

## 7 OPATŘENÍ NA ZVÝŠENÍ RETENCE ÚZEMÍ HORNÍ MORAVY

### 7.1 Významná realizovaná opatření

#### 7.1.1 Realizace poldru Žichlínek na Moravské Sázavě

Na Moravské Sázavě, která je zaústěna do řeky Moravy pod městem Zábřeh, je v dnešní době již vybudován důležitý suchý poldr Žichlínek s retenčním objemem 5,9 mil. m<sup>3</sup> a plochou zátopy 166 ha. Dílo má významný transformační účinek, kdy při automatickém provozu poldru se dosáhne transformace kulminačního průtoku  $Q_{100}$  ze 126 m<sup>3</sup>/s na méně než poloviční hodnotu cca 59 m<sup>3</sup>/s pod vodním dílem.

Jedná se o největší poldr v České republice, který je dílčím prvkem systému protipovodňové ochrany horní části povodí Moravy. Transformační účinek poldru se při povodních projeví nejen na celém toku Moravské Sázavy, ale i na samotné řece Moravě až po soutok s Bečvou. Hlavní funkcí poldru je tedy zachycení části objemu povodňové vlny v retenčním prostoru za povodňových situací a protipovodňová ochrana níže ležících obcí a měst v údolní nivě řeky Moravy, především Litovle a Olomouce.

Součástí stavby byla i komplexní revitalizace území v jižní části retenčního prostoru, zkvalitnění územního systému ekologické stability a zvýšení rozmanitosti živočišných a rostlinných druhů.

Retenční prostor poldru vymezuje čelní hráz o délce v koruně 1574 m, průměrné šířce v základové spáře 38,5 m a maximální výšce nad terémem 7,6 m. Základní tvar příčného řezu hrází je lichoběžník o sklonu návodního líce 1:3 a vzdušného líce 1:2,5. Nepropustnost sypané zemní hráže je zajištěna vnitřním, nakloněným zemním těsnicím jádrem o mocnosti 2 m. Povrchová odolnost obou líců hráže je řešena travním drnem. Koruna hráže je převýšena nad hladinu  $Q_{100}$  o 1,4 m a nad  $Q_{1000}$  (v situaci nefunkční základové výpusti) o 0,5 m. Odolnost koruny hráže proti vodní erozi deštěm a vodní tříšti od vln je zvýšena vrstvou z drceného kameniva, která slouží současně jako komunikace.

Součástí čelní hráže je základová výpust, která bude trvale nastaveným, nehrazeným otvorem, o velikosti 6x1,6 m, převádět běžné průtoky v Moravské Sázavě, a to při průtoku  $Q_{10} = 45$  m<sup>3</sup>/s. Průtoky vyšší hodnoty než  $Q_{10}$  budou transformovány retenční nádrží, která ztransformuje kulminační průtok modelové povodně  $Q_{100}$  o objemu 17 mil. m<sup>3</sup> z hodnoty 126 na 59 m<sup>3</sup>/s, a to při celkové době trvání povodně 5 dnů.

Bezpečnostní přeliv v čelní hrázi je konstruován jako korunový s délkou přelivné hrany 159 m. Návodní strana hráže v profilu přelivu je ve sklonu 1:3, vzdušná (přelivná) ve sklonu 1:2. Kapacita přelivu byla navržena na průtok 400 m<sup>3</sup>/s, což představuje dvojnásobek kulminace  $Q_{1000}$ .



Obr. 16 Poldr Žichlínek na Moravské Sázavě (realizace stavby a vizualizace)

#### 7.1.2 Úprava manipulačního řádu PVE Dlouhé Stráně

Po katastrofální povodni v 07/97 byla provedena úprava manipulačních pravidel na dolní nádrži PVE Dlouhé Stráně ve prospěch protipovodňové ochrany s vyčleněným retenčním prostorem 1,0 mil. m<sup>3</sup>.

Manipulace za povodní je v manipulačním řádu specifikována následovně:

**Manipulace za povodní s omezením provozu elektrárny**

Manipulace zohledňuje výsledek jednání vlastníka elektrárny Dlouhé Stráně (ČEZ, a.s. Vodní elektrárny Štěchovice), Okresního úřadu Šumperk a správce vodního toku Povodí Moravy, a.s.:

Pro zachycení extrémního povodňového průtoku, měřeném na přítocích do dolní nádrže, vyčleňuje se ze zásobního (t.j. provozního) objemu dolní nádrže retenční objem ve výši 1,0 mil. m<sup>3</sup>. To ve svém důsledku představuje omezení provozu až vyřazení elektrárny pro energetické využití. Z průběhu povodně v 07/97 to znamená, že po dobu až 75 hodin bude provoz dolní nádrže podřízen okresní povodňové komisi (dále jen OPK) za stanovených technických a ekonomických podmínek. Provoz dolní nádrže v povodňovém režimu je nadstandardní funkce elektrárny Dlouhé Stráně (dále jen EDS).

Podmínky povodňového provozu dolní nádrže:

- členem OPK je pracovník EDS, který bude v případě povodně zajišťovat potřebné odborné manipulace na příkaz OPK;
- přítok do dolní nádrže dosáhl 20,0 m<sup>3</sup>/s a podle meteorologické situace lze očekávat stoupající tendenci;
- ukončení manipulace podle pokynů OPK nastává co nejrychlejším vypuštěním zachyceného objemu 1,0 mil. m<sup>3</sup>, a to maximálním neškodným odtokem 20,0 m<sup>3</sup>/s.

**Manipulace na dolní nádrži při povodni:**

Při dosažení přítoku do dolní nádrže (měřeno na limnigrafech L1 a L2) ve výši 20 m<sup>3</sup>/s odečte obsluha EDS objem vody v dolní nádrži. V rámci povodňového hlášení sdělí tento údaj povodňové komisi. V případě, že provoz dolní nádrže bude podřízen přímému řízení OPK, nastává čerpání do horní nádrže takového objemu vody, aby byl v co nejkratší době k dispozici retenční objem pro zachycení povodně 1,0 mil. m<sup>3</sup>. Požadavek na čerpání předem projedná obsluha EDS s centrálním dispečinkem, neboť se váže na zajištění potřebné energie na čerpání v době opačné energetické špičky. V případě, že retenční objem je v daném okamžiku ihned k dispozici, čerpání do horní nádrže odpadá.

