

Akce:

**Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece
Odře v úseku Bohumín – Polanka**

Termín dokončení:

31. 3. 2010

Zadavatel:

Povodí Odry, s.p.

Varenská 49
701 26 Ostrava 1

Zhotovitel:

Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. - REVITAL

Suchý vršek 13
158 00 Praha 5

Hlavní řešitel:

Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. - REVITAL

Suchý vršek 13
158 00 Praha 5

Spoluřešitelé:

Bc. Petr Novák

Bc. Tereza Ondoková

Spolupracovníci:

Bc. Mirka Stejskalová

Zuzana Havlíková

Barbora Havlíková

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. PODKLADY	5
2.1 Geodetické podklady	5
2.2 Hydrologická data	5
2.3 Mapové podklady	6
2.4 Územní plány	6
3. METODIKA ŘEŠENÍ	7
4. POPIS ŘEŠENÉHO ÚSEKU	11
5. PŘÍPRAVA 2D MODELŮ	13
5.1 Sestavené modely	13
5.2 Okrajové podmínky	15
6. VERIFIKACE HYDRAULICKÝCH VÝPOČTŮ 2D MODELU	17
6.1 Porovnání výstupů s historickými povodněmi	17
7. PLÁNY PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK	18
7.1 Posouzení současného stupně protipovodňové ochrany	18
7.2 Vymezení úseků a lokalit s velkými rychlostmi proudění	20
7.3 Posouzení funkce mostních objektů za povodňových průtoků	21
7.4 Návrh řešení protipovodňové ochrany	22
7.5 Porovnání přínosů a nákladů	26
7.6 Potenciálně nebezpečné průmyslové podniky	28
7.7 Potenciálně zasažené chráněné oblasti	28
7.8 Ohrožené kulturní dědictví	29
7.9 Oblasti s potenciálem zadržet povodně	29
8. VÝSTUPY STUDIE	30
9. ZÁVĚR	31

1. ÚVOD

Účelem této práce je zpracování studie pro zájmový úsek řeky Odry v prostoru Ostravské aglomerace, jimiž by byly splněny v tomto úseku požadavky na vyhodnocení a zvládání povodňových rizik podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES. Úsek je vymezen od profilu, kde řeka Odra opouští Českou republiku (ř. km -3,930) po silniční most v Polance (ř. km 25.220) nad Ostravou. Řešení musí zahrnovat také tratě nejvýznamnějších přítoků Odry a to:

- řeky Olše od ústí po profil budoucího křížení s dálnicí D47(ř. km 6,2),
- řeky Ostravice od ústí po most B. Němcové (ř. km 1,8)
- řeky Opavy od ústí po jez Třebovice (ř. km 1,410).

Součástí řešení je zpracování:

- **Map povodňového nebezpečí** s uvedením rozsahu povodně, hloubek a rychlosti proudu vody, které byly stanoveny 2D matematickým hydraulickým modelem, podle těchto scénářů:
 - povodně s nízkou pravděpodobností výskytu (Q_{500})
 - povodněmi se středně vysokou pravděpodobností (Q_{100})
 - povodněmi s vysokou pravděpodobností výskytu (Q_{20})
- **Map povodňových rizik** s vyznačením
 - orientačního počtu potenciálně zasažených obyvatel
 - druhu hospodářské činnosti postižené oblasti
 - zařízení uvedených v příloze I směrnice Rady 96/61/ES ze dne 24.září 1996 o integrované prevenci a omezení znečištění, které může v případě zaplavení za povodní způsobit znečištění toků.
 - potencionálně zasažených chráněných oblastí uvedených v příloze IV odst. 1 písm. i) , iii) a v) směrnice 2000/60/ES
 - dalších informací, jako je například určení oblastí, kde může docházet k povodním s vysokým obsahem unášených sedimentů a k povodním unášející různé předměty, a informací o ostatních významných zdrojích nebezpečí
- **Plánů pro zvládání povodňových rizik** zohledňující
 - posouzení současného stupně ochrany okolního území před povodněmi
 - posouzení všech objektů na toku (mosty, lávky, říční, jezové a spádové objekty) z hlediska jejich bezpečnosti k povodňovým průtokům
 - rozsah a průběh povodní

