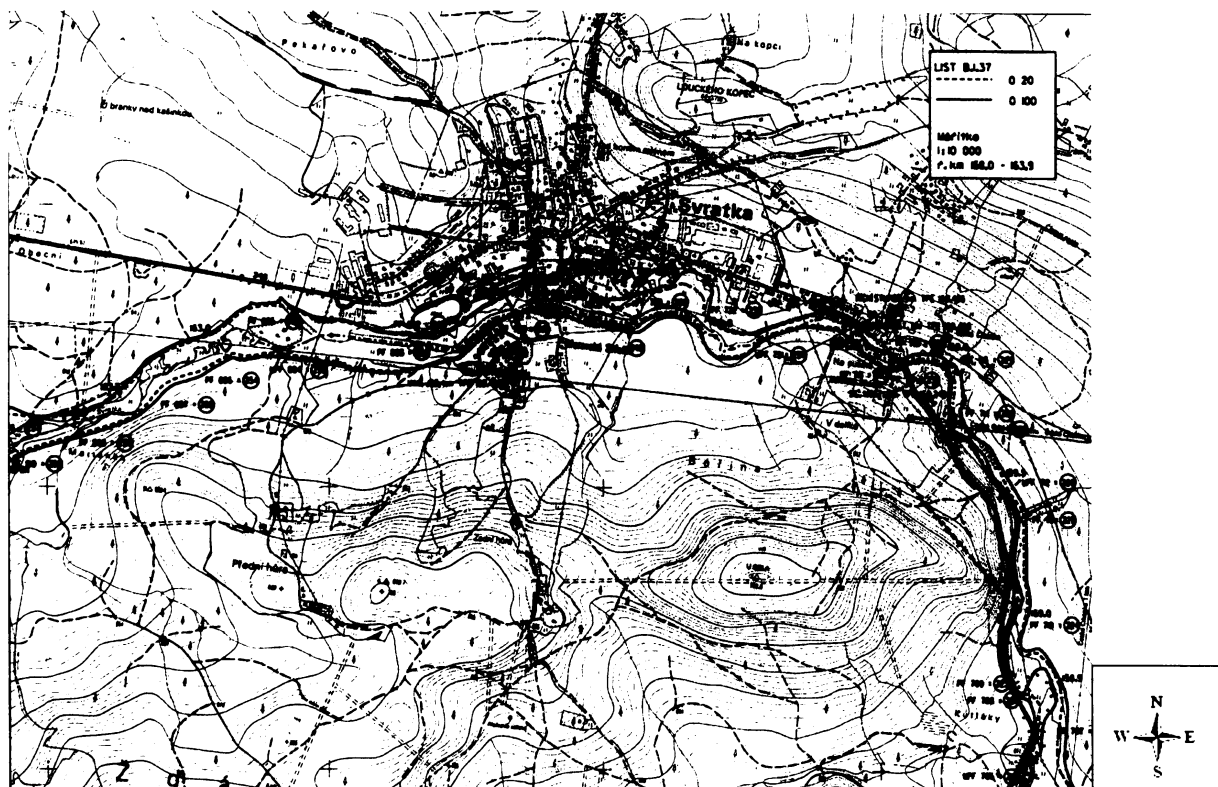


obcí Svratka – viz foto 16. Nad ním se rozprostírá nádrž rekreačního rybníka s opevněnými svahy břehů a plážemi. Pevná betonová přelivná plocha jezu má délku 10 m a na širokém vodorovném prahu je uchycena pohyblivá hradící konstrukce – pryžotextilní vak plněný vodou z přetlakové a manipulační šachty na levém břehu. Výška hradícího vaku je 1,5 m. Rybník transformuje povodňové průtoky zřejmě jen nepatrně, neboť v oblasti pod rybníkem dochází k vybřežování velkých vod do příbřežní zóny.

Foto 16: Vakový jez ve Svratce (pořízeno 24.11.2006)



Mapa 10: Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Křižánky – Svratka (zdroj: Tomšovičová, 1999)



Svratka – Herálec (mapa 11)

Nad rybníkem Svratka směrem k obci Herálec – viz mapa 10 a 11 - je v širokém, mírně svažitém údolí bývalé meandrující koryto řeky Svratky nevhodně napřímené a upravené, kdy velké vody protékají většinou v korytě s průtočným profilem dvojitého lichoběžníka – viz foto 17. Záplava ve svažitém terénu je rovněž v úzkém pruhu.



Foto 17: Nevhodně napřímený tok Svratky mezi obcí Svratka a Herálec (pořízeno 24.11.2006)

V obci Herálec je koryto Svatky rovněž upravené s kamenobetonovými svislými opěrnými zdmi a zídkami, voda zde pravděpodobně vůbec nevybřežuje (po ústních sděleních místních občanů) – viz foto 18. Nad obcí je koryto opět neupravené a inundační území se nachází na lučních pozemcích o šířce do 300 m.

Foto 18: Upravené koryto řeky Svatky v Herálci (pořízeno 25.11.2006)



Herálec – pramen Svatky

Nad Herálcem je zaústěn na pravém břehu potok Břímovka – viz mapa 11, která pramení nedaleko pramenů Svatky na Žákově hoře (foto 19). V úseku nad Břímovkou je koryto řeky (říčky) Svatky ve směru proti toku již neupravené, meandrující, poměrně úzké a protéká nejdříve lučními pozemky a výše proti toku přes lesní pozemky - viz foto 20. Díky svému úzkému profilu se dá o Svatce hovořit spíše už jako o potoku. Záplavové území je zde úzké, cca 80 m, plné přírodních sníženin v lesním terénu.

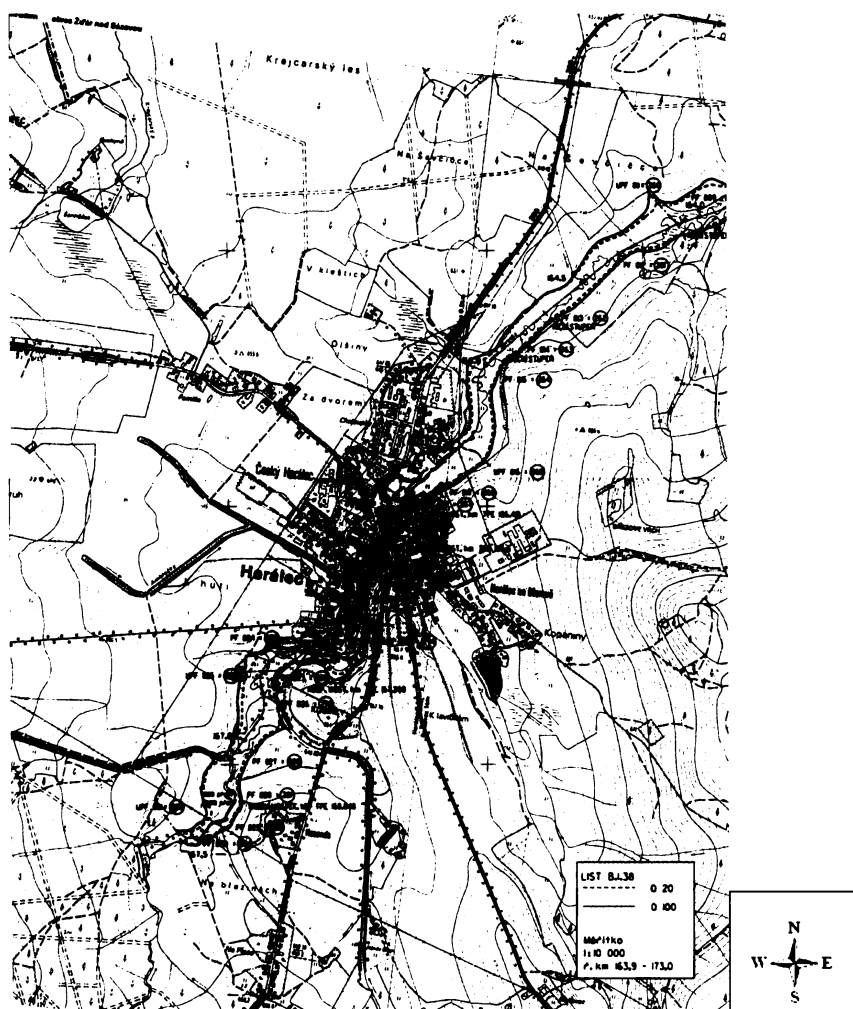
Foto 19: Ústí Břímovky do Svatky u obce Herálec (pořízeno 25.11.2006)



Foto 20: Tok řeky Svatky nad Herálcem (pořízeno 25.11.2006)



Mapa 11: Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Svatka – Herálec (zdroj: Tomšovičová, 1999)



5.2 Antropogenní upravenost toku a údolní nivy

Současná míra antropogenní upravenosti byla mapována v jednotlivých úsecích, kterých bylo 90, o celkové délce 39,5 km. Hodnocení bylo provedeno celkem v sedmi základních parametrech upravenosti toku a příbřežní zóny – základní charakteristiky úseku, upravenost vedení trasy toku, jeho podélného profilu, jeho vlastního koryta, upravenost příbřežní zóny, překážky proudění při povodni a charakter současných protipovodňových opatření. Výsledné mapy byly vyhotoveny v programu MapInfo 5.0 z geodatabáze ZABAGED (2001). Pro orientaci v mapě dobře poslouží příloha 1 – Přehledová mapa horního povodí Svratky.

5.2.1 Základní charakteristiky úseku

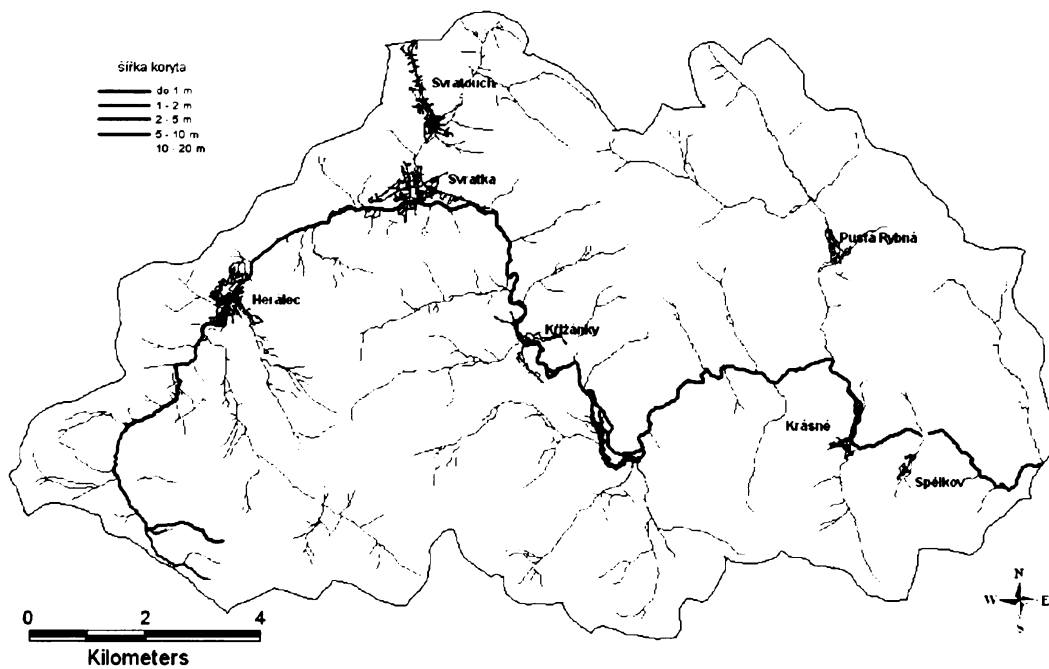
Hodnota *šířky vlastního koryta* se přirozeně zvětšuje se vzdáleností od pramene – viz mapa 12. Těsně u pramene je šířka do 1 m, po obec Svratka se šířka většinou pohybuje mezi 1 a 2 m (výjimkou je Herálecká sníženina, kde je šířka větší než 2 m), dále roste na hodnotu 2-5 m až za Milovskou kotlinu (výjimkou je užší boční rameno v Milovské kotlině) a ve výústním profilu je tok široký 5-10 m (kolem obce Krásné je však tok užší).

Průměrná *hloubka koryta* řeky Svratky je od pramene až po výústní profil stále ve stejném hodnotovém rozmezí, a to do 0,5 m (výjimkou je pouze rybník ve Svratce).

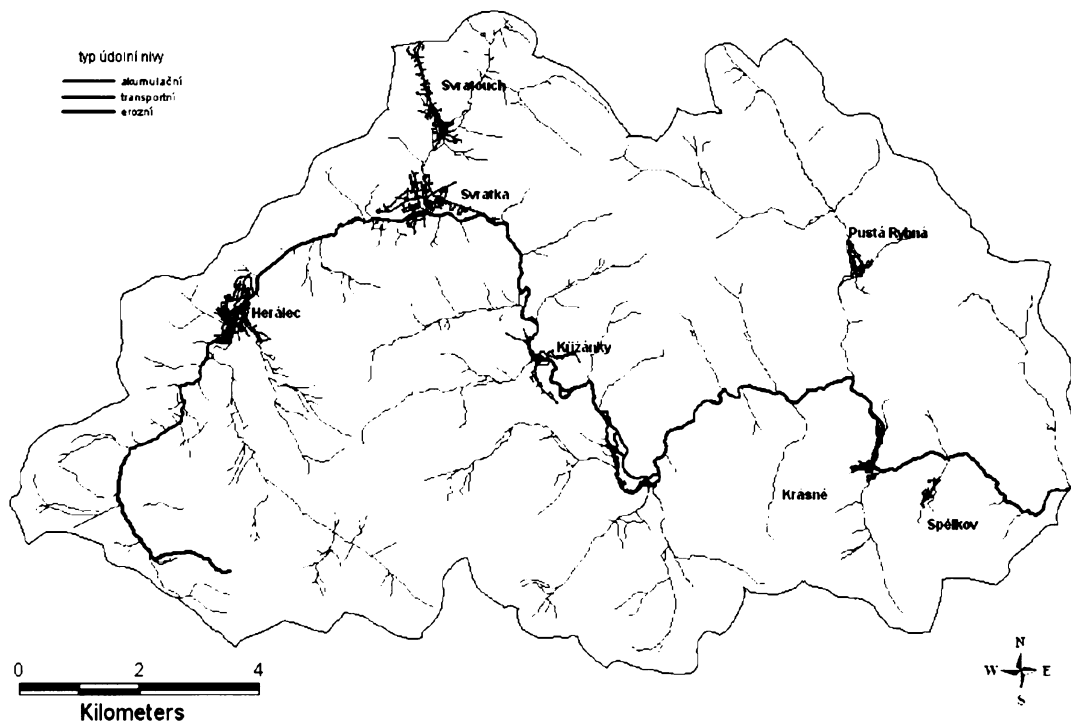
Z hlediska činnosti toku je převažujícím *typem říčního koryta a údolní nivy* toku Svratka typ transportní, tj. kde není výraznějších projevů akumulace či eroze (viz mapa 13). Převaha akumulace se vyskytuje povětšinou v široké nivě kotlin (např. Milovská kotlina, Herálecká sníženina) a projevy eroze v oblasti pramenné.

Šířka údolní nivy je převážně mezi 50 a 200 m a její hranici nám vyobrazuje mapa 14 nebo příloha 7, tj. Povodňový plán ORP Nové Město na Moravě (2004) s vymezeným záplavovým územím.

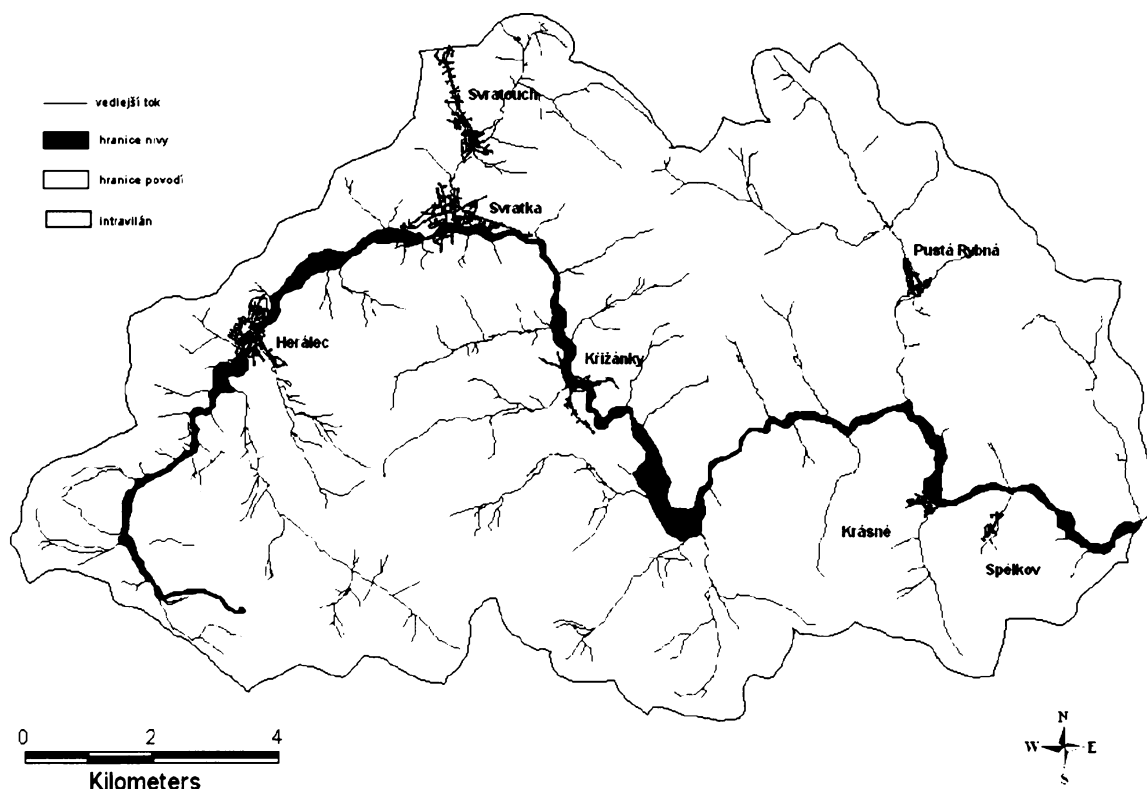
Mapa 12: Průměrná šířka koryta toku Svatka



Mapa 13: Typ údolní nivy řeky Svatky



Mapa 14: Vymezení údolní nivy řeky Svatky terénním mapováním



5.2.2 Charakter trasy toku

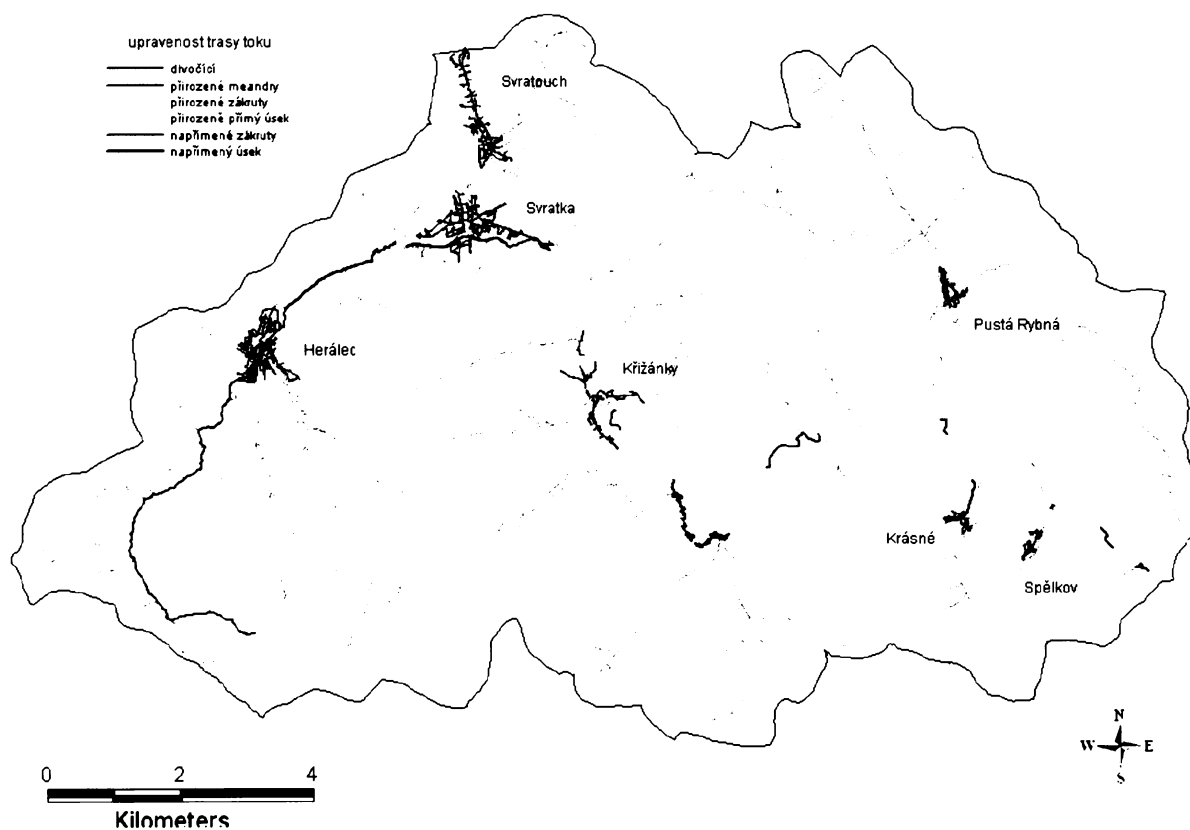
Upravenost trasy toku je významným indikátorem při hodnocení celkové upravenosti toku. Člověk se při úpravě trasy toku uchýlil hlavně k jeho napřimování. Hlavním důvodem bylo zkapacitnění koryt toků a tím pádem minimalizace vybřežení a následný rozliv vody v přirozeně meandrujících úsecích níže na toku. To mělo a má ovšem za následek spíše škody na zemědělské produkci a v intravilánech.