Zadržování povodňového přívalu probíhá rozdílovým přítokem tak, že výpustná zařízení dolní nádrže budou nastavena na vypouštění neškodného odtoku 20 m<sup>3</sup>/s a rozdílem mezi přítokem a takto nastaveným neškodným odtokem bude postupně naplněn vyčleněný retenční objem.

Při jeho dosažení uvědomí obsluha EDS o tomto stavu OPK. Další retence povodňového objemu už dále není možná a další průchod povodně přes dolní nádrž již probíhá bez transformace provozním objemem dolní nádrže.

Dojde-li v případě dosažení vyčleněného retenčního prostoru zároveň k poklesu přítoku do dolní nádrže pod hodnotu 20 m<sup>3</sup>/s, nastává řízené prázdnění zadržovaného objemu. Neškodný odtok pod dolní nádrží zůstává nastaven na hodnotu 20 m<sup>3</sup>/s. Při vypouštění posledních 100 000 m<sup>3</sup> bude neškodný odtok plynule snížen na 15 m<sup>3</sup>/s a posléze na 10 m<sup>3</sup>/s (cca 2 hodiny).

**Manipulace za povodní bez omezení provozu elektrárny**

Manipulace za povodňových průtoků v tomto případě zohledňuje stav, kdy není k dispozici retenční prostor a zásobní prostor není určen pro akumulaci povodňových přítoků. Povodňové průtoky budou z dolní nádrže vypouštěny bez transformace zásobním prostorem dolní nebo horní nádrže.

Při manipulaci s výpustným a přelivným zařízením dolní nádrže nesmí průtok vypouštěný z nádrže překročit velikost povodňového přítoku v každém okamžiku o více než 5 %. Odchytky od tohoto ustanovení jsou možné z příkazu vodo hospodářského orgánu, OPK nebo za mimořádných okolností.

**Kapacita funkčních zařízení:**

Zařízení	max. kapacita [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Potrubí malých průtoků	1 x 1,664 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
Spodní výpustě	2 x 23,5 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
Bezpečnostní přelivy	3 x 24 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>

Vodní stavy rozhodující pro vyhlášení povodňové aktivity na přítoku nebo odtoku z dolní nádrže jsou v povodňovém plánu stanoveny takto:

- ⇒ **I. stupeň** - stav bdělosti při průtoku od 10 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> do 15 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>
- ⇒ **II. stupeň** - stav pohotovosti při průtoku od 15 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> do 20 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>;
- ⇒ **III. stupeň** - stav ohrožení při průtoku nad 20 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.

## 7.2 ANALÝZA PŘIPRAVOVANÝCH OPATŘENÍ – STRUČNÉ SHRNUTÍ SVAZKU 2

Hodnocení hájených lokalit výhledových nádrží bylo provedeno především na základě analýzy dostupných podkladů a souvisejících, dříve zpracovaných dokumentací. Jedná se jak o koncepční materiály vodního hospodářství, tak o studie, analýzy a projektové dokumentace konkrétních navrhovaných opatření v dílčích povodích horní a střední Moravy od podhorských oblastí až po soutok s Bečvou. Analyzovány byly především navrhovaná vodohospodářská opatření k zadržení vody v krajině, zejména k obnově a zvýšení retence údolní nivy pomocí technických i přírodě blízkých opatření, a dále konkrétní protipovodňová opatření k lokální ochraně jednotlivých sídel v sledovaném území. Hodnocení tak obsahuje analýzu vodohospodářských poměrů velké části povodí Třebůvky a horní Moravy až po Bečvu.

Cílem těchto analýz bylo prokázat potřebnost nebo nadbytečnost posuzovaných nádrží pro zajištění přiměřené protipovodňové ochrany sídel na dolním toku Třebůvky a na Moravě pod Mohelnicí, především v obcích a městech Moravičany, Litovel, Střeň, Olomouc a řadě dalších.

Z koncepční materiálů byly při hodnocení využity především *Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje* a *Plán oblasti povodí Moravy*.

Při hodnocení celého řešeného území od pramenných oblastí až po soutok s Bečvou byl analyzován stav protipovodňové ochrany a retenční kapacity území především v dílčích povodích těchto toků:

Desná v úseku Šumperk – Maršíkov, Krupá v úseku pod a nad Starým Městem, Morava v úseku Mohelnické brázdy, Třebůvka od ústí po Moravskou Třebovou, Jevíčka v oblasti Malé Hané, Třebůvka a Morava v úseku Loštice – Moravičany – Doubravice, Morava v Litovli, Litovelském Pomoraví a Olomouci, a celá Morávka.

Samostatně byla v bodě 4. hodnocena studie poldru Mohelnice v rozsahu dle [12] z 03/1999.

Z analýzy souvisejících dokumentů, provedené ve svazku 2, vyplývají následující hlavní zjištění a závěry:

### Vodohospodářské koncepce

#### **A) Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje, 03/2007**

Většina hodnocení se ve studii provádí nad plochou „srážko-odtokových oblastí“. Sledovaná povodí jsou zahrnuta do SO oblastí „Morava po soutok s Oskavou“ a „Třebůvka“. Z hlediska řešené problematiky je důležité vyhodnocení *Oblastí s nedostatečnou mírou akumulace vod* posuzované na základě hodnoty *retenčního součinitele a doby zdržení kulminace stoleté povodně*. Analýzou byla pro obě oblasti potvrzena skutečnost, že povodňové odtoky nejsou stávajícími nádržemi téměř ovlivněny. Tím ovšem předmětné SO oblasti nijak nevybočují z celkového hodnocení stavu oblastí povodí Moravy. Potvrzuje se tak známá skutečnost, že v celé oblasti Moravy je výrazný nedostatek velkých nádrží, které by mohly poskytnout potřebné akumulační a retenční objemy k účinnému řízení odtoku.