- oblasti s potenciálem zadržet povodně
- environmentální cíle obsažené v článku 4 směrnice 2000/60/ES
- **Vymezení záplavového území pro jeho stanovení dle §66 Zákona o vodách č. 254/2001Sb.**
 - prošetření stanovených záplavových území v rozsahu, způsobem a s náležitostmi, jak vyplývají z Vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. ze dne 24. května 2002 o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území včetně stanovení aktivní zóny záplavového území v celé délce šetřeného úseku toku dle Metodiky stanovení aktivní zóny záplavového území z dubna 2005

2. PODKLADY

2.1 Geodetické podklady

Veškeré geodetické podklady pro vyhotovení studie zpracovala na základě specifikace správce toku podniku Povodí Odry s.p. a zpracovatele této zakázky firma Geodis Brno, spol. s r.o.

Klasické zaměření příčných profilů koryt a objektů

V rámci této oblasti bylo zaměřeno 184 příčných profilů koryt a 105 objektů dle specifikace uvedené v následující tabulce 2.1.

Tab. 2.1 – Specifikace zaměřený příčných profilů a objektů

Vodní tok	Příčné profily	Objekty
Odra	7001 – 7133	8001 - 8083
Olše	201 – 224	301 - 303
Ostravice	401 – 417	501 - 509
Opava	601 – 610	701 - 710

Digitální model terénu

V dosahu předpokládané záplavy průtoků Q_{500} byl na základě leteckého snímkování zpracován digitální model terénu a ortofoto snímky současného stavu území. Součástí zpracování je bodové pole se vzdáleností bodů 10 m a prostorový průběh hran lomů terénu.

Body digitálního modelu terénu byly zpracovány se střední kvadratická výšková chybou **18 cm**.

2.2 Hydrologická data

Zpracování návrhových N-letých průtoků včetně průtoků Q_{500} zajistil u pobočky Českého hydrometeorologického ústavu Ostrava zadavatel zakázky. Hodnoty jsou uvedeny v další tabulce 2.2

Pro uváděné profily od ústí Opavy dále ve směru toku se jedná o průtoky ovlivněné účinkem nádrží v povodí s výjimkou průtoků Q_{500} . V tomto případě se jednalo vždy o průtoky neovlivněné.

Tab. 2.2 – N-leté průtoky Odry a na významných přítocích v řešeném úseku

Tok	Profil	Q₅	Q₂₀	Q₁₀₀	Q₅₀₀
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Odra	nad Porubkou	254	385	562	765
Odra	Svinov	258	392	571	778
Opava	ústí	200	315	470	841
Odra	nad Ostravicí	340	525	845	1310
Ostravice	Ostrava	375	570	840	1630
Odra	nad Stružkou	685	1040	1540	2530
Odra	Bohumín	690	1050	1555	2560
Olše	Věřňovice	395	620	935	1370
Odra	pod Olší	835	1330	1985	3550

2.3 Mapové podklady

Z mapových podkladů byly kromě uvedených ortofotosnímků k dispozici rovněž rastrové digitální mapy ZABAGED, které byly použity v souladu s metodikou pro sestavení výstupních mapových listů.

2.4 Územní plány

Za účelem zpracování map rizik získali řešitelé územní plány měst Ostrava a Bohumín, jejichž katastrálními územími řeka Odra včetně významných přítoků protéká.

3. METODIKA ŘEŠENÍ

Metodický přístup řešení studie vycházel z metodiky *Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik*, kterou v průběhu roku 2009 zpracovával Výzkumný ústav vodohospodářský pod vedením Ing. Karla Drbala, CSc. Metodika byla v závěru roku dokončena.