V povodí horní Svatky je 17,6 % (6,9 km) trasy toku částečně nebo zcela napřimeno, a to konkrétně v úseku Herálec – Svatka, což je oblast s nejvyšší hustotou zalidnění ve studovaném povodí. Nejvíce se však na řece Svatce vyskytují přirozené zákruty (41 %) – viz foto 21 a mapa 15.

Foto 21: Přirozené meandry řeky Svatky (pořízeno 24.11.2006)



Mapa 15: Charakter upravenosti trasy toku Svatka



5.2.3 Charakter podélného profilu

Zásadní vliv na proudění vody v korytě a v údolní nivě při povodni má charakter upravenosti toku v podélném profilu, tj. přítomnost umělých stupňů v korytě – jezů a hrází. Při povodni jsou tyto regulační objekty na toku místy se zvýšenou koncentrací povodňových následků, neboť představují překážku přirozenému proudění. Díky vzduť nad hrází vyvolávají rozliv, urychlují sedimentaci materiálu, v úsecích pod jezy naopak dochází k intenzivní erozi (Langhammer, 2004).

Ve sledované oblasti povodí Svratky se nachází kolem 55 umělých stupňů v korytě toku, z toho většinu představují umělé stupně do 20 cm výšky umístěné v napřímených úsecích a zbytek tvoří zhruba 7 funkčních a několik polorozpadlých jezů, které by mohly mít významnější vliv na proudění vody za povodně – viz mapa 16. Tyto jezy se nejvíce nachází v úseku Svratka – Herálec s celkovou úpravou koryta – viz foto 22.

Mapa 16: Rozmístění přírodních skalních stupňů a jezů v korytě toku Svratky

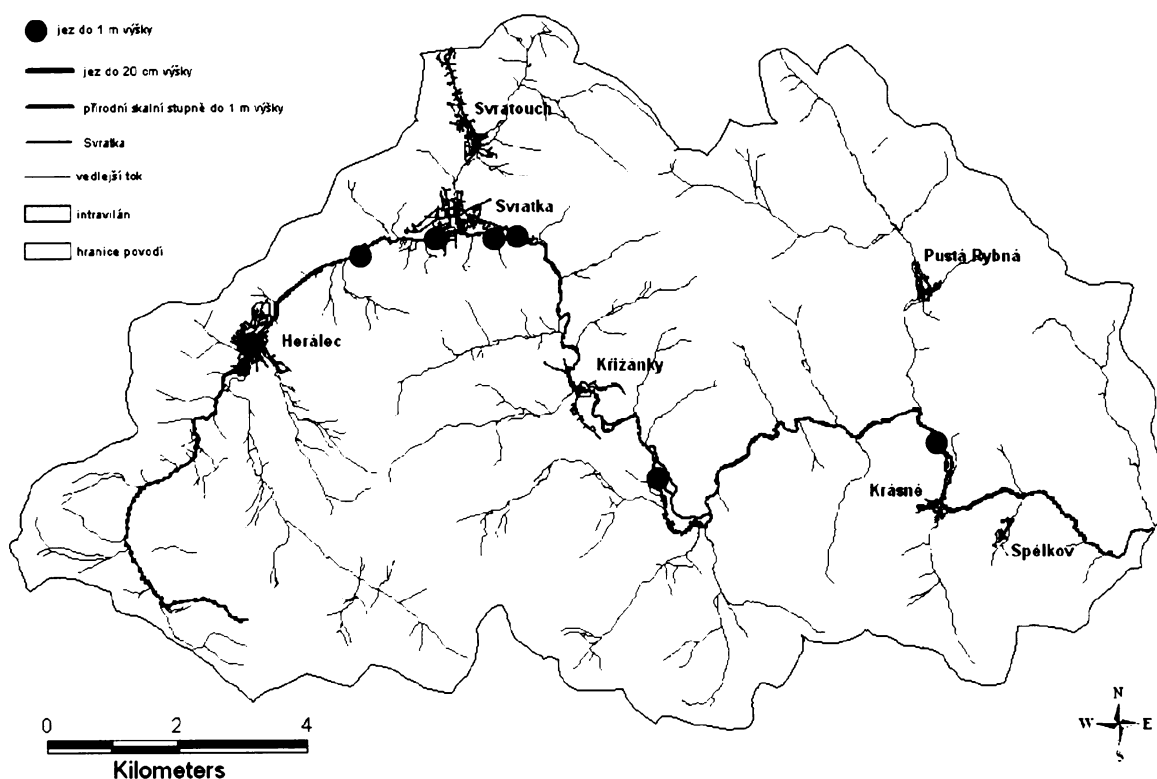


Foto 22: Příklad jezu v obci Svatka (pořízeno 24.11.2006)

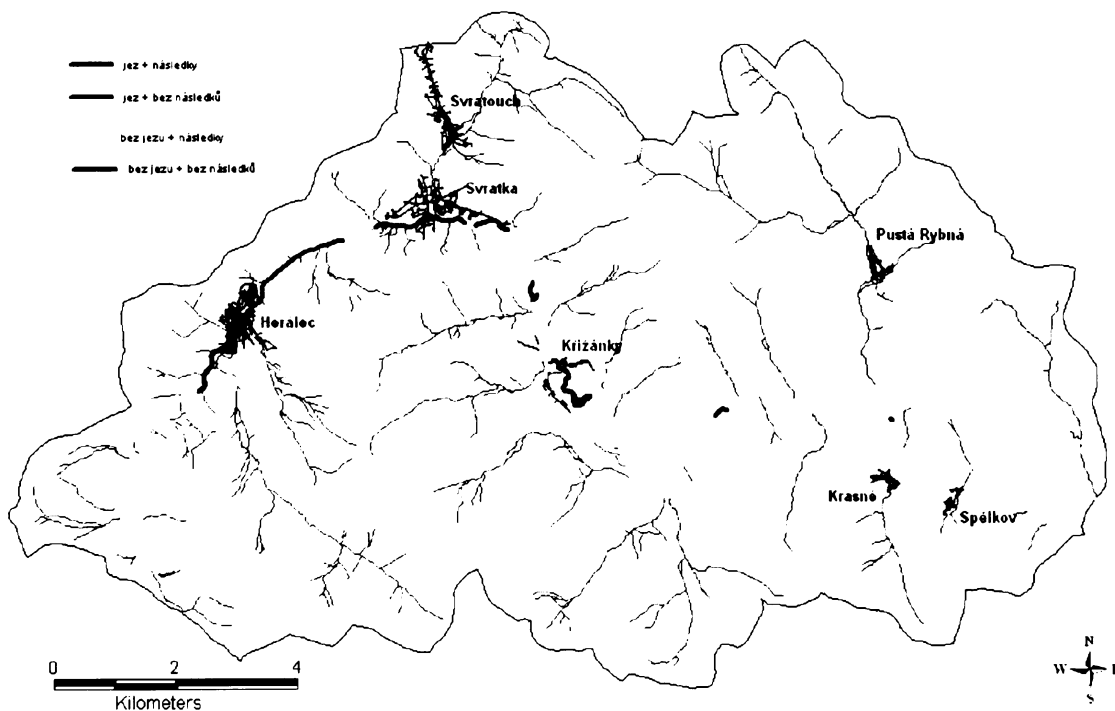


Mapa 17 představuje analýzu souvislosti mezi přítomností umělého stupně a výskytem následků povodně, jako jsou fluviální akumulace a břehové nátrže. Tato analýza ovšem neprokázala jasnou kauzální vazbu mezi uvedenými charakteristikami. Příčinou může být malý počet jezů v povodí pro analytické výpočty či

jejich malá výška, která nemá tak podstatný vliv na proudění vody v korytě při povodni.

Úseky s přítomností jezu a zároveň následků povodně se vyskytují převážně v oblastech částečných úprav koryta kolem obce Herálec a Svatka, zato úseky s jezy a bez následků jsou místy celkových úprav koryta v Herálci a napřímeného úseku mezi obcí Herálec a Svatka.

Mapa 17: Souvislost mezi přítomností jezů a výskytem následků povodně



5.2.4 Charakter upravenosti vlastního koryta

Antropogenní upravenost vlastního koryta toku Svatky dosahuje v současnosti 39,8 % její délky, přičemž částečně upraveno je 30,1 % a zcela upraveno 9,7% - viz mapa 18. Výsledkem tedy zůstává hodnota 60,2 % délky toku, která je neovlivněná člověkem, vyskytující se hlavně v lesních úsecích a v oblastech mezi obcemi. Naopak upravenost toku je příznačná pro intravilán a oblasti chatových osad – viz foto 23.

Pro vysvětlení, za částečně upravené koryto se bere vegetační opevnění, dřevěná kulatina, břeh zpevněný kamenem, či trávobetonovou dlažbou a za zcela upravené koryto se bere břeh nebo dno zpevněné vyzdívkou či betonem nebo souvislé betonové zpevnění břehu i dna.

Mapa 18: Antropogenní upravenost koryta toku Svatky

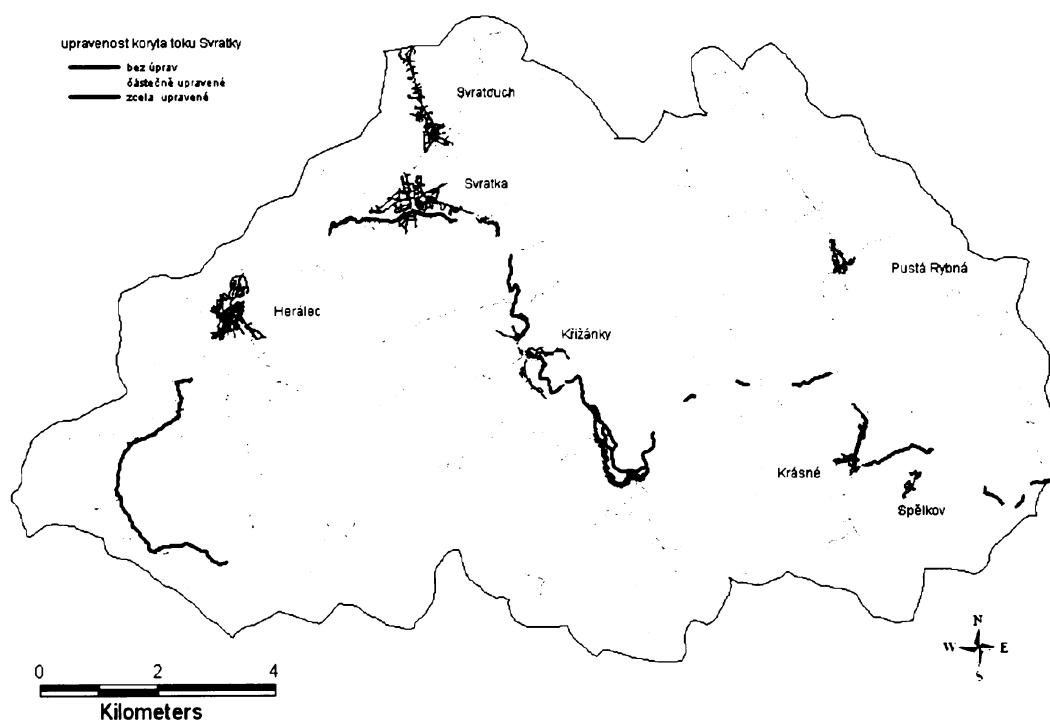


Foto 23: Příklad upravenosti toku v obci Cikánka (pořízeno 24.11.2006)



5.2.5 Charakter příbřežní zóny

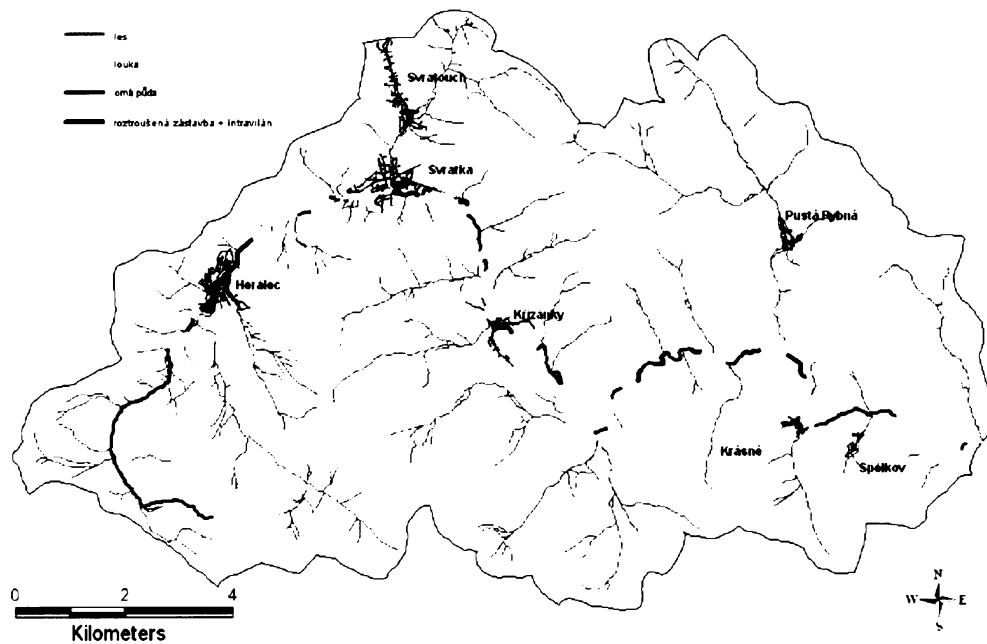
Nejen samotná upravenost říčního koryta, ale i charakter využití údolní nivy (příbřežní zóny), má nemalý vliv na proudění vody při povodni a případné následky po povodni. Využití příbřežní zóny na pravém či levém břehu je velmi podobné, téměř shodné. Nejvíce jsou zastoupeny louky (56,2 % délky toku), dále lesní porosty (29,8 %), městská zástavba (8,9 %) a nejmenší podíl zaujímá orná půda s 5,1 % - viz mapa 19. Charakteru využití příbřežní zóny odpovídá i charakter břehové vegetace, nejčastější typ je lesní či galeriová vegetace, zřídka pouze jednotlivé stromy (městská zástavba).

Při srovnání mapy 19 (rok 2006) a mapy 5 (rok 2000) z kapitoly 2.2.1 Využívání krajiny je vidět, že podíl luk v příbřežní zóně se za posledních 6 let mírně zvětšil na úkor podílu orné půdy, což samozřejmě jen pozitivně přispívá k lepší retenci vody, menší půdní erozi a celkově k lepším protipovodňovým podmínkám.

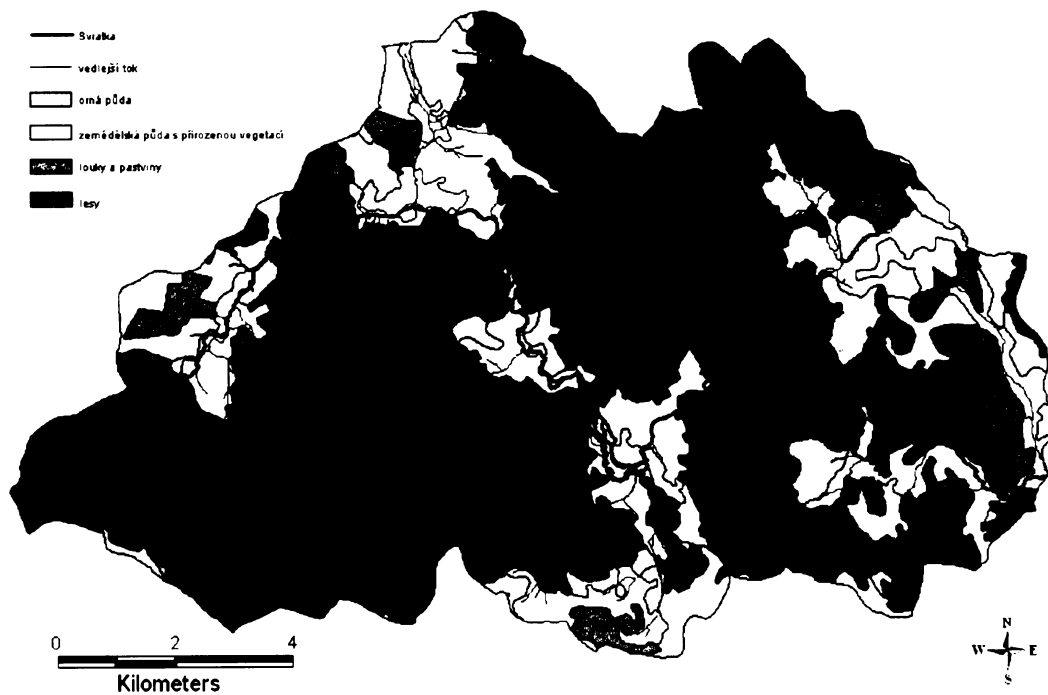
Jako poznámku bych uvedla skutečnost, že v Milovské kotlině se nikdy nevyskytovala orná půdy, tedy ani v roce 2000, jak to vyznívá při pohledu na mapu 5.