Ze studie vyplývá, že v obou posuzovaných SO oblastech je nedostatek umělých retenčních prostorů a současně řada míst s nedostatečnou mírou ochrany před povodněmi. V současné době se ovšem již navrhuje nebo dokonce realizuje několik zásadních protipovodňových opatření, která mají tento neuspokojivý stav řešit.

#### **B) Plán oblasti povodí Moravy, 12/2009**

Analýzy prováděné v POP Moravy se vztahují na základní plošné jednotky - vodní útvary povrchových vod (VÚ). Z hlediska náplně studie jsou zvláště důležité tyto okruhy: *Území určená k rozlívům povodní, Opatření v prioritních oblastech a Opatření k zajištění odpovídajících hydromorfologických podmínek* (revitalizace).

Jako území určené k rozlívům je ve sledovaném území vedena suchá nádrž Boršov na Třebůvce. Prioritní oblasti (PO) k řešení ochrany území před povodněmi vymezuje Plán hlavních povodí ČR. Širší zájmové území se nachází ve třech prioritních oblastech, které zde uvažují s rozsáhlými protipovodňovými opatřeními – jak s lokálními k přímé ochraně sídel, tak ke zvýšení a obnově retence území. Z hlediska zvýšení retence se v PO 1 (*PPO v území Olomouce*) navrhují soubory akcí *Obnova retence údolní nivy v Litovelském Pomoraví a Obnova retence údolní nivy*

Moravy pod Olomoucí. V PO 2 (PPO v území Litovle) se navrhuje soubor *Obnova retence údolní nivy na soutoku Třebůvky s Moravou* a v PO 8 (*Řízená inundace v území Mohelnické brázdy*) soubory akcí *Obnova retence údolní nivy Moravy v Mohelnické brázdě a Poldry*.

POP Moravy obsahuje také návrhy revitalizačních opatření, která budou mít kladný vliv i na zvýšení retence vody v území za povodňových stavů a dosažení retardace odtoku vody z povodí. Na řece Moravě, Třebůvce, Jevíče a dalších je připravena řada akcí k realizaci do roku 2013 i po roce 2013.

Závěrem lze konstatovat, že v posuzovaném povodí Třebůvky a Moravy nad Třebůvkou se v současné době jeví akutní potřeba zajištění zvýšené retence vody při povodňových situacích, aby bylo sníženo ohrožení obcí a měst níže po toku. V plánu oblasti povodí je k tomuto účelu navržena řada opatření ve třech prioritních oblastech. V žádném ze specifikovaných technických řešení se však neuvažuje s výstavbou suchých nádrží Jeřmaň nebo Mohelnice v rozsahu posuzovaném touto studií.

### **Studie a projektové dokumentace dílčích povodí a úseků toků**

#### **1. Protipovodňová ochrana obcí na řece Desné v úseku Šumperk – Maršíkov, studie proveditelnosti, 05/2009**

Studie řešila lokální protipovodňovou ochranu obcí a také zvýšení retenční kapacity území zřízením nových retenčních prostorů. Byly hodnoceny lokality vhodné pro výstavbu poldrů, které svým retenčním objemem umožní transformaci povodní. Po komplexním vyhodnocení dřívějších povodní, jejich kulminací a dosažených objemů byly navrženy tři lokality možných retenčních prostorů – PVE Dlouhé Stráně, poldry Velké Losiny a Sobotín. U PVE DS se počítá s efektem vyčlenění retenčního prostoru 1,0 mil. m<sup>3</sup>, kterého je dosaženo úpravou manipulačního řádu. U obou lokalit poldrů bylo ustoupeno od dříve uvažovaných variant velkých nádrží a byly navrženy poldry s mnohem nižšími objemy a hrázemi.

**Poldry u Velkých Losin** byly řešeny v celé řadě variant. Po dohodě s obcí byla jako návrhový stav uvažována varianta poldrů IIIa a IVa v prostoru nad obcí, variantně byly řešeny i poldry I a II pod obcí. Došlo ke shodě z hlediska velikosti poldrů – výšky hráze nad terénem a potřebného retenčního objemu (celkem 2,92 mil. m<sup>3</sup>) ve vazbě na zastavěné území a vliv na životní prostředí. Konečné rozhodnutí ohledně varianty nebo kombinace variant není otázkou technického řešení, ale jednání samosprávy a orgánů státní správy. Technicky možná je i varianta vybudování všech čtyř poldrů a snížení výšky protipovodňových opatření. U **poldru Sobotín** byla navržena relativně nízká sypaná hráz s průměrnou výškou 6,5 m a retenčním objemem 870 000 m<sup>3</sup>.

Ve studii byla prokázána účinnost navrhovaného zvýšení retenční kapacity území prostřednictvím soustavy čtyř nádrží – 2 poldrů Velké Losiny na Desné, poldru Sobotín na Mertě a dolní nádrže PVE Dlouhé Stráně. Retenční nádrže přispějí ke snížení povodňových průtoků a i když jsou v horní části povodí jejich vliv se příznivě projevuje i v zástavbě Šumperku a následně i v řece Moravě pod soutokem s Desnou.

Vliv transformačních účinků poldrů na úroveň hladin N-letých průtoků v Desné až do Šumperku je poměrně výrazný. Pochopitelně ovlivnění průtoků v Moravě pod Desnou už není příliš významné, zvláště když byla opuštěna původní koncepce velkých poldrů ve Velkých Losinách a Sobotíně. Přesto v součinnosti se všemi dalšími opatřeními na toku Moravy a jejích přítocích se jedná o důležitý příspěvek ke zvýšení retenční schopnosti povodí horní Moravy.

#### **2. Krupá – obnova přirozené hydromorfologie, retenční kapacity toku a nivy, studie**

Studie se zabývá mimo jiné zvýšením retenční kapacity toku a přilehlé nivy levostranného přítoku Moravy – řeky Krupé v horní části povodí nad a pod obcí Staré Město. Zvýšení retenční schopnosti území bude dosaženo především pomocí přírodě blízkých protipovodňových opatření. Výstupy studie nebyly v době dokončení této dokumentace k dispozici.