Vzhledem ke složitosti území byl vybrán komplikovanější a náročnější přístup vycházející z 2D modelování ustáleného proudění v záplavovém území, a to pro průtoky Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . K matematickému modelování byl použit programový prostředek SMS (Surface-Water modeling system), pro vlastní výpočty potom matematický model **FESWMS** založený na metodě konečných prvků. Princip modelu spočívá v numerickém řešení tak zvaných řídících rovnic:

Rovnice momentové

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \cdot \frac{q_x^2}{h} + \frac{1}{2} \cdot g \cdot h^2 \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \cdot \frac{q_x \cdot q_y}{h} \right) + g \cdot h \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \cdot \frac{\partial p_a}{\partial x} - \alpha \cdot q_y + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{0x} - \tau_{px} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0 \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \cdot \frac{q_y^2}{h} + \frac{1}{2} \cdot g \cdot h^2 \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \cdot \frac{q_x \cdot q_y}{h} \right) + g \cdot h \cdot \frac{\partial z}{\partial y} + \frac{h}{\rho} \cdot \frac{\partial p_a}{\partial y} - \alpha \cdot q_x + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{0y} - \tau_{py} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{yx})}{\partial x} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{yy})}{\partial y} \right] = 0 \quad (3.2)$$

Rovnice spojitosti

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (3.3)$$

kde q_x, q_y – jsou měrné průtoky ve směru os x, y [$m^2 \cdot s^{-1}$]

t – čas [s]

h – hloubka proudění [m]

z – úroveň dna [m]

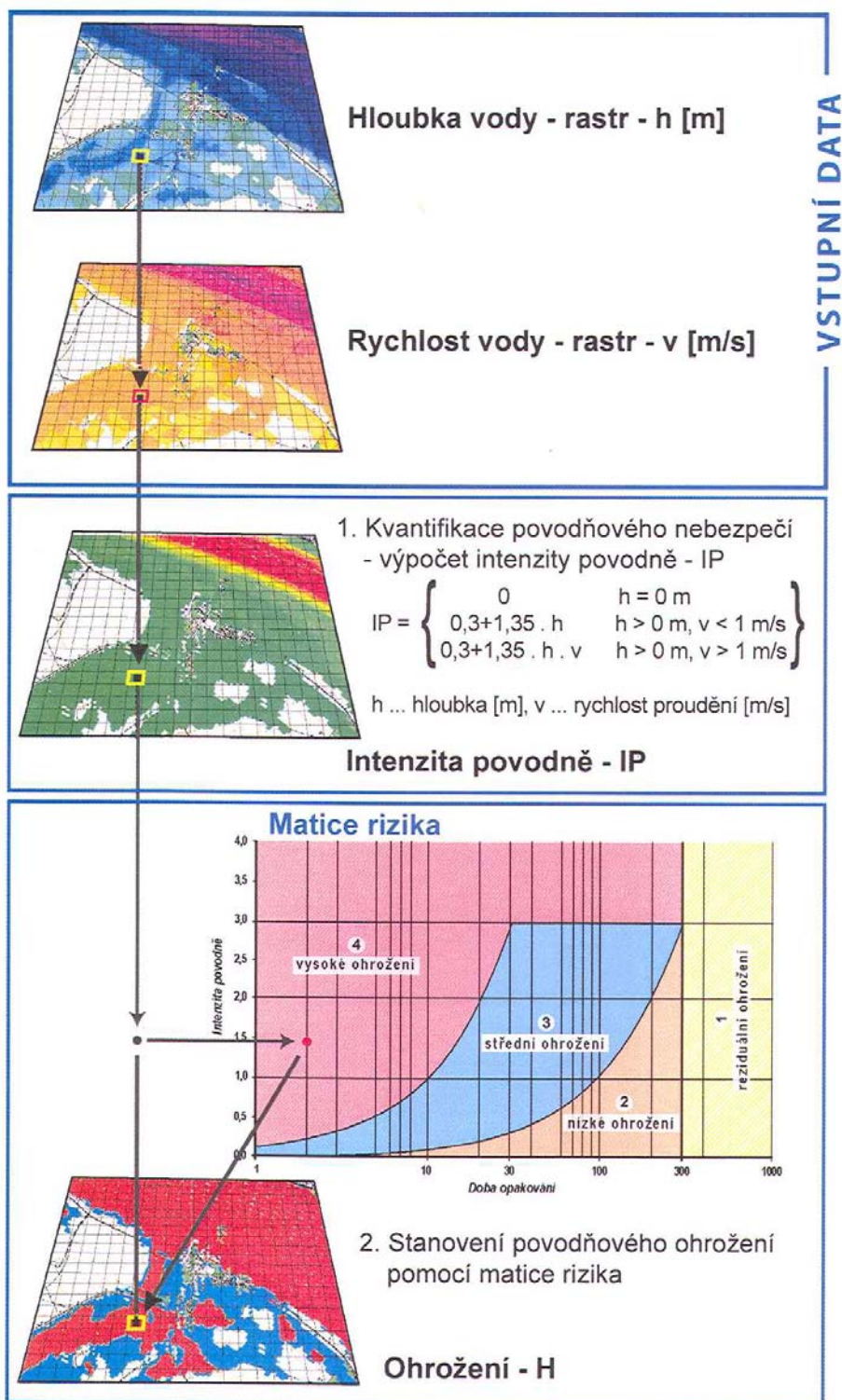
τ_{0x}, τ_{0y} – tečná napětí na dně ve směru x, y [Pa]