Mapa 19: Využití příbřežní zóny toku Svatka



Mapa 5: Struktura krajiny horního povodí Svatky v roce 2000 (zdroj: CORINE landcover, 2000)



5.2.6 Nevhodně situované objekty

Velké škody při povodních bývají často registrovány v místech, kde se nacházejí *nevhodně situované objekty* (kromě jezů to bývají často násypy tratí a silnic, případně poddimenzované konstrukce mostů a propustků atd.), které působí jako překážka v proudění vody,. Tento faktor antropogenního ovlivnění přírodní sféry je velmi významný a z hlediska protipovodňové ochrany je třeba mu věnovat maximální pozornost.

Následuje detailnější popis nevhodně umístěných mostů, lávek a jezů – viz mapa 20 (*Tomšovičová, 1999*):

- 1 - Dřevěná lávka pod Spělkovem je situována v průtočném profilu velkých vod a při povodních a ledochodech je strhávána.
- 2 – Vzdouvací jez nad obcí Krásné je ve špatném stavu, při povodních je obtékán a může dojít k jeho ještě větší devastaci.
- 3 – Dřevěný mostek na lesní cestě nad obcí Březiny a rovněž dřevěná lávka v obci České Milovy jsou pravděpodobně při vyšších stavech strhávány a mohou způsobit zátarasy v úzkém profilu Svratky a poruchy přilehlých břehů u soukromých chat.
- 4 – Polorozpadlý jez v Křížánkách je postupně při povodních a ledochodech ještě více devastován.
- 5 – V mostním profilu v lokalitě Česká Cikánka pod obcí Svratka může dojít pod mostovkou v jednom poli na návodní straně k ucpání plovoucími předměty a ledochody, neboť povodní strana mostu je ze dvou klenutých polí - viz foto 24.
- 6 - Dřevěné lávky pro pěší v obci Svratka mohou být poškozeny či zničeny ledovými krami.
- 7 - V mostním profilu se středním dělicím pilířem v obci Svratka může dojít k ucpání ledovými krami.
- 8 - Jistou pozornost zasluhuje vakový jez ve Svratce vzdouvající vodu v rybníku nad ním. Odtud se mohou přepouštět ledové kry jen v případě volného koryta níže po toku.
- 9 – Železobetonové elektrické sloupy, uložené přes koryto Svratky pod čerpací stanicí u obce Herálec, působí v průtočném profilu jako překážka proudění vody – viz foto 25.

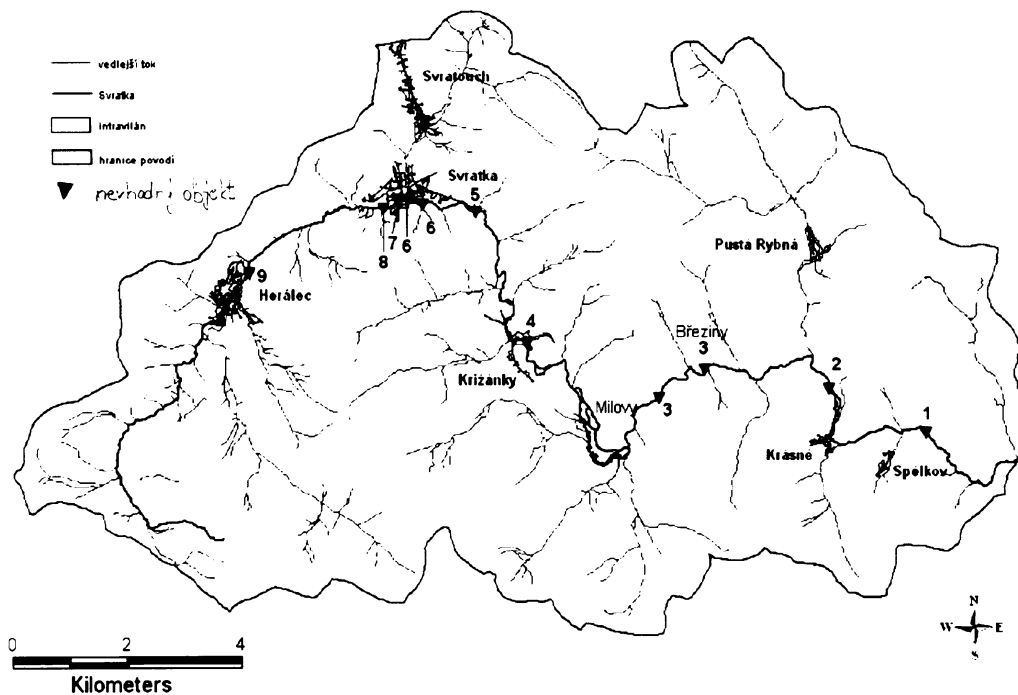
Foto 24: Kamenný most v obci Česká Cikánka u obce Svatka (pořízeno 24.11.2006)



Foto 25: Železobetonové elektrické sloupy u obce Herálec (pořízeno 24.11.2006)



Mapa 20: Nevhodně situované objekty – mosty, lávky a jezy



Kromě překážek proudění vody jako je jez, násep silnice, most či lávka se v oblasti vyskytují i nevhodně postavené budovy v nivě nebo stromy rostoucí přímo v průtočném profilu toku, na svazích koryta či na ostrůvcích vytvořených z nánosů v rozšířených profilech – viz mapa 21. Z hlediska odtokových poměrů a stability ochranných hrází je vegetační doprovod nevhodný, snižuje kapacitu koryta a může způsobit vybřežení povodňových průtoků a destrukci ochranné hráze.

Nevhodně rostoucí stromy se nacházejí převážně v lesnaté části povodí u pramene – viz foto 26 a nevhodně postavené budovy u obcí Herálec, Svratka, Křižánky, Krásné a v chatové osadě mezi Milovskou kotlinou a obcí Krásné – viz foto 27.

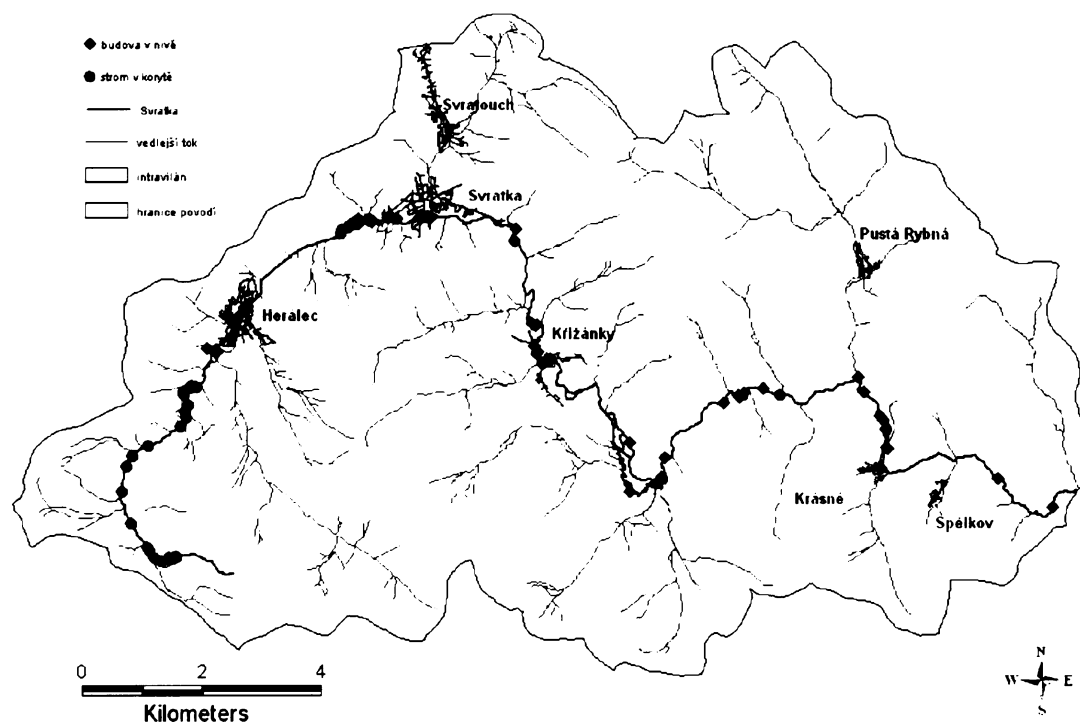
Foto 26: Příklad nevhodně situovaného stromu v korytě řeky Svratky (pořízeno 24.11.2006)



Foto 27: Příklad nevhodně situované budovy v Milovské kotlině (pořízeno 18.11.2006)



Mapa 21: Nevhodně situované objekty – stromy v korytě a budovy v nivě



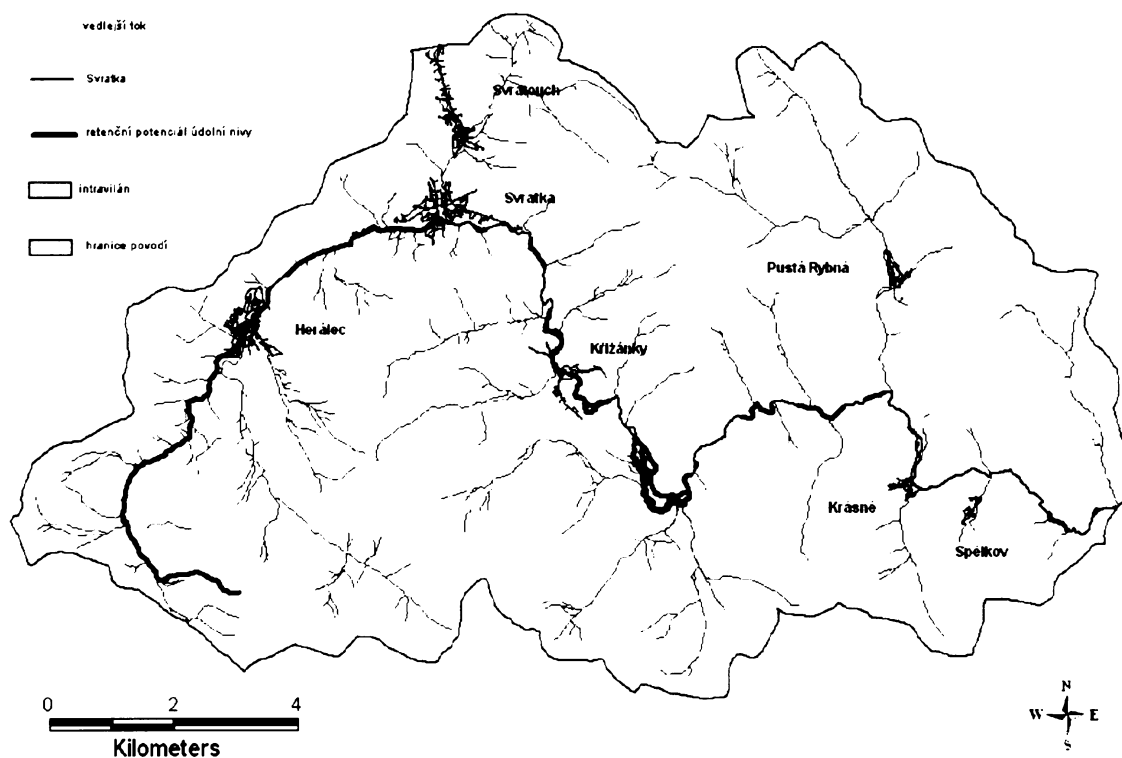
5.2.7 Současná protipovodňová opatření

Aktivních protipovodňových opatření v podobě hrází a valů je v povodí na pouhých 7,8 % délky toku, a to konkrétně v obci Herálec a Svatka.

Prvků pasivní protipovodňové ochrany neboli oblasti retenčního potenciálu údolní nivy je v povodí dostatek, a to konkrétně na 62 % délky toku Svatky – viz mapa 22. Jedná se především o pramennou oblast s lesním porostem (přírozené sníženiny) a dále o Milovskou kotlinu a Heráleckou sníženinu (mokřady). Tyto oblasti by měly být plně využity k případnému vybřežení a zadržení vysoké vody.

Při mapování byly sledovány tyto retenční kapacity údolní nivy: opuštěné rameno toku, meandr; mokřad; vodní nádrž v nivě a přírozené či antropogenní sníženiny v nivě.

Mapa 22: Úseky řeky Svatky s retenčním potenciálem údolní nivy



5.3 Geomorfologické následky povodně

Hned na začátku bych chtěla zmínit skutečnost, že mapování následků proběhlo v roční době od září do listopadu. Musíme si tedy uvědomit, že uběhlo již několik měsíců od možných povodní, které se vyskytují nejčastěji na jaře či v létě. Současné následky po povodních nemusí být tudíž dobře patrné a viditelné nebo mohla již proběhnout eventuální rekonstrukce poškozených objektů.

Geomorfologické následky povodní, jako jsou fluviální akumulace v nivě či v korytě (foto 28), břehové nátrže (foto 29), se vyskytují na 85 % délky toku Svatky (mapa 23), a to hlavně v částečně upravených a neupravených úsecích. Naopak v oblastech úplných úprav koryt se následky po povodni neprojevují (kolem Herálce, Svatky, Křížánek). Podle charakteru upravenosti trasy toku jsou akumulace v korytě a břehové nátrže evidovány pouze v meandrovitých úsecích, zatímco fluviální akumulace v nivě se vyskytují téměř ve všech úsecích s následky povodně.

Mapa 23: Zmapované následky povodní (akumulace a břehové nátrže)

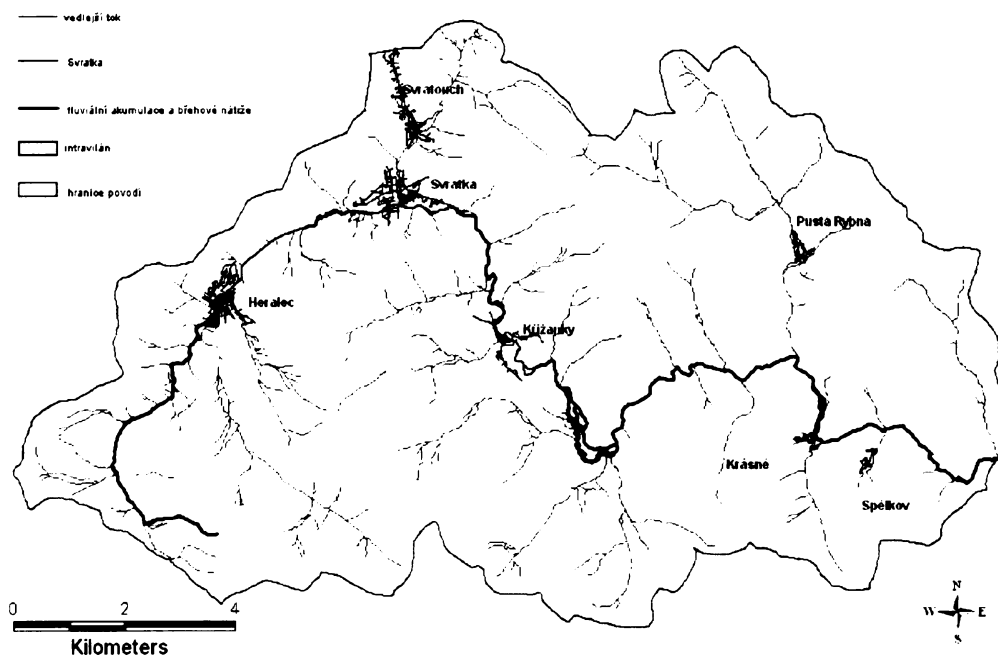


Foto 28: Příklad fluviální akumulace v korytě u obce Krásné (pořízeno 15.9.2006)



Foto 29: Příklad břehové nátrže u obce Spělkov (pořízeno 15.9.2006)



6. DISKUZE

Plocha území chráněného před povodněmi je v České republice 1237 km², což je 1,5 % z celkové rozlohy ČR 78 866 km². Povodně s periodicitou 1 až 10 let ohrožují 1900 km² území (2,4 %), povodně vyskytující se s periodicitou 100 let ohrožují území o ploše 2900 km² (3,6 %), (Konvičková, 1998).

Povodně je tedy třeba chápat jako součást hydrologického režimu povodí, které vznikají vždy po dostatečně intenzivních srážkách bez ohledu na naše chtění a s povodní vždy přicházejí i škody na majetku a následky v krajině. Skutečností je, že neexistuje absolutní protipovodňová ochrana celého povodí, lze pouze škody minimalizovat vhodnými ochrannými opatřeními, nejlépe však nasměrováním nebezpečné vody do míst, kde je nižší potenciální intenzita škod.

Povodně s velkými škodami vyvolávají obecný tlak budovat ochranná opatření, v obdobích bez větších povodní silí tendence k zanedbávání povodňové ochrany. Naprosto souhlasím s tvrzením Blažka (1997), že se ve společnosti vyskytuje přirozená lidská nechuť uvažovat rizika. Katastrofy či kalamity, které se stávají jednou za 70 a více let, lidé odmítají brát na vědomí přes nesporné historické zkušenosti.

Vlivem antropogenních zásahů do krajiny a především do údolní nivy je samozřejmě přirozený průběh a oblast působení geomorfologických a hydrologických procesů narušen a oblasti současné údolní nivy jsou v porovnání s přírodním stavem zasaženy méně. Snížení povodňových rizik lze tedy dosáhnout aplikací takových opatření, která respektují přirozenou morfologii údolního dna a procesů v ní probíhajících, tedy směřující k přírodě blízkému stavu říčních koryt a říčních niv. Při sanaci poškozených koryt by se mělo postupovat odstraňováním příčin jednotlivých negativních projevů povodně a nikoliv pouze likvidací jejích důsledků a mechanickou rekonstrukcí předpovodňového stavu, který bude v podobném případě znovu zničen.

Při návrhu možných ochranných opatření se dá uvažovat o dvou směrech protipovodňové ochrany:

- Protipovodňová ochrana v urbanizovaném území
- Protipovodňová ochrana ve volné krajině

6.1 Protipovodňová ochrana v urbanizovaném území

S rostoucí mírou urbanizace území a s růstem ceny pozemků se většinou požadavky na míru ochrany zastavěného území stupňují. Zároveň s prodlužujícími se časový řadami hydrologických pozorování se zpřesňují i hydrologické údaje, což vede k přehodnocování provedených úprav, a vlivem růstu rozsahu urbanizovaného území dochází ke zvyšování návrhových parametrů úprav pro ochranu před povodněmi.

Navrhovaná protipovodňová ochrana se dá provádět ve 3 směrech:

- Ochranné hráze
- Oddálení majetku od vodního toku
- Vyloučení stavby v záplavovém území

Ochranné hráze

Nejčastějším typem protipovodňové ochrany v zastavěném území jsou ochranné hráze. V poslední době, kdy registrujeme zvýšení počtu povodňových událostí i jejich rozsah, se objevují nové požadavky spojené s funkcí těchto hrází. Diskutuje se o nové koncepci jejich liniového vedení, o způsobu jejich výstavby, o prodlužování délky i možnostech a rozsahu obnovy či zvýšení hrází původních (*Langhammer, 2004*).