#### **3. Studie souboru staveb obnovy retence údolní nivy Mohelnické brázdy, 12/2004**

Účelem studie bylo provedení prostorové optimalizace hrázového systému s cílem znovuzapojení co největšího území široké nivy do řešení odtokových poměrů. Součástí je návrh vhodného využití pozemků, jak mezi stávajícími ochrannými hrázemi kolem toku, tak i za nimi, za účelem obnovy retence a stavu původní nivy.

Studie řeší úpravu odtokových poměrů a PPO dvěma způsoby: **Varianta 1** představuje odstranění



nebo snížení alespoň částí ochranných hrází, kdy se záplavové území automaticky rozšíří za dnešní hráze až k lokální ochraně obcí i při nízkých povodňových průtocích. Principem **varianty 2** je využití stávajících hrází k převádění nízkých a středních povodňových průtoků ve vnitřní záplavové zóně, tj. v dnešním ohrázaném průtočném profilu mezi Moravou a odsazenými hrázemi, a následně řízené odlehčování vyšších průtoků  $Q_{20}$  až  $Q_{50}$  do vnější záplavové zóny za hráze, které jsou dnes na mnoha místech dostatečně vysoké i na  $Q_{100}$  a chrání pozemky za hrázemi. Varianta 2 tedy předpokládá odlehčování až vysokých povodňových průtoků do lesních, lučních i polních pozemků a dobudování lokálních hrází kolem zástavby.

Rovněž navrhované příčné hráze budou v bočních inundacích a poldrech vzdouvat při extrémních průtocích odlehčené vody a tím zbrzdovat jejich odtok do níže ležících území. Tím se dosáhne potřebného efektu transformace povodňových průtoků a vln. Dalšího efektu zpomalení odtoku se dosáhne zdrsněním povrchu terénu změnou užívání většinou polních pozemků ve vnitřní i vnější záplavové zóně – zalesněním a převedením na trvalé travní porosty.

**V celém území Mohelnické brázdy existuje velký rozsah retenčních ploch a objemů za vysokými hrázemi, který je odhadován v řádu desítek milionů  $m^3$ .** Ve studii je využíváno co největší částí těchto ploch k řízenému převádění a částečné akumulaci vysokých průtoků. Tím se dosáhne lepší transformace povodňových vln, snížení kulminací a tedy zvýšení stupně PPO sídel nejen v horním povodí Moravy, ale i v úseku pod Bečvou.

Principem var. 1 oproti návrhům dle var. 2 je, že není nutné pozdržovat samotnou základnu povodňových vln a zaplňovat rozsáhlé prostory již nízkými vodami, neboť kapacita toku většinou překračuje  $Q_{50}$  a často i  $Q_{100}$ . Ohrázaným profilem by se měly neškodně převádět až střední povodňové průtoky, a extrémní povodně by se měly odlehčovat do nezaplňovaných inundačních prostor za hrázemi, kde by se objemy vod z horních částí povodňových vln (špičky) akumulovaly a vlny transformovaly na nižší kulminační hodnoty. Snaha je tedy odříznout co nejvíce špičku vln extrémních povodní, zbrzdit odlehčené vody v bočních inundacích a poldrech, aby střet povodní na soutoku Moravy a jejích přítoků, především s Bečvou, byl zvládnutelný a zvýšil se stupeň ochrany přilehlé i vzdálené zástavby.

Snahou by tedy mělo být zachytit co nejvíce vody v krajině na horních tocích, a to i v dílčích povodích bočních přítoků. K nejvýznamnější transformaci povodní v Mohel. brázdě dojde v úsecích levobřežní inundace mezi obcemi Leština - Bohuslavice - Třeština.

Z hlediska protipovodňové ochrany obcí většinou na  $Q_{100}$  se dá konstatovat, že pro transformaci povodňových vln extrémních průtoků je efektivnější varianta 2, která navrhuje koncepci řízené inundace a efektivněji využívá záplavové území za podélnými hrázemi. Ještě většího efektu retence lze dosáhnout zvýšením počtu příčných hrází a liniových staveb, případně zvýšením výšek příčných zemních hrází a valů a rovněž ochranných hrází kolem zástavby (na přijatelnou hodnotu 2,5 až 3 m), tj. využitím bočních záchytných - průtočných poldrů s větším akumulačním objemem. To však předpokládá zvýšení investičních nákladů.

Pro ověření účinku navrhovaných opatření byly provedeny simulace různých povodňových scénářů. V případě zahrnutí již vybudovaného poldru Žichlínek na Moravské Sázavě s retenčním objemem cca 6 mil.  $m^3$  by se u var. 2 snížila kulminace povodně 1997 nad Litovlí ze 790 na cca 630  $m^3/s$ . Oproti původnímu stavu tak **dojde k výrazné redukci kulminačních průtoků o cca 160  $m^3/s$ , což je poměrně velký efekt transformace povodně z roku 1997.** Pod Olomoucí dojde k transformaci povodně roku 1997 o 117  $m^3/s$  na cca 638  $m^3/s$ , což je v souladu s návrhovou kapacitou PPO Olomouce. Navíc kromě poldru Žichlínek nebyl v provedených simulacích započítán účinek dalších uvažovaných opatření - nad Mohelnickou brázdou na Moravě, Desné, Mertě, Branné, Krupé a dalších přítocích, ani v povodí Třebůvky či na Moravě v Litovelském Pomoraví.

Je zřejmé, že **návrhy úprav odtokových poměrů a protipovodňových opatření v Mohelnické brázdě** s využitím území za hrázemi pro částečné převádění, akumulaci a transformaci povodňových vod **jsou velice účinné. Řízené odlehčování průtoků nad  $Q_{20}$  až  $Q_{50}$  do širšího a předem upraveného inundačního území má poměrně velký efekt pro transformaci extrémních povodní.**

#### **4. Protipovodňová opatření v povodí řeky Moravy – Poldr Mohelnice, studie, 02/1999**

Studie obsahuje návrh poldru s profilem hráze mezi jezery šterkovišť Moravičany a Mohelnice, plochou zátopy 901,54 ha a retenčním objemem cca 26,655 mil.  $m^3$ . Účelem studie bylo posouzení transformačních možností poldru, poměrů v území a zjištění územních střetů a zájmů.