τ_{px}, τ_{py} – tečná napětí na povrchu hladiny ve směru x, y [Pa]

$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yx}, \tau_{yy}$ – tečná napětí vlivem turbulence [Pa]

α, β - Coriolosovo a Boussinesqovo číslo [-]

Povodňové ohrožení bylo vyčísleno na základě postupu uvedeného v použité metodice, kopie obrázku, který popisuje názorně postup zpracování je uveden na obrázku 3.1



Obr. 3.1 – Stanovení míry povodňového ohrožení pomocí matice rizika dle metodiky
Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik

Prvním krokem bylo vyčíslení intenzity povodně **IP** pro každý bod šetřeného území dle rovnice

$$\begin{aligned} \mathbf{IP} &= \mathbf{0} \quad \text{pro} \quad \mathbf{h} = \mathbf{0m} \\ \mathbf{IP} &= \mathbf{0.3 + 1.35 \cdot h} \quad \text{pro} \quad \mathbf{h > 0m} \quad \text{a} \quad \mathbf{v < 1m/s} \\ \mathbf{IP} &= \mathbf{0.3 + 1.35 \cdot h \cdot v} \quad \text{pro} \quad \mathbf{h > 0m} \quad \text{a} \quad \mathbf{v > 1m/s} \end{aligned} \quad (3.4)$$

kde **h** – hloubka voda [m]

v – rychlost vody v daném bodě terénu [m·s⁻¹]

Dle grafu bylo následně vyčísleno povodňové nebezpečí pomocí matice rizika. V případě řešeného průtoku **Q₅₀₀** bylo všem bodům nezávisle na velikosti **IP** přisouzeno reziduální ohrožení. V dosahu záplavy průtoku **Q₁₀₀** bylo stanoveno nízké ohrožení pro **IP < 1**, střední pro **IP** v intervalu **1 ≤ IP < 3** a vysoké pro **IP ≥ 3** a obdobně pro průtok **Q₂₀** nízké ohrožení pro **IP < 0.2**, střední pro **0.2 ≤ IP < 2** a vysoké pro **IP ≥ 2**. Jako výsledná hodnota byla pro každý posuzovaný bod záplavového území použita maximální hodnota ze 3 řešených průtoků. Vykreslením ploch s maximálními hodnotami ohrožení vznikly mapy ohrožení.

Na základě průniku mapy ohrožení s územním plánem byly vymezeny plochy, kde v závislosti na charakteru využití území došlo k překročení přijatelného rizika, jak ho definuje výše citovaná metodika (dle obrázku 3.2). Tímto postupem vznikly mapy rizika.