Hlavní spory o úpravách toků jsou právě spory mezi zájmy ochrany života, zdraví a majetku lidí na jedné straně a zájmy ochrany přírody na straně druhé. Řešení těchto sporů není problém technicko-ekologický, ale společensko-politický. Většina provedených úprav toků plní vodohospodářské požadavky, které na ně byly kladené, na druhé straně však velká část provedených úprav nesplňuje požadavky z pohledu životního prostředí aquatických a terestrických společenstev. Navíc se uvádí, že úpravy toků zvyšují kulminační průtoky pod úpravou. Při extrémních povodních však bývají škody na upravených korytech podstatně větší než na korytech neupravených. Je to vyvoláno jednak výrazně vyššími rychlostmi a tedy namáháním ve zvětšených upravených korytech a dále vyšší cenou základního prostředku – opevněného koryta. Na druhé straně však povodně v posledních letech ukázaly, že tam, kde koryta vodních toků nebyla upravena nebo kde byly provedeny je lokální menší úpravy, vznikly v inundačním území daleko závažnější škody než v okolí komplexnějších úprav (*Mareš, 1998*).

V oblasti horního povodí Svratky se dá hovořit o urbanizovaném území (spíše o rozroušené zástavbě) kolem řeky Svratky v obci Herálec, Svratka, Krásné, Křižánky a chatová

oblast u obce Březiny. V intravilánech obcí je potřeba snažit se o zvyšování průtočné kapacity vodního toku a nové hráze stavět tak, aby byly maximálně vzdáleny od toků a tím byl vytvořen plošně rozsáhlý akumulací prostor pro bezeškodný rozliv povodně. Výstavbou nebo obnovou hrází by však neměla být narušena stabilita přirozených ekosystémových mechanismů mezi řekou a zátopovým územím. Je proto důležité počítat do budoucna při stavění protipovodňových hrází se změnou proudění vody v údolní nivě, se zúžením kapacity nivy a s možným ohrožením lokalit, které by byly jinak níže po toku postiženy záplavou méně nebo by byly mimo bezprostřední ohrožení.

Oddálení majetku od vodního toku

Sídelní a výrobní prostory, které jsou často ohrožované povodněmi, by se měly oddálit do bezpečnější zóny zátopového území nebo úplně odstranit. Sníží se tím rozsah škod na majetku a celkových následků po povodni. V povodí Svratky se jedná o jednotlivé objekty kolem výše zmíněných obcí.

Vyloučení stavby v zátopovém území

Do budoucna by bylo dobré zásadně vyloučit využívání záplavového území k jakémukoli stavebnímu či hospodářskému účelu mimo zastavěná území sídel chráněná protipovodňovými hrázemi. K zajištění nezastavitelnosti tohoto zátopového území může sloužit respektování nařízení existující legislativy (např. vodní zákon) či mohou být kromě jiného vhodně využity i ochranné podmínky CHKO.

6.2 Protipovodňová ochrana ve volné krajině

Obecně platí, že škody na přírodních ekosystémech jsou zanedbatelné a minimální i při extrémních povodních jakou byla povodeň v roce 1997 (viz *Machar, 1998*). Důvod je prostý – přírodní ekosystémy údolní nivy, tj. lužní lesy, louky a přirozeně meandrující toky jsou k záplavám přizpůsobeny a povodně, byť rozsáhlé, jsou pro přírodní ekosystémy údolní nivy potřebné.

Mimo intravilán by vodní toky a jejich bezprostřední okolí měly být navraceny zpět k přírodě podobnému stavu a tam, kde je to jen trochu možné, postupně zvyšovat retenční schopnost krajiny, pro kterou je povodeň součástí vývoje reliéfu.



Hlavní směry navrhované protipovodňové ochrany jsou následující:

- Ponechat nivu přírodnímu vývoji
- Udržovat zásobní prostory rybníků
- Meandry místo napřímeného toku
- Existence příbřežní vegetace
- Komplexní pozemkové úpravy
- Odstranit nevhodné překážky proudění vody
- Poldr či vodní nádrž

Přírodní vývoj nivy

Základním přístupem protipovodňové ochrany by mělo být ponechání údolní nivy v nejvyšší možné míře jejímu přírodnímu vývoji a pohlížet na ni jako na přirozené zátopové území. S tím souvisí zachování existence či případná obnova současných retenčních prostor, a to hlavně mokřadů. To se týká ve zkoumaném povodí oblastí lesů a luk mezi obcemi a zejména mokřadů Milovské kotliny.

Rybníky v povodí

Dalším pravidlem by mělo být řádné udržování zásobních prostor rybníků, popř. zaniklé rybníky obnovit. Konkrétně se to dotýká rybníků Milovský, Kyšperský v Milovské kotlině, rybník ve Svratce, rybník Řasník u Křižánek a menší nádrž nad obcí Herálec a u Krásného.

Meandry místo napřímení toku

Na úsecích hlavního toku, které byly dříve při vodohospodářských úpravách napřímeny a kde je to zároveň technicky proveditelné, by bylo vhodné obnovit alespoň částečně původní meandry a tím prodloužit říční tok a zároveň zpomalit průtok vody. To se týká hlavně oblasti mezi Herálcem a Svratkou a napřímeného toku u Krásného – viz mapa 15.

Příbřežní vegetace

Téměř v celém úseku Borovnice – pramen Svratky jsou oba břehy lemovány keřovým a stromovým porostem. Stromy se však nacházejí i v průtočném profilu toku, ve svazích koryta a na ostrůvcích vytvořených z nánosů v rozšířených profilech. Z hlediska životního prostředí je tato zeleň v korytě důležitá a plní svoji funkci nejen jako kulisa –

vegetační doprovod, ale hlavně jako úkryt pro ptactvo a zvěř, zastíňuje místy i vodní plochu, čehož využívají ryby a vodní ptáci, apod. Z hlediska odtokových poměrů a stability ochranných hrází je vegetační doprovod nevhodný, snižuje kapacitu koryta a může způsobit vybřežení povodňových průtoků a destrukci ochranné hráze (Tomšovičová, 1999).

Spadlé stromy v korytě se mohou splavovat níže po toku a zachytit se na mostních nebo jezových objektech, případně dalšími nábalý větví a plovoucích předmětů na dělících pilířích způsobit ucpaní průtočného profilu a vzduť vody nad objekty a výše proti toku. Jak ale vyplývá z článku Pavla Sýkory (2003), břehy přirozených toků porostlé vegetací mnohem více odolávají účinkům povodní než upravené břehy toků bez vegetace, resp. břehové nátrže u přirozených toků nepostupují lavinovitě ve směru proudu, jako to bývá u biotických opevnění upravených toků. Přiznává, že se dřeviny v širším profilu toku po dobu povodně projevují částečně nepříznivě (hlavně jako překážky splavovaných kmenů), ale jejich celkový efekt je za této situace pozitivní. Z hlediska protipovodňové ochrany v údolních nivách přirozených toků se podílejí na zpomalování rychlosti vody v inundačních územích a zvětšování retenčního účinku krajinného prostředí.

Sýkora (2003) vycházel z vlastních pozorování a studia dřevinné vegetace v říčním korytě a zjistil, že břehy přirozených toků jsou stabilní tam, kde hladina vody ve vegetačním období protínající břeh vytváří v půdoryse čáru tvaru sinusoidy. A právě kořenové svazky vyčnívající z břehu a zapadající do vypuklých vrcholů sinusoidy působí jako usměřovače vodního proudu. Nakonec po analýze získaných poznatků vyvodil vzorec pro výpočet vzdáleností stanovišť stromů na stabilním břehu. Při následných úpravách toků, kde se cíleně sleduje, aby stromy v záplavových územích nebo na březích toků nezhoršovaly součinitel drsnosti toku, lze dosáhnout řízenou sadbou a pěstitelskými zásahy požadovaný výsledek.

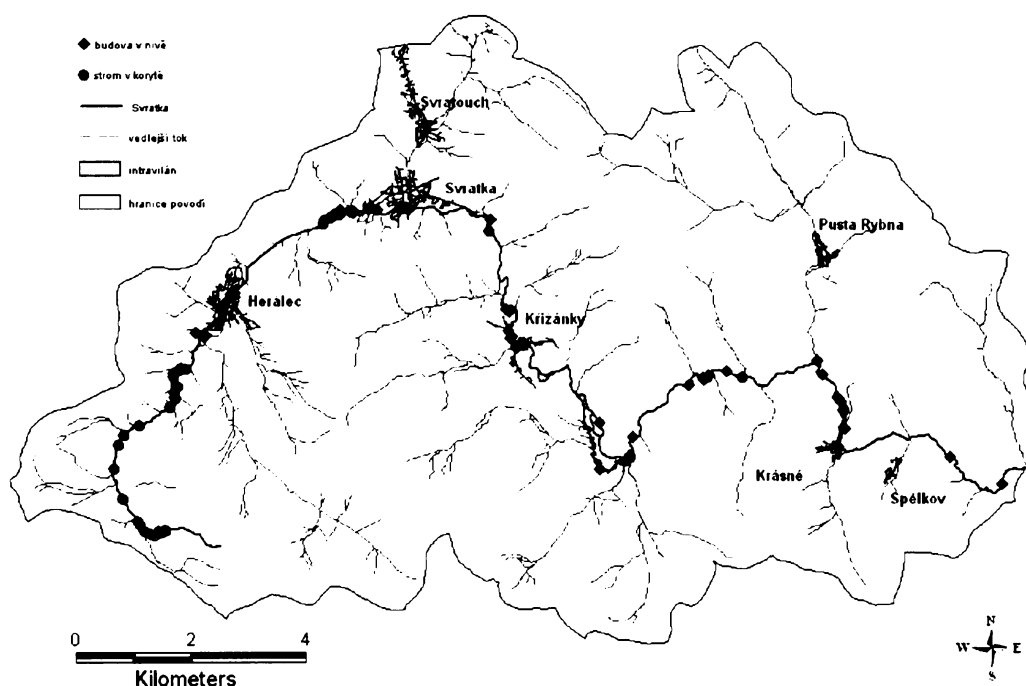
Z hlediska protipovodňové ochrany bych tedy doporučila následná opatření týkající se břehové vegetace při úpravách toku:

- ✓ Nelze umisťovat stromové porosty přímo do úzkých průtočných profilů a do úzkých a vysokých ochranných hrází. Místa pro vegetační doprovod je nutno vybírat uvážlivě s ohledem na všechny aspekty technické, biologické a krajinářské.
- ✓ Kvůli vytvoření zastíněného prostoru pro úkryt vodního ptactva a ryb před sluncem lze stromové porosty umisťovat tam, kde nejsou velké rychlosti (rozšířené profily) a kde nedochází k tak velkému podemílání břehů a k případnému zaklínění plovoucích předmětů, stromů a větví do stávajících porostů.
- ✓ V úzkých částech toku je nutno rozšířit ve vhodných místech příčný profil koryta, zmírnit sklony svahů a osázet jen určité vhodné dřeviny, které by svými kořeny

zpevňovaly břehové hrany a svahy (např. nízkovzrůstné vrby, které při pravidelném prořezávání vytváří porost, jenž při větších vodách lehne k povrchu terénu a nezpůsobí tak velké zmenšení průtočného profilu).

- ✓ Je nutné kontrolovat, prořezávat a případně odstraňovat stromy, jež se nacházejí přímo v průtočném profilu nebo takové, které jako přestárlé mohou padat do průtočného profilu – viz mapa 21 nevhodně situovaných stromů v průtočném profilu.

Mapa 21: Nevhodně situované objekty – stromy v korytě a budovy v nivě



Komplexní pozemkové úpravy

Součástí opatření zvyšující retenci vody v krajině a zpomalující odtok vody z povodí jsou komplexní ekologická opatření (protierozní ochrana zemědělské půdy, zvyšování podílu lesů charakteristických pro daný krajinný typ, atd.), jejichž hlavním nástrojem jsou komplexní pozemkové úpravy. Cílem každé takovéto úpravy by mělo zvýšení podílu trvalých travních porostů v řešeném území, většinou na úkor orné půdy. Státní podpora tohoto převodu a podpora údržby travních porostů směřuje zatím převážně do svažitého území. Souhlasím s Marešem (1998), že by vodohospodářským zájmem státu však mělo být i to, aby se podobná podpora týkala pozemků podél vodních toků – tedy podpora vzniku „ochranných vegetačních pásů podél vodního toku“. Nejen, že zatravnění těchto pozemků umožní uskutečnit

významnější revitalizace vodního toku, ale zároveň vytváří předpoklady pro vyšší transformační účinek údolní nivy a tím zpomalení odtoku vody z povodí a zvýšení protipovodňové ochrany níže ležícího území. Výsledkem je tedy opustit myšlenku striktní protipovodňové ochrany orné půdy v údolní nivě, zahrnout vybrané plochy této zemědělské půdy do ohrázaného akumulčního prostoru pro rozliv povodně a většinu orné půdy v inundačním území postupně přeměnit na trvalé travní porosty se zajištěním státních dotací na jejich údržbu kosením.

Odstranění překážek proudění

Na výši škod a následky po povodni mají překážky proudění v údolní nivě mnohdy značný vliv. Tyto objekty stojí při normálním stavu vody mimo inundační území či v průtočném profilu, zatímco při extrémních povodních se z nich stávají překážky proudění vody a tím pádem příčinou zvětšené akumulace či splavovaným předmětem.

Během terénního mapování byly zjištěny určité typy překážek proudění vody, a to kromě výše zmíněných spadlých stromů či stromů rostoucích přímo v průtočném profilu ještě dřevěné lávky a mosty, polorozpadlé jezy či nevhodně postavené budovy. Mapy 20 a 21 poukazují na tyto překážky, které by byly potřeba buď úplně odstranit (stromy v korytě) kde by bylo potřeba výše zmíněné stromy v korytě odstranit a co se týče budov nevhodně postavených v nivě, měla by být snaha do budoucna vyhnout se další výstavbě v oblasti záplavové zóny, aby následné škody po povodni byly co nejmenší, či lokálně ochránit již existující budovy zpevněním břehu nebo protipovodňovým valem. Nevhodně situované mohou být i lávky, mosty a jezy (mapa 15). Dřevěné lávky a mosty by se měly pokud možno zpevnit, třeba i jiným stavebním materiálem, nebo zvětšit výšku objektu nad tekoucí vodou, kde by to nepomohlo, tak raději úplně odstranit z průtočného profilu. Polorozpadlé jezy by bylo vhodné opravit a zpevnit, aby nedocházelo k jejich pokračující devastaci a následným povodňovým škodám.

Výstavba retenčních nádrží

Jednou z dalších možností protipovodňové ochrany je výstavba retenčních nádrží, které se mohou rozdělit na 3 možnosti: řízená inundace, vodní přehrady a suché nádrže (poldry).

Řízená inundace je určitým způsobem upravený režim rozlivů v přirozeném inundačním prostoru. Úpravou je třeba chápat zvětšení kapacity prostoru nad rámec přirozeného reliéfu terénu podél toku zpravidla ohrázením, dále vybudování zařízení

umožňujících ovládat naplnění a vyprazdňování inundace. Současně je potřeba systémem ramen toku, kanálů, průlehů, příp. příčných hrází zajistit bezpečné ovládání pohybu vody uvnitř retenčního prostoru inundace (*Drbal, 1997*).

Zvětšení kapacity retenčního prostoru v záplavovém území ve svém důsledku znamená prodloužení průměrné doby zdržení vody oproti stejným situacím za přirozených rozlivů a z toho vyplývá jisté omezení využívání této plochy k původnímu účelu a to nejen v době povodní. Navíc doba zdržení spolu s teplotou podmiňují hnilobné procesy organické vody v zátopě či vznik kalamitních situací výskytu bodavého hmyzu, což jsou jevy s negativními dopady na obyvatele přilehlých oblastí. Významným ohrožením může být částečné nebo úplné vyřazení výpustného zařízení v průběhu povodně nápečem z unášených předmětů z plochy zatápného území, čímž může vzniknout nebezpečí přelití a protržení ochranných hrází. Spolehlivost ochranné funkce řízené inundace závisí tedy významně na způsobu celoročního provozu a i údržbě inundačního území (*Drbal, 1997*).

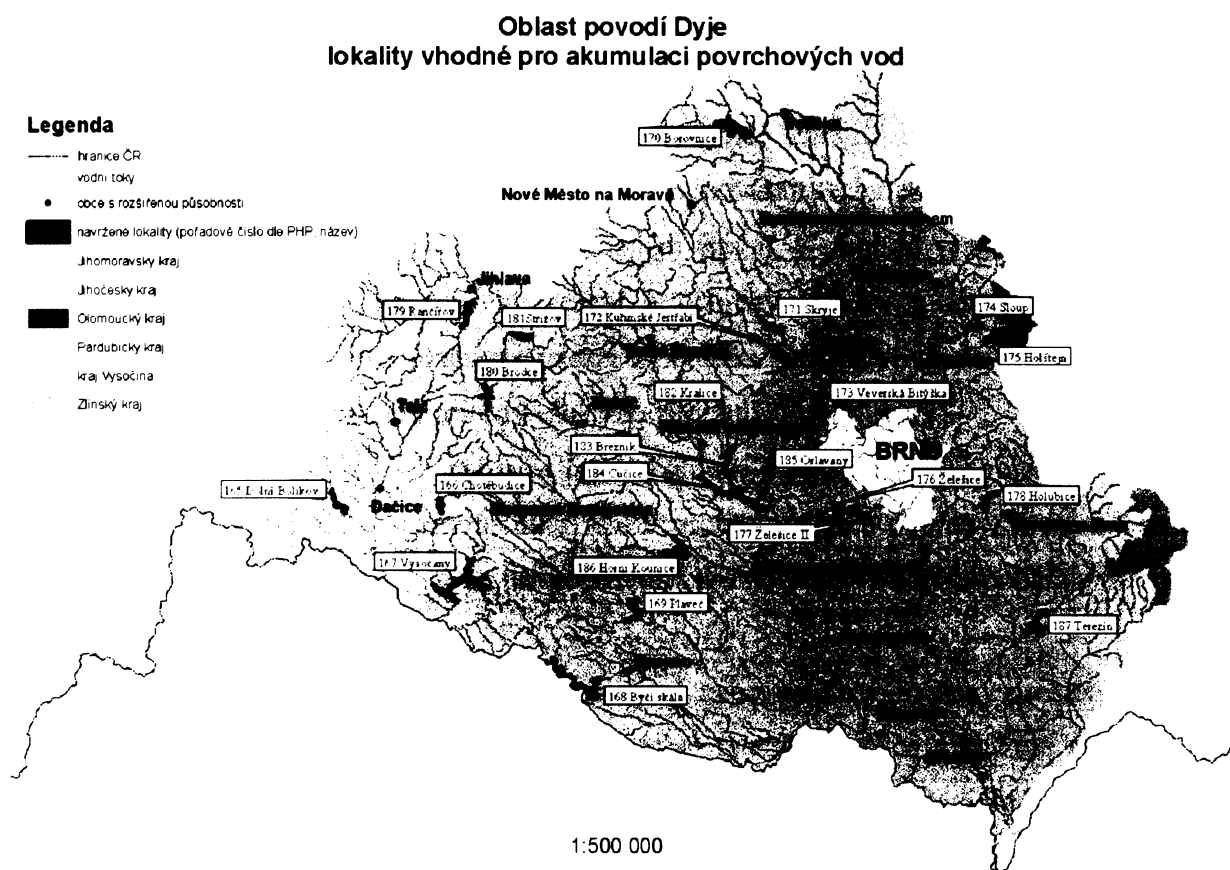
Vodní přehrada neboli umělý retenční prostor má jeden z největších vlivů na průběh povodně. Svoji kapacitou dokáže pojmout obrovský objem povodňového průtoku a tím transformovat povodňovou vlnu. Její ochranný účinek je však omezený, menší povodně dokáže zmenšit, ty extrémní zpravidla podstatně neovlivní.