Výstavbou poldru by se dosáhlo snížení povodňové špičky pro průtoky cca od  $Q_{50}$ , tj. do  $Q_{50}$  by všechny průtoky protékaly poldrem bez ovlivnění. Vyšší průtoky budou v poldru zadržovány, ale  $Q_{50}$  bude stále odtékat. Jde o velikost odtoku, který spolu s dílčími nárůsty z mezipovodí dá v Olomouci průtok  $Q = 420 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (kapacita koryta Moravy přes Olomouc). Účinnost transformace poldru je tedy od  $Q_{50}$  po  $Q_{100}$ , který je poldrem transformován na  $Q_{50}$  (cca  $279 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Průtok  $Q_{1997}$  je pak poldrem transformován na  $Q = 410 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Poldr zahrnuje základní stavební objekty: hlavní hráz (délka 2,196 km; max. výška 10,75 m), výpustný objekt (4 betonová pole se stavidlovými uzávěry  $10 \times 4,2 \text{ m}$  a bezpečnostními přelivy s klapkou), boční hráze (délka 5,690 km, max. výška 5,3 m), přeložka komunikace Stavenice – Třeština v délce 1,7 km, průplav přes hlavní hráz hrazený plavebními vraty, ochrana zdrojů pitné vody atd.

Prostory štěrkovišť Mohelnice a Moravičany limitují vedení hlavní hráze. V daném prostoru jsou velmi obtížné základové podmínky. Velké vrstvy štěrkopísků v podloží hráze ovlivňují způsob řešení filtrační stability podloží pod hlavní hrází i vlastní zakládání hráze a výtokových objektů. Asi ve třetině délky hráze není v reálně dosažitelné hloubce skalní podloží (hloubka podloží je 50-120 m), v další třetině je v hloubce 6-20 m. Pro zajištění stability podloží je navržena podzemní těsnicí stěna z jílocementu do hloubky 20 m. Komplikované podmínky se vyskytují i pro plavební kanál čelní hráze pro plovoucí bagry, který se za povodně uzavře plavebními vraty. Ta jsou situovaná v území o mocnosti sedimentů s výškou přes 30 m. Objekt by se musel velmi komplikovaně zakládat.

Kromě výstavby hlavní hráze poldru napříč údolní nivou by bylo nutné bočními hrázemi ochránit některé obce (Stavenice, Třeštinu, osadu Háj s národní kulturní památkou) a železniční koridor Mohelnice - Zábřeh. Výstavbou poldru by došlo ke střetům s inženýrskými sítěmi a dalšími zařízeními a stavbami jiných investorů a správců. Dalším důležitým faktorem je CHKO Litovelské Pomoraví, v jehož okrajové části je situována hlavní hráz, zasahující 2. - 4. zónu CHKO. Hráz se rovněž nachází v prostoru evropsky významné lokality a ptačí oblasti *Litovelské Pomoraví*, v CHOPAVu *Kvartér řeky Moravy*, zasahuje maloplošné zvláště chráněné území – přírodní rezervaci *Moravičanské jezero a skladebné prvky ÚSES* lokálního, regionálního i nadregionálního významu.

##### 5. Třebůvka km 0,000 – km 45,472, studie odtokových poměrů, 06/2003

Účelem studie bylo provedení výpočtu průběhu hladin N-letých průtoků, stanovení rozsahu záplavového území a návrh možností na zlepšení odtokových poměrů a protipovodňové ochrany v povodí Třebůvky.

Břehová kapacita řeky je negativně ovlivněna nekapacitními objekty na toku a proto je třeba řešit ochranu zástavby prioritně zvýšením retenční schopnosti povodí a údolní nivy Třebůvky a jejich přítoků, a to jak technickými, tak revitalizačními opatřeními. Zvýšení retence je potřebné i pro snížení kulminace povodní v obcích pod soutokem s Moravou.

V minulosti byl v povodí Třebůvky, a zejména na přítoku Jevíčce, vybudován závlahový systém, který odlehčoval vodu z koryta do rozsáhlých inundací. Bylo by vhodné provést jeho revitalizaci, včetně změny hospodaření na přilehlých pozemcích ve prospěch původních luk a lesů. Ve 20. století došlo zvláště v povodí Jevíčky k jejich přeměně na ornou půdu a k systematické regulaci toků, což vedlo k rychlému odvádění vody z krajiny. Revitalizací povodí by došlo k významnému snížení kulminace povodňové vlny na toku Třebůvky a následně i na Moravě.

Ve studii byly posuzovány 3 lokality možných suchých nádrží. **Poldr Boršov** (retenční objem 0,98 mil.  $\text{m}^3$ ) se nachází nad nádrží Moravská Třebová. Poldr transformuje stoletou povodeň na cca  $Q_{25}$ -letou v profilu pod VD Mor. Třebová a cca  $Q_{50}$ -letou pod Jevíčkou. Poldr by tak představoval významný příspěvek k ochraně Moravské Třebové a dalších obcí na toku Třebůvky.

Lokalita dalšího možného **poldru Vranová Lhota** se nachází nad stejnojmennou obcí a jeho zátopa sahá k obci Hraničky a Pěčíkov. Zátopou by byly dotčeny převážně zemědělské pozemky, Hraničky by musely být chráněny boční hrází. Přestože retenční objem nádrže je značný (4,7 mil.  $\text{m}^3$ ), při modelových simulacích povodní není jeho přínos tak významný. Je to z důvodu, že už samotné území zátopy (ploché a poměrně široké říční nivy) má vysokou retenční kapacitu a při povodních je celé zaplavováno rozlivy o poměrně vysoké hloubce vody.