Kategorie zranitelnosti území	Označení	Přijatelné riziko
Bydlení	BY	Nízké
Občanská vybavenost	OV ¹⁾	Nízké
Technická infrastruktura	TV ²⁾	Nízké
Dopravní infrastruktura	DO ³⁾	Nízké
Výrobní plochy a sklady	VY ZV	Nízké Nízké
Sport a hromadná rekreace	RS	Střední
Lesy, zeleň	Zel	Vysoké

Obr. 3.2 – Přijatelná míra rizika pro jednotlivé kategorie dle metodiky *Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik*

Pro vyčíslení odhadu rizika na základě potenciálních povodňových škod byl rovněž použit postup dle citované metodiky. Po vyčíslení škod pro jednotlivé posuzované kategorie objektů a průtoky byla průměrná roční škoda stanovena pomocí rovnice

$$\mathbf{R} = \int_{\mathbf{Q_n}}^{\mathbf{Q_{ext}}} \mathbf{D(Q)} \cdot \mathbf{f(Q)} \cdot \mathbf{dQ} \quad (3.5)$$

kde R – průměrné roční ekonomické povodňové riziko $[Kč \cdot rok^{-1}]$
 $D(Q)$ – škoda při průtoku Q $[Kč]$
 $f(Q)$ – hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků $[-]$
 Q_n – průtok od kterého začíná docházet ke škodám $[m^3 \cdot s^{-1}]$
 Q_{ext} – extrémní průtok při kterém je výše škod vzhledem k malé
pravděpodobnosti výskytu již zanedbatelná $[m^3 \cdot s^{-1}]$

Výpočet průměrné roční ekonomické škody byl zpracován numerickou integrací pomocí lichoběžníkového pravidla.

4. POPIS ŘEŠENÉHO ÚSEKU

Studie se zabývá řešením úseku od silničního mostu v Polance až k profilu, kde řeka Odra opouští Českou republiku.

V úseku odshora od silničního mostu v Polance (km 29.252, dle Technicko provozní evidence správce toku - TPE km 25.220) až k železničnímu mostu tzv. Poslanecké spojky na trati ČD Český Těšín – Ostrava Svinovy (km 25.998, dle TPE 21.955) protéká Odra širokou inundací, ve které se nachází řada drobných meandrujících vodotečí a kanálů. Jedná se o úsek bez ochranných hrází. Od profilu železničního mostu směrem po vodě začíná pravobřežní ochranná hráz (Zábřeh 1), která je zavázána do tělesa náspu trati. Pod níže ležícím silničním mostem na ulici Rudné (km 25.312, dle TPE 21.272) začíná levobřežní hráz (Dubí 1). V ohrázaném úseku se nachází pevný jez (km 24.436, dle TPE 20.400). Z důvodu zaústění přítoku Zábřežky (km 24. 297) je pravostranná hráz zavázána do zvýšené terénu v inundaci, za přítokem pokračuje další hráz (Zábřeh 2). Obdobný stav se vyskytuje na opačném břehu, kde je do Odry zaústěn přítok Porubka (km 23.570, dle TPE km 19.505), pod tímto místem pokračuje hráz (Dubí 2). Trasu koryta níže křížuje železniční most dnes již nefunkční vlečky do Vítkovických železáren (km 23.029, dle TPE km 18.992). Z hlediska odtokových poměrů na Odře je v tomto místě mimořádně důležitý níže situovaný silniční most hlavního spoje mezi Ostravou a Porubou, most tř. 28. října ve Svinově (km 22.740, dle TPE km 18.715). Z hlediska odtokových poměrů je důležitý zejména pokud jde o jeho vysoký násep Návrhový průtok pro uvedené úseky hrází je Q_{100} .

