

MASARYKOVA UNIVERZITA
Přírodovědecká fakulta
Geografický ústav

Jarmila ŠUSTKOVÁ

OPATŘENÍ V PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANĚ V POVODÍ ŘEKY OPAVY

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Kolář, CSc.

Brno 2008

Jméno a příjmení autora:	Jarmila Šustková
Název diplomové práce:	Opatření v protipovodňové ochraně v povodí řeky Opavy
Název v angličtině:	Flood-protection measures in the Opava river basin
Studijní obor:	fyzická geografie
Vedoucí diplomové práce:	RNDr. Miroslav Kolář, CSc.
Rok obhajoby:	2008

Anotace v češtině

Povodí řeky Opavy patří mezi území, kde povodeň v roce 1997 napáchala největší škody. Od této doby se začalo velmi intenzivně pracovat na protipovodňové ochraně sídel, přesto některá z nich stále dostatečně chráněna nejsou. Diplomová práce se zaměřuje na nejohroženější oblasti v povodí a pokouší se nalézt vhodná řešení pro zlepšení jejich protipovodňové ochrany.

Anotace v angličtině

The Opava river basin is one of the areas where the biggest damage took place during the flood in 1997. Since this year the flood-protection measures of the municipalities have been implemented very intensively. In spite of this, some of the municipalities are still not well-protected. The thesis focuses on the most threatened areas of the Opava river basin and tries to find appropriate resolution in their flood protection.

Klíčová slova v češtině

Povodně, protipovodňová opatření, povodí Opavy, záplavová území

Klíčová slova v angličtině

Floods, flood-protection measures, Opava river basin, flood plains

Prohlašuji tímto, že jsem zadanou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Miroslava Koláře, CSc. a uvedla v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další zdroje.

V Brně dne

vlastnoruční podpis autora

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce, RNDr. Miroslavu Kolářovi, za odborné vedení a připomínky, Ing. Jiřímu Biksadskému a RNDr. Tomáši Řehánkovi, Ph.D. za poskytnutí dat a za velmi vstřícné chování a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat pracovníkům odborů životního prostředí Městského úřadu v Krnově a Magistrátu města Opavy, kteří byli ochotní věnovat mi svůj čas, a své rodině, bez jejíž podpory by tato práce nemohla vzniknout.

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
1.1 Cíl práce	8
1.2 Hodnocení literatury a metody zpracování	9
1.3 Základní charakteristika povodí Opavy	11
2 FYZICKOGEOGRAFICKÉ POMĚRY POVODÍ OPAVY	14
2.1 Geologické a hydrogeologické poměry	14
2.2 Geomorfologické poměry	17
2.3 Pedogeografické poměry	19
2.4 Biogeografické poměry.....	20
2.5 Klimatické poměry	21
2.6 Hydrologické poměry	23
2.6.1 Podzemní voda.....	27
2.6.2 Vodní nádrže.....	27
2.7 Využití území.....	29
2.8 Shrnutí - vliv fyzickogeografických poměrů na povodňové situace	30
3 SOCIOEKONOMICKÉ AKTIVITY V POVODÍ	31
3.1 Zástavba v záplavových územích	31
3.2 Zásahy do vodního režimu toků.....	34
4 POVODŇOVÉ SITUACE V POVODÍ OPAVY	35
4.1 Povodně a jejich příčiny	35
4.2 Nejvýznamnější povodňové situace od 19. století.....	37
4.2.1 Povodně v 19. století.....	38
4.2.2 Povodně ve 20. a na začátku 21. století	38
4.3 Srovnání nejvýznamnějších povodňových situací	48
5 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ	49
5.1 Základní pojmy v protipovodňové ochraně	49
5.2 Preventivní protipovodňová opatření.....	51
5.3 Operativní protipovodňová opatření	52

5.4 Vývoj protipovodňové ochrany a současná situace v povodí Opavy	53
5.4.1 Řeka Opava.....	55
5.4.2 Řeka Opavice.....	63
5.4.3 Řeka Čižina.....	64
5.4.4 Řeka Moravice.....	65
5.4.5 Řeka Hvozdnice.....	66
5.4.6 Podolský a Černý potok.....	67
5.4.7 Ostatní toky.....	68
5.5 Vliv protipovodňových opatření na průběh povodní.....	69
5.6 Návrhy opatření pro povodí řeky Opavy	73
ZÁVĚR	76
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	77
SEZNAM PŘÍLOH	81

1 ÚVOD

1.1 Cíl práce

Různé přírodní pohromy a katastrofy jsou člověku známy od pradávna. Můžeme mezi ně počítat zemětřesení, sopečnou činnost, období sucha s požáry, vpády extrémně chladného vzduchu, vichřice, záplavy v přímořských oblastech, říční povodně a mnoho dalších. Katastrofy všech typů mají jedno společné, a to jsou škody na majetku, na zdraví a v nejhorších případech jsou příčinou ztrát životů. Boj proti přírodním živlům nikdy neustává, proto by se mělo případným škodám vhodným způsobem předcházet.

Tato práce se zaměřuje na povodně na území severní Moravy a Slezska v povodí řeky Opavy, zkoumá jejich historii, dopady a zabývá se ochranou před nimi. Nejdříve je potřeba území popsat z fyzikogeografického hlediska pro lepší pochopení souvislostí a vazeb v něm. Geologické a geomorfologické poměry, vegetace, uspořádání říční sítě aj. mají vliv na celkové odtokové poměry v povodí, a až podle těchto parametrů a podle znalosti klimatických podmínek se mohou začít navrhovat a realizovat protipovodňová opatření.

Ze socioekonomického hlediska je v daném území nejdůležitější existence či neexistence zástavby v záplavových územích a rozsah zásahů do říční sítě (tj. napřimování toků a změny jejich tras).

Je nutné vycházet také z povodňových situací, které se v povodí již vyskytly. Při studiu historických pramenů se může zdát, že četnost záplav od začátku 20. století vzrůstá. Je to způsobeno lepším a přesnějším zaznamenáváním a zahušťováním sítě pozorovacích stanic. Dalším faktorem je rozšiřování zástavby v obcích a ve městech podél vodních toků, což je při povodních důvodem stále větších škod na majetku.

Velkou hrozbou jsou vedle velkoplošných záplav lokální povodně způsobené přívalovými srážkami. Předpovídat situace tohoto typu je téměř nemožné a proto je obtížné se jim bránit. Takovéto přívalové srážky zasáhly část povodí v roce 1996.

Protipovodňová opatření jsou velmi důležitou prevencí záplav. Zahrnujeme mezi ně různé vodohospodářské stavby jako jsou hráze a přehrady; dále úpravy koryt toků a jejich opevňování či vypracovávání povodňových plánů. Protože lidé žijí v blízkosti vodních toků již po dlouhá staletí a za tuto dobu zde vznikla řada obcí a měst, je nutné se ochranou před povodněmi intenzivně zabývat.

1.2 Hodnocení literatury a metody zpracování

Literatura k tématu diplomové práce je rozmanitá a popisuje povodí řeky Opavy v historických souvislostech, zkoumá jeho přírodní poměry, povodně i protipovodňová opatření. Řada informací a dokumentů je dostupná na internetu, např. na stránkách Ministerstva zemědělství ČR, Ministerstva životního prostředí ČR, Českého hydrometeorologického ústavu (dále ČHMÚ), Povodí Odry, s. p., Zemědělské vodo-hospodářské správy, Lesů ČR a sídel v povodí. Práce vychází také z výsledků terénního průzkumu (pokud není jinak uvedeno, fotografie jsou autorské) a dat poskytnutých ČHMÚ (pobočkou v Ostravě), Povodím Odry, s. p., Obecním úřadem ve Velkých Hošticích a odbory životního prostředí Městského úřadu v Krnově a Magistrátu města Opavy.

Některé části práce čerpají z knihy Povodí Odry (BROSCH, O., 2005), která povodí řeky Opavy popisuje ve všech výše uvedených úhlech pohledu. Pro pochopení legislativy v oblasti vodního hospodářství je důležitá znalost zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodního zákona).

Historii povodní přibližuje O. Brosch (2005) a záplavu z roku 1997 popisují publikace Povodeň na řece Odře v červenci 1997 (ŘEHÁNEK, T., 2002) či Povodňová katastrofa 20. století na území České republiky (MATĚJÍČEK, J., HLADNÝ, J., 1999). Cenným zdrojem informací se staly internetové stránky Ministerstva zemědělství, kde lze nalézt dokument Ochrana před povodněmi v povodí horní Opavy. K sestrojení průběhu povodňových vln byla použita data ČHMÚ (pobočky v Ostravě).

Publikační činnost týkající se protipovodňové ochrany zesílila právě po roce 1997. V roce 2000 byla zveřejněna Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky (dále jen Strategie), která zdůrazňuje oslabení prevence ochrany před povodněmi do roku 1997. Cílem dokumentu bylo zlepšit úroveň ochrany před povodněmi, a to hlavně v oblasti preventivních aktivit.

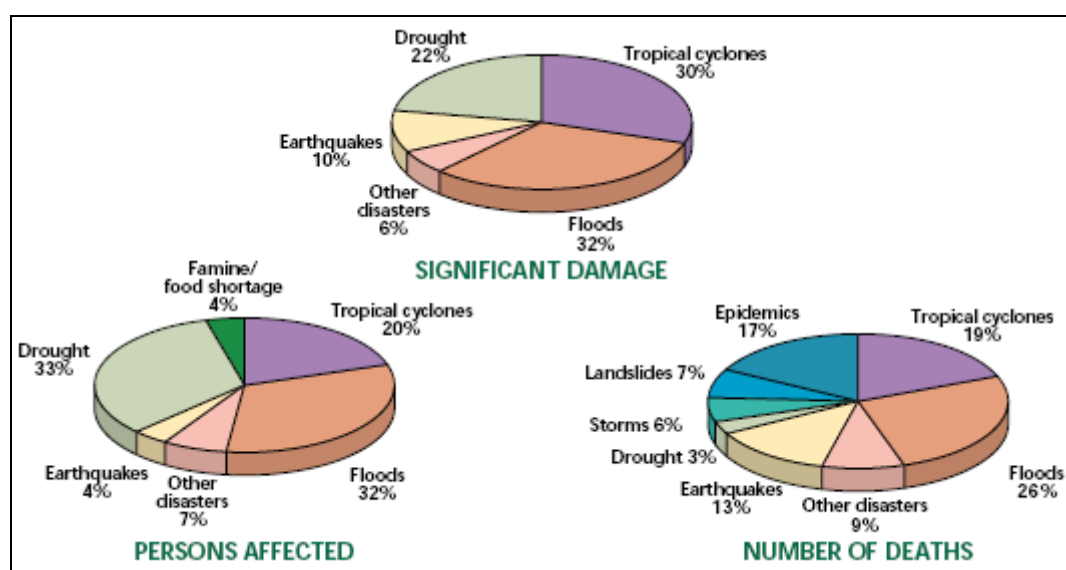
V roce 2001 byl v návaznosti na Strategii vydán vodní zákon a dále byly vyhlášovány programy pro naplňování realizací protipovodňových opatření jako např. Program prevence před povodněmi z roku 2002.

V souladu se zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodním zákonem), je vypracování Plánu hlavních povodí České republiky a Plánů oblastí povodí. Tyto dokumenty jsou klíčové pro plánování v oblasti vod. Plán hlavních povodí České republiky byl schválen v roce 2007, Plán oblasti povodí Odry bude předložen ke

schválení do konce roku 2009. Do té doby je pro oblast povodí Odry platný tzv. Koncepční dokument pro plánování v oblasti vod na území Moravskoslezského kraje v přechodném období do roku 2010, který byl vydán v roce 2003.

Návrhy protipovodňových opatření vycházejí ze současné a doporučované ochrany sídel. Nejnovější dokumenty a publikace se snaží o syntézu technických opatření s opatřeními v krajině pro zlepšení retence vody, avšak druhý z přístupů není v praxi prozatím aktivněji prosazován. Cílem diplomové práce je nalézt faktory přispívající ke vzniku povodňových situací, zhodnotit protipovodňovou ochranu na tocích a nalézt co nejlepší řešení pro ochranu sídel a obyvatelstva v povodí řeky Opavy. Práce se zaměřuje na nejohroženější lokality v povodí, kterými jsou města Krnov a Opava s okolními obcemi.

Význam záplav ve světovém měřítku dokazuje obr. 1., podle kterého představovaly v období 1963-1992 největší přírodní katastrofu.

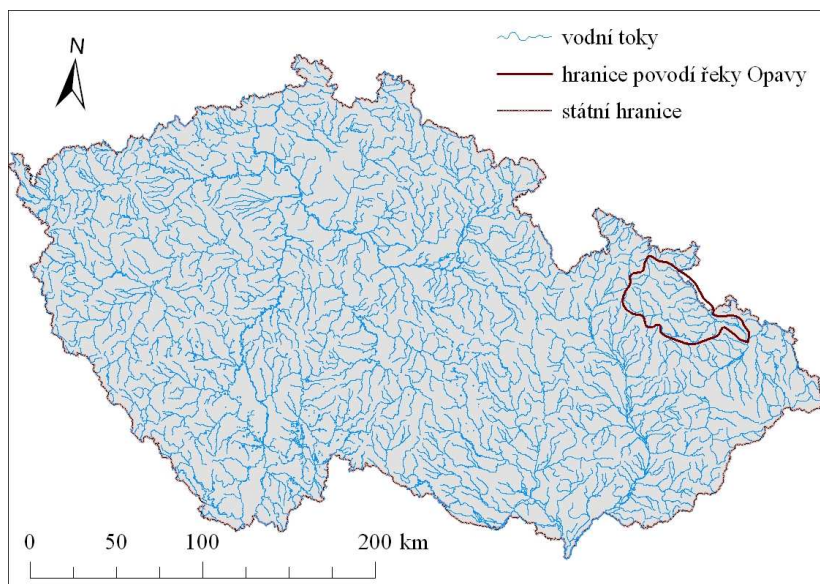


Obr. 1. Major disasters around the world: 1963–1992 (převzato z: OBASI, G., 2000, 3).

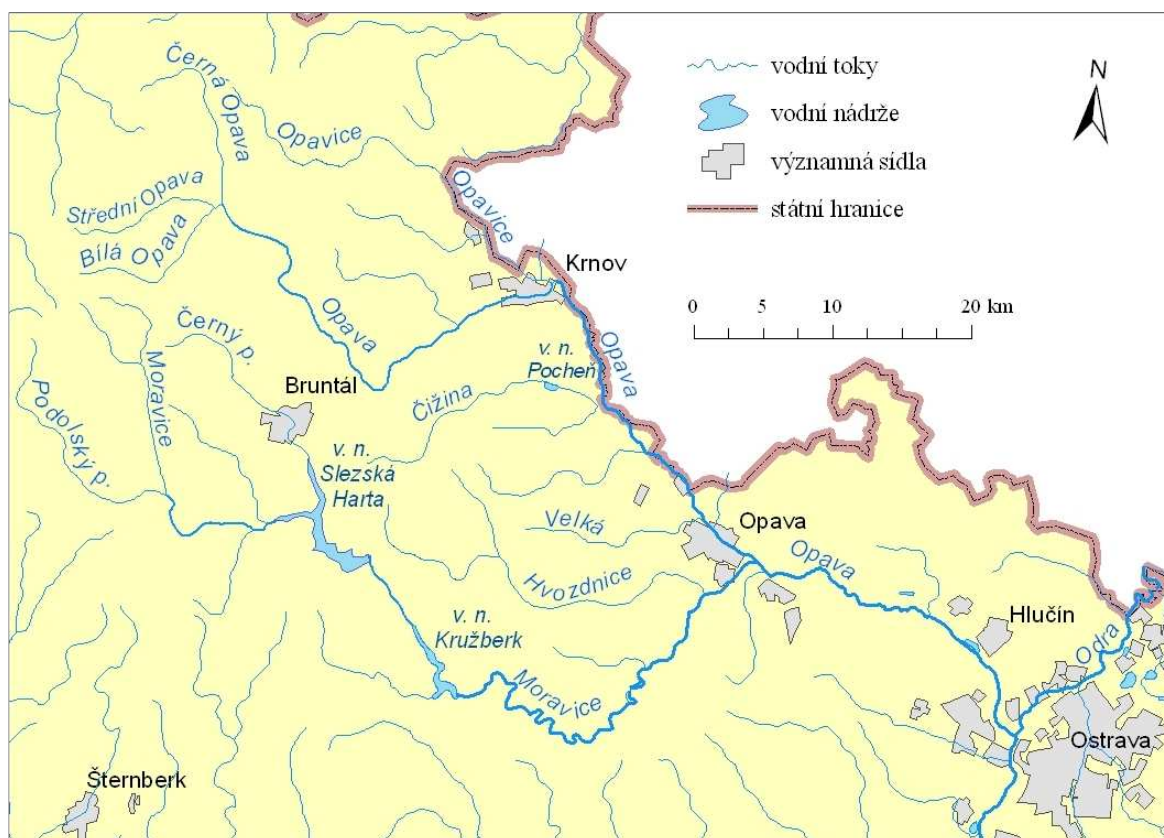
1.3 Základní charakteristika povodí Opavy

Povodí řeky Opavy se nachází na severovýchodě České republiky a jen malá část leží v Polsku. Rozlohou 2088,8 km² se řadí mezi středně velká povodí. Řeka Opava se

vlévá se do řeky Odry a náleží tedy do úmoří Baltského moře. Je dlouhá 122 km a jejími nejdůležitějšími přítoky jsou řeky Moravice a Opavice.



Obr. 2. Poloha povodí řeky Opavy v ČR.



Obr. 3. Povodí řeky Opavy.

Řeka **Opava** vzniká soutokem Černé a Střední Opavy ve Vrbně pod Pradědem v nadmořské výšce 540 m n. m. Jako hlavní tok uvádí O. Brosch (2005) Černou Opavu, která pramení na svahu Orlíka v 1030 m n. m. poblíž známé rašeliništní rezervace Rejvíz. Toky Bílá a Střední Opava pramení na svazích Pradědu, nejvyšším vrcholu Hrubého Jeseníku - Střední Opava ve výšce 1195 m n. m. a Bílá Opava ve výšce 1260 m n. m. Bílá Opava se do Střední Opavy vlévá zprava ve Vrbně pod Pradědem ve výšce 544 m n. m.

Po soutoku výše zmíněných toků teče Opava jihovýchodním a od Nových Heřminov severovýchodním směrem. Po město Krnov má charakter bystřiny, pak se údolí otevírá a řeka vytváří v rovinatém území volné meandry. Do řeky Odry se vlévá v Ostravě ve 210 m n. m. Od Krnova po město Opavu tvoří s výjimkou okolí obce Holasovice státní hranici s Polskou republikou.

Původ názvu řeky Opava je znám již z roku 1031, tehdy to byla Vpa, a v roce 1062 to byla Upa. „Patří do středoevropské vrstvy vodních jmen. S jeho základem apa/opa se můžeme setkat v celé Evropě. To znamená voda, řeka. Základ opa byl rozšířen o germánské ahwa (voda) a tak vzniklo Apaha i konečně Opava.“ (cit. NĚMEC, J., HLADNÝ, J., BLAŽEK, V. et al., 2006, 215).



Foto 1. Soutok Bílé (vlevo) a Střední Opavy ve Vrbně pod Pradědem.



Foto 2. Soutok Černé (vlevo) a Střední Opavy ve Vrbně pod Pradědem.

Řeka **Moravice** pramení také v Hrubém Jeseníku pod Pradědem, a to ve Velkém kotli ve výšce 1170 m n. m. První tři čtvrtiny své délky teče řeka směrem na jihovýchod, poté mění svůj směr na severovýchod. Do řeky Opavy se vlévá jako pravostranný přítok ve městě Opavě v nadmořské výšce 240 m n. m. Úzké údolí Moravice zabránilo vzniku větších sídel na toku. Jediným významnějším městem je v dolní části povodí Hradec nad Moravicí. Moravice je až po ústí vodnějším a delším tokem než je řeka Opava. Podle

Kolektivu (1965) činí její celková délka 100,5 km a délka Opavy po zaústění Moravice pouze 89,4 km. Průměrný roční průtok Moravice je již v Brance u Opavy $7,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, průměrný roční průtok Opavy v Opavě je $7,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Vodní nádrže Kružberk a Slezská Harta jako zdroje Ostravského oblastního vodovodu zásobují vodou ostravskou aglomeraci.

Dalším významným tokem je **Opavice** (dříve Zlatá Opavice). Pramení v jižní části Zlatohorské vrchoviny na svahu Příčného vrchu ve výšce 850 m n. m. Směrem od pramene



Foto 3. Soutok Opavice (vlevo) a Opavy v Krnově.

až po Město Albrechtice má tok bystřinný charakter, odtud se v poslední čtvrtině své délky údolí rozšiřuje. Od Města Albrechtice po Krnov tvoří Opavice státní hranici s Polskou republikou a do řeky Opavy se vlévá jako levostranný přítok v severovýchodní části Krnova ve výšce 311 m n. m. Opavice je dlouhá 34,9 km.

Čížina (22,0 km) a **Hvozdnice** (33,1 km) pramení mezi obcemi Horní Benešov a Razová. Čížina ve výšce 630 m n. m. a Hvozdnice ve výšce 610 m n. m. Čížina je pravostranným přítokem řeky Opavy a vlévá se do ní u obce Brumovice poblíž města Krnov. Je známá především z roku 1996, kdy při květnové povodni kulminační průtok přesáhl hodnotu stoleté vody a záplavy napáchaly mnoho škod. Hvozdnice, která je levostranným přítokem Moravice, přispívá za povodní k velikosti již transformované povodňové vlny na dolním toku Moravice (kde se značně uplatňuje vliv nádrží Slezské Harty a Kružberka).

Tab. 1. Základní charakteristika dílčích částí povodí řeky Opavy [upraveno podle: Kolektiv (1965)].

Číslo hydrologického pořadí toku	Tok	Plocha povodí [km^2]
2-02-01	Opava po Moravici	945,850
2-02-02	Moravice	901,077
2-02-03	Opava od ústí Moravice po ústí	241,910
2-02	Povodí Opavy celkem	2 088,837

2 FYZICKOGEOGRAFICKÉ POMĚRY POVODÍ OPAVY

2.1 Geologické a hydrogeologické poměry

Vlastnosti geologického podloží mají značný vliv na odtokové poměry v krajině, i když je nutné brát je do souvislosti i s jinými složkami fyzickogeografické sféry. Podle odolnosti hornin probíhá vodní eroze různou rychlostí a povrchový i podpovrchový odtok je ovlivňován jejich propustností. Stavba podloží má rozhodující význam pro utváření říční sítě. Povodí řeky Opavy lze rozdělit na dvě odlišné oblasti. Většinu území tvoří horniny Českého masivu a malou část na východě horniny Západních Karpat. Geologická minulost a tím i stavba obou celků se od sebe významně liší.

a) Geologická minulost povodí

Následující stručná geologická minulost území vychází z I. Chlupáče et al. (2002).