Jedním z možných řešení protipovodňové ochrany horního povodí Svratky je realizace plánované nádrže Borovnice. Toto vodní dílo bylo zařazeno někdy před rokem 1990 do závazného Státního vodohospodářského plánu jako vyrovnávací nádrž s případným (druhořadým) energetickým významem. Nádrž by měla vyrovnávat nevyrovnanost vodních stavů ve Vířské přehradě níže na toku, zdroje pitné vody pro Brno. Při povodni v roce 1997 měla nádrž Víř naopak mimořádný vliv na transformaci téměř stoleté povodně na Svratce (*Kadeřábková, 1997*), a to díky stavbě Vířského oblastního vodovodu, kdy byla nádrž předpuštěna v zásobním prostoru o 10 m a výpustná kapacita spodními výpustmi při vyřazení elektrárny z provozu byla omezena na pouhých 3,5 m³/s. Ovladatelný ochranný prostor o objemu 5,3 mil. m³ byl předpuštěním zvětšen na 20, 5 mil. m³ a tento volný prostor dokázal zadržet veškerý objem povodně. Odtok přelivem v kulminaci dosáhl pouhých 30 m³/s a to s takovým časovým zpožděním, že v povodí pod přehradou již povodeň opadla.

Na přehradu Borovnice byla již zpracována projektová dokumentace – úvodní projekt, ale práce na projektu byly přerušeny. V dokumentu Plán hlavních povodí ČR (2007) se tento navržený profil objevil jako oblast vhodná k akumulaci povrchových vod (mapa 24) a

dále se o něm uvažuje i v Plánu oblastí povodí (pro oblast povodí Dyje), jenž je teprve ve vývoji – zpracování a schválení je plánováno do 22. prosince 2009.

Mapa 24: Lokality vhodné pro akumulaci povrchových vod – Oblast povodí Dyje
(zdroj: *Plán hlavních povodí ČR, 2007*)



Umístění plánované nádrže bylo navrženo v jedné původní verzi - viz příloha 9, o celkovém záboru plochy CHKO zhruba 12 km², později přibylo dalších sedm možných variant (příloha 10).

V roce 1990 a 1991 byly sepsány názory a studie na nádrž Borovnice, jejichž hlavní body jsou uvedeny zde:

- ✓ Plánovaná přehrada Borovnice je z geologického a inženýrsko-geologického hlediska zcela nevhodným projektem, jehož přínos by zdaleka nevyrovnal nutné náklady, spojené se zajištěním stability vodního díla (*Šilhavý, 1990*).
- ✓ Případnou výstavbou přehrady dojde k narušení dvou územních systémů ekologické stability (1 – ÚSES přirozených lesních společenstev mimo údolní síť, 2 – ÚSES ekosystémů vázaných na údolní síť). V údolí Svatky mimo jiné zmizí lokality vzácných a ohrožených druhů rostlin jako je sněženka podsněžník, lilie zlatohlavá a

další a navíc bude přerušen biokoridor spojující navrhované CHÚ „Meandry Svatky“ s dalšími biocentry níže po toku. Náhrada této funkce v daném území a stávajících podmínkách není realizovatelná, neboť by následně došlo k trvalým změnám v dalších územích (Petrlik, 1991).

- ✓ Buček a Lacina (1982) zařadili významné krajinné celky „Údolí Svatky“ a „Krásné“ do kategorie regionálního významu, tedy jako celky charakteristické pro CHKO Žďárské vrchy. Bude-li rozhodnuto stavět údolní nádrž, další existence CHKO postrádá smysl (Petrlik, 1991).
- ✓ Navržené alternativy nádrže Borovnice plně odpovídají technickým možnostem řešení zadržení potřebného množství vody v daném území. Nemohou však odstranit hlavní rozpor mezi zájmy technického řešení a ochrany přírody a životního prostředí. Alternativy pouze řeší lokalizaci nádrží z pohledu snížení vlivů na území, základní problém střetu s ochranou přírody však neodstraňují (Vaněk, 1991).
- ✓ Vaněk aj. (1991) navrhují nahradit toto technické řešení zvýšením retenční kapacity celého povodí pomocí komplexního řešení protipovodňové ochrany, které odpovídá jak požadavkům ochrany životního prostředí, tak i potřebám vodohospodářským.

Suché nádrže (poldry) znamenají přirozeně nebo uměle vymezený prostor přilehlý k toku, který po naplnění vodou při povodni nabývá retenční funkce a snižuje povodňový průtok toku. Po průchodu povodňové vlny se nádrž celá vyprázdňuje a zpravidla se zemědělsky využívá (definice dle ČSN 73 65 15). Nádrž podobného typu může být i průtočná.

Podle Drbala (1997) je suchá nádrž nákladné opatření, které si vyžaduje poměrně významné změny v krajině. Výše finančních prostředků nutných k výstavbě je nepřímo úměrná této významnosti. Změny krajiny jsou výsledkem výstavby hrází, objektů manipulace a úprav prostoru akumulace vody.

Problémem při povodních v roce 2002 v Čechách z hlediska retence vody v krajině byl nedostatek inundačních prostorů, kam by se voda mohla bezeškodně rozlít, žádné lužní lesy, existence chatových osad v nivě, intenzivně obhospodařovaná půda na dolním toku. Naopak u povodní na Moravě 1997, přestože byly celkové škody obrovské, tak města jako Olomouc, Otrokovice a Kroměříž byly ušetřeny větších následků povodně díky rozsáhlým oblastem lužních lesů, luk a polí nad městy. Z této zkušenosti plyne, že by protipovodňové ochraně dolních toků pomohla existence suchých poldrů, a to především na drobných tocích, či na horních tocích větších řek. Tyto suché nádrže by byly dočasně zaplaveny vodou, ale dokázaly by zpomalit celkový odtok a transformovat povodňovou vlnu.

Přítom výstavba poldrů nemusí podle Laciny (2003) znamenat mnohamiliónové investice a jejich přínosem nemusí být pouze monofunkční protipovodňová ochrana, ale může se jednat o spojení funkce suchého poldru s funkcí skladebné části územního systému ekologické stability, konkrétně především biokoridoru. Názorně fungujícím příkladem takového spojení může být projekt v okrese Rakovník (viz Lacina, 2003).

Výsledky studie Havlíka (1997) prokázaly, že výstavby nádrží nebo suchých poldrů mohou příznivým způsobem ovlivňovat transformace povodňových vln. Jak však ukazuje porovnání obou modelových situací – reálné povodňové situace z července 1997 s nižší simulovanou povodní, s růstem průtoku i objemu povodně vliv těchto staveb na míru transformace klesá. Skutečností ovšem je, že objem vody ve studovaném inundačním prostoru v okamžiku kulminace průtoku byl odhadnut jako téměř 2 krát větší než by byl objem retenčního prostoru tehdy uvažované vodní nádrže Mohelnice.

Proto se domnívám, že v rámci všech aktivit příslušných vodohospodářských institucí by mělo být provedeno vyhodnocení všech vhodných území v údolní nivě řeky Svratky, které by byly využitelné k vytvoření ploch pro poldry (suché či průtočné). Jejich vytvořením by mohlo být zaručeno bezpečné osídlení v celé nivě s vysokým stupněm bezpečnosti při poměrně nízkých finančních nákladech, jež by byly nesrovnatelně nižší než při výstavbě betonových monstrózních přehrad, o jejichž „pozitivním“ vlivu na životní prostředí v chráněné krajinné oblasti by se dalo debatovat.

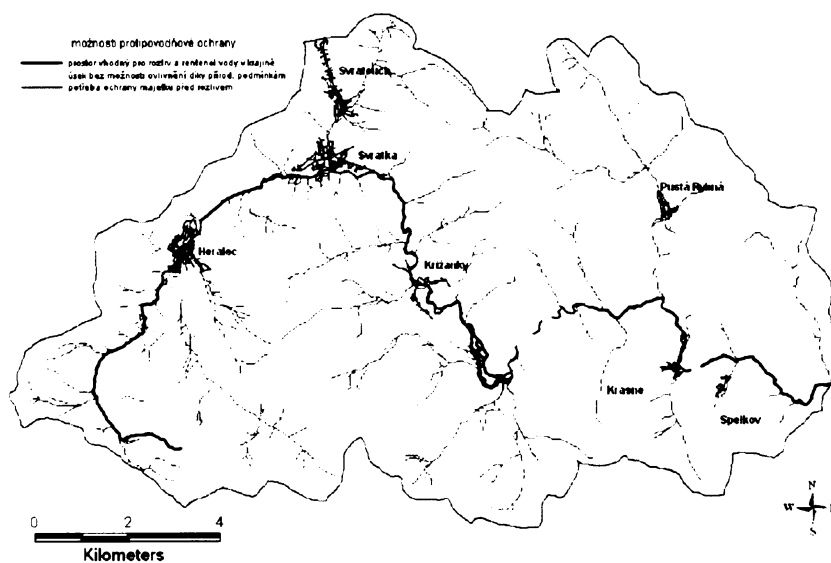
Následují návrhy lepšího využití území možným vybudováním poldrů:

- Nad obcí Borovnice se koryto Svratky dostává do úzkého údolí a pokud zde nebude realizována plánovaná nádrž Borovnice, bylo by vhodné využít tohoto hrázového profilu alespoň k vybudování zemní hráze se vzdouvacím a regulačním objektem, nad kterým by se vytvořil suchý průtočný poldr. Účinnost poldru je nutno ještě ověřit pro různé varianty výpočty.
- V lokalitě Milovy pod obcí Křižánky se údolí více rozšiřuje (inundace až 400 m) a koryto Svratky protéká tzv. Milovskou kotlinou v mnoha meandrech v mírně svažitém terénu. V tomto prostoru by se nabízelo využít území pro výstavbu průtočného nebo bočního rybníka, případně i bočního suchého poldru. Podle mého názoru však Milovská kotlina plní svoji funkci v protipovodňové ochraně báječně, při povodních jímá velké množství vody, určitě více, než by pojmula případná vodní nádrž. Navíc stavba rybníka je z hlediska ochrany přírody v tomto místě nemožná.

- Údolí řeky Svratky mezi obcemi Svratka a Herálec by se dalo využít pro vybudování suchého průtočného poldru s čelní hrází napříč údolím s regulačním vzdouvacím objektem nebo alespoň by se mohlo provést v několika profilech místní rozšíření koryta nad spádovými stupni, kde by se vytvořily boční tůňky na březích opatřené vhodným stromovým porostem. Úplně nejlepší by ale asi bylo přivést tok opět ke stavu, jakým byl před napřímením, tzn. vrátit mu meandrování a prodloužit tím celý tok Svratky.
- Nad obcí Herálec je koryto neupravené a inundační území se nachází na lučních pozemcích. V této lokalitě na pravém břehu by se dalo uvažovat o vybudování bočního suchého poldru. Je to území s lučními a polními pozemky mezi korytem a strmějším pravobřežním svahem, kde probíhalo kdysi nad vlastním údolím koryto náhonu do obce Herálec. Účinnost možného poldru je nutno ověřit výpočty.

Z hlediska protipovodňové ochrany byly tedy vlastním terénním mapováním určeny úseky bez možnosti ovlivnění díky přírodním podmínkám, úseky potřeby ochrany majetku před rozlivy a prostory vhodné pro rozliv a retenci vody v nivě – poslední typ vycházel z retenčního potenciálu údolní nivy – viz mapa 25. Lze vidět, že charakter údolní nivy po celé délce toku Svratka je velmi příznivý pro možná protipovodňová opatření typu retenčních nádrží, zvyšující retenci vody v krajině.

Mapa 25: Rozdělení toku Svratka na úseky dle protipovodňové ochrany



7. ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Hlavním cílem této práce bylo najít vhodná řešení protipovodňové ochrany na horní části povodí řeky Svatky, která by ochránila nejen samotné povodí před účinky povodně, ale i oblasti níže na toku. Tyto cíle byly naplněny a v kapitole 6. Diskuze jsou navržena určitá protipovodňová opatření na ochranu území proti povodním.

Zájmové povodí je vymezeno z jedné strany pramenem Svatky, z druhé strany výústním profilem u vodočetné stanice Borovnice a celé povodí se nachází v SV části CHKO Žďárské vrchy na Českomoravské vrchovině – viz příloha 1.

V základní charakteristice území (kapitola 2) je podán výklad geologických, geomorfologických a pedologických poměrů včetně charakteru fauny, flóry a ochrany přírody. Mezi ty nejdůležitější fyzicko-geografické faktory ovlivňující vznik a průběh povodně patří klimatické, hydrografické a hydrologické poměry, vývoj ve využívání krajiny a charakter výskytu povodní v oblasti povodí Svatky:

- Celá zájmová část CHKO Žďárské vrchy spadá podle Quitta (1969) do klimatické oblasti CH7, kterou charakterizuje velmi krátké až krátké, mírně chladné a vlhké léto; přechodné období je dlouhé, typické je mírně chladné jaro a mírný podzim. Zima je dlouhá, mírná s dlouho trvající sněhovou pokrývkou. Stanice ČHMÚ Svatouch udává za období 1961 - 1990 průměrnou roční teplotu jen 5,7°C a průměrné množství srážek 771,7 mm. Rozložení srážek během roku je nerovnoměrné, v zimním pololetí spadne přibližně 35% srážek a v letním pololetí pak zbylých 65% (Romportl, 2003).

- V povodí Svatky se vyskytuje vůbec nejvyšší průměrný podzemní odtok v rámci širšího okolí CHKO, který dosahuje $4,45 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ (Kirchner, 1994). Dané území je významnou pramennou oblastí, jejíž západní hranice leží na hlavním evropském rozvodí (labsko – dunajském). Povodí Svatky společně s povodím Oslavy patří k úmoří Černého moře a odvádí vodu zhruba ze 46 % území Žďárských vrchů. Pro Svatku je typické střídání širokých otevřených úvalů a kotlin s úzkými sevřenými údolími. V místě hlásného profilu Borovnice má povodí nejnižší naměřené místo – 515 m n.m. Plocha povodí čítá $134,2 \text{ km}^2$, což je 3,1 % celkové plochy povodí Svatky a zhruba 19 % území CHKO. Délka toku od pramene k měrnému profilu Borovnice je 30,4 km, avšak přímá vzdálenost je pouhých 14 km (vypočteno z dat ZABAGED). Průměrný roční odtok oblasti činí 46,1 mil m³, specifický odtok je $11,4 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (vypočteno z dat ČHMÚ pro období 1971 – 2000), průměrný roční stav vody 81 cm a průměrný roční průtok $1,53 \text{ m}^3/\text{s}$ (www.hydro.chmi.cz). Nejčastější extrémní

průtoky jsou zaznamenány při letních přívalemých srážkách, neméně časté jsou povodně na jaře při tání sněhové pokrývky.

▪ Lesy pokrývají 73,2 % území, orná půda 14,2 %, zemědělská půda s přirozenou vegetací 6,2 %, louky a pastviny 5,8 % a nesouvislá městská zástavba 0,6 % (mapa 5), (*CORINE landcover, 2000*). Oproti roku 1990 se zvýšil podíl luk a pastvin a podíl lesa na úkor úbytku orné půdy a zemědělské půdy s přirozenou vegetací.

▪ Hodnoty vodních stavů a průtoků pro stupně povodňové aktivity (SPA) ve stanici Borovnice jsou následující (www.hydro.chmi.cz):

	<u>SPA</u>	<u>vodní stav</u>	<u>průtok</u>
-	bdělost (I)	140 cm	7,5 m ³ /s
-	pohotovost (II)	180 cm	13,9 m ³ /s
-	ohrožení (III)	205 cm	19,0 m ³ /s

Platnost SPA se sleduje pro úsek (kritické místo) Borovnice - Jimramov. Pro profil Borovnice byly stanoveny hodnoty N-letý průtoků (www.hydro.chmi.cz):

Q1 ...21 m³/s, Q5 ...42 m³/s, Q10 ...52 m³/s, Q50 ...78 m³/s, Q100 ...90 m³/s. Nejvyšší zaznamenaný vodní stav od dob měření na stanici Borovnice byl v roce 1997, a to 232 cm.

Velmi důležití pro vznik a průběh povodně jsou **přírodní a antropogenní činitelé** (kapitola 3). Těmi přírodními jsou meteorologické faktory (absolutní výška srážek a intenzita jejich vypadávání) a faktory mající vliv na retenci vody v krajině a infiltraci vody do půdy (procento zornění zemědělského půdního fondu v povodí; velikost bloků orné půdy a jejich umístění v terénu; rozmístění, velikost a diverzita trvalých kultur (louka, les) v krajině a hloubka půdního profilu a jeho zrnitostní složení), (*Kvítek, Mazín, Fišerová, 1997*).

Hlavními antropogenními činiteli, mající vliv na srážko-odtokový proces, především při povodni, jsou (*Langhammer, 2004*): změny ve využití území, struktura a kvalita krajinného pokryvu; plošné odvodnění krajiny; zkrácení říční sítě; úpravy koryt toků a charakter využití údolní nivy. Každý faktor a zvláště jejich kombinace má odlišný vliv na formování povodně, její postup či následky po povodni.

V kapitole 4 jsem se snažila nastínit **systém protipovodňové ochrany** v České republice, který se provádí ve třech směrech:

- systém právních norem a opatření,
- systém preventivních organizačních opatření,
- systém preventivních opatření v krajině a technická opatření.

Otázka protipovodňové ochrany se v české legislativě týká těchto dokumentů: vodní zákon, Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky, Program Prevence před povodněmi, Program Podpora prevence před povodněmi II, Plán hlavních povodí ČR, Plány oblastí povodí a další.

Povodňová organizační opatření se podle § 65 vodního zákona (2001) dělí na přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně, na opatření za povodně a na dokumentační práce a vyhodnocení povodně.

Opatřeními v krajině jsou především změny využívání pozemků, změny rostlinného pokryvu, zatravňování břehů a přirozených inundací, tvorba protierozních mezí a vegetačních pásů a změny ve strukturách krajiny prováděné za účelem zachycení vody v povodí a zpomalení jejího odtoku (*Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR, 2000*). Hlavním nástrojem pro realizaci protipovodňových opatření v krajině jsou především komplexní pozemkové úpravy. Tam, kde není možno z různých důvodů využít předchozí způsoby či opatření, mohou nastoupit technická opatření, jimiž jsou výstavba ochranných hrází, odlehčovacích kanálů, vodních děl s vymezenými ochrannými prostory, zřizování řízených inundací, poldrů, úpravy kapacit koryt toků apod.

Stěžejní kapitolou celé práce je kapitola Výsledky terénního mapování, kdy během mapování bylo cílem získat informace o charakteru území kolem řeky Svratky, které bývá zaplavováno vybřeženou vodou, o intenzitě a charakteru upravenosti toku Svratky (včetně její údolní nivy) a identifikovat geomorfologické změny, ke kterým dochází v korytě toku i příbřežní zóně po povodni. Hodnocení současné míry antropogenní upravenosti bylo provedeno celkem v sedmi základních parametrech upravenosti toku a příbřežní zóny – základní charakteristiky úseku, upravenost vedení trasy toku, jeho podélného profilu, jeho vlastního koryta, upravenost příbřežní zóny, překážky proudění při povodni a charakter současných protipovodňových opatření. Výstupní mapy byly vyhotoveny pomocí dat ZABAGED v programu MapInfo 5.0.