Další zvažovaný **poldr Jeřmaň** (nejedná se o lokalitu posuzovanou touto studií) se nachází nad obcí Kozov se zátopou až pod Vranovou Lhotu, jejíž spodní část by musela být chráněna boční hrází. Realizace by si vyžádala nákladnou přeložku údolní silnice a demolici Balatkovy mlýna. Celkové investiční náklady by byly značné. Z hlediska charakteru toku a údolní nivy lze Třebůvku zde

považovat za relativně přirozenou, s hodnotným vegetačním doprovodem a minimálním antropogenním ovlivněním. Tok a jeho niva jsou zde dobře fungujícím, přírodě blízkým ekosystémem. Realizací hráze by bylo dotčeno poměrně cenné území z hlediska přírodních hodnot a krajinných prvků. Vzhledem k vysokým investičním nákladům, relativně malému retenčnímu objemu (cca 1 mil. m<sup>3</sup>) a pravděpodobně značnému zásahu do nivních ekosystémů Třebůvky, se její realizace poldru jako nereálná.

Celkový transformační účinek poldrů Vranová Lhota a Jeřmaň není v případě povodně 1997 výrazný, nicméně při posouzení celého povodí Moravy nad Litovlí se účinek poldrů na Třebůvce společně s poldry na Moravské Sázavě, Desné, Mertě, Branné, Krupé a Moravě projevuje příznivě.

Studie doporučuje revitalizaci povodí, změnu využití pozemků údolní nivy převodem části orné půdy na lesy a louky a obnovu závlahové soustavy. Z grafu porovnání průběhu povodní po provedení revitalizace a po výstavbě poldrů vyplývá, že největší transformační efekt se dosáhne revitalizací povodí – s významným snížením kulminace povodňové vlny nad soutokem s Moravou.

Z poldrů je vhodné dále pokračovat zejména v přípravě lokality Boršov, neboť jeho účinek se příznivě projeví v úseku Moravské Třebové a dalších obcí po toku. Kombinované technicko-revitalizační opatření by se projevilo snížením kulminace v profilu nad Moravičanami při povodni velikosti 07/1997 ze 104 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> na 88 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.

#### **6. Třebůvka, Moravičany – hrázování, DSP, 07/2009**

Účelem akce je ochrana intravilánu obcí Moravičany, Doubravice a Loštice před povodňovými průtoky na dolním toku Třebůvky a soutoku s Moravou. Opatření jsou koncipována jako kombinace souborů protipovodňových opatření umožňujících neškodné rozliti velkých vod v nezastavěných oblastech a převedení neškodného průtoku vody v intravilánu obcí. Jedná se o ochranné hráze kolem Moravičan, rozdělovací a omezovací objekty na Třebůvce, terénní úpravy u Doubravic, rekonstrukce jezu v Lošticích a rozšíření koryta Třebůvky od jezu směrem k Moravičanům. Hráze jsou navrženy na Q<sub>100</sub> + 0,50 m převýšení.

Rozšíření příčného profilu toku v Lošticích bude provedeno vytvořením širokého složeného profilu s kynetou navrženou na korytotvorný průtok. V prostoru širokého řečiště bude provedena revitalizace toku a výsadba měkkého luhu. Bude vytvořen iniciální stav meandrující kynety Třebůvky.

Základem PPO Moravičan je vybudování ochranných hrází jižně od obce a vybudování funkčních objektů, které zamezí vtoku povodňových průtoků do ohrázaného prostoru obce. Vysoké průtoky budou převáděny obtokem kolem obce a rovněž inundačním územím mezi Moravičanami a Doubravicemi směrem k soutoku s Moravou.

Dokumentace řeší zabezpečení protipovodňové ochrany obcí a zlepšení odtokových poměrů v území. Ochrana je řešena na stávající průtokové poměry řek Třebůvky a Moravy. Při návrhu není uvažováno s výhledovými lokalitami suchých nádrží Jeřmaň a Mohelnice.

#### **7. Malá Haná, studie odtokových poměrů, 11/2008**

Účelem studie bylo zhodnotit stávající odtokové poměry v území a vybrat ze tří variant optimální technické řešení, které by umožnilo zpomalit odtok vody a tím i snížilo hodnoty kulminačních průtoků a současně by zachovávalo citlivý přístup k ochraně životního prostředí.

Hodnocené území Třebůvky nad Vranovou Lhotou a především celé povodí přítoku Jevíčky je v neutěšeném stavu. Jedná se o území intenzivně zemědělsky využívané se systematickou regulací toků. Původní luční pozemky byly často velkoplošně přeměněny na ornou půdu. Jevíčka je dnes prakticky umělým tokem s přeloženým korytem opevněným dlažbou, s břehy přímočaře zkanalizovanými, většinou bez vegetačního doprovodu. Rovněž většina přítoků byla zkanalizována, popř. i zatrubněna. Provedené regulace vedou k příliš rychlému odvádění vody z krajiny.

V území byl dříve vybudován důmyslný závlahový systém s gravitačním nátokem vody do melioračních kanálů (a s určitým potenciálem zadržetí vody v území), který je však v současnosti zdevastován.

Předmětem hodnocení odtokových poměrů bylo hodnocení kapacity toku, přiměřenosti míry povodňové ochrany, posouzení způsobu odvedení vody z inundačního území, možnosti změny v režimu zaplavování a prověření možnosti využití liniových staveb pro potřeby retence vody.

Všechny stávající rozlivy budou ponechány beze změny a protipovodňová ochrana bude omezena na

lokální opatření po obvodu obcí. Ke snížení kulminací a zpomalení odtoku z území byly posouzeny tři varianty řešení: 1) *Obnova původního závlahového systému*, 2) *Odstranění hrází podél toku*, 3) *Využití vzdouvacích objektů na silničních tělesech*.