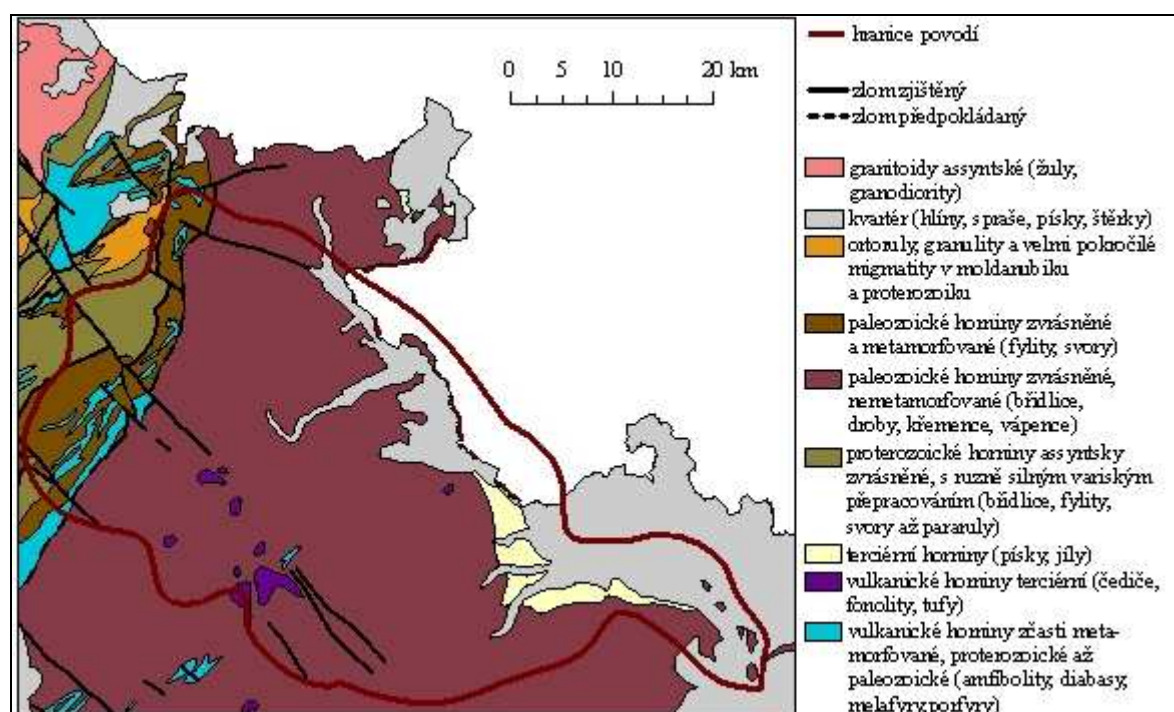
Český masiv byl vyvrásněn v období tzv. variského neboli hercynského vrásnění v době od středního devonu po svrchní karbon před 380 až 300 miliony lety. Je součástí horského pásma táhnoucího se od jižní Anglie a z Pyrenejského poloostrova do střední Evropy. Zde je Český masiv nejrozsáhlejším zbytkem variského horstva a jeho okrajové části přesahují z České republiky do Polska, Německa a Rakouska. Tvoří jej prekambrikové a paleozoické horniny, které byly vrásněním spojeny v pevný celek. Na tomto podkladu se ukládaly mladší horniny (tzv. pokryvné neboli platformní uloženiny).

Později nebyl Český masiv výrazně vrásněn. Až alpínské vrásnění probíhající v mezozoiku a terciéru vyvolalo vznik zlomů s převažujícími vertikálními složkami pohybu a klenbovitými zdvihy či poklesy rozsáhlejších oblastí. Význam měla vulkanická činnost na Bruntálsku na rozhraní terciéru a kvartéru. V pleistocénu se v Hrubém Jeseníku nacházel horský ledovec. Stáří Českého masivu a nepřítomnost dalšího výrazného vrásnění mají za důsledek dlouhé působení denudačních pochodů a tím i menší členitost reliéfu, než je tomu v karpatské oblasti.

Také O. Brosch (2005) uvádí, že eroze a denudace probíhala v povodí Opavy ve srovnání s beskydskou částí povodí Odry delší dobu, a proto je členitost reliéfu mírnější. Ačkoli jsou pramenné oblasti v obdobné nadmořské výšce, sklonitost terénu je v povodí Opavy mírnější a délka dráhy odtoku je dvojnásobná. Z toho vyplývá pomalejší nástup kulminačních průtoků na dolním toku řeky Opavy.

Západní Karpaty byly vyvrásněny později než Český masiv, a to v průběhu tzv. alpinského vrásnění od svrchní křídý do terciéru, tj. v období posledních sta milionů let. Jejich pásmo se táhne od Pyrenejí, přes Alpy a Karpaty až do Asie k Himalájím. Ostravská pánev, která je jejich jedinou součástí v povodí řeky Opavy, patří ke sníženinám Karpatské předhlubně. Na vrstvách karbonských slojí černého uhlí se v třetihorách a čtvrtohorách postupně ukládaly mořské, fluviální, glaciální a eolické sedimenty. V pleistocénu zde dosáhl dvakrát pevninský ledovec (v elsterském a saalském zalednění).

b) Geologická stavba povodí



Obr. 4. Geologická stavba území (data: Portál veřejné správy ČR).

Velká odolnost hornin krystalinika tvořených hlavně metamorfovanými horninami brání rozsáhlejší erozní činnosti vody a odráží se na uspořádání říční sítě. Podle obr. 4. zabírají největší část území droby, jílovité břidlice, křemence a vápence ze spodního karbonu. Hrubý Jeseník je tvořen převážně proterozoickými a paleozoickými horninami, které jsou místy zčásti metamorfované. U Bruntálu se nacházejí ostrůvky terciárních vulkanických hornin. V dolní části povodí v nižších nadmořských výškách leží v Ostravské pánvi na mořských, brakických i sladkovodních sedimentech (hlavně jíly, písky, štěrky) nánosy fluviálních sedimentů, jako jsou povodňové hlíny, písčité jíly a štěrky. Velmi výrazná byla akumulace sedimentů v glaciálech, protože vyšší oblasti byly silně

denudovány mrazovým zvětráváním. Z tohoto období pocházejí eolické sedimenty (spraše a sprašové hlíny), které lze nalézt i ve vyšších nadmořských výškách; a dále glacigenní (ledovcové) sedimenty (např. bludné balvany, sutě, kamenná moře, svahové hlíny, atd.).

c) Hydrogeologie

Oblast není příliš bohatá na podzemní vody. V průběhu alpského vrásnění, kdy docházelo k výše popsanému zdvihu území a ke vzniku tektonických poruch, se podzemní voda a prameny začaly vázat na nově vytvořené pukliny a zlomy. V. Kříž (2004) uvádí, že Nízký Jeseník a další okolní oblasti budované paleozoickými horninami, jsou územím s kolektory mělkého oběhu podzemních vod převážně puklinového charakteru. V níže položených oblastech jsou důležité glaciální sedimenty, kde jsou vyvinuty kolektory mělkého oběhu průlinového typu. Hlubší oběh podzemních vod je vázán pouze na tektonické zlomy a na hluboké deprese reliéfu starších útvarů.

V roce 2005 byla vydána nová rajonizace podzemních vod, podle které náleží povodí řeky Opavy do čtyř hydrogeologických rajónů (viz tab. 2.).

Tab. 2. Hydrogeologické rajóny v povodí řeky Opavy (podle: <http://heis.vuv.cz/>).

	Rajóny v kvartérních a propojených kvartérních neogenních sedimentech	Litologie	Typ kvartérního sedimentu	Typ propustnosti
1520	Kvartér Opavy	štěrkopísek	fluviální	průlinová
1550	Kvartér Opavské pahorkatiny	štěrkopísek a hlína	glacigenní	průlinová
6431	Krystalinikum severní části Východních Sudet	převážně metamorfity	-	puklinová
6611	Kulm Nízkého Jeseníku v povodí Odry	břidlice a droby	-	puklinová

2.2 Geomorfologické poměry

Rozdělení povodí na vyšší geomorfologické jednotky je znázorněno v tab. 3. J. Demek et al. (1987) člení geomorfologické celky dále na podcelky a okrsky, které ale není nutné v této práci podrobněji rozebírat.

Tab. 3. Vyšší geomorfologické jednotky v povodí řeky Opavy (sestaveno podle: DEMEK, J. et al., 1987).

Provincie	Soustava (subprovincie)	Podsoustava (oblast)	Celek
Česká Vysočina	Krkonošsko-jesenická	Jesenická	Nízký Jeseník
			Hrubý Jeseník
			Zlatohorská vrchovina
Středoevropská nížina	Středopolské nížiny	Slezská nížina	Opavská pahorkatina
Západní Karpaty	Vněkarpatské sníženiny	Severní Vněkarpatské sníženiny	Ostravská pánev

Následuje charakteristika geomorfologických celků, jak je uvádí J. Demek et al. (1965) a J. Demek a P. Mackovčín et al. (2006).

Nízký Jeseník je vrchovinou, která stoupá směrem od východu k západu a od okolních celků je oddělena příkrými zlomovými svahy. Východní část území je výrazně plošší. Plošiny, které tvoří zarovnaný povrch, většinou vznikly v subarktických podmínkách a jsou oddělené údolními, sedly a kotlinami. Pro reliéf Nízkého Jeseníku jsou na rozvodí typické široké zaoblené hřbety. Údolí jsou většinou asymetrická, na okrajových částech území výrazně hluboká (neobvyklé nejsou pravoúhlé ohyby řek, např. Opavy, Moravice, Hvozdnice) se svahy probíhajícími přímočaře. Příkré svahy odhalují často skalní podloží, takže se při jejich úpatí tvoří haldy. Vodní toky si vytvořily na některých svých částech tzv. průlomová údolí (např. Moravice u Valšova či Černý potok u Bruntálu). Zřídka se objevují říční terasy. V období čtvrtohor zde byly činné sopky (Malý a Velký Roudný, Uhlířský vrch a Venušina sopka). Podél severního a západního okraje území leží denudační zbytky sedimentů kontinentálního zalednění. Také některé zarovnané povrchy vznikly v chladných subarktických podmínkách a četné jsou i další periglaciální tvary (kamenné proudy, balvanová moře, malé kryoplanáčnické plošiny, mrazové sruby a svahové úpady).

Hrubý Jeseník, nejvyšší geomorfologický celek v povodí, je členitou hornatinou, která výrazně převyšuje okolní terén a která stoupá směrem ke svému středu. Zde se tyčí nejvyšší vrchol Hrubého Jeseníku, Praděd (1491 m n. m.). Vodní toky mají velký spád a jejich údolí jsou značně hluboká (až 300 m) s vysokými, přímočaře probíhajícími svahy. Rozvodní části reliéfu jsou úzké a stejně jako v Nízkém Jeseníku se zde vyskytují plošiny. Ty jsou buď zbytkem původně jednotného paleogenního zarovnaného povrchu, nebo pocházejí z období pleistocénu. V prvním případě byl povrch tektonickými silami vyzvednut a rozlámán na kry. Tento proces měl za důsledek intenzivnější zařezávání vodních toků do svého podloží a dal tak vzniknout hlubokým údolím. V druhém případě jde o pleistocenní kryoplanační terasy. Z období pleistocénu se dochovaly periglaciální tvary jako mrazové sruby, balvanová moře, balvanové proudy, strukturní půdy, karovité uzávěry údolí či izolované skály. Pleistocenní horské zalednění bylo prokázáno v údolním uzávěru řeky Moravice ve Velkém kotli.

Zlatohorská vrchovina se nachází při východním úpatí Hrubého Jeseníku. Byla také vyzdvižena a rozčleněna na kry. Jedním z důsledků kerných posunů jsou hluboká údolí vodních toků. V období pleistocénu se do okrajových oblastí Zlatohorské vrchoviny dostal pevninský ledovec a na celém území intenzivně působily periglaciální pochody.

Opavská pahorkatina má plochý periglaciální reliéf, který je pokrytý sprašovými hlínami a fluvialními sedimenty. Kostrou území je řeka Opava protékající širokou údolní nivou, na jejíchž svazích jsou místy patrné říční terasy.

Ostravskou pánev lze charakterizovat jako rovinu v nivách řek a plochou pahorkatinu mimo ně. Jde o kvartérní akumulaci sníženinu s rozsáhlými říčními terasami, která vznikla poklesem Českého Masivu při podsouvání pod Karpaty. V období pleistocénu se zde ukládal materiál z výše položených denudovaných oblastí, takže svrchní horizonty Ostravské pánve jsou složeny z glaciálních a eolických sedimentů. Dále se zde nacházejí fluvialní a v hlubších polohách mořské třetihorní sedimenty. V povodí řeky Opavy má Ostravská pánev velmi malou plošnou rozlohu. Jde pouze o oblast ústí řeky Opavy do řeky Odry.

2.3 Pedogeografické poměry

Retenční schopnost krajiny je ovlivňována typem půdy, její mocností, pórovitostí, obsahem humusu atd. Dále záleží na tom, zda se v povodí v období před vydatnými srážkami určité množství srážek již vyskytlo. Půda může být v tomto případě vodou nasycená, další srážky nepřijme a dochází k povrchovému odtoku (MATĚJÍČEK, J., HLADNÝ J., 1999).

O. Brosch (2005) uvádí, že horizont je v horských oblastech Jeseníků značně mělký (do 40 cm), proto nemůže intenzivnější a déle trvající srážky pojmout a tímto dochází k rozsáhlému povrchovému odtoku.

Stručný přehled půdních typů a druhů v povodí Opavy je zpracován podle *Půdní mapy České republiky* od M. Tomáška (2003).

Půdní druhy:

V nejnižších polohách, tedy v Ostravské pánvi, v Opavské pahorkatině směrem na západ až k Městu Albrechticím, se nacházejí půdy převážně **hlinité** s výrazným zastoupením prachu. V Nížkém Jeseníku a ve Zlatohorské vrchovině jsou zastoupeny půdy **píscítohlinité** a **hlinité**. V Hrubém Jeseníku dominují půdy **štěrkovité** až **kamenité**.

Půdní typy:

Fluvizemě se nacházejí podél řeky Opavice směrem od Města Albrechtice až do Krnova, podél řeky Opavy od Zátoru, přes Krnov po Holasovice (severozápadně od města Opavy), od města Opavy po Kravaře, při ústí řeky Opavy do řeky Odry a podél řeky Moravice od Hradce nad Moravicí po město Opavu. **Černice** lze nalézt podél řeky Opavy od Holasovic po město Opavu a v okolí Háje ve Slezsku. Opavskou pahorkatinu pokrývají četné **luvizemě**. Na ně navazují v Nížkém Jeseníku **kambizemě**, které jsou v jeho západní části (s tím jak roste nadmořská výška) místy silně kyselé. Jižně od Bruntálu se nacházejí na bazických sopečných horninách **kambizemně eutrofní**. Pramenné oblasti řek Opavy, Moravice a jejich přítoků (nižší části Hrubého Jeseníku) pokrývají **kryptopodzoly** a **podzoly**. Ve vyšších polohách jsou to pouze **podzoly** přecházející ve vrcholových partiích v **alpínské půdní formy**.

2.4 Biogeografické poměry

Vegetace dokáže intercepcí zadržet velké množství srážek (obzvláště lesní porosty), zpevňuje půdu a chrání ji tak před zvýšenou erozí, zvyšuje drsnost povrchu, čímž zpomaluje povrchový odtok vody a napomáhá tak vsaku vody do půdy (infiltraci). J. Matějček a J. Hladný (1999) uvádějí, že se v průměrných podmínkách retenční účinek pohybuje u louky okolo 2 litrů/m² a u lesa okolo 5 litrů/m². Na rovinné lesní půdě by se mělo do půdy vsáknout 60 až 75 litrů/m² za jednu hodinu. Intercepce se projevuje zejména v zimním období při sněžení, v teplém období má vliv pouze na počáteční fázi povodně.

Velká část plochy povodí Opavy je zalesněna, pouze na Krnovsku, v Opavské pahorkatině a v Ostravské pánvi dominuje orná půda. I přes vysokou lesnatost se povodním nedá zabránit - příčinou je často až příliš velká intenzita srážek

Podle biogeografického členění České republiky se povodí řeky Opavy nachází v provincii středoevropských listnatých lesů, dělicí se na dvě podprovincie: hercynskou a polonskou. Podprovincie se dělí na tzv. biogeografické regiony (bioregiony), což jsou individuální jednotky biogeografického členění krajiny na regionální úrovni s identickou vegetační stupňovitostí a zahrnující zpravidla výrazně odlišné krajiny.

Na styku bioregionů se nacházejí tzv. *přechodné zóny*, které nemají vyhraněné rysy žádného z bioregionů a prolínají se zde prvky okolních bioregionů; nebo *nereprezentativní zóny*, které zahrnují části bioregionů, které v něm tvoří cizorodé ostrovy a podobné biocenózy či ekotopy jsou lépe vyvinuty a plošně více zastoupeny v některém sousedním bioregionu. Bioregiony v povodí řeky Opavy:

1) Jesenický bioregion zaujímá území Hrubého Jeseníku. Díky výrazné členitosti reliéfu jsou v něm zastoupeny vegetační stupně od 4. bukového po 8. subalpinský. Lesy tvoří hlavně **smrkové kultury**, dále se v bioregionu vyskytují zbytky **horských bučin**, **suťových lesů** i přežívajících **klimaxových smrčín**.

2) Nízkojesenický bioregion zahrnuje oblast Nízkého Jeseníku. Převažuje zde biota 4. bukového vegetačního stupně, v nejvyšších polohách 5. jedlovo-bukového stupně s ochuzenými horskými společenstvy a nejméně četné jsou ostrovy 3. dubovo-bukového stupně při okrajích bioregionu. V lesích převažují **smrčiny kulturní**, místy se zde nacházejí vlhké **louky** a mezofilní **pastviny**.

3) Krnovský bioregion se nachází v okolí města Krnova a táhne se na jihovýchod, téměř k městu Opava. Bioregion je přechodnou oblastí mezi hercynskou a polonskou podprovincií (její součástí je Opavský bioregion). Charakteristické je pro něj velké

zastoupení lip (lipové dubohabřiny) a vlhkých stanovišť. Převažuje biota 3. dubovo-bukového stupně a vyskytují se zde pravděpodobně autochtonní bory. V současnosti v tomto bioregionu dominuje **orná půda** a v lesích kulturní **bory**, při okrajích s lípami.

4) Opavský bioregion zaujímá území na východ od města Opavy až k městu Hlučínu. Převládá v něm biota 3. dubovo-bukového vegetačního stupně. Vegetace je zastoupena dubohabrovými háji, bezkolencovými březovými doubravami a rašelinnými březinami, které zabírají největší plochu v ČR. Na sušších místech jsou ostrůvkovitě zastoupeny acidofilní doubravy. Podél řek se rozprostírají široké luhy s nivními loukami a rybníky. Biodiverzita bioregionu je v porovnání s předchozími třemi nižší. V současnosti zde dominuje **orná půda** a v lesích **borové kultury**. Zachovány jsou v nich také fragmenty **dubohabřin** (CULEK, M. a kol., 1996).

5) Oblast od Hlučina po ústí řeky Opavy do řeky Odry je zařazena do nereprezentativní zóny kvůli malé šířce nivy řeky Opavy .

2.5 Klimatické poměry

Povodí řeky Opavy se nachází v mírném podnebném pásmu v oblasti přechodu oceánského klimatu ke kontinentálnímu s převládajícím západním prouděním vzduchu. Výrazně se zde uplatňuje vliv morfologie území na úhrny srážek, kdy převládajícímu západnímu proudění brání vysoké vrcholy Hrubého Jeseníku, Nízkého Jeseníku a Zlatohorské vrchoviny. V nejvyšších polohách jsou tak vlivem orografického zesílení srážek úhrny nejvyšší (viz tab. 4.).

a) Teplota vzduchu a srážky

Podle R. Tolasze et al. (2007) se průměrná roční teplota vzduchu v povodí řeky Opavy pohybuje od méně než 2 do 4°C v Hrubém Jeseníku, od 4 do 6°C v západní části Nízkého Jeseníku, okolo 8°C na Krnovsku, do 8 až 9°C na Opavsku a v Ostravské pánvi. Nejteplejším měsícem je červenec, nejchladnějším leden.

Na vrcholech Hrubého Jeseníku dosahuje průměrný roční úhrn srážek velikosti okolo 1200 mm. V Nízkém Jeseníku klesají srážky od západu (800-1000 mm) na východ (okolo 700 mm). Na Krnovsku dosahují 650-700 mm a na Opavsku nejnižších hodnot okolo 600 mm (oblast leží ve srážkovém stínu). Na východ od města Opavy srážky opět rostou, a to až k 700-800 mm u ústí řeky Opavy do Odry. Rozložení srážek není

rovnoměrné – většina spadne na povodí v letním půlroce (viz tab. 4.). Srážkově nejbohatším měsícem je červenec, nejméně srážek spadne na území v lednu.

Tab. 4. Srážkové úhrny v mm podle geomorfologických celků (zpracováno podle: TOLASZ, R. et al., 2007).

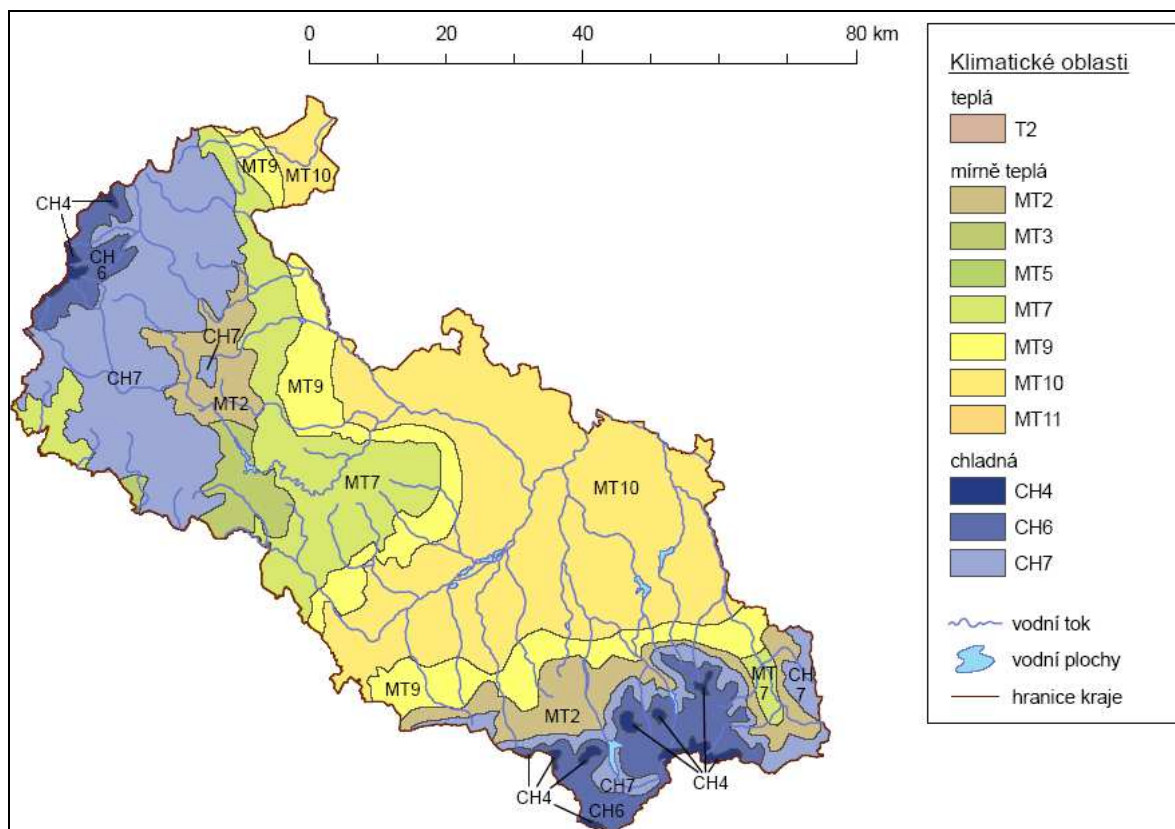
	Hrubý Jeseník	Nízký Jeseník	Zlatohorská vrchovina	Opavská pahorkatina	Ostravská pánev
Průměrný roční úhrn srážek	1200	700 - 1000	800 - 1000	600 - 700	700 - 800
Průměrný úhrn srážek v letním půlroce (IV-IX)	700	400 - 600	500 - 600	400 - 450	450 - 500

b) Klimatické oblasti

Existuje několik klimatických klasifikací; jednou z nejčastěji využívaných je Quittova klasifikace. Podle E. Quitta (1975) se horní část povodí řeky Opavy nachází v chladných oblastech CH4, CH6 a CH7. Jde o Hrubý Jeseník, západní část Nízkého Jeseníku a Zlatohorskou vrchovinu, pro které je charakteristické krátké léto a dlouhá zima. Směrem na východ se snižováním se nadmořské výšky přechází oblast CH7 plynule v mírně teplou oblast MT2, dále MT3, MT7, MT9 a konečně v nejteplejší MT10 v Opavské pahorkatině a Ostravské pánvi. Oblasti jsou charakterizovány v tab. 5.