Závěrečná kapitola Diskuze podává vlastní návrh na protipovodňová opatření, rozdělená do dvou směrů – v urbanizovaném území (ochranné hráze, oddálení majetku od toku, vyloučení stavby v záplavovém území) a ve volné krajině (ponechání nivy přírodnímu vývoji, udržování zásobních prostor rybníků, zpětná tvorba meandrů místo napřímeného toku, respektování legislativy kvůli vhodnému využití záplavového území, otázka existence příbřežní vegetace, komplexní pozemkové úpravy jako nástroj komplexní ekologické ochrany povodí, odstranění nevhodných překážek proudění vody, stavba retenčních nádrží). Hlavním cílem všech opatření je zvýšení retenční schopnosti krajiny.

8. POUŽITÉ ZDROJE

- *Analýza plnění Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky z roku 2000.* Praha: Mze ČR, duben 2006.
- BENEŠ, K. aj. *Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. List M - 33 - XII, Jihlava.* Praha: Nakladatelství ČSAV, 1963.
- BENEŠOVÁ, J. Protipovodňová prevence v krajině a možnosti a prostředky pro její uplatnění. In *Sborník – Protipovodňová prevence a krajinné plánování.* Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. s. 241-247.
- BLAŽEK, V. Stálý program povodňové ochrany. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID.* Brno, 1997. s. 9/11-15.
- BUČEK, A., LACINA, J. *Významné segmenty krajiny CHKO Žďárské vrchy.* Brno: GBP ČSAV Brno, 1982. s. 154.
- DEMEK, J., aj. *Zeměpisný lexikon ČSR: Hory a nížiny.* Praha: Academia ČSAV, 1987. 584 s.
- *Dokumenty CHKO Žďárské vrchy.* Žďár nad Sázavou: CHKO Žďárské vrchy, 1991.
- *Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě.* Nové Město na Moravě: MÚ, Odbor Životního prostředí, 2007.
- *Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě.* Povodeň na jaře 2006. Nové Město na Moravě: MÚ, Odbor Životního prostředí, 2006.
- *Dokumenty MÚ Nové Město na Moravě.* Povodeň 1997 na Svatce. Nové Město na Moravě: MÚ, Odbor Životního prostředí, 1997.
- DRBAL, K. Prvky protipovodňové ochrany, na kterých bychom se s ochránci přírody pravděpodobně shodli. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID.* Brno, 1997. s. 9/54 - 58.
- *Financování protipovodňových opatření zajišťovaných Ministerstvem zemědělství.* Praha: Mze ČR, 10. května 2006.
- HAVLÍK, A. aj. Možnosti transformace povodňové vlny v řece Moravě v úseku Moravičany – Olomouc. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID.* Brno, 1997. s. 5/36-39.
- HERČÍK, F. aj. *Geologická mapa styčného území poličského krystalinika a svratecké antiklinály M-33-81-C 1:10 000.* Nové Město na Moravě: GP JD, 1963.

- HLADNÝ, J. K otazníkům katastrofické povodňové situace v červenci 1997. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID*. Brno, 1997. s. 2/1-5.
- HRÁDEK, F. - KUŘÍK, P. Protipovodňová opatření v povodích drobných vodních toků. In *Sborník – Protipovodňová prevence a krajinné plánování*. Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. s. 226-233.
- CHALUŠOVÁ, J. Protipovodňová ochrana. *Geografické rozhledy*, 2003/2004, roč. 13, č. 4, s. 92-93.
- KADEŘÁBKOVÁ, J. Význam nádrží a poldrů při červencové povodni v povodí Moravy. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID*. Brno, 1997. s. 6/49 - 54.
- KAŠPÁREK, L. Příčiny mimořádných povodní v Čechách a na Moravě. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID*. Brno, 1997. s. 2/33-38.
- KIRCHNER, K., aj. *Plán péče o chráněnou krajinnou oblast Žďárské vrchy*. (Rukopis) Brno: Ústav geoniky AV ČR, 1984.
- KIRCHNER, K., aj. *Geografické podklady pro zpracování plánu péče o CHKO Žďárské vrchy*. (Rukopis) Brno: Ústav geoniky AV ČR, 1994.
- KIRCHNER, K. – IVAN, A. *Morfostrukturní charakteristika Žďárských vrchů*. (Rukopis). Brno: Ústav geoniky AV ČR, 1999, 2 s.
- KOLEJKA, J. Geoekologické aspekty zmírňování povodňových škod. *Geografie – Sborník ČGS*, 2003, roč. 108, č 1, s. 5-11.
- Kolektiv autorů. *Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002*. Praha: MŽP, 2005, 68 stran.
- Kolektiv autorů. *Žďárské vrchy – putování krajinou chráněné krajinné oblasti*. Brno: Krajské středisko státní památkové péče a ochrany přírody, 1983.
- Kolektiv autorů. *Hydrologické poměry ČSSR*. Díl I. z roku 1965, Díl II. z roku 1967, Díl III. z roku 1970. Praha: Hydrometeorologický ústav, 1965 – 1970. I. díl 414 s., II. díl 557 s., III. díl 305 s.
- KONVIČKA, M. a kol. *Město a povodeň*. Brno: ERA Group, 2002, 219 s.
- KONVIČKOVÁ, M. Vodní hospodářství a krajina. In *Krajina a voda*. Veselí nad Moravou: AOPK ČR, 22.-24.4.1998. 86-88 s.
- KVĚTOŇ, V. *Normály teploty vzduchu na území České republiky v období 1961 - 1990 a vybrané teplotní charakteristiky období 1961 - 1990*. Praha: Národní klimatický program ČR. ČHMÚ, 2001. Sv. 30.

- KVÍTEK, T., MAZÍN, V., FIŠEROVÁ, E. Využití půdního fondu ČR ve vztahu k retenci vody v krajině. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID*. Brno, 1997. s. 3/12-16.
- LACINA, D. Využití suchých poldrů při budování ÚSES. In *Sborník – Protipovodňová prevence a krajinné plánování*. Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. s. 75 – 78.
- LANGHAMMER, J., aj. *Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní*. Závěrečná zpráva. [CD-ROM]. Praha: PřF UK, 2004, 87 s.
- LANGHAMMER, J. aj. *MUTON – metodika mapování upravenosti toků a následků povodní*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2006. s. 27.
- MACHAR, I. Protipovodňový význam přirozené údolní nivy a návrh optimalizace její protipovodňové ochranné funkce na modelovém příkladu Litovelského pomoraví. In *Krajina a voda*. Veselí nad Moravou: AOPK ČR, 22.-24.4.1998. 30 - 32 s.
- MAIDMENT, DAVID R. (Ed.). *Handbook of Hydrology*. New York: MacGraw-Hill, 1993.
- MAREŠ, K. Úpravy toků. In *Krajina a voda*. Veselí nad Moravou: AOPK ČR, 22.-24.4.1998. 98 - 101 s.
- MAZÍN, V. A. Změny využívání pozemků jako protipovodňová prevence při pozemkových úpravách. In *Sborník – Protipovodňová prevence a krajinné plánování*. Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. s. 50-55.
- MÍSAŘ, Z., aj. *Regionální geologie ČSSR – díl 1.: Český masív*. Praha: SPN, 1983. Svazek 1.
- MORE, R. J. The basin hydrological cycle. In Chory, R. J. *Water, earth and man*. 1969. s.67-76.
- PELÍŠEK, J. Půdní poměry CHKO Žďárské vrchy. *Práce a studie*, ed. Příroda, 1975, č. 6 - 7, s. 103 - 117.
- PERNICA, M. aj. *Turistický průvodce: Povodí Svatky – Českomoravská vrchovina*. 3. díl. Praha: nakl. Olympia, 1969. 113 s.
- PETRLÍK, J. *Plánovaná údolní nádrž Borovnice a její možný vliv na krajinu*. Praha, 1991.
- PETŘÍČEK, V. Údolní nivy a jejich územní ochrana. In *Krajina a voda*. Veselí nad Moravou: AOPK ČR, 22.-24.4.1998. 142-143 s.
- *Plán hlavních povodí České republiky*. Návrh určený k expertnímu a vnitřnímu připomínkovému řízení. Praha: Mze ČR, 12. února 2007.

- *Podpora prevence před povodněmi II (II. etapa programu Prevence před povodněmi).* Praha: Mze ČR, listopad 2006.
- POLENKA, E. Koncepce ochrany proti povodním a návrh technických opatření k minimalizaci škodlivých účinků v ucelených povodích Moravy, Odry a Labe. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997.* ICID-CIID. Brno, 1997. s. 9/28-35.
- *Povodňový plán ORP Nové Město na Moravě.* Mapa s přehlednými informacemi pro operativní řízení za povodní – Svratka. M 1:50 000. Nové Město na Moravě: MÚ Nové Město na Moravě, 2004.
- QUITT, E. *Klimatická charakteristika území Českomoravské vrchoviny.* Brno: GÚ ČSAV, 1969.
- REIDINGER, J. - KREMSA, J. Analýza a návrh zlepšení povodňové ochrany v ČR. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997.* ICID-CIID. Brno, 1997. s. 9/1-10.
- ROMPORTL, D. *Geomorfologické poměry centrální části CHKO Žďárské vrchy.* (Diplomová práce) Praha: Univerzita Karlova, 2003.
- *Směrnice 2000/60/ES Evropského Parlamentu a Rady, ustavující rámec pro činnost společenství v oblasti vodní politiky.* Praha: Mžp ČR, květen 2001.
- SOCHOREC, R. Hydrologické aspekty povodňové situace v povodí Odry v červenci 1997. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997.* ICID-CIID. Brno, 1997. s. 2/20-25.
- *Strategie ochrany před povodněmi pro území ČR.* Praha: Mze ČR, duben 2000.
- SÝKORA, P. Stromami porostené brehy tokov sú stabilné aj za povodne. In *Sborník – Protipovodňová prevence a krajinné plánování.* Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. s. 261-266.
- ŠÁLEK, J. Netradiční způsoby řešení protipovodňové ochrany v krajině a urbanizovaném prostředí venkovského osídlení. In *Sborník – Protipovodňová prevence a krajinné plánování.* Pardubice: Česká společnost krajinných inženýrů, 2003. s. 267-272.
- ŠEFRNA, L. Pedologická charakteristika povodí Otavy ve vztahu k povodním. In Langhammer, J., aj. *Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní.* Sborník. [CD-ROM]. Praha: PřF UK, 2004, s.196-212.
- ŠILHAVÝ, I. *Geologické poměry zátopové oblasti plánované přehrady Borovnice.* Praha: MS Laboratoř DPZ ČÚOP Praha, 1990. s.4.
- ŠNOPL, J. Povodně 1997 a úpravy vodních toků. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997.* ICID-CIID. Brno, 1997. s. 5/15-18.

- TLAPÁK, V. Vliv meliorací na ochrannou a produkční funkci krajiny a jejich možný vliv na průběh povodní. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID*. Brno, 1997. s. 4/18-22.
- TOMŠOVIČOVÁ, V. *Studie odtokových poměrů řeky Svatky*. Brno: HydroInform a.s., listopad 1999.
- UCHYTILOVÁ, D. *Fyzicko-geografická charakteristika horního povodí Svatky a protipovodňová ochrana v ČR*. (Ročníková práce) Praha: Univerzita Karlova, 2005. 81 s.
- VANĚK, P. aj. *Vlivy vodní nádrže Borovnice na území chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy, zejména významný krajinný celek Údolí Svatky, posouzení podle směrnice EIA*. Žďár nad Sázavou, listopad 1991.
- VÍT, P. Přehrady a povodně. In *Povodně a krajina 97. Sborník přednášek z konference konané 13. – 14. listopadu 1997. ICID-CIID*. Brno, 1997. s. 6/55-58.
- ZABLOUDIL, V., aj. Chráněná území CHKO Žďárské vrchy. In Čech L., Šumpich J., Zabloudil V., aj. *Chráněná území ČR: Jihlavsko*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 2002. svazek VII. s. 92.
- *Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon)*. Praha: Parlament ČR, 28. června 2001.
- *Záměry tvorby programů Prevence před povodněmi*. Praha: Mze ČR, 13. září 2000.
- *Záplavové území povodně červenec 1997. Svatka Borovnice – Dalečín 1:25 000*. Brno: Povodí Moravy a.s. Brno, vodohospodářský dispečink, 1998.
- *Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi*. Praha: Mze ČR, 12. dubna 2006.
- *Zpráva o plnění programů Prevence před povodněmi*. Praha: Mze ČR, 2. června 2003.

Internetové zdroje

- www.czso.cz - Statistická ročenka České republiky 2005. [11.9.2006]
- www.hydro.chmi.cz [27.10.2006]

Datové a mapové podklady

- *CORINE landcover*. Praha: MŽP, 1990.
- *CORINE landcover*. Praha: MŽP, 2000.
- *ČHMÚ databáze*. Praha, 2001.

ZABAGED geodatabáze. Praha: ČUZK, 2001.

Základní mapa ČR 1:10 000. Listy 13-44-25, 14-33-21, 23-22-05, 23-22-10, 24-11-01, 24-11-02, 24-11-03, 24-11-04, 24-11-06, 24-11-11, Praha: ČUZK, 2003.

Žďárské vrchy. Soubor turistických map 1:50 000. Praha: Klub českých turistů. Nakl. Trasa, 2004.

Geologická mapa ČR 1 : 50 000: list 24-11 Nové Město na Moravě. Praha: ČGÚ, 1996. 1. vydání.

Geologická mapa ČR 1 : 50 000: list 23-22 Žďár nad Sázavou. Praha: ČGÚ, 1998. 1. vydání.

Geologická mapa ČR 1 : 50 000: list 14-33 Polička. Praha: ČGÚ, 1998. 1. vydání.

9. SEZNAM TABULEK, GRAFŮ, MAP A FOTOGRAFIÍ

Seznam tabulek

- Tab 1:** Roční chod průměrné denní teploty vzduchu (ve °C) v jednotlivých měsících za období 1961 – 1990 ...str. 20
- Tab 2:** Roční chod průměrné denní teploty vzduchu (ve °C) ve výškových pásmech v jednotlivých měsících za období 1961 – 1990 ...str. 20
- Tab 3:** Průměrný úhrn srážek (v mm) ve stanici Svatouch v jednotlivých měsících za období 1961 – 2002 ...str. 21
- Tab 4:** Průměrný úhrn srážek (v mm) ve stanici Milovy v jednotlivých měsících za období 1901 – 1950 ...str. 22
- Tab 5:** Průměrné rychlosti větru (v m/s) ve stanici Svatouch za období 1901 – 1950...str.24
- Tab 6:** Porovnání výše smyvu půdy u vybraných kultur ...str. 60
- Tab 7:** Tradiční opatření a zařízení na ochranu před povodněmi v horních částech povodí ... str. 95
- Tab 8:** Netradiční zařízení v krajině na ochranu před povodněmi ...str. 96

Seznam grafů

- Graf 1:** Měrná křivka průtoků (konzumční křivka) pro stanici Borovnice ...str. 33
- Graf 2:** Průměrné roční průtoky v profilu Borovnice pro období 1971 – 2000 ...str. 34
- Graf 3:** Průměrné měsíční průtoky v profilu Borovnice pro období 1971 – 2000 ...str. 34
- Graf 4:** Křivka překročení průměrných denních průtoků v profilu Borovnice pro období 1971 – 2000 ...str. 35
- Graf 5:** Přehled průtoků v profilech Borovnice, Dalečín, Vír v červenci roku 1997 ...str. 38
- Graf 6:** Vývoj struktury krajiny v povodí v letech 1990-2000 ...str. 49

Seznam map

- Mapa 1:** Geologické poměry horního povodí Svatky ...str. 8
- Mapa 2:** Mapa podrobného regionálního členění reliéfu ...str. 14
- Mapa 3:** Rozvržení potenciální přirozené vegetace ...str. 44
- Mapa 4:** Mapa krajinného pokryvu CHKO Žďárské vrchy ...str. 47
- Mapa 5:** Struktura krajiny horního povodí Svatky ...str. 48
- Mapa 6:** Přehled mapových listů 1:10 000 pokrývajících záplavová území pro Q100 v lednu 2007 ...str. 75
- Mapa 7:** Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Borovnice – Krásné ...str. 102
- Mapa 8:** Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Krásné – Milovy ...str. 103
- Mapa 9:** Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Milovy – Křižánky ...str. 104
- Mapa 10:** Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Křižánky – Svatka ...str. 107
- Mapa 11:** Hranice záplavového území velkých vod Q20 a Q100 mezi obcemi Svatka – Herálec ...str. 109

- Mapa 12:** Průměrná šířka koryta toku Svatka ...str. 111
Mapa 13: Typ údolní nivy řeky Svatky ...str. 111
Mapa 14: Vymezení údolní nivy řeky Svatky terénním mapováním ...str. 112
Mapa 15: Charakter upravenosti trasy toku Svatka ...str. 113
Mapa 16: Rozmístění přírodních skalních stupňů a jezů v korytě toku Svatky ...str. 114
Mapa 17: Souvislost mezi přítomností jezů a výskytem následků povodně ...str. 115
Mapa 18: Antropogenní upravenost koryta toku Svatky ...str. 116
Mapa 19: Využití příbřežní zóny toku Svatka ...str. 118
Mapa 20: Nevhodně situované objekty – mosty, lávky a jezy ...str. 120
Mapa 21: Nevhodně situované objekty – stromy v korytě a budovy v nivě ...str. 122, 130
Mapa 22: Úseky řeky Svatky s retenčním potenciálem údolní nivy ...str. 123
Mapa 23: Zmapované následky povodní (akumulace a břehové nátrže) ...str. 124
Mapa 24: Lokality vhodné pro akumulaci povrchových vod – Oblast povodí Dyje ...str. 133
Mapa 25: Rozdělení toku Svatka na úseky dle protipovodňové ochrany ...str. 136