Studie posoudila varianty využití údolní nivy Třebůvky a Jevíčky a navrhuje řešení odtokových poměrů a protipovodňové ochrany. Z posuzovaných variant se jeví jako optimální varianta 3, ve které se navrhuje rekonstrukce a obnova vzdouvacích zařízení jak na mostech, kde byla tato zařízení v minulosti instalována (pro účely závlahového systému), tak i na dalších mostních objektech, kde tato zařízení dosud nebyla. Výhodou tohoto řešení je minimalizace zásahů do hrázových systémů a soustředění se především na vzdouvací objekty a úseky silničních těles v jejich bezprostřední blízkosti. Ve studii není uvažováno s výhledovou lokalitou SN Jeřmaň.

#### **8. Morava – revitalizace odstavených ramen M166 a M167 (Troubelka), DUR, 10/2009**

Projekt řeší revitalizaci odstavených říčních ramen Moravy v ř. km 271,5 – 272,8 a jejich opětovné napojení na řeku. Účelem je obnovení přirozených říčních procesů a úprava odtokových poměrů, včetně kladného vlivu na povodňové stavy a období sucha.

Oblast je tvořena širokou říční nivou mezi obcí Doubravice a železniční tratí s velmi mírným podélným sklonem údolnice. Řeka zde v minulosti vytvářela plně vyvinuté meandrování. V první pol. 20. stol. zde byla provedena rozsáhlá regulace, tok byl zcela nově trasován, napřímen a zkrácen z cca 2400 na 920 m.

Trasa koryta bude rozvolněna do stran a prodloužena její délka. Dojde ke snížení sklonu dna a zpomalení odtoku vody z území. Hlavní průtok bude sváděn do revitalizovaných částí ramen zaslepovacími objekty. Odstavené části koryta budou sloužit jako odlehčovací průlehy s tůňemi a výskytem lužních a mokřadních rostlin.

Opatření bude mít vliv na zpomalení odtoku vody z území při nízkých průtocích. Při vyšších povodňových stavech bude vliv úprav na retardaci povodňové vlny minimální.

#### **9. Morava, Litovel – protipovodňová opatření, DUR, 09/2008**

Litovel patří mezi nejhroženější sídla v povodí Moravy, kdy je v okrajových částech zaplavována již při nízkých N-letých průtocích. Zástavba Litovle situovaná téměř v celé šířce rovinatého údolí je ohrožována velkými vodami z četných ramen a přítoků Moravy o nedostatečné kapacitě. Hlavní průtočné profily nelze již z důvodu přilehlé zástavby více rozšiřovat a rovněž zvyšování břehů a hrází je problematické s ohledem na mostní objekty s nízkými mostovkami.

Koncepce PPO předpokládá, že do hodnoty průtoku  $Q_{20} = 336 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  budou říční vody převáděny pročištěným a ohrázaným korytem Moravy (cca  $Q = 200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) a Malé vody ( $Q = 130 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), případně i dalšími rameny cca  $5 \text{ až } 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  dle možností a aktuální situace. Průtoky nad hodnotou  $Q_{20}$  se pak budou odlehčovat přes zvýšený terén a upravené hráze na Moravě a Zámecké Moravě do levobřežní inundace a dále do severního obtoku směrem k obci Červenka.

S ohledem na kapacitu jednotlivých ramen Moravy bude nátok vod do koryt v Litovli regulován omezovacími, hradíciemi a rozdělovacími objekty, které budou umístěny na trase západní ochranné hráze nad Litovlí. Tato hráz bude přepažovat prakticky celou údolní nivou nad městem a vzdouvat inundované vody. Snahou bude převést korytem Moravy co nejvíce vody, především při průtocích nižších jak  $Q_{20}$ , aby vlastní koryto bylo co nejvíce využíváno a odlehčování vod do severního obtoku nastalo co nejpозději.

Při povodňových průtocích už pod  $Q_2$  protéká část odlehčených vod z neohrázaného koryta Moravy nad Litovlí přes lužní lesy. Při extrémních povodních protéká pravobřežním inundačním územím větší část průtoků, než vlastním korytem Moravy. Z důvodů potřeby vzdouvání inundovaných vod v pravobřežním území pro převádění části vod do koryta Moravy a následně do severního obtoku bude nutno vybudovat vyšší ochrannou západní hráz a současně s Litovlí ochránit i další obce za pravobřežní hrází Moravy - Vísku a Nasobůrky. Při návrhovém průtoku  $Q_{100} = 479 \text{ m}^3/\text{s}$  se navrhuje bezpečnostní převýšení korun ochranných hrází a zdí 0,3 až 0,8 m – s největším převýšením u západní hráze.

Realizace opatření je rozdělena na 2 etapy, přičemž až II. etapa zajistí komplexní ochranu Litovle na průtok  $Q_{100}$ . Součástí opatření je i ochrana proti zpětnému vzduťí na vodotečích ze spodní strany inundačního území pomocí stavidlových objektů, které při extrémních povodních zabrání zpětnému nátoku do zastavěného území.



Ochrana Litovle je navrhována na stávající průtokové poměry bez zohlednění případného vlivu hájených lokalit Jeřmaň či Mohelnice. Vzduť a akumulace inundovaných vod nad městem (nad západní hrází) bude mít kladný vliv i na transformaci povodňových vln a snížení kulminačních průtoků v této lokalitě i níže po toku.

#### **10. Litovelské Pomoraví – studie odtokových poměrů, 11/2008**

Účelem studie je posouzení současného stavu protipovodňové ochrany, provedení optimalizace hrázového systému a opětovné zapojení chráněné části nivy a tím docílení přirozené transformace povodňové vlny a časového posunu její kulminace. Hlavním cílem řešení je řízené a bezpečné rozdělování povodňových průtoků do stávajícího inundačního území mezi dnešními hrázemi a nově rozšířených inundací za nimi. Vysoké hráze většinou sledují hranici lužního lesa a nechrání pouze zástavbu, ale i zemědělsky obdělávanou půdu, která má ochranu až na  $Q_{50}$ . Přilehlé obce jsou sice dostatečně ochráněny, ale koncentrace vody do zúženého prostoru způsobuje zhoršení situace níže po toku.