Tab. 5. Charakteristika klimatických oblastí podle E. Quitta (zdroj: QUITT, E., 1971).

	Léto	Zima	Přechodné období
CH4	velmi krátké, chladné a vlhké	velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká, s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky	velmi dlouhé, chladné jaro, mírně chladný podzim
CH6	velmi krátké až krátké, mírně chladné, vlhké až velmi vlhké	velmi dlouhá, mírně chladná, vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky	dlouhé, chladné jaro, mírně chladný podzim
CH7	velmi krátké až krátké, mírně chladné a vlhké	dlouhá a mírná, mírně vlhká, s dlouhou sněhovou pokrývkou	dlouhé, mírně chladné jaro, mírný podzim
MT2	krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké	normálně dlouhá, s mírnými teplotami, suchá s normálně dlouhou sněhovou pokrývkou	krátké, mírné jaro a mírný podzim
MT3	krátké, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché	normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá, s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky	normální až dlouhé, mírné jaro, mírný podzim
MT7	normálně dlouhé, mírné, mírně suché	normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky	krátké, mírné jaro, mírně teplý podzim
MT9	dlouhé, teplé, suché až mírně suché	krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky	krátké, mírné až mírně teplé jaro, mírně teplý podzim



Obr. 5. Klimatické oblasti Moravskoslezského kraje podle E. Quitta (1975).

2.6 Hydrologické poměry

Současné uspořádání říční sítě má přímou vazbu především na orografii, geologii a tektonickou aktivitu území v blízké minulosti. I. Chlupáč et al. (2002) popisuje vzhled říční sítě jako odraz pochodů, které probíhaly v kvartéru, kdy docházelo ke změnám erozní báze vodních toků vlivem tektonického zdvihu Českého masivu a změny úrovně mořské hladiny.

Většina velkých přítoků ústí do řeky Opavy zprava (např. Čižina a Moravice). Jediným významnějším přítokem zleva je Opavice. Říční síť je tedy asymetricky uspořádaná s převládajícím jednostranným posilováním hlavního toku. Řeky tečou převážně jihovýchodním až východním směrem, což souvisí s nakloněním nejrozsáhlejšího geomorfologického celku, Nízkého Jeseníku. Na okrajích vyšších geomorfologických celků se údolí prohlubují (vliv ker, jejich zdvihu v minulosti a ostrého přechodu do níže položených oblastí). V Opavské pahorkatině a Ostravské pánvi si řeka Opava vytvořila širší údolní nivu. Charakteristiky povodí řeky Opavy jsou uvedeny v tab. 6. a 7.

Tab. 6. Hydrografické charakteristiky povodí řeky Opavy (vlastní výpočty).

		Výpočet	Výsledek
Charakteristika povodí	α	$\alpha = \frac{F}{L^2}$	0,14 (povodí je protáhlé)
Průměrný sklon povodí	I	$I_{\text{‰}} = \frac{h_{\text{max}} - h_{\text{min}}}{\sqrt{F}}$	28 ‰
Spád řeky Opavy	Δh	$\Delta h = h_{\text{max}'} - h_{\text{min}}$	820 m
Sklon řeky Opavy	I	$I = \frac{\Delta h}{\sqrt{F}}$	17,9 ‰
Hustota říční sítě	r	$r = \frac{\sum L}{F}$	0,75 km.km ⁻² *
Použité symboly: h_{max}nejvyšší bod povodí: Praděd (1491 m n. m.) $h_{\text{max}'}$nejvýše položený bod na řece Opavě (1030 m n. m.) h_{min}nejnižší bod v povodí: ústí Opavy do Odry (210 m n. m.) Fplocha povodí ($F = 2088,8 \text{ km}^2$) Ldélka řeky Opavy ($L = 122 \text{ km}$)			

* podle P. Ženatého, J. Maníčka a L. Zubka (1984)

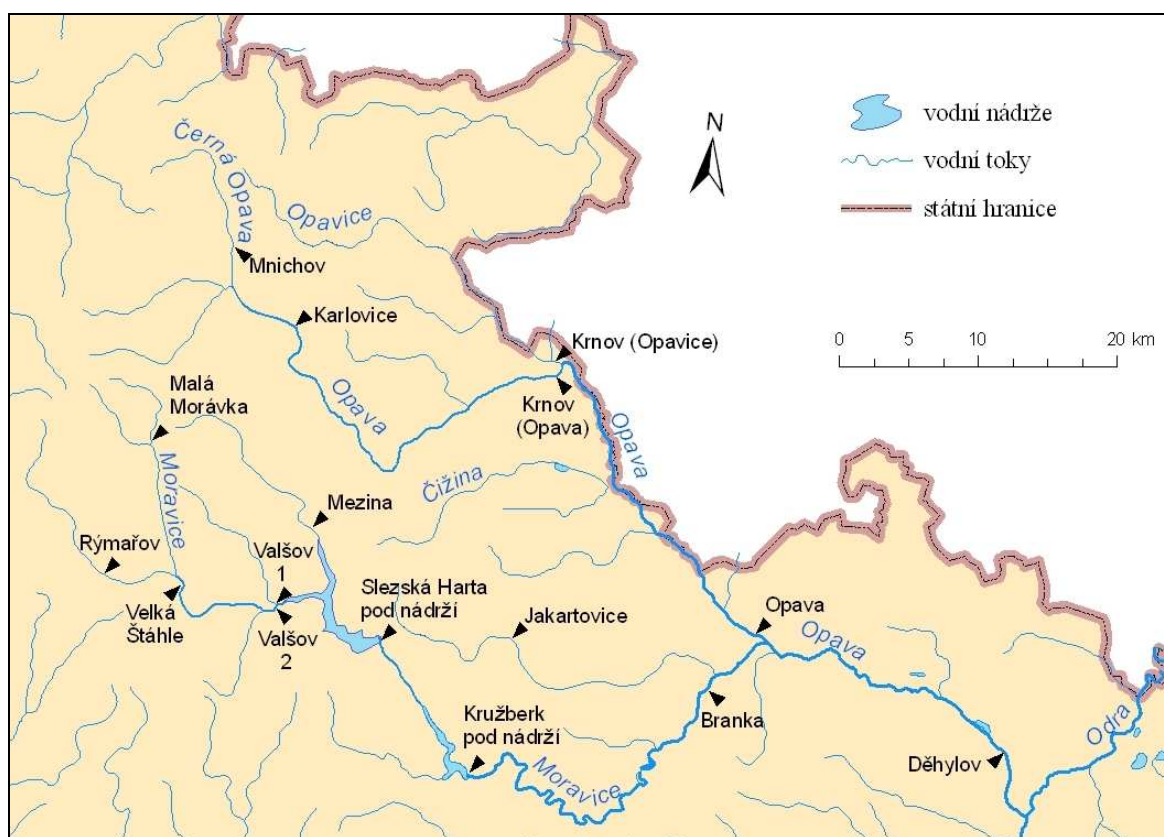
Tab. 7. Základní charakteristika vodních toků v povodí řeky Opavy [upraveno podle: Kolektiv (1965)].

	Tok	Přítok (L-zleva, P-zprava)	Délka toku [km]	Celková plocha povodí [km ²]
Zdrojnice Opavy	Černá Opava	-	18,2	58,7
	Střední Opava	-	13,5	83,7
	Bílá Opava	-	13,7	27,5
Významné přítoky Opavy	Opavice	L	34,9	195,4
	Čižina	P	22,0	102,7
	Velká	P	16,5	40,3
	Moravice	P	100,5	901,1
Významné přítoky Moravice	Podolský potok	P	20,4	81,1
	Černý potok	L	23,1	109,2
	Hvozdnice	L	33,1	163,5
Opava celkem		-	122,0	2088,8

Průměrný roční průtok a průměrný roční stav

V povodí řeky Opavy se nachází celkem 16 vodoměrných stanic sítě ČHMÚ (viz obr. 6. a tab. 8.). Mezi nejstarší stanice měřící od roku 1926 patří Opava a Děhylov na řece Opavě a Branka na řece Moravici. Nejmladším profilem je Malá Morávka na Bělokamenném potoce, uvedená v činnost teprve v roce 2005. Průtok se měří na všech profilech a na některých se doplňkově měří také teplota vody.

Při povodních mají význam tzv. *hlásné profily*. Jsou to místa na vodním toku, která slouží ke sledování průběhu povodně. Jsou rozděleny do třech kategorií. Informace ze *základních hlásných profilů* (A) jsou nezbytné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na národní úrovni, nebo jsou využívány pro předpovědní povodňovou službu. Jsou profesionálně provozovány ČHMÚ a správci povodí. *Doplňkové hlásné profily* (B) jsou nutné pro řízení opatření k ochraně před povodněmi na krajské úrovni. Jsou zřizovány krajskými úřady a provozují je příslušné obce. *Pomocné hlásné profily* (C) nejsou v seznamu uvedeny, ale pro úplnost je vhodné uvést, že jde o profily zřizované a provozované obcemi a vlastníky ohrožených nemovitostí (in http://krizove-rizeni.cz/index_soubory/cviceni/pokyn_15.pdf).



Obr. 6. Síť vodoměrných stanic ČHMÚ. Pozn. stanice Valšov 1 se nachází na Kočovském potoce, stanice Valšov 2 na řece Moravici.

Tab. 8. Vodoměrné stanice sítě ČHMÚ. Pro stanice vyznačené tučně jsou v kapitole 4 sestrojeny povodňové vlny [podle: http://www.chmi.cz/hydro/opv/doc/seznam_stanic.pdf].

Stanice	Vodní tok	Plocha [km ²]	Nadm. výška [m n. m.]*	Rok	Q	T
Mnichov	Černá Opava	51,2	565,6	1983	Q	-
Karlovice	Opava	151,4	488,9	1980	Q	T
Krnov	Opava	370,7	311,0	1953	Q	T
Krnov	Opavice	174,1	313,8	1953	Q	T
Opava	Opava	929,7	242,3	1926	Q	T
Malá Morávka	Bělokamenný p.	18,0	-	2005	Q	-
Rýmařov	Podolský p.	51,0	591,1	1953	Q	-
Velká Štáhle	Moravice	168,8	541,8	1953	Q	T
Valšov	Moravice	244,5	498,0	1993	Q	-
Valšov	Kočovský p.	49,1	499,0	1994	Q	-
Mezina	Černý p.	92,0	498,0	1992	Q	-
Slezská Harta pod nádrží	Moravice	465,2	434,0	1992	Q	T
Kružberk pod nádrží	Moravice	567,4	398,4	1955	Q	T
Branka	Moravice	715,8	257,7	1926	Q	T
Jakartovice	Hvozdnice	31,0	349,8	1971	Q	-
Děhylov	Opava	2038,8	211,2	1926	Q	T

* nadmořská výška nuly vodočtu (výškový systém - Balt)

Q...vyhodnocování průtoku, T...měření teploty vody

Tab. 9. Měření průtoku a vodního stavu na významných vodoměrných stanicích - hlásné profily (podle: <http://hydro.chmi.cz/hpps/>).

Hlásný profil (kategorie)	Tok	Průměrný roční průtok [m ³ .s ⁻¹]	Průměrný roční stav [cm]	Stupeň povodňové aktivity [cm]		
				1. SPA	2. SPA	3. SPA
Karlovice (A)	Opava	2,5	61	100	150	170
Krnov (A)	Opava	4,3	28	120	200	220
Krnov (A)	Opavice	1,5	84	140	170	210
Opava (A)	Opava	7,6	130	200	250	300
Valšov (A)	Moravice	3,5	81	140	160	180
Mezina (B)	Černý potok	0,9	103	150	170	200
Kružberk pod nádrží (A)	Moravice	6,5	89	120	145	165
Branka u Opavy (A)	Moravice	7,8	92	150	200	240
Děhylov (A)	Opava	17,6	112	210	265	320

Průměrný specifický odtok

Průměrný specifický odtok dosahuje v horských oblastech, kde jsou srážkové úhrny nejvyšší, hodnot přes 30 l.s⁻¹.km⁻². Směrem k východu se snižuje na 5-10 l.s⁻¹.km⁻² a na dolním toku řeky Opavy dosahuje pouze 3 l.s⁻¹.km⁻² (KŘÍŽ, V., 2004 a <http://www.pod.cz/planovani/cz/pripravne-prace-2004>). Důvodem jeho poklesu je průtok srážkově velice chudou oblastí Krnovska a Opavska.

Povodňové situace

Povodňové situace nastávají v povodí nejčastěji na jaře z tání sněhu v kombinaci se srážkami a v létě po déletrvajících deštích plošného rozsahu (in http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf). Více jsou povodňové situace přiblíženy v kapitole 4.

2.6.1 Podzemní voda

Oběh podzemních vod ovlivňují podle V. Kříže (2004) faktory geologické (propustnost a tektonická stavba horninového prostředí), geomorfologické (expozice a členitost reliéfu), klimatologické (srážky a výpar), hydrologické (povrchový odtok, vztah povrchového a podzemního odtoku, trvání sněhové pokrývky), půdní a antropogenní (vodárenské odběry aj.). Podzemní vody jsou popsány v kapitole 2.1. v rámci hydrogeologické charakteristiky povodí.

2.6.2 Vodní nádrže

Povodí řeky Opavy má nízkou přirozenou vodnost. Vzhledem k tomu, že na severní Moravě a ve Slezsku byly v minulosti nároky na vodu s rozvojem průmyslu stále vyšší, bylo rozhodnuto vybudovat přehradní nádrže. Vznikl tak systém vodních děl, která spolu navzájem spolupracují. Nádrže postupně získaly kromě zásobování vodou další funkce.

V povodí se nacházejí čtyři velké vodní nádrže (BROŽA, V. a kol., 2005):

1) Kružberk

První nádrží vybudovanou v celém povodí Odry bylo vodní dílo Kružberk. Do trvalého provozu byla tato nádrž uvedena v roce 1960. Spolupracuje se Slezskou Hartou a jejími hlavními funkcemi jsou: dodávka surové vody pro vodárnu v Podhradí, zajištění stanovených minimálních průtoků na Moravici, nadlepšování průtoků v profilech níže na tocích pro zajištění průmyslových odběrů a snížení povodňových průtoků pod nádrží. Nejdůležitější funkcí je povodňová ochrana – kulminace stoleté vody je snížena z 258 m³/s na 50 m³/s; hlavní retenční funkci ale plní nádrž Slezská Harta.

2) Lobník

Lobník se nachází se na potoce Lobník (jinak také Lomnice). Není samostatnou přehradou, ale součástí nádrže Kružberk. Od ní jej dělí sypaná hráz vysoká 19,6 m, která zachycuje splaveniny a vodu tekoucí do Kružberka tak čistí. Toto čištění je nutné, protože

povodí potoka Lobník je intenzivně zemědělsky využíváno a leží v něm významný zdroj znečištění – obec Dvorce.

3) Slezská Harta

Vodní dílo Slezská Harta bylo uvedeno do trvalého provozu v roce 1998. Původním záměrem jeho výstavby bylo posílení vodní nádrže Kružberk. Postupně byly základní funkce nádrže jako umožnění odběrů vody pro průmysl, zajištění minimálních průtoků na Moravici pod přehradou či snížení povodňových průtoků, rozšířeny např. o ovlivňování kvality vody v nádrži Kružberk, dodávku surové vody pro bruntálský oblastní vodovod a o využití vodní energie (v hrázi se nachází elektrárna). Velký význam měla nádrž při povodni v roce 1996 a 1997 – v té době se ještě stále napouštěla a díky tomu zadržela velké množství vody.

4) Pocheň

Prvotním impulsem pro vybudování vodní nádrže Pocheň bylo získání vodního zdroje pro zavlažování půdy v okolí. Tato funkce nakonec nebyla uplatněna a Pocheň v současné době slouží k transformaci povodňových průtoků, rekreaci a sportovnímu rybolovu. V květnu 1996 došlo v povodí Čižiny k záplavám způsobených lokálními přívalovými srážkami. Hráz nádrže byla přelita a silně poškozena, proto ji bylo nutné rekonstruovat. Do trvalého provozu byla Pocheň znovu uvedena v roce 1999.

Tab. 10. Vodní nádrže v povodí řeky Opavy (zpracováno podle: BROŽA, V. a kol., 2005).

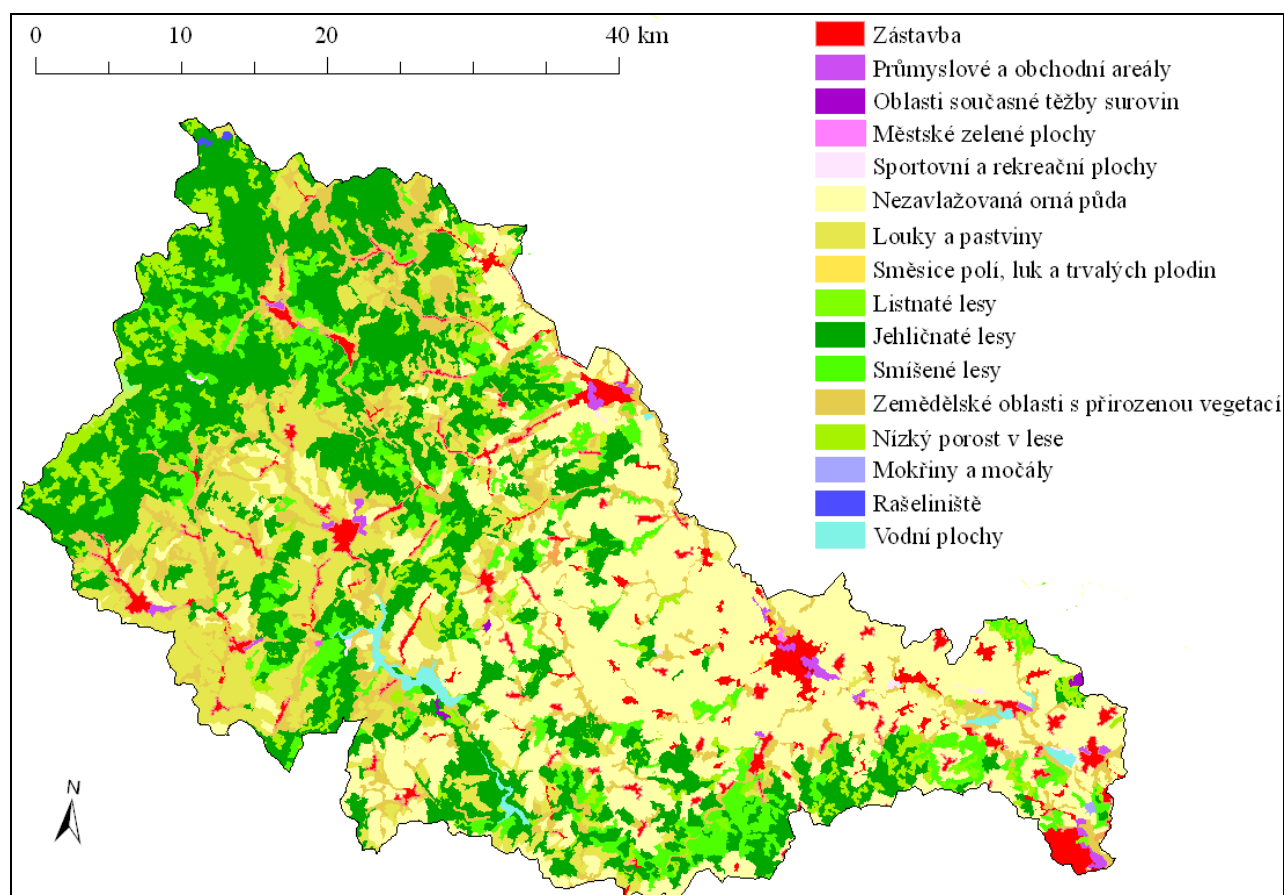
Vodní nádrž	Vybudována	Průměrný průtok [m ³ .s ⁻¹]	Povodí nádrže [km ²]	Objem nádrže [mil. m ³]			Zatopená plocha [ha]
				zásobní	retenční	celkový	
Kružberk	1948-1955	6,7	566,7	24,6	6,9	35,5	280,2
Lobník	1949-1955	0,5	50,2	1,1	0,2	1,3	170,0
Slezská Harta	1987-1997	5,5	464,3	186,2*	29,2*	218,7	873,9
Pocheň	1973-1975	0,3	64,9	0,2	0,4	0,8	16,6

* sezónně se liší

Rybniční soustavy se nacházejí na Krnovsku (Petrův rybník) a na dolní Opavě (Štěpán, Nezmar, Poštovní rybník). Vytěžením šterků vzniklo Hlučínské jezero a po těžbě sádrovce Stříbrné jezero v Opavě.

2.7 Využití území

Ve vyšších nadmořských výškách na západě území dominují lesy s převážným zastoupením jehličnanů a dále louky a pastviny. V nižších nadmořských výškách je plošně nejvíce zastoupena orná půda. Zástavba se v horských oblastech koncentruje do úzkých údolí podél vodních toků. Největšími vodními plochami jsou vodní nádrže Kružberk, Slezská Harta a Hlučínské jezero.



Obr. 7. Využití území v české části povodí řeky Opavy v roce 2000 (data: Portál veřejné správy ČR).

2.8 Shrnutí - vliv fyzickogeografických poměrů na povodňové situace

Vznik a průběh povodní je v povodí řeky Opavy ovlivňován především těmito základními fyzickogeografickými faktory:

1. Nízká propustnost hornin krystalinika budujícího většinu území urychluje povrchový odtok vody.
2. Údolí vodních toků jsou v Hrubém Jeseníku, Nízkém Jeseníku a Zlatohorské vrchovině relativně úzká a mají velký spád.
3. V oblasti Jeseníků má mělký půdní horizont za následek nižší stupeň infiltrace vody do půdy.
4. Horské polohy způsobují orografické zesílení srážek. Roční úhrny jsou tak v pramenných oblastech toků nadprůměrné.
5. O charakteru povodňových situací vypovídá jejich vznik: vyskytují se nejčastěji na jaře táním sněhu v kombinaci se srážkami a v létě působením déletrvajících dešťů velkého plošného rozsahu. Množství vody odtékající z povodí při povodních bývá tedy většinou velmi velké.
6. Ve využití území má význam zástavba v horských oblastech, která se koncentruje na dna údolí podél vodních toků.

3 SOCIOEKONOMICKÉ AKTIVITY V POVODÍ

Ze socioekonomických aktivit jsou vybrána dvě témata související s průběhem povodní a průchodem povodňových vln. Prvním je vliv zástavby v záplavových územích, druhým je změna vodního režimu toků.

3.1 Zástavba v záplavových územích

Podél vodních toků se vymezují tzv. **záplavová území**, která jsou definována v zákoně č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodním zákoně), jako 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 záplavových územích se vymezuje tzv. **aktivní zóna záplavového území** (dále jen AZZÚ), kterou za povodní protéká rozhodující část celkového povodňového průtoku a jejíž využívání je omezeno. Nesmí se zde např. stavět s výjimkou staveb souvisejících s vodním tokem, nezbytných staveb dopravní a technické infrastruktury, skladovat odplavitelný materiál, zřizovat oplocení aj. (PUNČOCHÁŘ, P. a kol., 2004).

AZZÚ se podle vyhlášky č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracování návrhu stanovování záplavových území, stanovuje pro ustálený průtok odpovídající Q_{100} a je definována jako „*území v zastavěných územích obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů, které při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí.*“ (cit. in http://www.mze.cz/attachments/236_02.pdf).

Pro účely zmírnění účinků povodní může vodoprávní úřad jako preventivní opatření v záplavovém území vymezit území určená k rozlivům povodní sloužící k transformaci povodňové vlny. V oblastech, které jsou ohroženy zvláštními povodněmi a které významně přesahují stanovená záplavová území, se vymezí tzv. území ohrožená zvláštními povodněmi a zahrnou se do krizového plánu.