Seznam fofografií

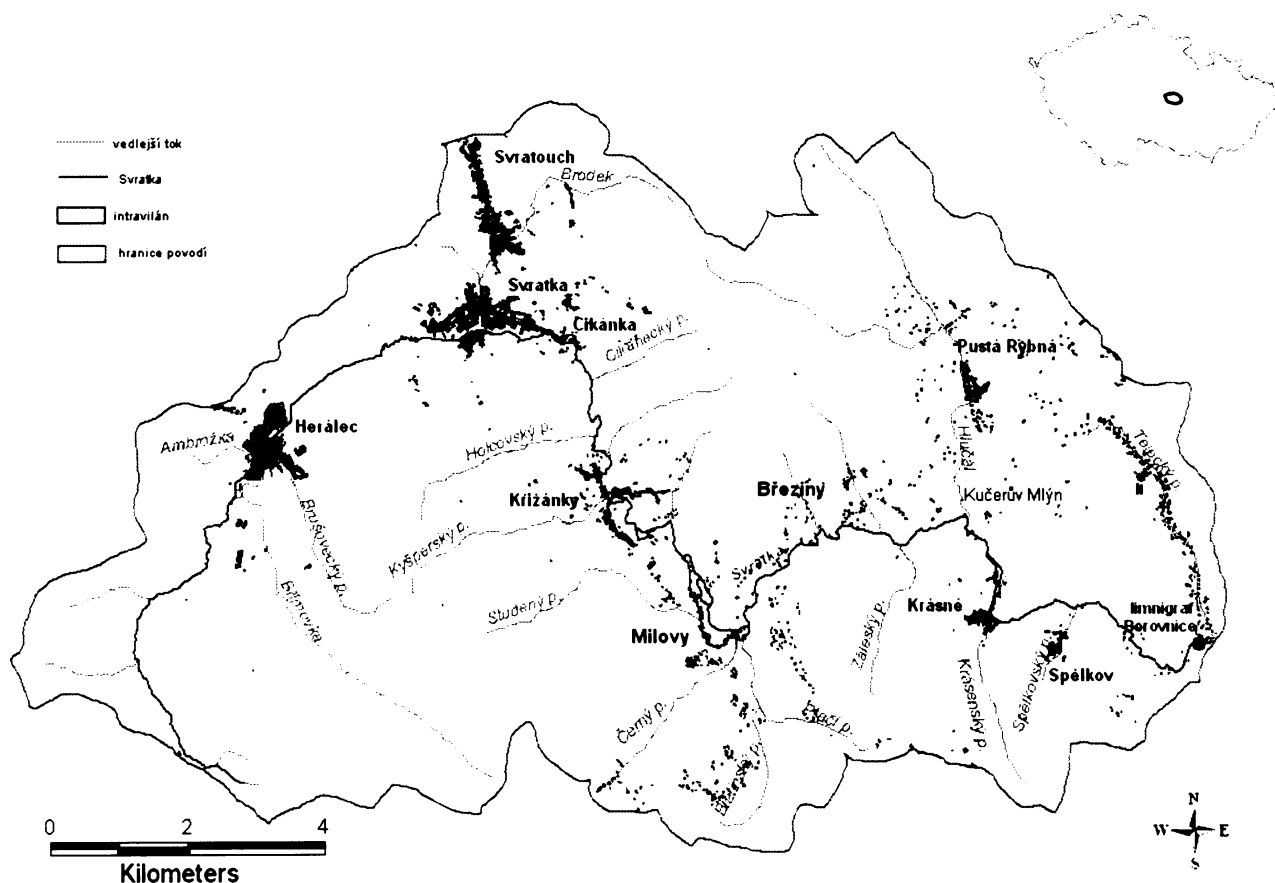
- Foto 1:** Řeka Svatka mezi pramenem a Herálcem ...str. 26
Foto 2: Napřímený tok řeky Svatky v Herálecké sníženině ...str. 27
Foto 3: Řeka Svatka za obcí Svatka ...str. 27
Foto 4: Meandry řeky Svatky v Milovské kotlině ...str. 28
Foto 5: Tok řeky Svatky u obce Krásné ...str. 28
Foto 6: Řeka Svatka v oblasti Borovnice ...str. 29
Foto 7: Jarní záplavy v Milovské kotlině ...str. 36
Foto 8: Povodeň 8.7. 1997 v Borovnici ...str. 39
Foto 9: Povodeň 8.7. 1997 v Borovnici ...str. 39
Foto 10: Jarní záplavy v Milovské kotlině ...str. 40
Foto 11: Chatová osada u Březin ohrožená povodněmi ...str. 103
Foto 12: Milovská kotlina ...str. 104
Foto 13: Neupravené koryto řeky Svatky u obce Křižánky ...str. 105
Foto 14: Budovy ohrožené povodněmi v obci Křižánky ...str. 105
Foto 15: Upravené koryto v obci Svatka ...str. 106
Foto 16: Vakový jez ve Svatce ...str. 106
Foto 17: Nevhodně napřímený tok Svatky mezi obcí Svatka a Herálec ...str. 107
Foto 18: Upravené koryto řeky Svatky v Herálci ...str. 108
Foto 19: Ústí Břimovky do Svatky u obce Herálec ...str. 108
Foto 20: Tok řeky Svatky nad Herálcem ...str. 109
Foto 21: Přírozené meandry řeky Svatky ...str. 113
Foto 22: Příklad jezu v obci Svatka ...str. 115
Foto 23: Příklad upravenosti toku v obci Cikánka ...str. 117
Foto 24: Kamenný most v obci Česká Cikánka u obce Svatka ...str. 120
Foto 25: Železobetonové elektrické sloupy u obce Herálec ...str. 120
Foto 26: Příklad nevhodně situovaného stromu v korytě řeky Svatky ...str. 121
Foto 27: Příklad nevhodně situované budovy v Milovské kotlině ...str. 121
Foto 28: Příklad fluviální akumulace v korytě u obce Krásné ...str. 124
Foto 29: Příklad břehové nátrže u obce Spělkov ...str. 124

10. PŘÍLOHY

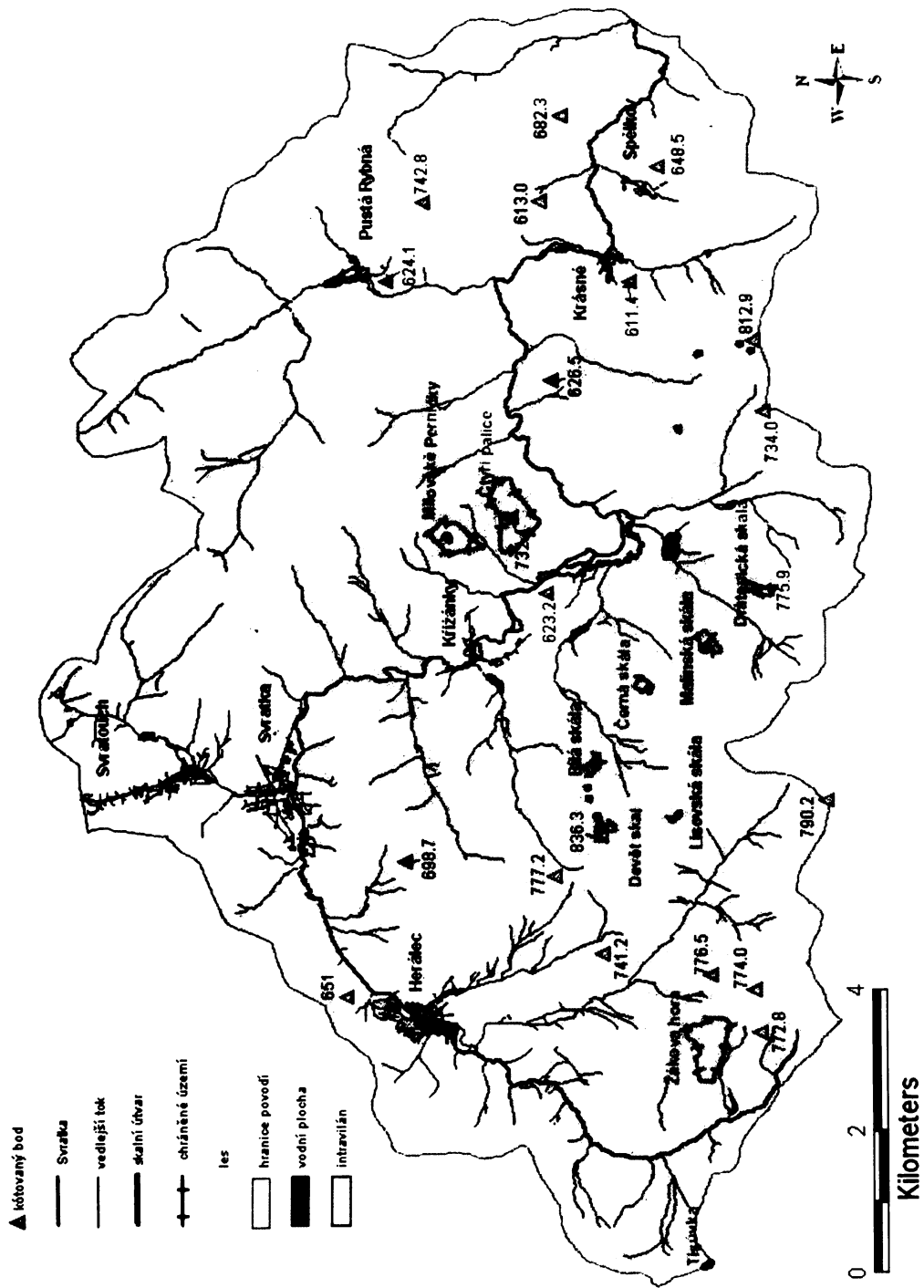
Seznam příloh

- Příloha 1:** Přehledová mapa horního povodí Svatky
- Příloha 2:** Přehledná hydrografická síť povodí
- Příloha 3:** Mapa skalních útvarů a zvláště chráněných území horního povodí Svatky
- Příloha 4:** Vývoj využití krajiny na horním toku s odrazem na charakter povodně
- Příloha 5:** Řádovost říční sítě podle Strahlera
- Příloha 6:** Tématická mapa (kartogram) hustoty říční sítě
- Příloha 7:** Mapa povodňového plánu s přehlednými informacemi pro operativní řízení za povodní - Svatka 1:50 000
- Příloha 8:** Záplavové území při povodni v červenci 1997 v úseku Borovnice – Dalečín
- Příloha 9:** Původní varianta plánované nádrže Borovnice
- Příloha 10:** Sedm možných variant plánované nádrže Borovnice

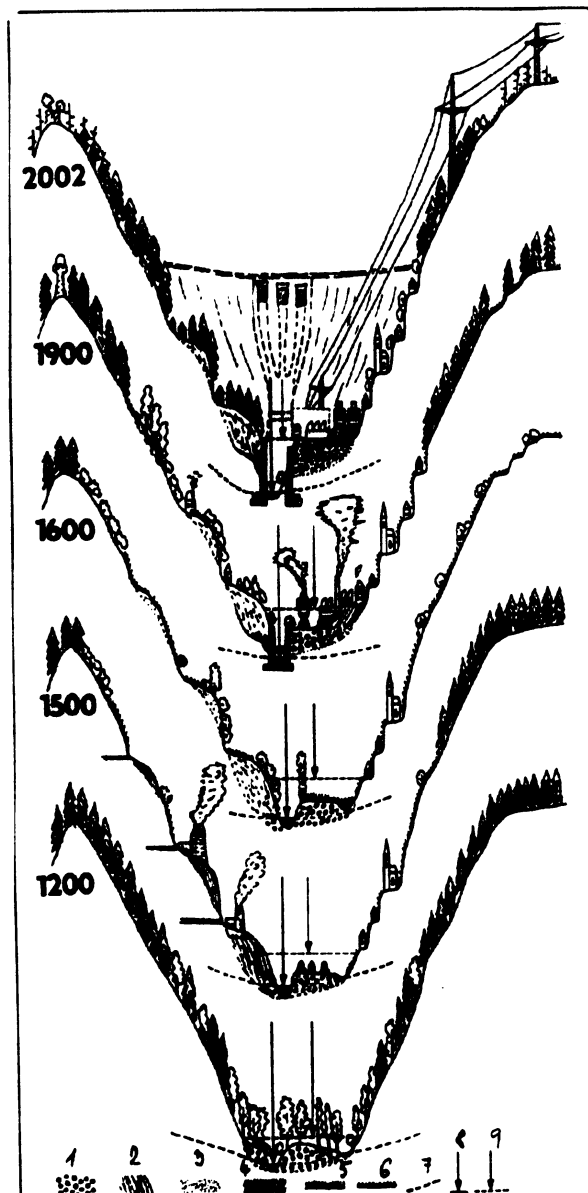
Příloha 1: Přehledová mapa horního povodí Svatky (*zdroj: data ZABAGED*)



Příloha 3: Mapa skalních útvarů a zvláště chráněných území horního povodí Svratky
(zdroj: data ZABAGED)

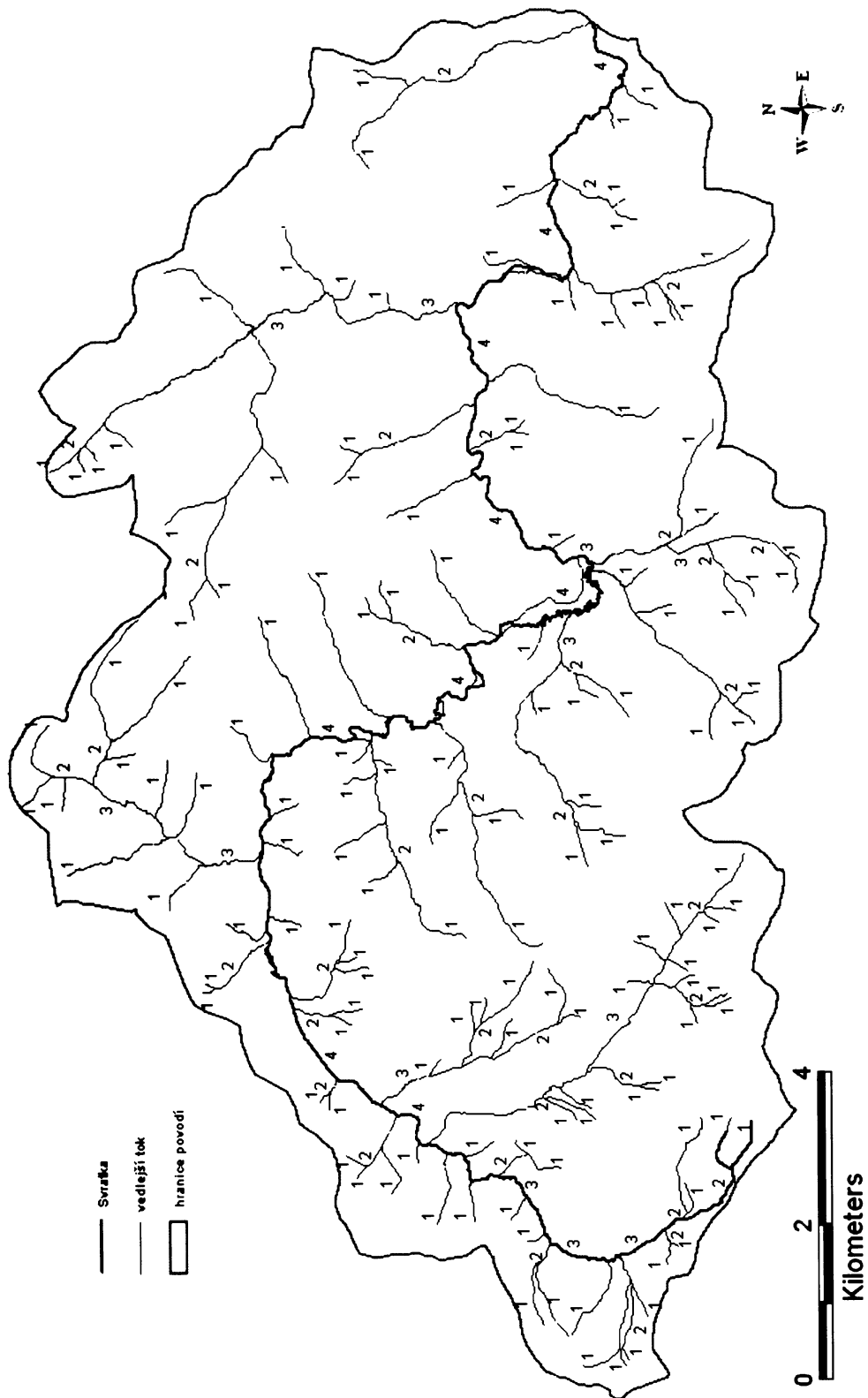


Příloha 4: Vývoj využití krajiny na horním toku s odrazem na charakter povodně
(zdroj: Kolečka, 2003)

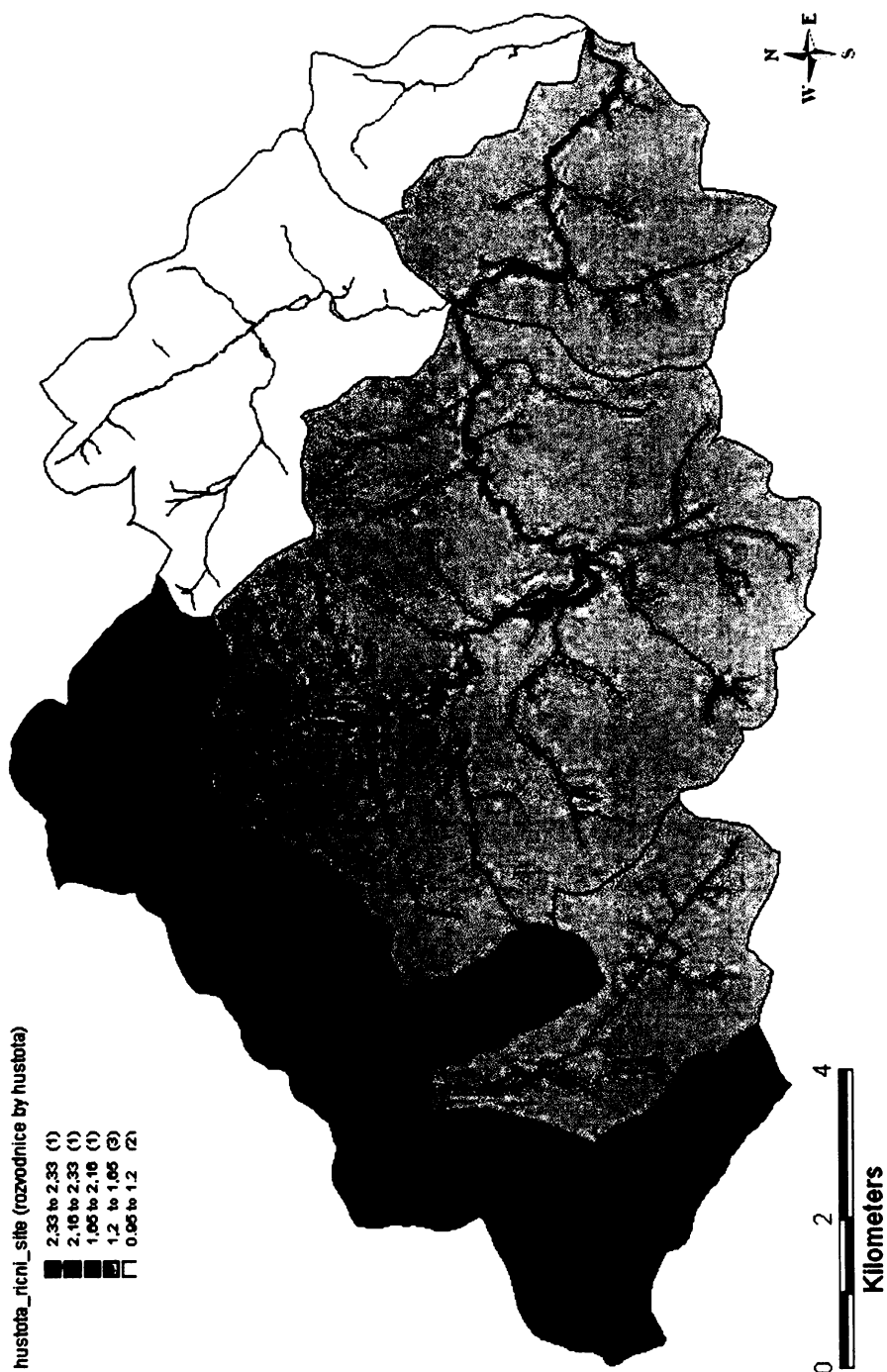


Obr. 1 – Vývoj využití krajiny na horním toku s odrazem na charakter povodně (zdola nahoru). Stav cca k roku 1200 – v tomto období byla horaká krajina prakticky nesašata lidskou činností, povodně zalévají krátkodobě lesnatou řívu s bohatými řekotisky, cca 1500 – urbanizace horakých údolí je vázána na hornickou kolonizaci, masivní odlesnění a spotřeba dřeva na tavbu, výdřevu a stavby a zasypání části údolního dna zvýšilo rozlivy, cca 1600 – po vyčerpání lotisek nastalo maximální odlesnění a zemědělské (převážně extenzivní) využití ploch, minimum retenční schopnosti území podnířilo další růst povodní, cca 1900 – obnovování retenční schopnosti povodí výsadbou lesů, průmyslová a komunikační výstavba na ohrožených údobných dnech souvisí s budováním umělých navážek omezujících plošný rozliv, jen částečně kompenzovaný zahloubením a kanalizací toků, vymezený prostor toků překračují vysokými stavy za povodní, 2002 – po provedení dalších navážek a modernizované kanalizace je zřízen prostor pro rozlivy, retenční schopnost území narušení imisním pokosením lesů, přehradý neochrání před dramatickým odtokem po mimořádných srážkách, který vede k vyklizení navážek a objektů podél toků. 1 – štěrpkopísky, 2 – haldy z těžby surovin, 3 – svahové a aluviální hlíny, 4 – navážky, 5 – louky a pastviny, 6 – orná půda, 7 – normální hladina podzemní vody, 8 – normální úroveň hladiny v toku, 9 – úroveň hladiny za povodně.