Hlavní úprava odtokových poměrů tedy představuje využití stávajících hrází pro převádění nízkých a středních povodňových průtoků v ohrázaném profilu mezi Moravou a odsazenými pravostrannými hrázemi toku Malé Vody a řízené odlehčování vyšších povodňových průtoků na upravených hrázových přelivech (např. na pravém břehu nad jezem Šargoun) do vnější záplavové zóny za ochranné hráze. Předpokládá se dobudování nových hrází k lokální ochraně dotčených obcí.

Navrhuje se takové převádění průtoků, aby se dosáhlo co nejvyššího protipovodňového efektu při ochraně zástavby Olomouce a navazujících obcí, jejichž ochrana se buduje na vysoký návrhový stupeň  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}$ . Při návrhu řízených rozlivů není proto účelem vyčerpat kapacitu inundačního území nepřiměřeně brzkým zaplavením povodňovými vlnami s kulminacemi s nižší dobou opakování (např.  $Q_{20}$  nebo  $Q_{50}$ ), ale je účelné rezervovat retenční objemy pro povodně větší extremity. Předpokládá se odlehčování až vysokých průtoků na úrovni  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$  nebo vyšších, aby došlo k co nejúčinnějšímu využití inundačních území a bylo dosaženo co nejefektivnější transformace povodňových vln a kulminačních průtoků s pozitivním dopadem na území níže po toku.

Navrhuje se rozšíření průtočného profilu o území za hrázemi Malé Vody v trase mezi Litovlí a obcí Skrbeň. Pro ochranu obcí v oblasti pravobřežní inundace (Víska, Rozvadovice, Unčovice, Březové, Mezice, Náκλο, Lhota nad Moravou, Příkazy, Skrbeň a Hynkov) byla navržena koncepce lokální ochrany pomocí relativně nízkých hrází včetně souvisejících objektů a zařízení (hrázové uzávěry a propusti, čerpací stanice, apod.).

Změna obhospodařování ve vnější zóně se vzhledem k odlehčování až vysokých průtoků nepředpokládá. Naopak změna využití pozemků se navrhuje v některých přilehlých úsecích řeky Moravy, kde dochází k rozlivům při  $Q > Q_2$  a dále ve vytipovaných místech vnitřní záplavové zóny.

Přestože na základě předběžných výpočtů nebude protipovodňový efekt tak výrazný (s ohledem na disponibilní retenční objemy v nové inundaci), v součinnosti se všemi dalšími opatřeními v horních oblastech povodí se jedná o další příspěvek ke zlepšení odtokových poměrů a zvýšení stupně protipovodňové ochrany obcí níže po toku. V dalším stupni dokumentace je třeba provést podrobné vyhodnocení retenčního a transformačního účinku navržených opatření a jejich optimalizaci.

#### **11. Protipovodňová ochrana Olomouce, DUR, DSP**

Po povodni v 07/1997 byl přehodnocen způsob protipovodňové ochrany města. Původní koncepce vycházela z předpokladu transformace větších povodňových průtoků v povodí Moravy nad Olomoucí. Průběh povodně roku 1997 ukázal, že je nutno řešit ochranu města na vyšší průtoky.

V projektu [6] je hodnoceno 13 scénářů protipovodňové ochrany v rámci celého povodí Moravy. Závěrem hodnocení je, že žádné scénáře nezaručují úplnou ochranu Olomouce bez dalších zásahů na území města. K zajištění ochrany Olomouce před následky velkých povodní je třeba provést lokální opatření ve městě a nespolehat se pouze na opatření, která jsou navrhována nad Olomoucí. Z výsledků navazujících studií a analýz vyplývá, že investice je rentabilní pro stupeň ochrany  $Q = 650 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ , což odpovídá cca 380-leté vodě. Nižší stupeň ochrany vychází nerentabilní.

Celková délka Moravy na území Olomouce je zhruba 14 km. Ochrana je uplatňována pouze v nejnútnejší míře u zástavby ve střední části. V horní a dolní části jsou ponechány rozsáhlé inundace, aby se minimalizoval dopad vyloučení inundace na území pod Olomoucí. Je to důležité nejen z hlediska velikosti vylučovaných objemů inundací, ale také rychlosti postupu povodňové vlny.

Urychlení postupu vlny na Moravě by mělo katastrofální dopad na oblast pod soutokem s Bečvou, která při povodních předbíhá Moravu, a pokud by se urychlením Moravy kulminace na soutoku s Bečvou střetly, byl by pod soutokem průtok v Moravě víc než dvojnásobný.

Inundační území na jihu je vymezeno železniční tratí Olomouc – Přerov, přičemž z rozlivu byly vyloučeny zastavěné plochy. Inundační území na severu města je ukončeno koncentrační hrází. Městská část Chomoutov, která se nachází v této inundaci je ohrázována.

Realizací navržených opatření se tak nezvýší kulminace povodňových průtoků. U stoleté povodně dojde k pouze nepatrnému urychlení postupu povodňové vlny na řece Moravě. Protipovodňová opatření Olomouce jsou rozdělena na tři etapy. Mimo tyto etapy zůstává Chomoutov a jižní část Nových Sadů.

### **12. Morávka km 0,000 – 17,500, studie, 07/2007**

Ve studii byla řešena úprava toku a nivy Morávky, protipovodňová ochrana přilehlých obcí a návrh dvou retenčních nádrží pro zvýšení retence území a zlepšení odtokových poměrů.

Do většího retenčního prostoru situovaného nad řekou Olešnice v lese Království budou usměrněny povodňové průtoky Loučky, Moravy a dalších toků. Účelem retenční nádrže je protipovodňová ochrana obce Citov, transformace povodňových vln drobných toků, části povodňové vlny z Moravy, navýšení vodní bilance území a obnova lužního lesa Království. **Retenční nádrž les Království - ústí Olešnice** je navržena ve dvou variantách s retenčním objemem cca 3,35 resp. 8,62 mil. m<sup>3</sup>.

Menší **retenční nádrž nad Citovem** o objemu 353 tis. m<sup>3</sup> bude sloužit k transformaci průtoků přítékajících z nádrže les Království, k protipovodňové ochraně obce Citov a usměrnění povodňových průtoků Loučky a Olešnice do Morávky a následně do Moravy.