Pokud se uvnitř záplavového území a zejména uvnitř AZZÚ staví nevhodné objekty, může docházet k **transformaci povodňové vlny** a navíc jsou tyto stavby povodní ve zvýšené míře **samy ohroženy**.

Ne všechny toky a v některých případech ne celé úseky toků mají vymezena záplavová území a AZZÚ. K 30.11.2007 byla v povodí Opavy podle podkladů Povodí Odry, s. p. vymezena záplavová území podél 253,7 km toků (viz tab. 11) a jejich celková plocha byla:

- Q_{100} 60,7 km²
- Q_{20} 42,3 km²
- Q_5 22,4 km²
- aktivní zóna záplavového území pro Q_{100} 43,8 km²
- plocha povodí Opavy 2088,8 km²

Tab. 11. Záplavová území vymezená v povodí Opavy Povodím Odry, s. p. ke dni 30.11.2007 (zdroj: Povodí Odry, s. p.).

Vodní tok	Úsek (říční km)		Délka ZÚ	Q_N	Datum stanovení ZÚ
	od	do			
Bílá Opava	0,000	7,800	7,800	Q_{100}	30.5.2005
Černá Opava	0,000	6,700	6,700	Q_{100}	30.5.2005
Černý potok	0,000	20,210	20,210	Q_{100}	10.10.2001
Čížina	0,000	19,700	19,700	Q_{100}	1.4.2003
Hvozdnice	0,000	27,790	27,790	Q_{100}	12.1.2007
Kočovský potok	0,000	13,400	13,400	Q_{100}	10.10.2001
Moravice	0,000	10,000	10,000	Q_{100}	1.4.2003
Opava	0,000	21,800	109,345	Q_{100}	11.6.2003
Opava	21,800	24,500		Q_{100}	1.6.2005
Opava	24,500	29,500		Q_{100}	11.6.2003
Opava	29,500	31,500		Q_{100}	30.4.2007
Opava	31,500	33,955		Q_{100}	11.6.2003
Opava	33,955	35,700		Q_{100}	22.2.2006
Opava	35,700	36,500		Q_{100}	11.6.2003
Opava	36,500	41,700		Q_{100}	26.3.2003
Opava	41,700	43,400		Q_{100}	12.5.2005
Opava	43,400	78,300		Q_{100}	26.3.2003
Opava	78,300	109,345		Q_{100}	9.3.2004
Opavice	0,000	26,675	26,675	Q_{100}	2.3.2004
Podolský potok	0,000	6,215	6,215	Q_{100}	12.8.2003
Razovský potok	0,000	5,000	5,000	Q_{100}	6.1.2005
Střední Opava	0,000	0,900	0,900	Q_{100}	30.5.2005

V horní části povodí je ohrožena zástavba z toho důvodu, že jsou zde úzká údolí a budovy a komunikace se nacházejí často na jejich dně podél vodních toků. Rozsáhlejší rozlivy umožňující transformaci povodňové vlny zde nejsou možné, proto se doporučují opatření technická (např. hráze) a opatření pro retenci vody v krajině.

V rámci celého povodí jsou nejvíce ohrožena sídla ležící na řece Opavě. K rozsáhlejším přirozeným rozlivům na ní dochází až od města Krnova. Řeka odtud protéká rovinatou oblastí a její hladina se nachází téměř na úrovni okolního terénu (viz foto 4.). Při povodňových situacích tak může snadno docházet k zaplavení pozemků a nechráněných objektů.



Foto 4. Soutok Opavy (vpravo) a Moravice.

Ve městě **Krnově**, kde jsou problémem mosty způsobující vzduť vody, je zástavba řekou Opavou ohrožena již od průtoku Q_{20} . V AZZÚ leží městská část Kostelec, Chomýž (i na polské straně) a také centrum města.

Centrum města **Opavy** je chráněno před 100-letou vodou. Městská část Vávrovice je spolu s blízkou obcí Otice ohrožena již od 20-leté vody. Obě oblasti leží také v AZZÚ. Součástí Vávrovic jsou Držkovice, které bývají zcela zaplavené již při průtoku o velikosti Q_5 (obr. 8.). Záplavová území a AZZÚ v Krnově a Opavě jsou znázorněna v Příl. 1. až 4.



Obr. 8. Záplavové území pro Q_5 v Držkovicích (data: Portál veřejné správy ČR, Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v. v. i.).

Z ostatních sídel je na řece Opavě zástavba nejvíce ohrožena zvláště v Zátoru a v Holasovicích. Na dolním toku je nedostatečně chráněno město Kravaře (místní část Dvořisko) a chatová oblast v Děhylově a v Ostravě-Martinově.

Nejnižší kapacitu koryta má v povodí řeky Opavy Podolský potok na území Jamartic (tok převede bezpečně pouze průtok o velikosti Q_1). Podrobněji je stav protipovodňové ochrany sídel v povodí Opavy popsán v kapitole 5.

3.2 Zásahy do vodního režimu toků

Všechny druhy úprav na vodních tocích mají vliv na jejich vodní režim a tím i na průtok při povodňových situacích. Významné je např. napřimování toků, budování vodních nádrží, odlehčovacích ramen, revitalizační úpravy, či odklonění koryt z původní trasy. Poslední z těchto příkladů se vztahuje na řeku Čižinu, která v minulosti ústila do Opavy 350 m nad zaústěním řeky Hořiny. Koryto Čižiny bylo odkloněno a napojeno na zkapacitněné koryto Hořiny (BROSCH, O., 2005).

Vodní nádrže mají za úkol mimo jiné zadržet část povodňové vlny a transformovat ji. Přehrady Kružberk a Slezská Harta plní tuto funkci na řece Moravici, na řece Opavě není žádná nádrž většího významu.

K urychlení odtoku vody z území došlo **napřímením toků** spolu se záměrným **odvodněním krajiny**. Při povodních se tak zkracuje doba postupových dob povodňových vln. V horní části povodí Opavy dochází k orografickému zesílení srážek a při určitých synoptických situacích tak může k záplavám dojít velmi rychle.

Pro zlepšení vodohospodářské, ale také ekologické funkce vodních toků, bylo vyhlášeno Ministerstvem životního prostředí několik programů, např.:

- Program revitalizace říčních systémů - program se soustředí na revitalizaci přirozené funkce vodních toků, zakládání a revitalizaci prvků Územního systému ekologické stability (ÚSES) vázaných na vodní režim, odstraňování příčných překážek na tocích, revitalizaci retenčních schopností krajiny a výstavbu a obnovu čistíren odpadních vod a kanalizací včetně zakládání umělých mokřadů (in <http://www.env.cz/>).
- Program péče o krajinu
- Operační program Životní prostředí

4 POVODŇOVÉ SITUACE V POVODÍ OPAVY

4.1 Povodně a jejich příčiny

Podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodního zákona) jsou **povodně** definovány následovně:

„Povodněmi se pro účely tohoto zákona 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. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přírozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň).“ (cit. PUNČOCHÁŘ, P. a kol., 2004, 171).

Za nebezpečí povodně se podle tohoto zákona považují situace při:

- a) dosažení stanoveného limitu vodního stavu nebo průtoku ve vodním toku a jeho stoupající tendenci,
- b) déletrvajících vydatných dešťových srážkách, popřípadě prognóze nebezpečí intenzivních dešťových srážek, očekávaném náhlém tání, nebezpečném chodu ledů nebo při vzniku nebezpečných ledových zácp a nápěchů,
- c) vzniku mimořádné situace na vodním díle, kdy hrozí nebezpečí jeho poruchy.

Velikost povodně je charakterizována tzv. **N-letou vodou**. Jde o statistický údaj, který určuje, s jakou dobou opakování se může povodeň o určité velikosti průměrně vyskytnout. Tj. jak často může být určitý vodní stav či průtok dosažen nebo překročen. Označuje se Q_N , tedy Q_{100} představuje stoletou vodu, Q_{50} padesátiletou vodu atd.

T. Řehánek (2002b) dělí povodně v povodí horní Opavy (nad ústím řeky Moravice) na:

- 1) Povodně podmíněné oblevou – tento typ je vázán na stav sněhové pokrývky, půdy a ledových jevů na vodních tocích. Nastává nástupem vyšších teplot, často v kombinaci se srážkami. Patří zde velká část jarních povodní.
- 2) Povodně způsobené krátkými vydatnými dešti – postihují méně rozsáhlé oblasti (mají tedy lokální charakter) a vyvolávají strmé povodňové vlny na menších

vodních tocích. Tento typ byl zaznamenán v květnu 1996 na přítocích Opavy na Bruntálsku (např. na Čižině).

3) Povodně vzniklé trvalými vydatnými srážkami – tento typ se v povodí vyskytoval v období 1899-1962 při následujících synoptických situacích:

- a) severovýchodní cyklonální situace (30 % případů)
- b) brázda nízkého tlaku vzduchu ve střední Evropě (26 % případů)
- c) stacionární cyklona ve střední Evropě (20 % případů)
- d) východní cyklonální situace (17 % případů)

Celkem šlo tedy o 93 % případů. V posledních 40 letech byly příčinou významných povodní stejné synoptické situace.

Podle O. Brosche (2005) a J. Hladného et al. (1998) vznikají nejničivější záplavy při přechodu tlakové níže z oblasti Benátského zálivu na sever do jižního Polska (postup teplotně asymetrické cyklony po dráze V_b podle typizace van Bebbra), kdy povodí řeky Opavy je na týlové straně cyklony. Návětrné svahy Jeseníků způsobují, že srážky jsou velmi intenzivní.

Srážky v atmosféře obecně vznikají:

- 1) při termické konvekci, kdy dochází k výstupným pohybům vzduchu,
- 2) při orografických návětrných efektech,
- 3) v oblastech cyklon a brázd nízkého tlaku vzduchu v důsledku dynamicky podmíněných výstupů vzduchu v nižších hladinách atmosféry (konvergence proudění),
- 4) při výkluzných pohybech na atmosférických frontách (HLADNÝ, J. et al., 1998).



Při přechodu cyklony po dráze V_b se za předpokladu dostatečné vlhkosti vzduchu uplatňují všechny výše uvedené typy vzniku srážek. Tato situace nastala v červenci 1997 ve dvou srážkových epizodách.

Obr. 9. Dráha cyklony V_b podle van Bebbra (převzato z: HLADNÝ, J. et al., 1998).

4.2 Nejvýznamnější povodňové situace od 19. století

Povodně se na našem území vyskytovaly odnepaměti. Zhruba do konce 19. století je zmínka o záplavách jen občasná a k tomu je nelze ze slovního (písemného) popisu kvantifikovat. V povodí řeky Opavy se stal zlomovým rok 1880 - povodeň v tomto roce postihla celé území a napáchala obrovské škody. Naměřené hodnoty průtoků byly díky tehdejší technice nebo odhadům nepřesné.

Podle J. Maníčka (1998) se v návaznosti na záplavy v roce 1880 začaly vodní stavy soustavně měřit hydrologickou službou od roku 1895. Této události předcházelo zřízení Ústřední hydrologické kanceláře při ministerstvu vnitra ve Vídni v roce 1893. Od roku 1895 lze tedy povodně vzájemně kvantitativně srovnávat. Jediným problémem je přemísťování stanic, jejich dočasné působení či přerušení měření. To dokládá následující popis situace v povodí horní Opavy.

Na horní Opavě po ústí řeky Moravice začala vodočetná pozorování podle T. Řehánka (2002b) v roce 1895 v Karlovicích, v Krnově (v letech 1869-1899 byla obě přerušena) a v Opavě. O souvislém pozorování lze v případě Krnova hovořit od roku 1953, v Karlovicích až od roku 1980 (stanice byla navíc dvakrát přemístěna). Stanice v Opavě byla také přemístěna, ale denní průtoky byly souvisle měřeny od roku 1926 (řada byla dvakrát přerušena ve válečných letech). Vodní stavy byly pozorovány také ve Vrbně pod Pradědem v letech 1899-1925 a v Nových Heřminovech (1902-1970). Na Opavici měřila od roku 1900 (s přerušením v roce 1902) stanice v Krnově, ve Městě Albrechticích (1895-1970) a v Heřmanovicích (1942-1984, s přerušením v letech 1945-1970).

Tab. 12. *N-leté průtoky [$m^3 \cdot s^{-1}$] na vybraných stanicích (zpracováno podle: <http://hydro.chmi.cz/hpps/>).*

	Q_1	Q_5	Q_{10}	Q_{50}	Q_{100}	Q_a	H_a [cm]
Krnov (Opavice)	14,1	38,9	53,7	98,5	123,0	1,5	84
Krnov (Opava)	24,9	69,8	97,0	180,0	225,0	4,3	28
Opava (Opava)	45,6	124,0	171,0	312,0	388,0	7,6	130
Děhylov (Opava)	101,0	228,0	296,0	482,0	576,0	17,6	112

Pozn. Q_a ...dlouhodobý průměrný průtok, H_a ...průměrná výška vodního stavu.

4.2.1 Povodně v 19. století

V průběhu 19. století bylo zaznamenáno několik povodní. V povodí řeky Opavy hodnotí O. Bosch (2005) jako nejvýznamnější z nich záplavy v letech 1813, 1831, 1854, **1880** a 1894.

o srpen 1880

Tato povodeň zasáhla celé povodí řeky Odry. Dochované údaje o průtocích nejsou přesné, např. na Ostravici v Ostravě byla uvedena velikost kulminačního průtoku $2000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Po rekonstrukci tehdejších podmínek se počítá s jeho poloviční hodnotou, tj. okolo $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Z tohoto a dalších údajů vyplývá, že povodeň v roce 1880 se dá přibližně porovnat se záplavami v roce 1997. Je možné, že povodeň v roce 1997 byla dokonce větší – usuzuje se tak z dochovaných značek kulminační hladiny povodně (MANÍČEK, J., 1998). Jak již bylo výše uvedeno, tato povodeň dala impuls k soustavnému měření vodních stavů a hlavně k prvním rozsáhlejším úpravám toků.

4.2.2 Povodně ve 20. a na začátku 21. století

Tab. 13. Kulminační průtoky a objemy největších povodní v povodí horní Opavy do roku 2004 (podle: <http://www.mze.cz/Index.aspx?ch=79&typ=1&val=27204&ids=0>).

Trvání povodně	Vodoměrná stanice	Vodní tok	Kulminační průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	Objem vlny [mil m^3]
7.-17.7. 1997	Opava	Opava	647	158,0
	Krnov	Opavice	175	29,9
	Krnov	Opava	375	79,3
5.-29.5. 1940	Opava	Opava	310	66,7
	Krnov	Opavice	60	15,6
	Krnov	Opava	160	31,6
9.-19.7. 1903	Krnov	Opavice	49	15,8
	Krnov	Opava	165	38,1
13.-21.5. 1996	Opava	Opava	262	50,5
	Krnov	Opavice	29	8,7
	Krnov	Opava	130	24,1
27.6.-13.7. 1958	Opava	Opava	198	84,9
	Krnov	Opavice	37	15,1
	Krnov	Opava	120	52,7

Ve 20. století se uvádí povodňových situací mnohem více. Příčinou je jejich lepší zaznamenávání a zahušťování pozorovací sítě. O. Brosch (2005) se zmiňuje o následujících záplavách:

o červen 1902

Katastrofální důsledky měla tato povodeň v Beskydech. V Jeseníkách byly srážky sice zvýšené, ale jejich výsledkem byla maximálně dvacetiletá povodeň (v Děhylově byl naměřen kulminační průtok $350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Došlo k zatopení pozemků v úseku od Krnova po Moravskou Ostravu, ale škody v povodí nebyly příliš vysoké.

o červenec 1903

V tomto roce zasáhly nejintenzivnější srážky oblast Jeseníků. Pršelo od 4.7. po sedm dní. Dne 11.7. protékalo v Opavě řekou Opavou $360 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, níže po toku v Děhylově již $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (v obou případech šlo o stoletou vodu). Povodeň napáchala velké škody jak na horním toku Opavice a Opavy ve Vrbně pod Pradědem, Karlovicích, Nových Heřminovech, Krnově, Holčovicích, Městě Albrechticích, tak směrem níže po toku. V Krnově bylo nově upravené koryto poškozeno v důsledku vyběžení vody zatarasením mostů. V Opavě nastala kulminace povodně dne 10.7. Zaplaveny byly níže položené části města (prostor k mlýnskému náhonu a Dolnímu náměstí na pravém břehu řeky Opavy, a na levém břehu městská část Kateřinky). R. Brázdil a kol. (2005) uvádí, že dne 9.7. sice napršelo v Hrubém Jeseníku více než 100 mm srážek, vodní toky z daného území však odváděly vodu hlavně směrem do Polska (tedy ne do řeky Opavy).

o září 1937, červenec 1939 a květen 1940

Povodňový stav byl v Děhylově zaznamenán jak v září 1937, tak v červenci 1939 (kulminační průtok dosahoval velikosti $480 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). V květnu 1940 pršelo především v Beskydech, v Jeseníkách dosáhly škody menšího rozsahu. V Děhylově protékalo řekou Opavou $440 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vody. Nejvíce škod záplavy napáchaly na úpravách horských toků a na zahrazených bystřinách.

o srpen 1977

Povodí bylo zasaženo intenzivními srážkami dvakrát během jednoho měsíce, a to mezi 1.-5. a 22.-26. srpnem. Došlo k zaplavení inundačních prostor na řece Opavě, průtoky však byly maximálně dvacetileté.

o květen 1996

Dne 13. května zasáhly intenzivní srážky povodí Moravice, horní Opavy a pravostranných přítoků řeky Opavy pod Krnovem. Během tří až čtyř hodin napadlo 90-110 mm srážek. Nejvíce poškozeny byly obce na Čižině (Horní Benešov a Lichnov), na Opavě (Zátor a Brantice) a na Hvozdnici (Otice). Došlo k zatopení okrajových částí Krnova, Opavy a obcí v opavské nivě. Tato povodeň měla nejstrmější průběh ze všech výše uvedených záplav, protože intenzivní srážky dopadaly na povodí téměř nasycené vodou z tajícího sněhu.

Nejhůře se povodeň projevila v centrální srážkové oblasti na řece Čižině (**Příl. 5.**). V obcích Lichnov a Zátor došlo k devastaci koryta, souběžných komunikací, přemostění a ke zničení několika domů. Množství vody tekoucí do nádrže Pocheň překročilo čtyřikrát její celkový objem a zemní hráz byla přelévána sloupcem vody o výšce 45 cm. Z následné rekonstrukce povodně vyplynulo, že v Lichnově se kulminační průtok pohyboval okolo $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá 120-leté četnosti.

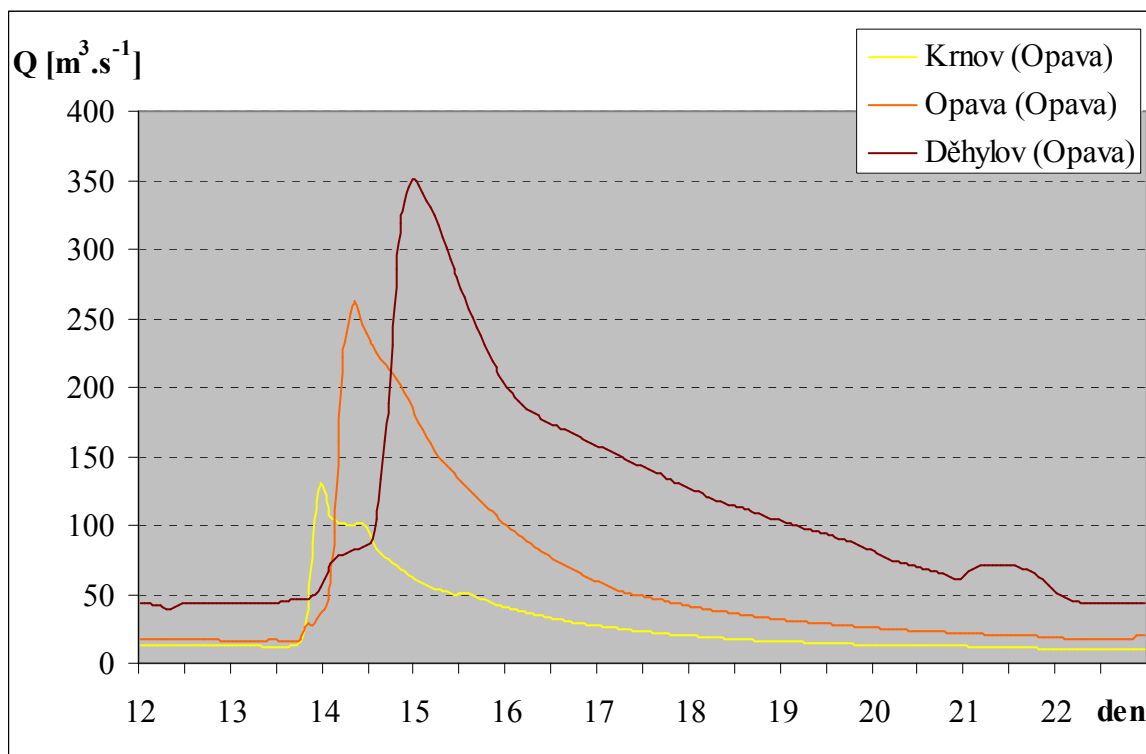
Na Moravici byla povodňová vlna zachycena vodní nádrží Slezská Harta, která se v té době nacházela ve fázi napouštění. Maximální přítok $170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ byl transformován na $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a nádrží Kružberk dokonce na $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

„13. květen 1996 se stal černým dnem v historii obce. Po celodenním dešti došlo v podvečer k silným přívalovým srážkám, které se najednou slily v jednu ohromnou povodňovou vlnu, která zaplavila údolí Lichnova a zničila majetek za bezmála 500 mil. Kč. Během 30 minut po prvním nárazu povodňové vlny přestalo fungovat telefonní spojení a došlo k přerušení dodávky el. energie. Za večerního soumraku jsme byli svědky počínající APOKALYPSY Lichnova. Voda smetla vše co jí stálo v cestě. Lávky, ploty, automobily, části konstrukce mostů, kusy asfaltu se převracely v rozbouřeném živlu jako sirky. Zanedlouho padla tma. Pod náparem vody bylo slyšet praskání zdiva domů a volající lidi o pomoc. Povodeň kulminovala v 11.00 h v noci. Déšť zeslábl, zcela ustal až o půl jedné v noci. Živel pomalu ztrácel sílu. Teprve za ranního rozbřesku bylo možno shlédnout dílo zkázy. Všude jen hromady bláta a kamení, zpřerážené stromy, domky bez plotů, díry v

domech, utopená domácí zvířata, zničené automobily, nikde žádná cesta, místy 2 m hluboké vymleté díry, zahynul jeden člověk, obyvatelstvo se nacházelo v hlubokém šoku. V 6 km dlouhé obci nebyla sjízdná ani jedna komunikace. Ke svým rodinám a sousedům jsme docházeli po úbočích lichnovského údolí. Lichnovem po výmolech a kaskádách z kamení projela pouze osádka vozu Tatra. Plnila smutný úkol, vyprostila utonulého muže.“ (cit. in <http://www.obeclichnov.cz/>).



Foto 5. a 6. Zničená obec Lichnov (vlevo) a přetékající hráz nádrže Pocheň (vpravo) v květnu 1996 (zdroj: Povodí Odry, s. p.).



Obr. 10. Průběh povodňových vln na řece Opavě v květnu 1996 (data: ČHMÚ, pobočka Ostrava).