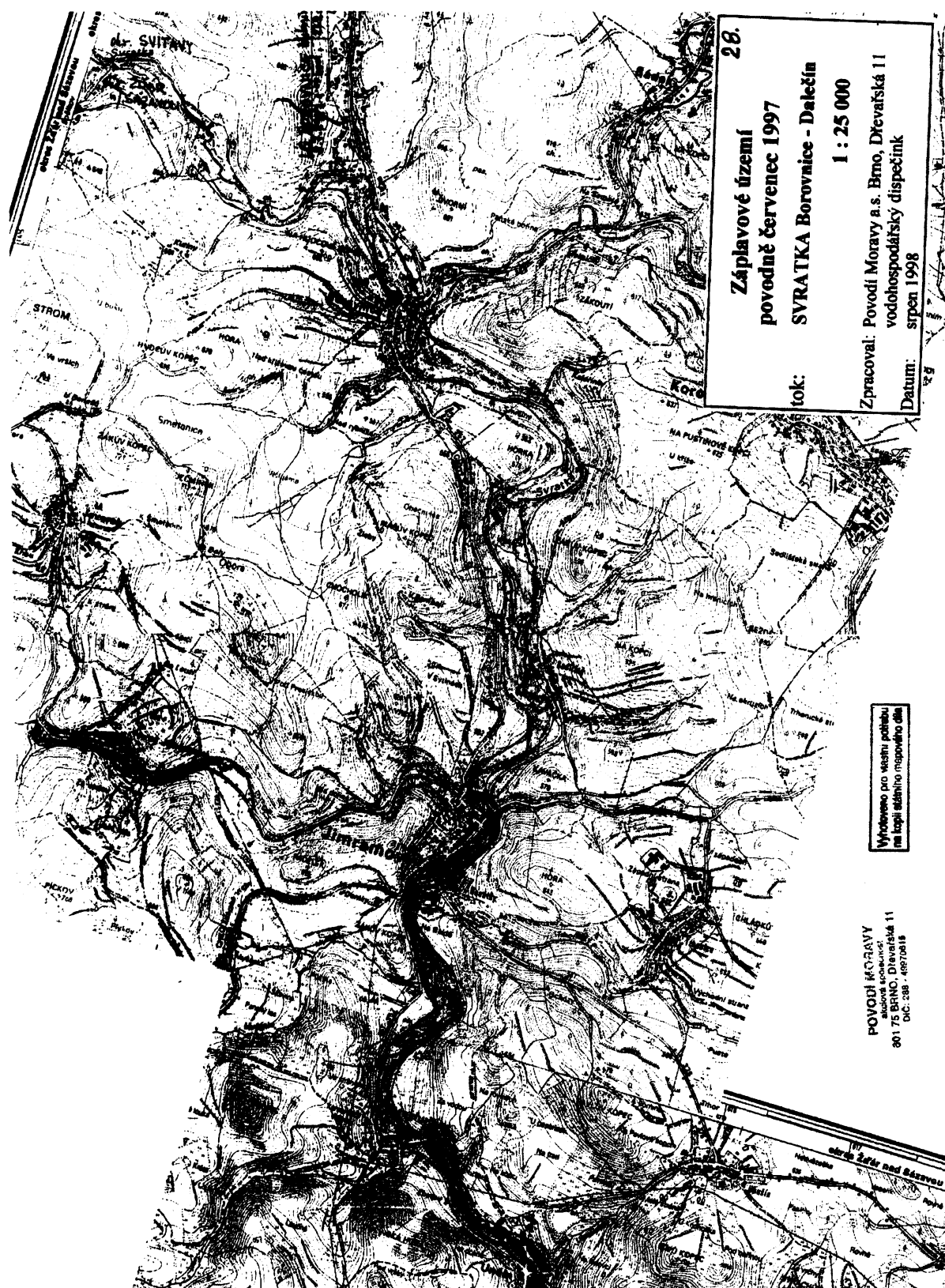
Příloha 5: Řádovost říční sítě podle Strahlera (zdroj: data ZABAGED)



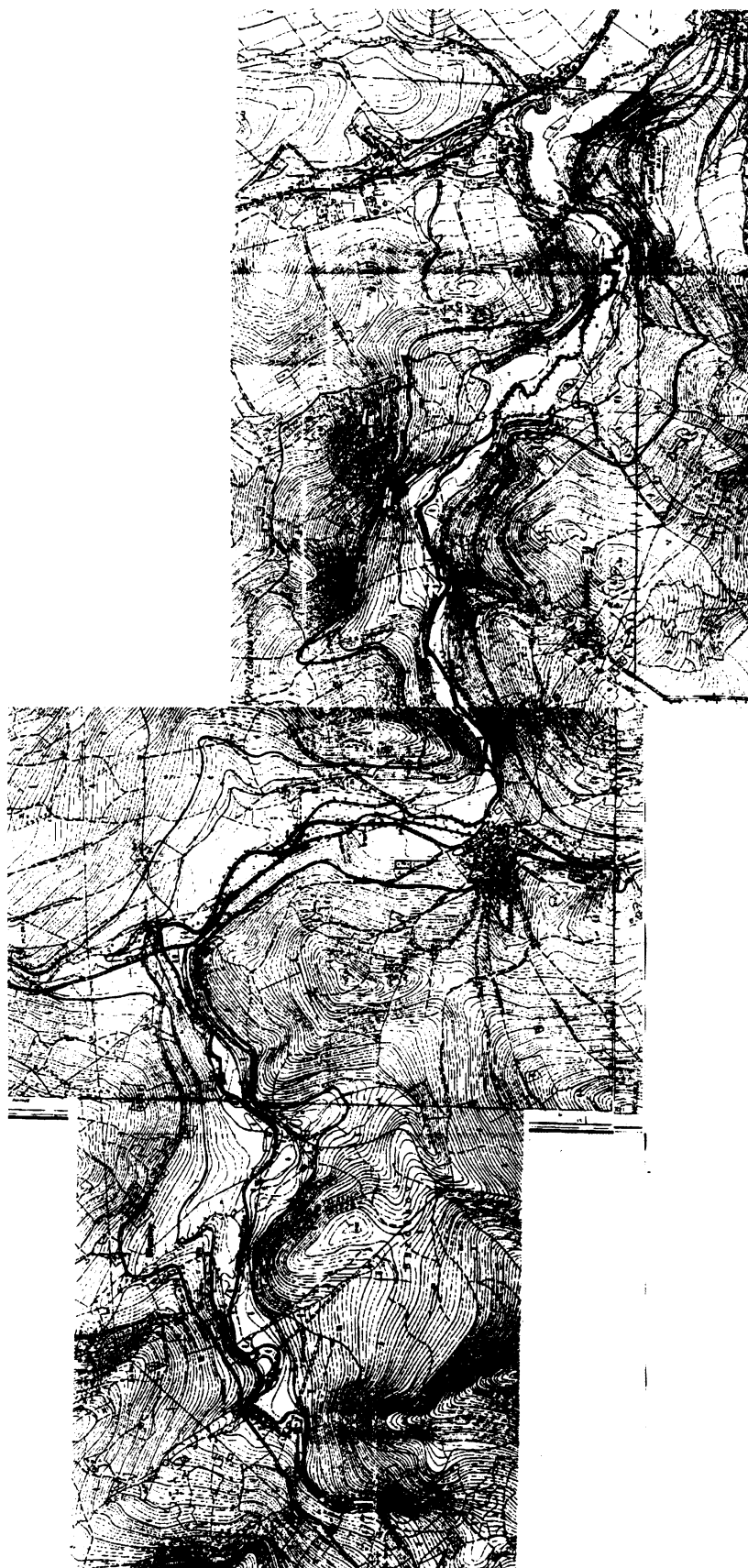
Příloha 6: Tématická mapa (kartogram) hustoty říční sítě (zdroj: data ZABAGED)



Příloha 8: Záplavové území při povodni v červenci 1997 v úseku Borovnice – Dalečín
 (zdroj: Záplavové území povodně červenec 1997, 1998).

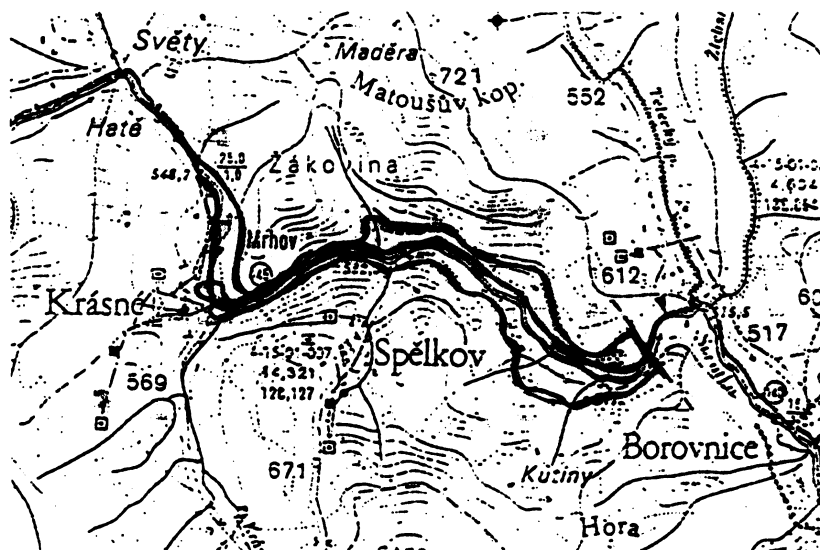


Příloha 9: Původní varianta plánované nádrže Borovnice (*zdroj: Dokumenty CHKO
Žďárské vrchy, 1991*)

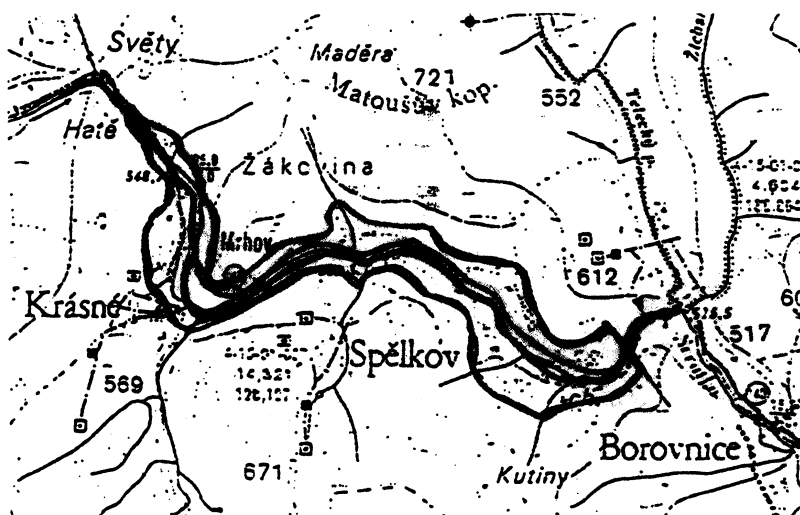


Pozn: červená čára – hranice zaplaveného území, modrá čára – tok Svatka

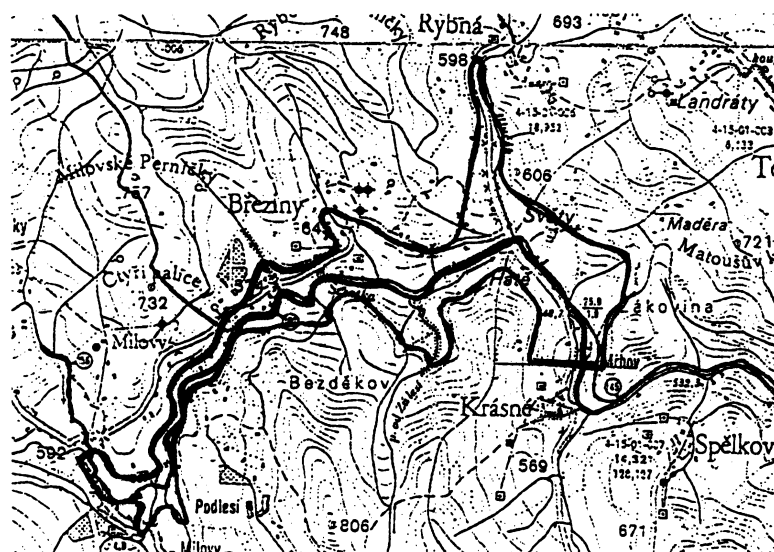
Příloha 10: Sedm možných variant plánované nádrže Borovnice (zdroj: Dokumenty CHKO Žďárské vrchy, 1991), pozn. červená čára – hranice zátopové oblasti



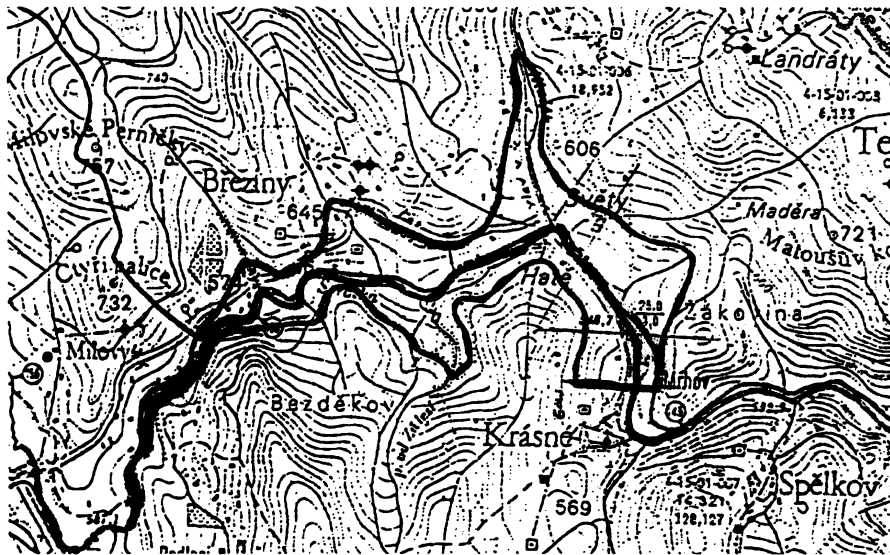
Varianta 1



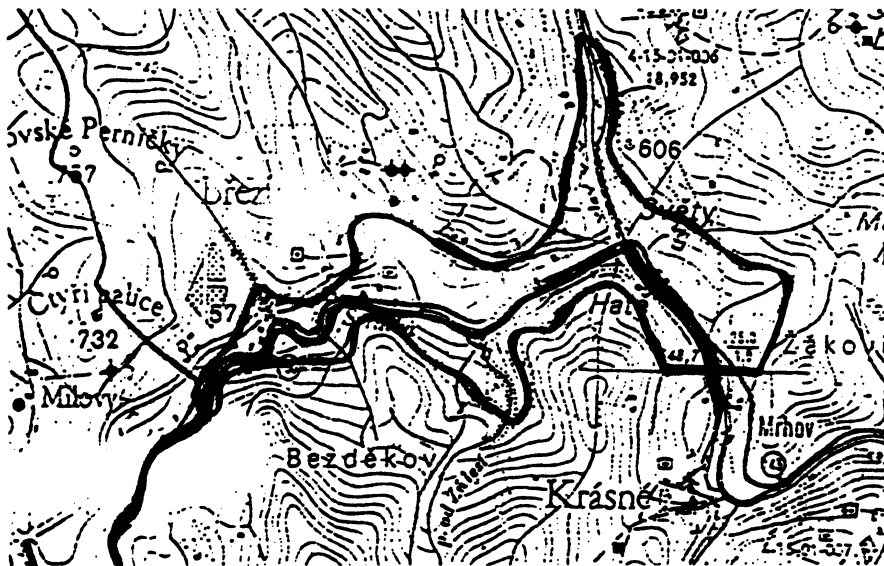
Varianta 2



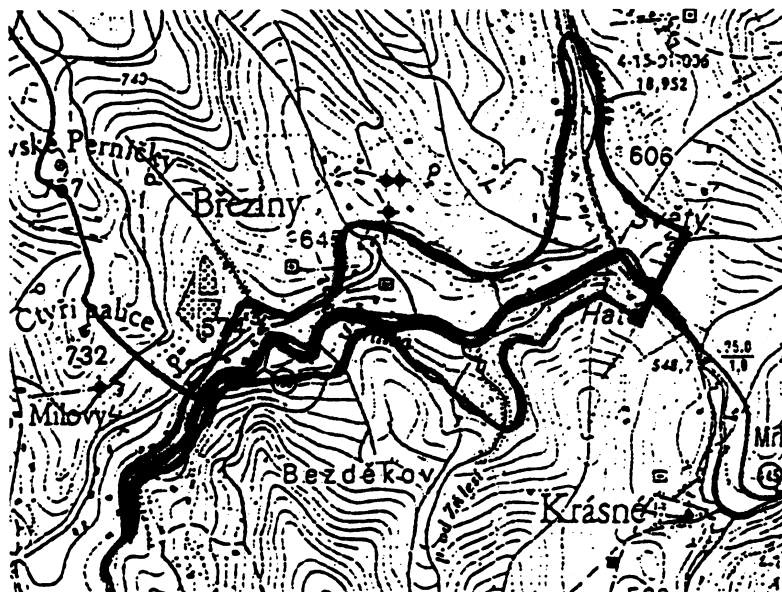
Varianta 3



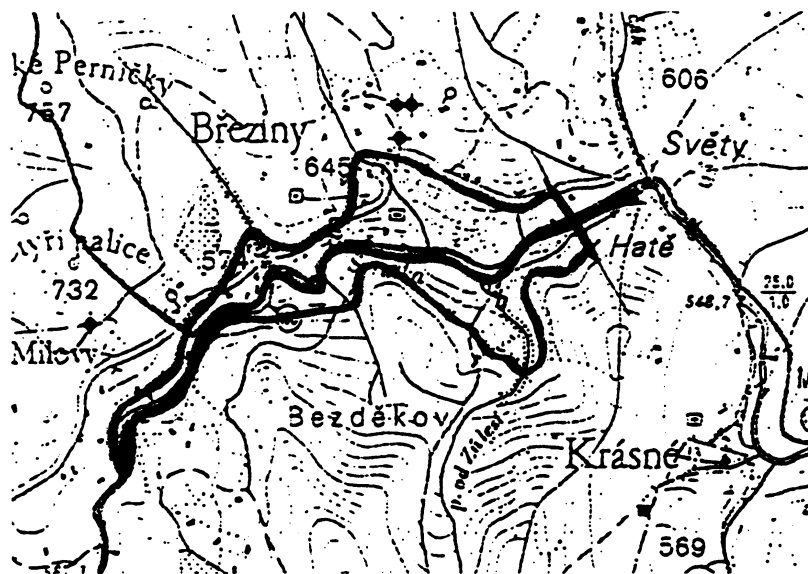
Varianta 4



Varianta 5



Varianta 6



Varianta 7