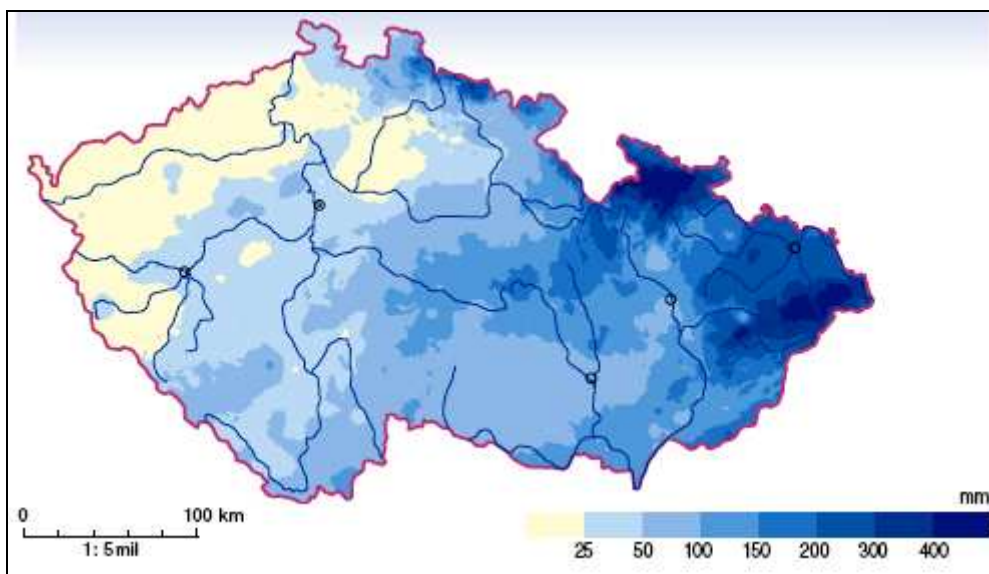
Na řece Opavě (viz obr. 10.) je patrný strmý nárůst průtoků, odpovídající charakteru přívalových srážek. Čižina a okolní toky se do Opavy vlévají mezi Krnovem a Opavou, proto je nárůst kulminačního průtoku značný - jde o $132 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V Krnově byl naměřen kulminační průtok $130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, v Opavě $262 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Mezi Opavou a Děhylovem se nacházejí inundační prostory, přesto se kulminační průtok zvýšil o na $351 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

O červenec 1997

Záplavy v červenci 1997 byly od roku 1880 vůbec nejrozsáhlejší a způsobily na celé Moravě a ve východních Čechách ohromné škody (**Příl. 5., Příl. 6. a Příl. 7.**). V povodí Opavy byla katastrofa nejničivější – kulminační průtoky byly více než 100-leté, v Krnově se uvádí až 700-letá a v Opavě 500-letá voda (NĚMEC, J., HLADNÝ, J., BLAŽEK, V. et al., 2006). Před 4.7. se v předchozích třiceti dnech pohybovaly srážky okolo 20 až 50 mm, proto byla retenční schopnost půdy omezená. Návětrný efekt Jeseníků způsobil výstupné pohyby vzduchu, kdy nově vzniklé oblačné kapičky byly vymývány srážkami z výše ležící oblačnosti (MANÍČEK, J., 1998).

Povodeň měla dvě intenzivní srážkové epizody – první mezi 4.-8.7. a druhou mezi 17.-21.7. Na začátku července se přes střední Evropu směrem na východ pohybovala studená fronta přinášející bouřky i déle trvající srážky. Dne 4.7. se fronta začala vlnit nad severovýchodní Itálií a vytvořila se zde tlaková níže, která se pak postupem na severovýchod dále prohlubovala. Následující den se její srážkové pásmo dostalo nad Moravu a Slezsko. Vytvořilo se stříhové proudění, kdy ve vyšších vrstvách atmosféry proudil teplý a vlhký vzduch ze severní Itálie a v přízemní vrstvě chladnější vzduch ze severozápadu. Na jejich styku se vytvořila vrstva vzduchu extrémně nasyceného vlhkostí, která byla příčinou extrémních srážkových úhrnů (ŘEHÁNEK, T., 2002a). Stagnaci tlakové níže způsobila azorská tlaková výše, která se dostala nad jižní Skandinávii, kde setrvala do 8.7. a tím se období vydatných srážek prodloužilo z jednoho až tří dnů na pět dní. Mezi tlakovou výší a níží zesílil tlakový gradient a tedy i rychlost větru a tím se výrazněji projevil návětrný efekt pohoří (HLADNÝ, J. et al., 1998).

Druhá povodňová vlna přinesla obdobnou situaci, ale byla méně výrazná. Tlaková níže postupující opět ze severní Itálie přinesla srážky na území celé České republiky, nejvíce do okrajových horských pohoří (střed srážkové činnosti byl tentokrát západněji na území jihozápadního Polska a Německa).



Obr. 11. Úhrn srážek ve dnech 4.-8.7. 1997 (zdroj: TOLASZ, R. et al, 2007).

Tab. 14. Příklady srážkových úhrnů na vybraných srážkoměrných stanicích v mm (zpracováno podle: MANÍČEK, J., 1998 a ŘEHÁNEK, T., 2002a).

	4.-8.7.	17.-21.7.	Červenec	UPS*
Děhylov	268	88	381	29
Karlovice	320	64	424	22
Krnov	139	19	175	-
Kružberk	176	71	304	-
Opava	203	62	281	22
Praděd	455	139	661	49
Rejvíz	511	171	722	28
Slezská Harta	138	66	254	-

*UPS...ukazatel předchozích srážek (srážky před 4.7. za předchozích 30 dnů)

Tab. 15. Průměrné úhrny srážek v obou povodňových epizodách a v celém měsíci červenci 1997 (VII.) včetně jejich srovnání s normálem ročního úhrnu (1961-1990) (upraveno podle: HLADNÝ, J. et al., 1998).

Povodí	Plocha [km ²]	Průměrný úhrn [mm]			Procento normálu [%]		
		VII.	4.-8.7.	17.-21.7.	VII.	4.-8.7.	17.-21.7.
Opava po Moravici	946	403	284	86	47	33	10
Opava od Moravice po ústí	242	354	245	77	42	29	9
Moravice	901	309	194	67	36	23	8

Všechny vodní toky dosáhly třetího stupně povodňové aktivity dne 7.7. a nejdéle trval tento stav na dolních částech toků (např. v Děhylově do 11.7.). Druhá kulminace mezi 19.-22.7. nebyla již tak výrazná a nepřesáhla 1. a 2. stupeň povodňové aktivity. S měřením průtoků během povodně byly problémy, protože záplavy zničily mnoho vodoměrných stanic. Proto bylo nutné rekonstruovat velikosti průtoků na základě povodňových stop,

geodetického zaměření příčných profilů a podélného sklonu hladiny (MANÍČEK, J., 1998). Podle T. Řehánka (2002a) byly povodní zničeny vodoměrné stanice Mnichov (Černá Opava) a Železná (Střední Opava), silně poškozeny byly stanice Karlovice (Opava) a Malá Morávka (Bělokamenný potok).

Tab. 16. Průměrné průtoky a kulminační hodnoty při povodni v červenci 1997 ve vodoměrných stanicích ČHMÚ (upraveno podle: ŘEHÁNEK, T., 2002a).

Vodoměrná stanice	Vodní tok	Průměrný roční průtok [m ³ .s ⁻¹]	Kulminace		
			Datum	Průtok [m ³ .s ⁻¹]	Vodní stav [cm]
Karlovice	Opava	2,3	7.7.	320	-
Krnov	Opava	4,3	7.7.	375	453
Krnov	Opavice	1,5	7.7.	175	352
Opava	Opava	7,6	7.7.	647	460
Velká Štáhle	Moravice	2,7	8.7.	61	184
Valšov	Moravice	3,5	8.7.	85	197
Kružberk pod přehradou	Moravice	6,5	27.7.	39	152
Branka	Moravice	7,8	7.7.	124	224
Děhylov	Opava	17,6	7.7.	744	618

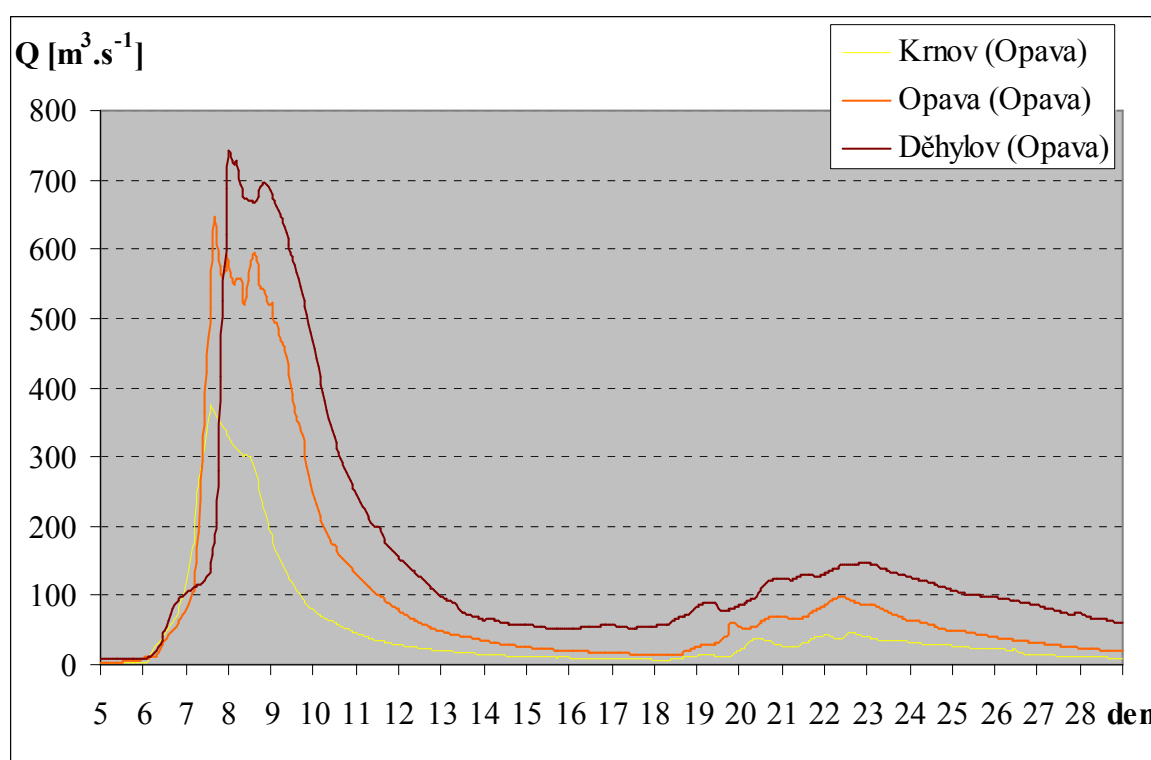
J. Maníček (1998) informuje, že zaplavení, zničení nebo poškození zástavby bylo zapříčiněno nejčastěji materiálem, který vodní toky unášely. Postupně docházelo k ucpávání mostů a jezů, čímž se vytvořila místní vzdutí. Po protržení zátarasů vznikaly „malé průlomové vlny“, které svou silou ničily vše, co jim stálo v cestě. V úzkých údolích Opavy, Opavice i jiných toků pak docházelo ke změnám trasy koryt či zašterkování údolních niv. Byla postižena velká část zástavby téměř všech obcí až po soutok řek Opavy a Opavice v Krnově. Zaplaveny byly i části obcí níže po toku řeky Opavy až do Ostravy. V Ostravě-Třebovicích se voda dostala do průmyslového a skladového areálu.

Města Opava a Krnov byla zaplavena přesto, že se úroveň jejich ochrany zdála přiměřená. O možnosti vybřežení vody vlivem nekapacitních mostů přes řeku Opavu v Krnově se vědělo, ale náprava by znamenala velké zásahy do zástavby města. Tento fakt však nebyl jediným důvodem zaplavení města. Voda se do center Krnova i Opavy dostala shora: v Krnově vybřežila řeka Opava v městské části Kostelec, kde měla být na přelomu 80. a 90. letech 20. století vybudována inundační hráz, ale kvůli nesouhlasu veřejnosti záměr nebyl uskutečněn. V Opavě v městské části Palhanec hráz byla, ale došlo k jejímu přelití a protržení. I přes velikost povodně se regulace v obou městech projevil pozitivně, protože koryto řeky Opavy zůstalo stabilní.

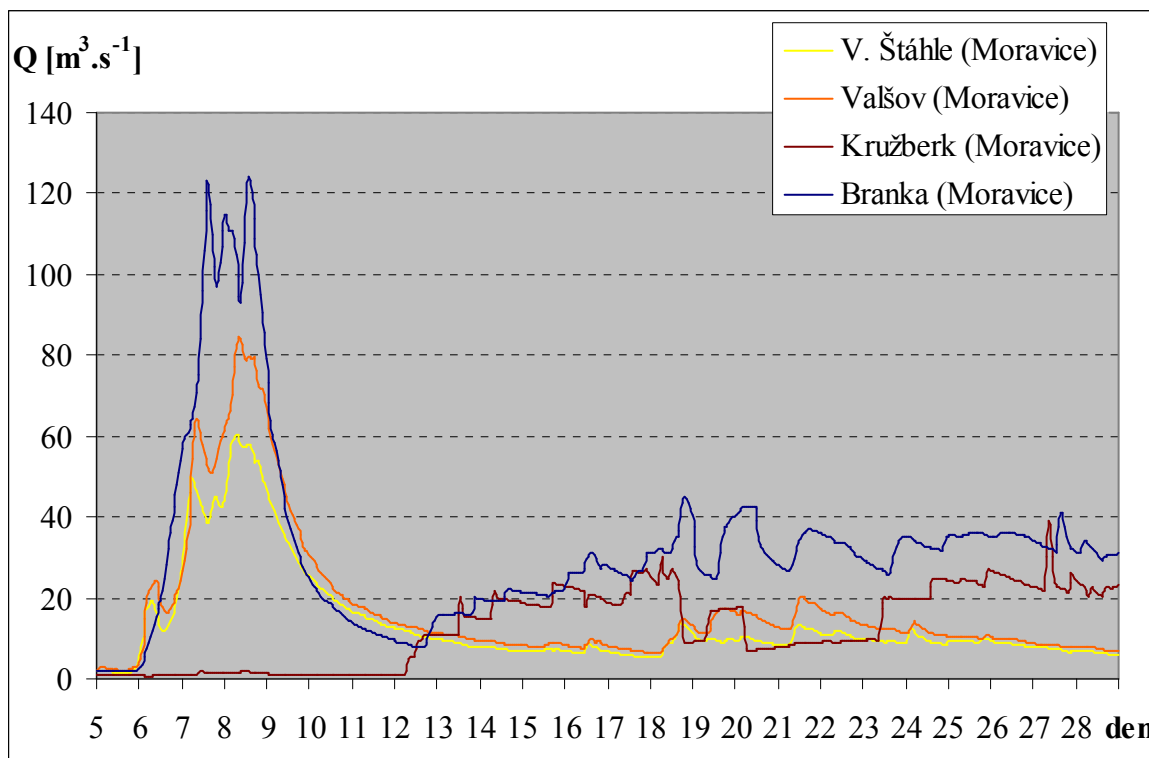
Na řece Moravici neměla povodeň takový mimořádný průběh. Na horním toku po profil nádrže Slezská Harta se četnost povodně pohybovala na úrovni 20-leté vody bez významnějších škod na zástavbě. Nádrž samotná pak povodňovou vlnu zadržela.

Obr. 12. a 13. dokazují mimořádnost situace. Extrémní srážky vyvolaly prudké zvyšování průtoků téměř na všech tocích. Kulminační průtoky na řece Opavě byly v Krnově $375 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, v Opavě $647 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a v Děhylově dokonce $744 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Na řece Moravici se projevilo ovlivnění průtoků vodními nádržemi Kružberk a Slezská Harta (viz kapitola 5.5).



Obr. 12. Průběh povodňových vln na řece Opavě v červenci 1997 (data: ČHMÚ, pobočka Ostrava).



Obr. 13. Průběh povodňových vln na řece Moravici v červenci 1997 (data: ČHMÚ, pobočka Ostrava).

o březen 2006

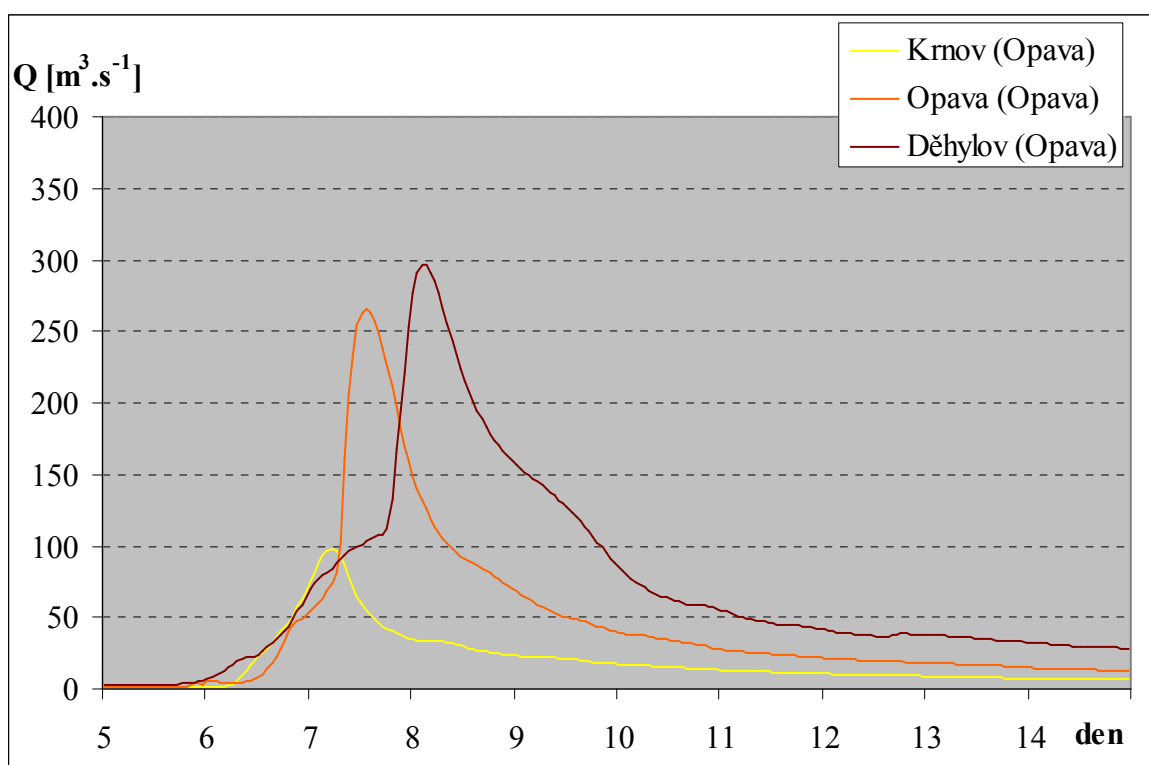
Na konci měsíce března došlo k jarní povodni způsobené táním sněhu ve spojení se srážkovou činností. Kulminační průtoky dosáhly velikosti maximálně 5-letých vod. V Opavě byl naměřen kulminační průtok o velikosti $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a v Děhylově $175 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

o září 2007

Po dlouhém období sucha dosáhly srážky v září 2007 pod vlivem výrazného frontálního systému spojeného s tlakovou níží nad Maďarskem a Slovenskem vysokých úhrnů. V horských polohách to bylo po dobu povodně místy až 300 mm (Rejvív). Nejvíce byly zasaženy obce Zátor a Brantice a sídla na Opavici mezi Městem Albrechticemi a Krnovem. V Krnově hrozilo protržení hráze Petrova rybníka. Kulminační průtok dosahoval v Krnově na Opavici $78 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a na Opavě $97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V Opavě to bylo $266 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a v Děhylově $296 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (viz obr. 14.).



Foto 7. a 8. Povodeň v září 2007 v Opavě. Pohled z mostu a na most na Ratibořské ulici.

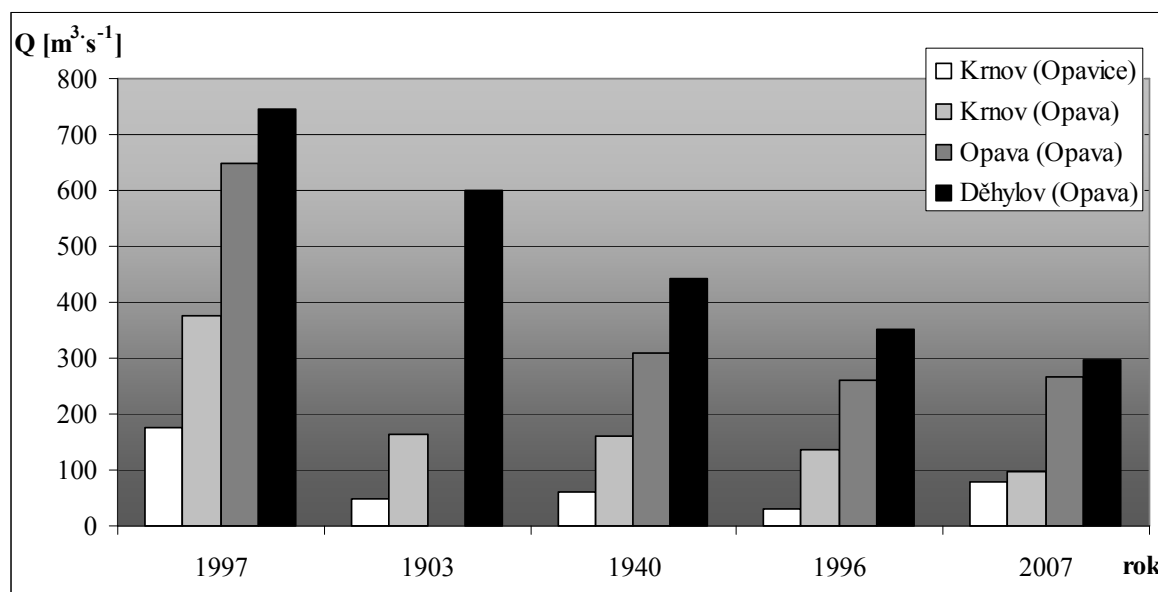


Obr. 14. Průběh povodňových vln na řece Opavě v září 2007 (data: ČHMÚ, pobočka Ostrava).

4.3 Srovnání nejvýznamnějších povodňových situací

Povodně lze velikostně srovnávat buď podle dosaženého kulminačního průtoku nebo podle objemu povodňové vlny. Výsledky obou metod se liší, protože déletrvající záplava může mít nižší kulminační průtok než záplava trvající kratší dobu, ale objem povodňové vlny může být přesto v prvním případě mnohonásobně vyšší. Tento rozdíl lze dokumentovat na příkladu města Opavy podle dat z tab. 13. Z hlediska objemu povodňové vlny byla po povodni v roce 1997 největší záplava v roce 1958 a nejmenší v roce 1996, podle kulminačních průtoků byla po povodni v roce 1997 největší záplava v roce 1940 a nejmenší v roce 1958.

Na obr. 15. je vybráno podle dosaženého kulminačního průtoku pět povodní ve stanicích v Krnově, Opavě a Děhylově. V roce 2007 zasáhla povodňová vlna ve větším rozsahu v porovnání s ostatními lety řeku Opavici. V roce 1903 nejsou dostupné hodnoty kulminačních průtoků v Opavě - odhady se pohybují v rozpětí od $290 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (ŘEHÁNEK, T., 2002b) do $360 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (BROSCH, O., 2005).



Obr. 15. Srovnání vybraných povodní v povodí řeky Opavy podle velikosti kulminačních průtoků (data: ČHMÚ, pobočka Ostrava a BROSCH, O., 2005).

5 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ

Protipovodňová opatření jsou důležitou prevencí před záplavami, na druhou stranu jim nedokážou zcela zabránit. V následujícím textu jsou nejdříve uvedeny základní pojmy v protipovodňové ochraně, poté následuje vývoj situace v povodí řeky Opavy a návrhy protipovodňových opatření.

5.1 Základní pojmy v protipovodňové ochraně

Důležitými právními normami v oblasti protipovodňové ochrany jsou:

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon),
- Zákon č. 123/2002 Sb., o přijetí úvěru Českou republikou od Evropské investiční banky na financování investičních potřeb souvisejících s prováděním projektu Podpora investičních opatření na ochranu před povodněmi v České republice v rámci Programu prevence před povodněmi,
- Vyhláška č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracování návrhu stanovování záplavových území.

Realizace záměrů na ochranu před povodněmi se uskutečňuje prostřednictvím různých programů a podprogramů. Vedle příkladů uvedených v kapitole 3.2 jsou to:

- Program **Prevence před povodněmi** (Ministerstvo zemědělství) – 1. etapa (2002-2007) se zaměřila na investiční akce v nejohroženějších územích. V současnosti je aktuální 2. etapa programu (2007-2012) nazvaná Podpora prevence před povodněmi II., která se zaměřuje na další snižování ohrožení a povodňových rizik v záplavových územích a jejíž součástí jsou tyto podprogramy:
 1. Podpora protipovodňových opatření s retencí
 2. Podpora protipovodňových opatření podél vodních toků
 3. Podpora zvyšování bezpečnosti vodních děl
 4. Podpora vymezení záplavových území a studií odtokových poměrů (in <http://www.mze.cz/>)
- **Akční program ochrany před povodněmi v povodí Odry** (Mezinárodní komise pro ochranu Odry před znečištěním)

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, rozděluje protipovodňová opatření na přípravná opatření, opatření při nebezpečí povodně, opatření za povodně a činnosti související s hodnocením povodně.

Přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně jsou:

- a) stanovení záplavových území,
- b) vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity,
- c) povodňové plány,
- d) povodňové prohlídky,
- e) příprava předpovědní a hlásné povodňové služby,
- f) organizační a technická příprava,
- g) vytváření hmotných povodňových rezerv,
- h) vyklízení záplavových území,
- i) příprava účastníků povodňové ochrany,
- j) činnost předpovědní povodňové služby,
- k) činnost hlásné povodňové služby,
- l) varování při nebezpečí povodně,
- m) zřízení a činnost hlídkové služby,
- n) evidenční a dokumentační práce.

Opatření za povodně jsou:

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

Součástí protipovodňových opatření jsou podle vodního zákona také dokumentační práce, vyhodnocení povodňové situace včetně vzniklých škod a příčin negativně ovlivňujících průběh povodně, zhodnocení účinnosti přijatých opatření a návrhy na jejich úpravu.

Protipovodňová opatření lze rozdělit i jiným způsobem, a to na preventivní a operativní opatření. Mezi **preventivní opatření** patří legislativní a správní opatření (např. stanovování záplavových území a zhotovování studií odtokových poměrů), příprava povodňových plánů, péče o zařízení sloužící k ochraně před povodněmi a jeho optimální využití, stavebně technická opatření na ochranu před povodněmi a opatření v ploše povodí. Mezi **operativní opatření** se řadí hlásná a varovná služba, monitoring všech meteorologických a hydrologických veličin spolu se sběrem dalších informací a využití předpovědních metod pro prognózu vývoje či ovlivnění povodňové situace (in http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).

5.2 Preventivní protipovodňová opatření

1) Legislativní opatření

2) Vymezování záplavových území (viz kapitola 3.1)

3) Zhotovování studií odtokových poměrů

Studie odtokových poměrů řeší, jak dosavadní úroveň zabezpečení před povodněmi v území zlepšit (často v alternativách), prezentují bližší návrhy těchto řešení a jsou základním východiskem pro sestavení koncepcí a programů opatření pro příští časová období. Většinou bývají vydávány současně nebo v těsné návaznosti na zpracování návrhu záplavových území. Výsledky studií odtokových poměrů a záplavových území jsou základními dokumenty pro tvorbu investičních záměrů na jednotlivé akce.

4) Příprava povodňových plánů

Povodňové plány jsou základní dokumenty objektů, obcí, krajů, povodí atd., podle kterých se postupuje při ochraně před povodněmi. Je v nich stanoven způsob zajištění včasných a spolehlivých informací o vývoji povodně, možnostech ovlivnění odtokového režimu, organizace a příprava zabezpečovacích prací. Dále jsou v nich určeny směrodatné limity stupňů povodňové aktivity a 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.

Povodňové plány zpracovává buďto státní správa nebo soukromí vlastníci nemovitostí ležících v záplavovém území nebo mimo něj, pokud mohou zhoršit průběh povodně. Vodní zákon ukládá povinnost plány každoročně aktualizovat a prověřovat.

5) Stavební technická opatření

Mezi tato opatření se řadí zkapacitňování koryt vodních toků, výstavba hrází, odlehčovacích ramen, hrazení bystřin a dále vytváření umělých retenčních prostor k zachycování povodňových průtoků.

6) Údržba protipovodňových zařízení a staveb

Preventivní ochraně před povodněmi slouží také provoz a údržba zařízení a staveb jako např. vodních nádrží, polderů, odlehčovacích či zkapacitněných koryt vodních toků a hrází. Návrhy těchto staveb se zadávají do územních plánů územních celků.

7) Opatření v krajině

Zalesňování, vytváření zasakovacích pásů, remízků, uspořádání cestní sítě, změny kultur v povodí atd. přispívají ke zvýšení retenční schopnosti krajiny.

5.3 Operativní protipovodňová opatření

Hlásná služba, varovná služba a hydrometeorologický monitoring mají za úkol zajistit přenos informací a výsledků měření co nejrychleji a co nejpresněji.

5.4 Vývoj protipovodňové ochrany a současná situace v povodí Opavy

Vývoj protipovodňové ochrany vychází z O. Brosche (2005) a z Koncepčního dokumentu pro plánování v oblasti vod na území Moravskoslezského kraje v přechodném období do roku 2010 (in http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf). Přelomovými roky v řešení protipovodňové ochrany byla v povodí řeky Opavy léta 1880 a 1997, kdy jej postihly dvě největší povodně minimálně za posledních 200 let.

Během 18. a 19. století se na tocích budovaly hlavně stabilizační stavby jako odháňky či výhony, které měly za úkol stabilizovat trasu zejména hraničních úseků. Dále se opevňovaly břehy před podemíláním, ale na rozsáhlejší práce chyběly finance a technické znalosti.

Škody vzniklé při povodni v roce 1880 byly impulsem k intenzivnější protipovodňové ochraně území zahrnující regulační práce a stavbu protipovodňových hrází. Od začátku 20. století přebíral iniciativu v realizaci prací stát zřizováním příslušných fondů. Úpravy provedené po roce 1880 se příznivě projevíly při povodních v letech 1902 a 1903, a proto se v soustavnějších úpravách nadále pokračovalo.

Prvními systematickými úpravami byly regulace horských a podhorských toků okolo roku 1910 (Opavice, Černá, Bílá a Střední Opava). Do roku 1918 byla upravena řeka Opava v Krnově a v Opavě a bylo provedeno hrazení na celkem 13 km bystřin. Mezi světovými válkami byla upravena Opava ve výustní trati.

Po druhé světové válce se vodní hospodářství na severní Moravě a ve Slezsku spíše než na protipovodňovou ochranu orientovalo na oblast zásobení vodou a v oblasti regulací především na beskydské toky. Stavební úpravy toků v horní části povodí Opavy začaly postupně chátrat. Snahy o jejich záchranu se objevily až v 80. letech 20. století. Problémem se stal veřejný i administrativní postoj, který propagoval zachování tehdejšího stavu toků, tj. uvolňování koryt zarůstajících vegetací a jinak zanedbaných tak bylo obtížné.

V roce 1997 došlo ke zničení nebo poškození většiny úprav, s výjimkou městských regulací v Krnově, Opavě a na dolním toku řeky Opavy. Největší škody přinesla povodeň v horní části povodí. V roce 1998 byla schválena **Technická norma vodního hospodářství TNV 75 2103 (Úpravy řek)**, která doporučuje zajištění protipovodňové ochrany (návrhového průtoku) podle charakteru území. Větší města by měla být ochráněna minimálně před 100-letou vodou, menší města a obce před 50-letou vodou a rozptýlená zástavba před vodou 20-letou (viz tab. 17.).

Tab. 17. Ochrana zastavěných území podél vodních toků podle normy TNV 75 2103 (zdroj: HYVNAR, V. a kol., 2007).

Charakter chráněného území	Návrhový průtok
Historická centra měst, historická zástavba	$\geq Q_{100}$
Souvislá zástavba, průmyslový areál, významné liniové stavby a objekty	$\geq Q_{50}$
Rozptýlená bytová a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba	$\geq Q_{20}$

Některá sídla dosud stále nemají zajištěnou odpovídající protipovodňovou ochranu. Řešení této situace buď není možné, nebo je spojeno s 2. etapou Programu prevence před povodněmi v období 2008 až 2012, protože:

- od roku 1997 se postupovalo při realizaci protipovodňových opatření od větších sídel s hodnotnějším majetkem k menším sídlům,
- majetkoprávní vypořádání pozemků je často obtížné,
- ochrana méně hodnotného majetku by si vyžádala nepřiměřeně velké finanční náklady,
- v některých případech brání protipovodňovým úpravám snahy ekologů (PAGÁČ, J., 2007).

Výjimku tvoří sídla na horním toku řeky Opavy, kde nebyly úpravy prováděny hlavně z důvodu jednání o vybudování nádrže v Nových Heřminovech. Dalším krokem v plánování v oblasti vod a tím i v protipovodňové ochraně bude vypracování **Plánu oblasti povodí Odry**. Plán bude zpracován pro období 2010-2015 a ke schválení má být předložen do konce roku 2009.

V dalších podkapitolách je uvedena současná a doporučená ochrana sídel na největších tocích v povodí vycházející z informací Koncepčního dokumentu pro plánování v oblasti vod na území Moravskoslezského kraje v přechodném období do roku 2010, O. Brosche (2005), Městského úřadu v Krnově, Magistrátu města Opavy, Povodí Odry, s. p., dále internetových stránek Zemědělské vodohospodářské správy, Lesů ČR a sídel na vybraných tocích. Pokud není jinak uvedeno, úpravy byly provedeny podnikem Povodí Odry, s. p. Doporučená ochrana vychází z normy TNV 75 2103. Poloha uvedených sídel je znázorněna v mapové příloze (**Příl. 8**).

5.4.1 Řeka Opava

a) Vývoj protipovodňové ochrany

Prvními vodohospodářskými stavbami byly na řece Opavě jezy, z nichž většina byla postavena v 16. a 17. století. Během 18. a 19. století byly intenzivně opevňovány a upravovány její břehy (např. v letech 1830-1855 ve městě Opavě). V letech 1891-1892 byly zregulovány toky Bílé, Střední a Černé Opavy až po Vrbno pod Pradědem.

V Krnově byla v roce 1901 provedena regulace dlouhá 3,8 km od ústí Opavice po železniční most u nádraží a koryto bylo upraveno na převedení 100-leté vody. Po povodních v letech 1902 a 1903 byly mnohé regulace a úpravy poškozeny.

Do roku 1926 dosáhly regulace na horní Opavě nad Krnovem a jejích přítocích délky 11 km. Na hraničních úsecích řeky bylo do roku 1938 vybudováno 6 km hrází, které zabráňovaly rozlivům až 10-letých vod.

Ve městě Opavě byly v období 1910-1913 provedeny regulace od ústí Kateřinského potoka po ústí Velké (celkem 4 km) pro převedení 100-leté vody. Při provádění těchto úprav se počítalo s růstem města, s jeho sloučením s obcí Kateřinky (stalo se tak v roce 1938) a s řešením častého zaplavování obce. Jediné městské části, které nebyly chráněny před povodňovými průtoky, byly Palhanec a Karlovec. V roce 1972 bylo proto koryto řeky zkapacitněno a mírně byl korigován směr toku. Byla postavena pravobřežní hráz o délce 2 km, která se na dolním konci napojila na těleso zrušené dráhy do Ratiboře a na horním konci nad zástavbou Palhance se odkláněla od řeky tak, aby byly povodňové vody z terénu usměrněny zpět do koryta. Aby bylo opatření úspěšné, měly být na levém břehu Opavy umožněny rozlivy. Město zde povolilo výstavbu zahrádkářské osady a tím se regulace stala mnohem méně účinnou.

Poslední dvě velké úpravy do konce 2. světové války zahrnovaly ve 20. letech 20. století usměrnění soutoku Opavy s Moravicí průkopem meandru Moravice a v roce 1933 úpravu vyústní trati Opavy.

Úsek pod městem Opavou nebyl soustavněji regulován. Problémy způsobovaly přemísťující se meandry na železniční trati z Ostravy-Svinova a v Ostravě-Třebovicích docházelo k poškozování odběrného místa elektrárny. K roku 1950 zde byl úpravou oddělen protržený říční meandr a v profilu 1,3 km od ústí byl vybudován nový jez. Poslední velkou úpravou se do roku 1997 stalo v 80. letech zkrácení délky toku mezi Děhylovem a Jilešovicemi a zrušení jezu v Dobroslavicích.

b) Současná protipovodňová ochrana

Tab. 18. *Současná a doporučená úroveň ochrany sídel ležících na řece Opavě (upraveno podle: http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).*

Obec	Současná úroveň ochrany	Doporučená úroveň ochrany	Vyhovuje
Vrbno pod Pradědem	Q ₅₀	Q ₅₀	ANO
Karlovice, Pocheň, Široká Niva, Kunov, Nové Heřminovy	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Zátor	Q ₅	Q ₂₀	NE
Brantice	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Krnov-Kostelec	Q ₅₀	Q ₅₀	ANO
Krnov (centrum)	Q ₂₀	Q ₁₀₀	NE
Brumovice-Pustý Mlýn	Q ₁₀	Q ₂₀	NE
Holasovice	Q ₁₀	Q ₂₀	NE
Držkovice (součást Opavy-Vávrovic)	Q ₅	Q ₂₀	NE
Opava-Vávrovice	Q ₁₀₀	Q ₂₀	ANO
Opava (centrum)	Q ₁₀₀	Q ₁₀₀	ANO
Opava-Malé Hoštice	Q ₁₀₀	Q ₁₀₀	ANO
Velké Hoštice	Q ₁₀₀	Q ₁₀₀	ANO
Kravaře-Dvořisko	Q ₁₀	Q ₁₀₀	NE
Děhylov, Ostrava-Martinov	Q ₅	Q ₂₀	NE
Ostrava-Třebovice	Q _{50, 100}	Q ₁₀₀	NE

Úsek Vrbno pod Pradědem - Brantice

Ve Vrbně pod Pradědem, ležícím na soutoku Černé, Bílé a Střední Opavy je ochrana před průtokem Q₅₀ dostačující. Problémem může být zanášení koryt štěrkem, související s opotřebením starších hrazenářských prací na zdrojnicích řeky Opavy, a tím možné vyběžování vody i při nižších průtocích. V této souvislosti provedly Lesy ČR v roce 2006 projekt protipovodňové ochrany Střední Opavy a jejího přítoku Bílého potoka (in <http://www.lesy.cz/>).

Ze sídel ležících mezi Vrbnem pod Pradědem a Krnovem hrozí povodňové škody Zátoru a částečně Branticím. V Zátoru přicházejí v úvahu dvě varianty řešení: první je vybudování hrází, stabilizačních prahů, zvednutí mostovky atd., ochraňující obec před průtoky do Q₂₀. Druhou variantou je vybudování přehrady Nové Heřminovy, která částečně zasahuje do katastru obce. V tomto případě nebude nutné provádět úpravy prvního návrhu (in <http://www.zator.cz/>). Podle Městského úřadu v Krnově jsou v procesu příprav úpravy kapacity koryta řeky Opavy na převedení průtoky Q₂₀ od Brantic do Krnova-Kostelce.

Město Krnov

V rámci programu Prevence před povodněmi byla v období 2002 až 2003 na předměstí Krnova v Kostelci provedena stavba ochranných zdí, hrázek a úprava břehů řeky Opavy pro převedení průtoku Q_{50} (foto 9.). Do té doby zde byla zajištěna ochrana pouze před 5-letou vodou. Ochrana centra města Krnova je velmi nedostačující. Řeka Opava je zde regulována na převedení průtoku Q_{50} , nevhodně řešené mosty však způsobují vzdutí a posléze vybřežování vody již při průtocích okolo Q_{20} .

Pro město Krnov proto bylo navrženo několik opatření [Kolektiv (2002)]:

1. Opatření v krajině
2. Systém suchých nádrží – poldrů
3. Zkapacitnění koryta řeky Opavy v Krnově
4. Výstavba ochranné vodní nádrže Nové Heřminovy

Mezi opatření v krajině zpomalující odtok vody z území se řadí např. změna ve využití půdy (zatravňování orné půdy na svazích). Jde o dlouhodobý proces, který by se měl provádět průběžně s ostatními opatřeními. Dále bylo navrženo v povodí horní Opavy deset poldrů - dva na řece Opavici, čtyři na řece Opavě nad Krnovem a čtyři na řece Opavě pod Krnovem. Zkapacitněním koryta řeky Opavy v Krnově a zvýšením a rozšířením mostů by došlo k rozsáhlým zásahům do současné zástavby města. Nejvýraznější ochranu by mělo přinést vybudování vodní nádrže Nové Heřminovy v kombinaci s opatřeními v krajině a budováním poldrů. Přehrada by přispěla k řešení situace nejen v Krnově, ale také v obcích dále po toku, včetně města Opavy (více viz kapitola 5.5).



Foto 9. a 10. Ochranné hráze v Krnově-Kostelci a řeka Opava v centru Krnova.

Poloha v kotlině přináší městu Krnovu problémy při intenzivních přívalových srážkách. Při takovýchto situacích se rozvodní drobné toky pramenící v okolních vyvýšeninách. Aktuálně se rovněž řeší povodňová ochrana čistírny odpadních vod, která byla zaplavena v září 2007. Navrhovaná zeď (nebo val) by ji měla ochránit před průtoky do Q_{100} .

Protipovodňovou ochranou se zabývá také „Strategický plán rozvoje Města Krnova“. V oblasti Infrastruktury a životního prostředí je uvedena mimo jiné priorita „Protipovodňové ochrany města a provedení protierozních opatření k ochraně krajiny a intravilánu včetně sítí“.

Úsek Brumovice - Holasovice

Dalšími obcemi na toku řeky Opavy jsou Brumovice a Holasovice. V Brumovicích bývá ohrožována východní část obce - Pustý Mlýn, kterou by stejně jako obec Holasovice měla ochránit přehrada Nové Heřminovy.

Město Opava

Centrum města Opavy je chráněno před průtoky do velikosti Q_{100} , což je ochrana dostačující. V městské části Vávrovice byla v místní části Palhanec rekonstruována a zvýšena pravobřežní hráz na ochranu před průtokem do Q_{100} . V případě místní části Držkovice není jiný typ účinné ochrany než vybudování nádrže Nové Heřminovy. Kruhová hráz by po přelití představovala velké nebezpečí a finanční náklady na její vybudování by byly nepřiměřeně vysoké.

Městské části Malé Hoštice hrozilo zaplavení již při průtocích Q_{10} , proto zde byla v roce 2007 vybudována hráz podél Kateřinského potoka navyšující ochranu do průtoků Q_{100} . Aktuálně se řeší odstranění zahrádkářské osady na pravém břehu řeky Opavy. Podle informací Magistrátu města Opavy byl na této lokalitě původně terén o cca 1,5 m níže než v současnosti. V 80. letech 20. století zde byl navážen odpad a vzniklá skládka pak byla rekultivována. Terén byl tedy zvýšen a místo se později stalo zahrádkářskou osadou. Při povodni v roce 1997 bylo zjištěno, že se voda díky tomuto zásahu rozlévá na území Malých Hoštic daleko více. V současnosti v osadě dochází k odstraňování zástavby a terén bude snížen na původní úroveň.



Obr. 16. Rozsah záplavy v Malých Hořticích (vpravo nahoře) v červenci 1997. Zcela zatopena byla zahrádkářská osada na pravém břehu řeky Opavy (zdroj: <http://www.mze.cz/Index.aspx?ch=79&typ=1&val=27204&ids=0>).



Obr. 17. Nová hráz (červená linie) podél Kateřinského potoka v Malých Hořticích znamená ochranu před průtoky do Q_{100} (zdroj: Povodí Odry, s. p.).



Foto 11. a 12. Hráze vybudované podél Kateřinského potoka v Malých Hošticích v roce 2007.

„Strategický plán ekonomického a územního rozvoje Statutárního města Opavy pro období 2007-2020“ charakterizuje situaci ve městě následovně (in http://www.opava-city.cz/assets/opava/0_plan_1.pdf):

Ve městě je vymezena AZZÚ na Opavě, Moravici, Hvozdnici a Čižině. Řeka Opava má na území města délku 18 km, z toho na pěti kilometrech protéká sevřenou částí města s regulacemi ze začátku 20. století pro převedení průtoku Q_{100} . Jako oblasti s nedostatečnou protipovodňovou ochranou jsou hodnoceny Kylešovice, Jaktář a Držkovice. V prioritách plánu jsou v oblasti „Rozvoje technické infrastruktury“ uvedeny dvě akce pro zlepšení protipovodňové ochrany:

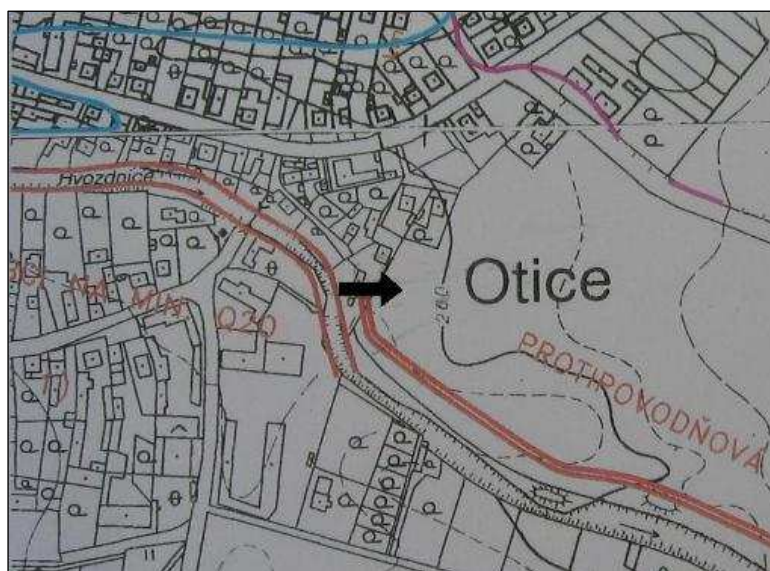
- 1) Zkapacitnění Otického příkopu. Otický příkop je melioračním tokem protékajícím městskou částí Kylešovice. Je levostranným přítokem Moravice a odvádí srážkové vody z plochy 2 km². Při větších srážkových úhrnech tok vybřežuje a způsobuje lokální záplavy. Zkapacitnění příkopu je naplánováno na období 2008-2009. Podle Magistrátu města Opavy je před Kylešovicemi vybudována hráz s propustkem, kde je navržen regulační objekt, který by průtok usměrňoval na hodnotu vhodnou pro novou kapacitu koryta. Mezi Oticemi a Kylešovicemi není zástavba, proto je lokalita vhodná pro vybudování poldru (bylo by využito staré rybníční hráze). Na zkapacitnění toku i na umístění regulačního objektu je uděleno stavební povolení.
- 2) Úprava toku Velké včetně rekonstrukce mostu na Žižkově ulici. Velká (místním názvem Jaktarka) protéká zástavbou Zlatníků, Stěbořic, městské části Jaktáře a mimo zástavbu je neupraveným tokem. Úpravy jsou naplánovány na období 2008-2010.

V městské části Jaktář dochází k záplavám nejčastěji při přívalových deštích. Pro území byla vypracována dokumentace, která navrhuje stavbu dvou suchých nádrží v údolí vodního toku Velká. Tyto poldry by měly ochránit město Opavu, obce Stěbořice a Zlatníky a zadržením splavenin by měly zamezit zanášení koryta Velké v Jaktáři.



Foto 13. Velká (Jaktarka) v Jaktáři.

Podle Magistrátu města Opavy dochází při překročení průtoku Q_5 k přelévání vody z povodí Hvozdnice do povodí Otického příkopu (Příl. 3. a 4. – viz záplavové území Hvozdnice) a následně k ohrožení Kylešovic. Proto měla být podél Hvozdnice vybudována hráz, která by přelivu vody zabránila. Část stavby zrealizována byla, ale na jejím konci u Otice k přelévání stále dochází (obr. 18.). Proto se v současné době o dobudování hráze jedná.



Obr. 18. Situace v Oticích. Šipkou je znázorněn přeliv vody z povodí Hvozdnice do povodí Otického příkopu. Červenou linií je vyznačena ochranná hráz – v pravé polovině obrázku je hráz vybudována, v levé polovině je ve fázi jednání (zdroj: Magistrát města Opavy).

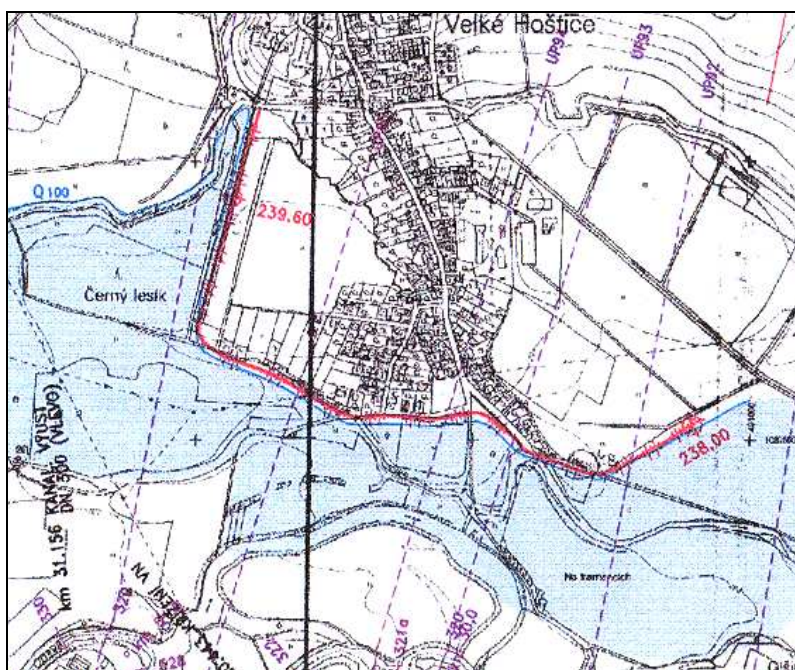
Nedostatečná kapacita kanalizace nebo její nenapojení na systém veřejné kanalizace v okrajových městských částech města Opavy má za důsledek problém při odtékání srážkových vod. Při povodni může i za nižších vodních stavů docházet ke vzdutí vody a zaplavení pozemků.

Úsek Velké Hoštice - Ostrava-Třebovice

Obec Velké Hoštice byla zaplavována již 10-letou vodou, proto bylo nutné vybudovat na jejím jižním okraji hráz. Náklady na stavbu hráze přinášející ochranu před průtoky Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} byly srovnatelné, proto se přistoupilo k nejvyšší možné ochraně.



Foto 14. a 15. Nově vybudované hráze ve Velkých Hošticích.



Obr. 19. Ochranná hráz (červená linie) ve Velkých Hošticích (zdroj: Povodí Odry, s. p.).

V místní části Dvořísko ve městě Kravařích byl navržen odlehčovací kanál v kombinaci s ohrázováním – problémem jsou majetkové poměry, kdy je tento záměr téměř nemožné projednat. Zástavba je zde navíc na velmi propustných štěrčích, tzn. jakákoliv hráz či jiné opatření není schopno zabránit prosakování vod podloží.

Okolí Děhylova je také nedostatečně chráněno, ale jelikož jde o chatovou oblast, není v současnosti řešení situace tak důležité jako v jiných částech povodí.

Protipovodňová ochrana bude v Ostravě-Třebovicích vyřešena spolu se stavbou nového dálničního přivaděče, tzv. Severního spoje. Dále se počítá s provizorním hrazením neuzavřeného propustku pod železniční tratí.

Většina protipovodňových opatření byla od roku 1997 realizována v obcích pod městem Opavou z toho důvodu, že se předpokládalo odsouhlasení stavby nádrže v Nových Heřminovech a provedené úpravy by na horním toku znamenaly zbytečně investované peníze.

5.4.2 Řeka Opavice

a) Vývoj protipovodňové ochrany

První větší úprava byla na řece Opavici provedena v roce 1891 v Krnově, později na horním toku po obec Spálené systémem hrazení bystřin. Do 30. let 20. století bylo koryto dále upraveno v obcích Holčovice, Hejnov, Hynčice a zkapacitněno na převedení 100-leté vody ve Městě Albrechticích. Původní směr koryta toku musel být odsud až do Krnova zachován z toho důvodu, že je řeka hraniční. V Krnově byly regulace z roku 1891 po sérii záplav opraveny (v letech 1931-32 pro zvýšení kapacity na průtok Q_{100}). Po povodni v roce 1997 byly starší stavební úpravy většinou silně poškozeny nebo zničeny.

b) Současná protipovodňová ochrana

Protipovodňová ochrana sídel na Opavici je vyhovující. Po roce 1997 se zvažovalo vybudovat vodní nádrž na horním toku ve Spáleném u Holčovic, ale k realizaci tohoto projektu nedošlo. Pozitivní vliv by se projevil jen v obci Holčovice, níže po toku by se snižoval v důsledku podílení se přítoků na celkovém odtoku. Moravskoslezský kraj má v „Rozpracované územně plánovací dokumentaci a územně plánovacích podkladech“ zařazeno Spálené mezi „Výhledové vodní nádrže na území MS kraje s územní ochranou dle Směrného vodohospodářského plánu“.

Lesy ČR provedly v letech 2005-2007 úpravu koryta Opavice v obci Heřmanovice. V roce 1997 došlo k poškození většiny předchozích úprav (narušení břehového opevnění, odplavení příčných objektů) a na některých místech se vytvořily výmoly. Nové úpravy

zahrnovaly zajištění toku příčnými objekty, úpravu spádu, opevnění břehů a výsadbu břehových porostů (in <http://www.lesy.cz/>).

Po roce 1997 bylo v obcích Spálené, Holčovice, Hejnov a Hynčice dosaženo ochrany před 20-letou vodou, ve Městě Albrechticích a na okraji Krnova před 50-letou vodou a v centru Krnova před 100-letou vodou.



Foto 16. Upravené koryto Opavice v Heřmanovicích (zdroj: <http://www.lesy.cz/>).



Foto 17. Upravené koryto Opavice v Krnově.

Tab. 19. Současná a doporučená úroveň ochrany sídel ležících na řece Opavici (upraveno podle: http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).

Obec	Současná úroveň ochrany	Doporučená úroveň ochrany	Vyhovuje
Spálené, Holčovice, Hynčice, Hejnov	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Město Albrechtice	Q ₅₀	Q ₅₀	ANO
Linhartovy	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Krásné Loučky	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Chomýž	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Krnov	Q ₅₀ , Q ₁₀₀	Q ₁₀₀	ANO

5.4.3 Řeka Čižina

a) Vývoj protipovodňové ochrany

Koryto Čižiny bylo po roce 1918 regulováno pouze v intravilánech obcí, ale úpravy byly nedostatečně udržovány. V roce 1969 bylo povodí zasaženo záplavou, po které následovala v 70. letech rozsáhlejší oprava koryta. Dále byly provedeny další dvě akce, které ovlivňují hydrologické poměry Čižiny dodnes. První z nich bylo vybudování vodní

nádrže Pocheň. Druhou akcí bylo odklonění toku a jeho napojení na zkapacitněné koryto Hořiny ve vyústní trati. Povodeň v roce 1996 zničila úpravy v Lichnově a v Horním Benešově a značně poškodila hráz nádrže Pocheň.

b) Současná protipovodňová ochrana

Koryto Čižiny převede v Horním Benešově a v Lichnově průtok do velikosti Q_{20} . V Lichnově probíhala mezi lety 1998 až 2002 rekonstrukce komunikací, mostů, lávek a břehů. Chatová oblast u nádrže Pocheň má zabezpečenou ochranu pouze před 5-letou vodou. V Brumovicích (v místní části Pustý Mlýn) je ochrana také nedostatečná. Jsou připraveny koncepční návrhy na ochranu obcí před průtokem Q_{20} , ale kvůli naléhavějším akcím se s jejich realizací prozatím nepočítá.

Tab. 20. *Současná a doporučená úroveň ochrany sídel ležících na řece Čižině (upraveno podle: http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).*

Obec	Současná úroveň ochrany	Doporučená úroveň ochrany	Vyhovuje
Horní Benešov	Q_{20}	Q_{20}	ANO
Lichnov	Q_{20}	Q_{20}	ANO
Pocheň	Q_5	Q_{20}	NE
Brumovice, Pustý mlýn	Q_{10}	Q_{20}	NE

5.4.4 Řeka Moravice

a) Vývoj protipovodňové ochrany

Řeka Moravice má větší vodnost než Opava, ale její koryto je geologicky ustálenější. S úpravami toku se začalo až na konci 19. století. Šlo především o opevnování břehů k jejich zabezpečení před podemíláním. Větší úpravy byly prováděny až po roce 1918, byla to např. regulace ve vyústní trati v Opavě-Kylešovicích a v intravilánech Hradce nad Moravicí a Branky u Opavy. Zápavy vždy hrozily především na dolním toku a dnes jsou eliminovány přehradními nádržemi Slezská Harta a Kružberk. Na horním toku Moravice se úpravy prováděly jen v některých sídlech (např. v Břidličné a Velké Štáhli), u mostů a jezů.

b) Současná protipovodňová ochrana

Řeka Moravice je jediným příkladem z celého povodí Opavy, kde lze sledovat vliv vodních nádrží na průtoky, vodní stavy a průběh povodní (viz kapitola 5.5). Všechny obce na jejím toku mají zajištěnou dostatečnou protipovodňovou ochranu s výjimkou dvou lokalit. První z nich je výustní trať Moravice pod křížením s železniční tratí Opava-Ostrava, kde dochází za povodní k výraznějším rozlivům. Přesto zde i v jiných místech pod nádržemi Kružberk a Slezská Harta, došlo ke zlepšení situace. Druhou problémovou lokalitou jsou chatové oblasti pod nádrží Kružberk, které byly vybudovány v průběhu 60. až 90. let 20. století. Povodňová opatření se v tomto případě zatím nenavrhují.

V Břidličné byly provedeny na začátku 90. let minulého století regulace na ochranu před průtokem Q_{100} z důvodu nakládání s nebezpečnými látkami nad vodním zdrojem (Kružberk, Slezská Harta). Kovohutě, které se zde nacházejí, představují ohrožení jakosti vody v těchto nádržích.

Tab. 21. *Současná a doporučená úroveň ochrany sídel ležících na řece Moravici (upraveno podle: http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).*

Obec	Současná úroveň ochrany	Doporučená úroveň ochrany	Vyhovuje
Malá Morávka, Malá Štáhle	Q_{20}	Q_{20}	ANO
Břidličná	Q_{100}	Q_{100}	ANO
Kružberk, Žimrovice	Q_{20}	Q_{20}	ANO
Hradec nad Moravicí, Branka	Q_{100}	Q_{20}	ANO
Opava Komárov	Q_{100}	Q_{100}	ANO

5.4.5 Řeka Hvozdnice

Koryto Hvozdnice bylo značně poškozeno stejně jako koryto Čižiny již při povodni v roce 1996. Po této záplavě se začalo se soustavnými úpravami, a to hlavně v Oticích. Práce zde nebyly dokončeny z finančních důvodů a koryto převede průtoky maximálně do velikosti Q_5 . V případě jejich dokončení by zde byla zajištěna ochrana před 20-letou vodou. Vhodnějším řešením je pro obec výstavba poldrů v horní části povodí Hvozdnice - tím by bylo dosaženo ochrany před průtoky do velikosti Q_{100} . Podle Koncepčního dokumentu pro plánování v oblasti vod na území Moravskoslezského kraje v přechodném období do roku 2010 bylo zvažováno několik variant umístění suchých nádrží; nejlepším řešením se zdá být poldr u Jankova rybníka u Slavkova.

Další problémovou lokalitou související s řekou Hvozdnicí je městská část Opava-Kylešovice, kudy protéká Otický příkop. Již při 5-letých průtocích dochází k přelévání vod z Hvozdnice do povodí tohoto příkopu, který je ve správě Zemědělské vodohospodářské správy. Po provedení úprav na Hvozdnici by byla přelévána až teprve 20-letá (případně 100-letá) voda s tím, že se navíc zvažuje vybudovat poldr na Otickém příkopu (viz řeka Opava).

Tab. 22. Současná a doporučená úroveň ochrany sídel ležících na řece Hvozdnici (upraveno podle: http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).

Obec	Současná úroveň ochrany	Doporučená úroveň ochrany	Vyhovuje
Bohdanovice, Jakartovice, Litultovice	Q ₂₀	Q ₂₀	ANO
Otice	Q ₅	Q ₂₀	NE

5.4.6 Podolský a Černý potok

Návrh územního plánu města Rýmařova se zabývá stavem povodňové ochrany na Podolském potoce jak ve městě samotném, tak v blízké obci Jamartice (in http://czech.rymarov.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=2309&Itemid=34). Město Rýmařov má zajištěnou ochranu před 20-letou až 50-letou vodou. Navržena je komplexní rekonstrukce břehových zdí, jejich navýšení a zvýšení úrovně spodního povrchu mostovky (most způsobuje při průtoku Q₅₀ vzduť vody) na úseku 6,280-6,394 říčního kilometru. Pro bezpečné převedení průtoku Q₅₀ je navýšení břehových zdí navrženo i na jiných lokalitách. Čistírna odpadních vod se nachází v AZZÚ a je zaplavována již při průtoku Q₂₀. Řešení nabízí kompletní ohrázování areálu pro zajištění ochrany před 100-letou vodou.

V Jamarticích převede koryto Podolského potoka bezpečně průtok o velikosti Q₁, přičemž obec by měla být chráněna až do průtoku Q₂₀. V územním plánu je navrhováno několik variant protipovodňových úprav (navýšení břehů, zahloubení, opevnění a ohrázování koryta atd.), ale vzhledem k jejich finanční náročnosti situaci v současnosti nelze řešit.

Město Bruntál ležící na Černém potoce má zajištěnou ochranu před průtoky do Q₅₀ a s jejím navyšováním se v blízké budoucnosti nepočítá.

Tab. 23. Současná a doporučená úroveň ochrany sídel na Podolském a Černém potoce (upraveno podle: http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).

Tok	Obec	Současná úroveň ochrany	Doporučená úroveň ochrany	Vyhovuje
Podolský potok	Rýmařov	Q_{20}^* , Q_{50}	Q_{50}	ANO
	Jamartice	Q_1	Q_{20}	NE
Černý potok	Bruntál	Q_{50}	Q_{50}	ANO

* Q_{20} postihuje pouze jednu lokalitu

5.4.7 Ostatní toky

Kromě Povodí Odry, s. p., Lesů ČR a jiných vlastníků, spravuje vodní toky také Zemědělská vodohospodářská správa (dále ZVHS). Následují některé z úprav ZVHS – dvě z nich byly spojeny i s revitalizacemi (in <http://www.zvhs.cz/>):

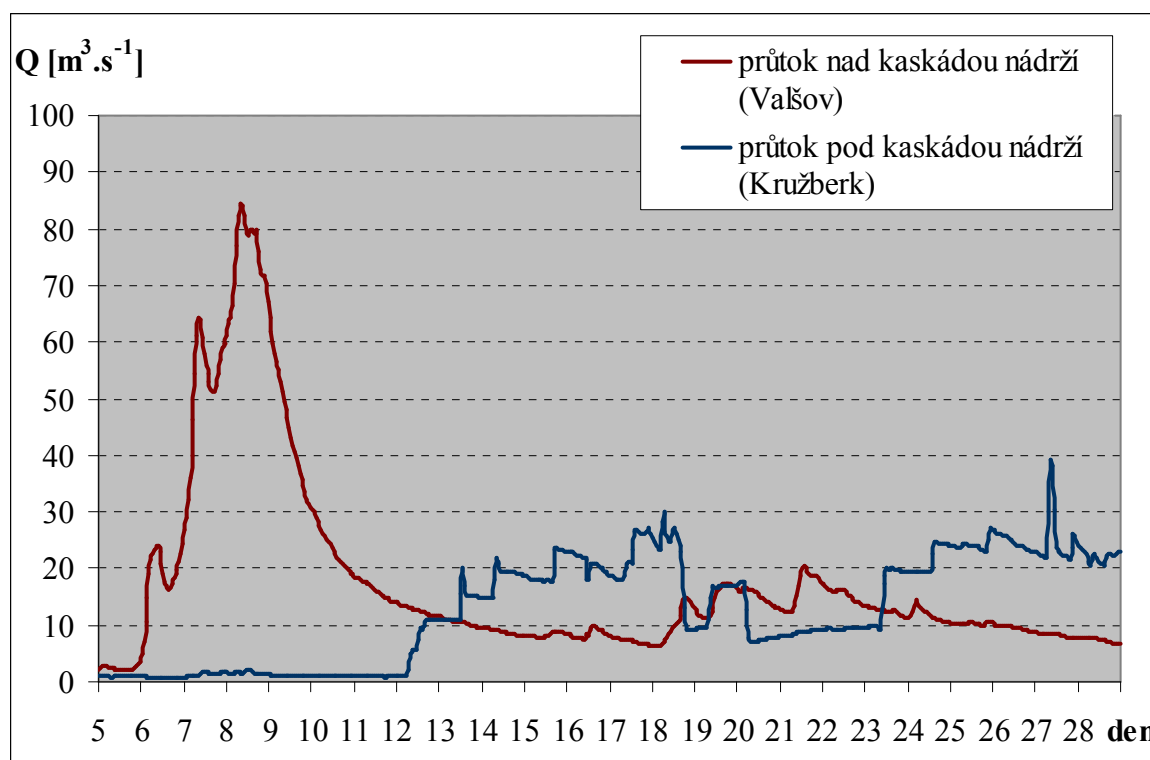
- V obci Neplachovice byly na toku Herlička (pravostranný přítok Opavy mezi Krnovem a městem Opavou) vybudovány podél koryta opěrné zdi, byly zde zřízeny vakové jezy a průtočný profil byl dimenzován na průtok Q_{100} .
- Tok Zátoráček (pravostranný přítok Opavy) byl upravován na území obce Zátor. Koryto bylo dimenzováno na průtok Q_{20} až Q_{50} , opevněno zídkami a byly v něm vybudovány příčné objekty.
- Koryto toku Krasovka (levostranný přítok Opavy) bylo poškozeno povodní v roce 1997, kdy došlo k vyerodování nových koryt, vzniku nátrží, vyvrácení a podemletí stromů, zanesení a zahloubení koryta atd. Revitalizace zahrnovala pročištění koryta, odstupňování dna prahy, odstranění zátarasů a zpevnění břehů. Některá slepá ramena byla ponechána jako přirozené mokřady a byly obnoveny části břehových porostů.
- Vodní nádrž Pocheň na Čižině byla postižena povodní jak v roce 1996, tak v roce 1997, kdy byla zanesena velkým množstvím sedimentů. Tyto sedimenty byly v pravobřežním konci zátopy zdrojem negativních hygienických vlivů na zástavbu (mělká voda sloužila jako líheň hmyzu). Toto byl jeden z důvodů pro vybudování ekologického ostrůvku. Ostrůvek slouží jako lokalita významná pro některé druhy organismů a jeho vybudováním došlo ke zvýšení estetické hodnoty krajiny.

5.5 Vliv protipovodňových opatření na průběh povodní

Vliv protipovodňových opatření se z průběhu povodňových vln s výjimkou vodních nádrží velmi špatně zjišťuje a většinou se dá určit až podle škod (ne)vzniklých následující povodňovou situací. Přiblíženy jsou úpravy od roku 1997, protože většina z nich byla v povodí Opavy kvůli poškození a zničení realizována až po tomto roce.

1) Vodní nádrž Slezská Harta a její účinek v roce 1997

Vliv kaskády nádrží Slezská Harta-Kružberk na transformaci povodňových vln je zřejmý z obr. 20 na příkladu záplavy v červenci 1997. Došlo ke zploštění povodňové vlny a zvyšování/snižování množství vypouštěné vody se projevilo na rozkolísanosti průtoku. Slezská Harta byla v roce 1997 ve fázi napouštění a velká část povodňových průtoků v ní tak byla zadržena.



Obr. 20. Transformace povodňové vlny kaskádou nádrží Slezská Harta-Kružberk v červenci 1997 (zdroj: ČHMÚ, pobočka Ostrava).

2) Účinek ochranných hrází na území Malých a Velkých Hoštic

Nové protipovodňové hráze se v Malých Hošticích podle informací Magistrátu města Opavy v září 2007 osvědčily. Zatopen nebyl žádný dům a hráze tak splnily svůj účel.

Protipovodňová hráz vybudovaná v květnu 2007 ve Velkých Hošticích ochránila v září téhož roku jižní část obce, na některých místech však byla její výška nedostačující a byla přelévána. Hráz se bude podle informací obecního úřadu navyšovat a rozšiřovat.

3) Vodní nádrž Nové Heřminovy

Obec Nové Heřminovy se nachází v oblasti, která je pro vybudování přehrady vhodná jak geologicky (únosností a nepropustností podloží), tak geomorfologicky (hráz by měla být co nejkratší a údolí by se mělo proti proudu rozšiřovat). Stavba přehrady byla navrhována již v roce 1911, tehdy ještě za účelem zásobování vodou. Po 2. světové válce bylo území pro tento účel hájeno. Protipovodňový účinek nádrže je zdůrazňován zejména od roku 1997 [Kolektiv (1998)].

Po povodni v roce 1997 začala být varianta stavby nádrže Nové Heřminovy aktuální proto, že se jedná o jeden z nejúčinnějších způsobů ochrany většiny sídel od Zátoru až po město Opavu. Mezi lety 1997 až 2003 bylo vypracováno 22 studií porovnávajících různá opatření vhodná pro horní tok řeky Opavy, z kterých vzešly 4 hlavní varianty řešení (tab. 24.). Aby bylo posouzení situace objektivní, byli k vyjádření stanoviska vyzváni také experti z Itálie a Nizozemí, kteří potvrdili, že současná protipovodňová ochrana sídel v povodí horní Opavy je nedostatečná a je nebytné ji zvýšit. Jako řešení navrhli kombinaci ochranné vodní nádrže Nové Heřminovy a opatření v území povodí (in <http://www.mze.cz/Index.aspx?ch=79&typ=1&val=27204&ids=0>).

Alternativa vybudování vodní nádrže počítala s tím, že její celkový objem by byl 36,9 mil. m³ a z toho:

27,3 mil. m³ by sloužilo k zachycení povodňových průtoků,

4,4 mil. m³ by byl objem zásobní

a 5,2 mil. m³ by bylo prostorem stálého nadržení.

Účinek této tzv. velké varianty nádrže by se ve městě Krnově projevil snížením Q_{100} z 225 m³.s⁻¹ na 100 m³.s⁻¹ a kulminace povodně z roku 1997 by byla snížena téměř o polovinu. Ve městě Opavě by byl průtok snížen na úroveň 50-leté vody a kulminace povodně v roce 1997 by byla snížena o 17 %. Tato varianta by si vyžádala zaplavení celé

obce Nové Heřminovy, proto byla navržena i tzv. malá varianta s omezeným objemem retence (cca 8,5 mil. m³). Ta by si vyžádala demolici pouze části obce. V Krnově by byla 100-letá voda snížena na 160 m³.s⁻¹ (na téměř 50-letý průtok) a účinek v sídlech níže po toku by byl minimální (in http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf).

Tab. 24. Porovnání variant řešení ochrany před povodněmi v povodí horní Opavy, jedná se o velkou variantu nádrže (zdroj: <http://www.mze.cz/Index.aspx?ch=79&typ=1&val=27204&ids=0>).

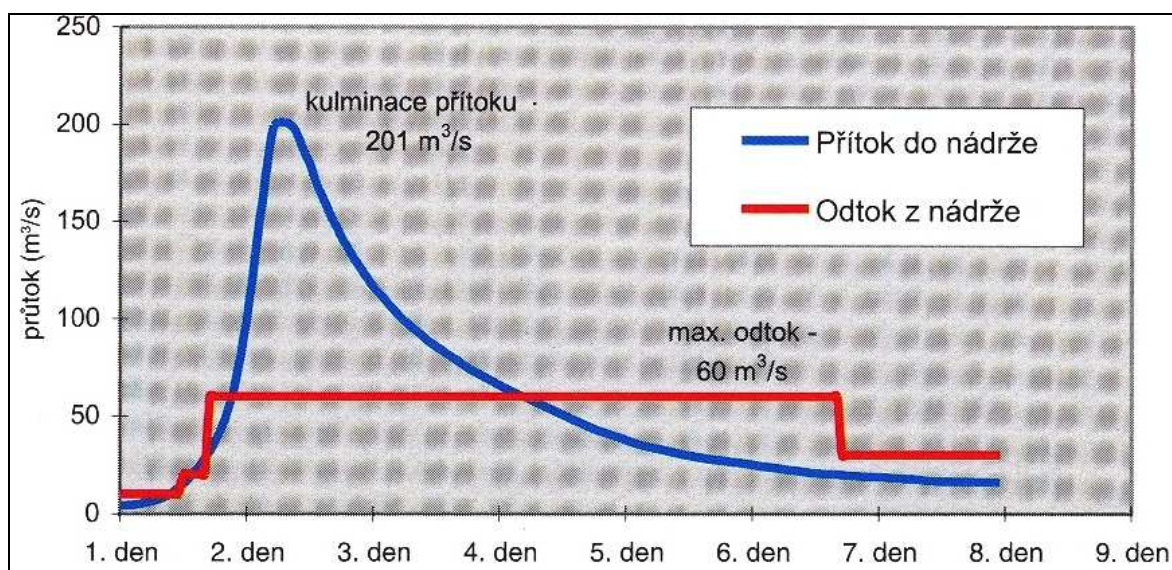
		Varianty ochrany před povodněmi			
		Opatření v krajině	Suché nádrže - poldry	Nádrž Nové Heřminovy	Zkapacitnění koryta Opavy v Krnově
Účinnost opatření při průtoku Q ₁₀₀	KRNOV (kapacita koryta 129 m ³ .s ⁻¹)	z 225 na 216 snížení o 4 % překročena kapacita koryta	z 225 na 200 snížení o 11 % překročena kapacita koryta	z 225 na 100 snížení o 56 % kapacita koryta nepřekročena	zvýšení kapacity koryta na Q ₁₀₀ kapacita koryta nepřekročena
	OPAVA (kapacita koryta 360 m ³ .s ⁻¹)	z 388 na 357 snížení o 8 % kapacita koryta nepřekročena	z 388 na 299 snížení o 23 % kapacita koryta nepřekročena	z 388 na 288 snížení o 26 % kapacita koryta nepřekročena	kapacita koryta se nemění překročena kapacita koryta

Proti stavbě přehrady bojovala obec Nové Heřminovy a různá nezávislá sdružení a organizace. Na začátku dubna 2008 byl zveřejněn Ministerstvem zemědělství návrh na vybudování malé varianty a toto výsledné rozhodnutí bylo předloženo ke schválení vládě. Dne 21.4. 2008 vláda stavbu malé nádrže schválila. Přehrada by se měla začít budovat od roku 2015, měla by být víceúčelová a největšího efektu bude dosaženo v obcích Zátor, Brantice a ve městě Krnově. Rozhodnutí vyvolává otázku, co bude s protipovodňovou ochranou těchto a jiných sídel dále po toku do roku 2015. Bude nutné kombinovat účinek nádrže s jinými opatřeními, např. s budováním poldrů, zvýšením kapacity koryt toků, opatřeními v krajině atd.

Pokud by se protipovodňová ochrana sídel (např. Krnova) řešila individuálně, povodňová vlna by jimi protékala rychleji a zástavba níže po toku by byla o to více ohrožena. Z tohoto hlediska se stavba přehrady jeví jako vhodné opatření. Negativním dopadem záměru je vystěhování několika desítek obyvatel obce.



Obr. 21. Vodní nádrž Nové Heřminovy. Tmavě modrou je znázorněna záplava „malé varianty“, navazující světlejší modrá pak poukazuje na rozsah „velké varianty“ [zdroj: Kolektiv (2002)].



Obr. 22. Transformace 100-leté povodňové vlny na průtok Q_5 velkou variantou nádrže [zdroj: Kolektiv (1998)].

5.6 Návrhy opatření pro povodí řeky Opavy

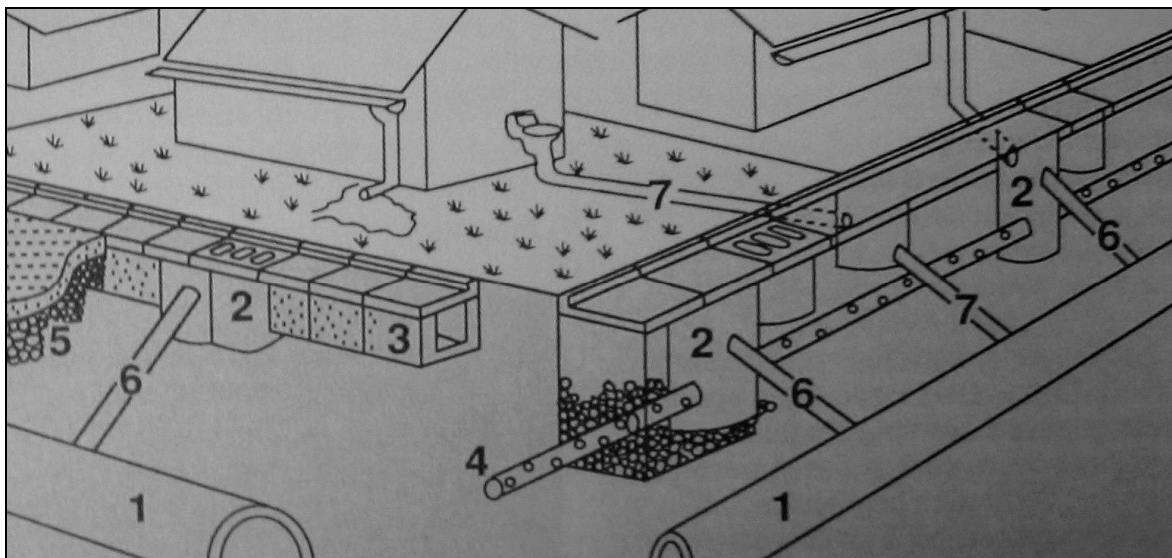
Aby byl účinek protipovodňových úprav co nejvyšší, měla by se kombinovat opatření technická s opatřeními v krajině. Zplošťování povodňové vlny napomáhá možnost řeky vybřezit do záplavového území v údolní nivě. Odtok vody z území by se měl co nejvíce zpomalit a měla by být zvýšena retenční schopnost krajiny – zabrání se tak případným erozním účinkům vody a povodňový odtok se rozloží do delšího časového intervalu. Při srážkách dochází k akumulaci nebo zpomalování odtoku vody na drsnějších površích, kam se řadí plochy lesů, trvalých travních porostů, mezí, remízků, apod. Naopak na umělých površích či rozsáhlých polích je odtok rychlejší. Pokud se na svazích s ornou půdou vysazují nevhodné plodiny (širokořádkové jako kukuřice a brambory) a orba se provádí po spádnicí, může dojít k vytvoření erozní rýh a k zanášení koryt vodních toků.

Návrhy opatření pro povodí řeky Opavy:

- Pokračovat ve stanovování záplavových území a aktivních zón záplavových území na tocích. Na jejich základě pak navrhnout stavebně technická opatření.
- Respektovat omezení budování staveb v záplavových územích a zákaz budování staveb v aktivních zónách záplavových územích.
- Kombinovat technická opatření s opatřeními pro zvýšení retence krajiny.
- Změnit využití orné půdy na svazích (např. zatravněním, zalesněním či změnou pěstovaných plodin), nebo alespoň rozčlenit rozsáhlá pole remízky, mezemi, trvalými travními porosty pro zpomalení odtoku vody a snížení eroze. Tato opatření narážejí na bariéru majetkoprávních vztahů, ale jsou podporována řadou programů a dotačních titulů. Řešení nabízí např. komplexní pozemkové úpravy, které vytvářejí majetkoprávní podmínky mimo jiné pro realizaci vodohospodářských a krajinoformujících opatření.
- Revitalizovat nevhodně upravené toky.
- Zlepšit informovanost občanů v oblasti protipovodňové ochrany. Dobrým příkladem takového kroku je Město Albrechtice, které na svých webových stránkách zveřejnilo krizový plán informující obyvatele o tom, jak se chovat před příchodem povodně, během ní a po jejím opadnutí (in <http://www.mesto-albrechtice.cz/cz/index.php?page=krize>). Podobně informuje o chování v krizových

situacích občany Moravskoslezský kraj (in <http://www.kr-moravskoslezsky.cz/ohrozeni.html>).

- Opravit, zkapacitnit, případně napojit kanalizaci na systém veřejné kanalizace tak, aby mohla srážková voda dobře odtékat a nedocházelo by tak k jejímu vzdutí při nedostatečné kapacitě sítě.
- Kde je to možné, odsadit nebo ponechat hráze dále od břehu tak, aby bylo redukováno vzdutí vody v nejbližším úseku a umožnit toku přirozený rozliv (příklad Malých a Velkých Hoštic).
- Zpomalit odtok vody v hustě zastavěném území – jako příklad může sloužit úspěšný odvodňovací systém (tzv. Experimental Sewer System) v japonském Tokiu (viz obr. 23.). Podstatou systému je maximálně možná infiltrace a retence dešťového odtoku. Podle simulačních výpočtů je maximální průtok v řece Shirako ve městě oproti průtoku při zachování tradičního kanalizačního systému zredukován na polovinu (KREJČÍ, V. a kol., 2002). V podmínkách největších měst v povodí Opavy by toto opatření mohlo být uplatněno při stavbě propustných povrchů parkovišť a jiných rozsáhlejších betonových ploch.



Obr. 23. *Experimental Sewer System* v Tokiu. Dešťový odtok je ze střech a silnic redukován v infiltračních šachtách (2) vzájemně propojených infiltračními žlaby (3) a infiltračními potrubími (4). Při nedostatečné rychlosti infiltrace je dešťový odtok přepadem v infiltračních šachtách (6) zaústěn do jednotné kanalizace (1). Povrch komunikací je propustný (5). Odpadní voda z domácností je napojena přímo na jednotnou kanalizaci (zdroj: KREJČÍ, V. a kol., 2002).

- Najít vhodné lokality pro budování suchých nádrží. Poldry poskytují ochranu většinou lokálně, takže by měly být spíše doplňkovým opatřením. Nad Krnovem jsou pro jejich budování horší morfologické podmínky.
- V oblasti operativních opatření modernizovat systém hlásné a varovné služby, monitoringu a prognózování povodňových průtoků podle nejnovějších technologií.

Ochranu zástavby v sídlech od Zátoru, přes Krnov až po městskou část Opavu-Vávrovice by měla zajistit nádrž Nové Heřminovy. Do jejího vybudování by bylo vhodné provádět výše zmíněná opatření v krajině pro zlepšení retence vody v povodí a revitalizovat nevhodně upravené přítoky Opavy pro zpomalení odtoku vody z povodí.

Tato opatření se vztahují na celé povodí – např. v obci Jamartice není v současnosti vhodné žádné z technických opatření kvůli jejich finanční náročnosti.

Ve Velkých Hošticích dochází k přelévání hráze i přes to, že by měla obec ochránit před průtoky do Q_{100} . Proto by bylo vhodné hráz navýšit.

ZÁVĚR

K rychlému odtoku povodňových průtoků přispívá v povodí řeky Opavy řada faktorů. V Hrubém Jeseníku, Nízkém Jeseníku a Zlatohorské vrchovině dochází k orografickému zesílení srážek a povodně většinou přicházejí velice rychle. Údolí v horní části povodí jsou úzká a zástavba se koncentruje bezprostředně podél vodních toků, což přináší během povodní velké riziko. Rozsáhlejší rozlivy jsou možné až v rovinnatých oblastech, přesto se i zde stavby nacházejí v záplavových územích toků. Povodně dále urychlují napřímené trasy toků a odvodnění krajiny – obojí prováděné ve druhé polovině 20. století. Toky v povodí řeky Opavy patří v porovnání s jinými povodími k méně regulovaným, přesto se na některých jejich úsecích tato opatření uskutečnila a mají vliv na současný vodní režim krajiny.

Na nutnost lepšího zabezpečení protipovodňové ochrany sídel poukázala povodeň v roce 1997. Do poloviny 20. století byla provedena řada systematických regulací (především v Jeseníkách), po 2. světové válce však začaly stavební úpravy postupně chátrat. Záplava v červenci 1997 poškodila nebo zničila většinu regulací, proto bylo nutné ochranu sídel znovu obnovit. Začalo se od obcí a měst, které byly ohroženy nejvíce a v realizaci protipovodňových opatření se pokračuje i v současné době.

Velkou kauzou se stalo vybudování vodní nádrže Nové Heřminovy. Její pozitivní účinek byl prokazován v řadě studií, z nichž vyšel konečný závěr: stavba přehrady je nutná, přesto by se měla kombinovat s jinými opatřeními, např. opatřeními v krajině. Po jedenácti letech od povodně v roce 1997 byla navržena konečná podoba nádrže: měla by být zvolena menší varianta zajišťující požadovanou ochranu sídel zejména od Zátoru po město Krnov. Tímto opatřením se zajistí ochrana nejvíce ohrožené části povodí.

Je nutné si uvědomit, že zajišťování protipovodňové ochrany je dlouhodobým procesem. Při předkládání návrhů realizací je důležité zvážit všechny možné dopady na přírodní i socioekonomickou složku prostředí. Řada těchto návrhů je v současnosti pouze technického rázu. Mělo by dojít k provázání stavebních úprav s opatřeními pro zadržení vody v povodí. Retence vody v krajině má spojitost s protierozní ochranou půdy. Z toho vyplývá, že by se při vodohospodářském plánování neměly opomíjet i jiné hodnoty vodních toků jako jsou ekologická, ale také rekreační či estetická funkce. K tomu dojde např. propojením protipovodňových opatření s revitalizací toků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knihy a informační materiály:

BRÁZDIL, R. a kol.: *Historické a současné povodně v České republice*. 1. vyd., Masarykova Univerzita, Brno, Český hydrometeorologický ústav, Praha, 2005. 369 s. ISBN 80-210-3864-0.

BROSCH, O.: *Povodí Odry*. Anagram, Ostrava, 2005. 323 s. ISBN 80-7342-048-1.

BROŽA, V. a kol.: *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. 1. vyd., Knihy 555, Liberec, 2005. 251 s. ISBN 80-86660-11-7.

CULEK, M. a kol.: *Biogeografické členění České republiky*. 1. vyd., Enigma, Praha, 1996. 347 s. ISBN 80-85638-80-3.

DEMEK, J. et al.: *Geomorfologie Českých zemí*. GÚ ČSAV, Praha, 1965. 335 s.

DEMEK, J. et al.: *Hory a nížiny: zeměpisný lexikon ČSR*. 1. vyd., Academia, Praha, 1987. 584 s.

DEMEK, J., MACKOVČIN, P. et al.: *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. 2. vyd., AOPK ČR, Brno, 2006. 580 s. ISBN: 80-86064-99-9.

GEBAUER, J., CHLOUBOVÁ, J.: *Povodně Opavy 1903-1907 očima občanů*. 1. vyd., Opavsko, Opava, 1997. 90 s.

HLADNÝ, J. et al.: *Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997: souhrnná zpráva projektu*. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 1998. 163 s.

CHLUPÁČ, I. et al.: *Geologická minulost České republiky*. 1. vyd., Academia, Praha, 2002. 436 s. ISBN 80-200-0914-0.

Kolektiv (1965): *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky. Díl I. text*. 1. vyd., Hydrometeorologický ústav, Praha.

Kolektiv (1998): *Povodňová ochrana na řece Opavě – nádrž Nové Heřminovy*. Informační materiál. Povodí Odry a.s., Ostrava.

Kolektiv (2002): *Možnosti zvýšení ochrany před povodněmi v povodí horní Opavy*. Informační materiál. Povodí Odry, s. p., AQUATIS a. s., Ostrava.

KREJČÍ, V. a kol.: *Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup*. 1. vyd., Noel 2000, Brno, 2002. 562 s. ISBN 80-86020-39-8.

KŘÍŽ, V.: *Moravskoslezský kraj – klimatické a hydrologické poměry (Výzkumná zpráva č. 1/2004/KFGG)*. 1. vyd., Ostravská univerzita, Ostrava, 2004. 43 s. ISBN 80-7042-994-1.

- MANÍČEK, J.: *Povodeň 1997*. 1. vyd., Povodí Odry a. s., Ostrava, 1998. 32 s.
- MATĚJÍČEK, J.: *Povodeň v povodí Moravy v roce 1997*. Povodí Moravy, Brno, 1998. 109 s.
- MATĚJÍČEK, J., HLADNÝ, J.: *Povodňová katastrofa 20. století na území České republiky*. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 1999. 60 s. ISBN: 80-7212-067-3.
- NĚMEC, J., HLADNÝ, J., BLAŽEK, V. et al.: *Voda v České republice*. Consult, Praha, 2006. 253 s. ISBN 80-903482-1-1.
- PUNČOCHÁŘ, P. a kol.: *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v úplném znění k 23. lednu 2004 s rozšířeným komentářem*. 3. vyd., Soudy, Praha, 2004. 392 s. ISBN: 80-86846-00-8.
- QUITT, E.: *Klimatické oblasti Československa*. Geografický ústav ČSAV, Brno, 1971.
- ŘEHÁNEK, T. (2002a): *Povodeň na řece Odře v červenci 1997*. 1. vyd., Český hydrometeorologický ústav, Praha. 41 s. ISBN 80-86690-00-8.
- ŘEHÁNEK, T. (2002b): *Povodně v povodí Opavy nad Moravicí*. In: Urbanisticko-hyrotechnická studie zkapacitnění řeky Opavy přes zástavbu města Krnova. Aquatis, Brno.
- TOMÁŠEK, M.: *Půdy České republiky*. 3. vyd., Česká geologická služba, Praha. 2003. 67 s. ISBN 80-7075-607-1.
- ŽENATÝ, P., MANÍČEK, J., ZUBEK, L.: *Povodí Odry*. Povodí Odry, Ostrava, 1984. 105 s.

Mapy a atlasy:

- TOLASZ, R. et al.: *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd., Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. 255 s. ISBN: 978-80-86690-26-1.
- TOMÁŠEK, M.: *Půdní mapa České republiky 1:1 000 000*. In *Půdy České republiky*. 3. vyd., Česká geologická služba, Praha, 2003. ISBN 80-7075-607-1.
- QUITT, E.: *Klimatické oblastí ČSR 1:500 000*, Geografický ústav ČSAV Brno, 1975.

www stránky:

Hlásná a předpovědní povodňová služba – profily s aktuálním měřením [online]. 2007 [cit. 5. října 2007]. Dostupný na WWW: <<http://hydro.chmi.cz/hpps/>>.

Hydrogeologické rajony, vodní útvary, objekty a odběry podzemní vody [online]. 2007 [cit. 9. října 2007]. Dostupný na WWW: <<http://heis.vuv.cz/>>.

HYVNAR, V. a kol.: *Limity využití území* [online]. 2007 [cit. 14. března 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.uur.cz/default.asp?ID=2591>>.

Koncepční dokument pro plánování v oblasti vod na území Moravskoslezského kraje v přechodném období do r. 2010. Oblast ochrany před povodněmi [online]. 2003 [cit. 15. října 2007]. Dostupný na WWW: <http://www.pod.cz/planovani/soubory/koncepce_MSK/oblast_PPO.pdf>.

Lesy ČR [online]. 2008 [cit. 14. března 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.lesy-cr.cz/>>.

Město Albrechtice: Co dělat, když hrozí povodně [online]. 2007 [cit. 15. března 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.mesto-albrechtice.cz/cz/index.php?page=krize>>.

METODICKÝ POKYN odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí k zabezpečení hlásné a předpovědní povodňové služby [online]. 2007 [cit. 5. října 2007]. Dostupný na WWW: <http://krizove-rizeni.cz/index_soubory/cviceni/pokyn_15.pdf>.

Ministerstvo zemědělství [online]. 2008 [cit. 19. dubna 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.mze.cz/>>.

Ministerstvo životního prostředí [online]. 2008 [cit. 19. dubna 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.env.cz/>>.

Moravskoslezský kraj: PRO PŘÍPAD OHROŽENÍ - Příručka pro obyvatele [online]. 2001 [cit. 28. března 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.kr-moravskoslezsky.cz/ohrozeni.html>>.

OBASI, G.: *Forecasting Natural Disasters to Mitigate their Effects* [online]. 2000 [cit. 2. února 2008]. Dostupný na WWW: <http://www.wmo.ch/files/sg_statements/english/SG121E.pdf>.

Obec Lichnov [online]. 2008 [cit. 2. února 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.obeclichnov.cz/>>.

Obec Zátor [online]. 2008 [cit. 2. února 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.zator.cz/>>.

Ochrana před povodněmi v povodí horní Opavy [online]. 2004 [cit. 30. září 2007]. Dostupný na WWW: <<http://www.mze.cz/Index.aspx?ch=79&typ=1&val=27204&ids=0>>.

PAGÁČ, J.: *Sucho 2007 / povodeň 2007*. Kapka. Zpravodaj státního podniku Povodí Odry [online]. 2007, č. 3 [cit. 14. dubna 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.pod.cz/casopis/kapka-2007-03.pdf>>.

Portál veřejné správy České republiky [online]. 2008 [cit. 2. února 2008]. Dostupný na WWW: <<http://geoportal.cenia.cz/mapmaker/cenia/portal/>>.

Povodí Odry, státní podnik [online]. 2007 [cit. 30. září 2007]. Dostupný na WWW: <<http://www.pod.cz/>>.

Seznam vodoměrných stanic [online]. 2008 [cit. 2. února 2008]. Dostupný na WWW: <http://www.chmi.cz/hydro/opv/doc/seznam_stanic.pdf>.

Strategický plán ekonomického a územního rozvoje Statutárního města Opavy pro období 2007-2020 [online]. 2007 [cit. 1. dubna 2008]. Dostupný na WWW: <http://www.opava-city.cz/assets/opava/0_plan_1.pdf>.

Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky [online]. 2000 [cit. 31. ledna 2008]. Dostupný na WWW: <http://www.mze.cz/attachments/0_pp35.pdf>.

Územní plán města Rýmařova [online]. 2007 [cit. 1. dubna 2008]. Dostupný na WWW: <http://czech.rymarov.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=2309&Itemid=343>.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí ze dne 24. května 2002 o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území [online]. 2002 [cit. 31. ledna 2008]. Dostupný na WWW: <http://www.mze.cz/attachments/236_02.pdf>.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i. [online]. 2008 [cit. 2. února 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.vuv.cz/>>.

Zemědělská vodohospodářská správa [online]. 2008 [cit. 25. března 2008]. Dostupný na WWW: <<http://www.zvhs.cz/>>.

Zpráva 2005 o charakterizaci oblasti povodí Odry [online]. 2004 [cit. 30. listopadu 2007]. Dostupný na WWW: <<http://www.pod.cz/planovani/cz/pripravne-prace-2004/>>.

SEZNAM PŘÍLOH

- Příl. 1. Záplavová území ve městě Krnově
- Příl. 2. Aktivní zóna záplavového území ve městě Krnově
- Příl. 3. Záplavová území ve městě Opavě
- Příl. 4. Aktivní zóna záplavového území ve městě Opavě
- Příl. 5. Fotodokumentace k povodním v letech 1996 a 1997
- Příl. 6. Povodeň v roce 1997 ve městě Krnově
- Příl. 7. Povodeň v roce 1997 ve městě Opavě
- Příl. 8. Sídla na tocích v povodí Opavy