Pod svinovským mostem pokračuje odsazená pravobřežní hráz, která je až k dalšímu drážnímu mostu (km 23.029, dle TPE km 18.992) na železničním koridoru trati Přerov – Bohumín (mezi nádražím Ostrava Svinov a Ostrava hlavní nádraží) odsazena od Břehu Odry o 150 m. Pod železničním mostem vede pravobřežní hráz s bermou (Přívaz 3) již bezprostředně podél koryta. Pod mostem se do Odry vlévá významný levostranný přítok, řeka Opava (km 21.533, dle TPE km 17.424) 100 m po proudu níže pak křížuje tok silniční most přivaděče mezi dálnicí D47 a městským okruhem (most připravovaného napojení na tzv. „severního spoje“). Oba břehy spojuje níže také Hošťálkovská lávka pro pěší (km 20.766, dle TPE km 16.755). Přibližně 2150 m pod mostem dálniční přípojky přechází Odru i samotná dálnice D47 (km cca 19.250). Průběh hladiny ovlivňuje významně jez Lhotka (km 18.964, dle TPE km 14.945), pod nímž pokračuje podél Odry pravobřežní ochranná hráz (Přívaz 4). Ochranu levobřežních pozemků pod jezem zajišťují levobřežní hráze (Lhotka a Petřkovice 1). Dalším významným objektem na toku je silniční most Přívaz – Petřkovice (km 16.818, dle TPE km 12.793). Ochrana pravobřežního území je zde zabezpečena krátkou hrází Přívaz 1 a především hrází Přívaz 2, která končí až pod níže situovaným přívozním jezem (km 15.854, dle TPE km 11.824). Na jeho úrovni vede podél toku levobřežní hráz Petřkovice 2. Pod jezem se k Odře připojuje pravobřežní přítok Černý příkop. Ten je proti účinkům zpětného vzduť ochráněn levobřežní ochrannou hrází. Významný pravobřežní přítok, řeka Ostravice (km 14.899, dle TPE km 10.850) doprovází pravobřežní ochranná hráz Hrušov 1, která je pod soutokem s Odrou zavázána do náspu komunikace silničního mostu v Koblově. Návrhový průtok pro hráze v tomto úseku Odry je Q_{100} .

Pod silničním mostem v Koblově pokračuje pravobřežní hráz Hrušov, levobřežní území však před účinky povodní zabezpečeno není. V území po obou stranách toku se setkáme se zaplavenými prostory po těžbě štěrkopísku (Vrbické a Antošovické jezero). Dálnice přechází mezi nimi na druhý, levý břeh řeky novým horním dálničním mostem situovaným přibližně 2500 m pod mostem v Koblově. V délce několika stovek metrů zde doprovází levý břeh vyvýšený val, vzniklý z dřívějších skrývek zeminy při otevírání štěrkopískových ložisek. Podél zástavby obce Antošovice byla v průběhu zpracování této studie vybudována nová levostranná ochranná hráz. Pravostranná hráz pod horním mostem pokračuje dále až k zaústění Vrbické Stružky (km 10.345, dle TPE km 6.390), kde končí a není zavázána podél Stružky směrem proti proudu. O pár set metrů níže spojuje oba břehy Antošovická lávka (km 9.624, dle TPE km 11.824), a dále dálnice naposledy křížuje Odru dolním dálničním mostem v Bohumíně (km 8.682). Návrhový průtok pro hráze v tomto úseku Odry je Q_{100}

Pod dolním dálničním mostem následují těsně za sebou železniční most (km 7.926, dle TPE km 3.987) trati Bohumín – Chalupki (PR) a nový silniční most bývalého hraničního přechodu mezi ČR a PR (km 7.873, dle TPE km 7.940). U něj začínají pravobřežní i levobřežní ochranné hráze podél Odry, kde řeka tvoří státní hranici. Následuje starý silniční most býv. hraničního přechodu (TPE km 3.473) a níže pod ním, pod profilem km 7.0 se obě hráze od koryta odklání a po několika stovkách metrů postupně mizí. Od tohoto místa se zásadně mění charakter Odry, získává plně přirozený charakter a volně meandruje v široké říční nivě. Zde je do ní zprava zaústěno několik přítoků (Bajcůvka a Bohumínka, Stružka), ty jsou v dosahu zástavby Starého Bohumína ochráněny proti účinkům zejména zpětného vzdutí ohrázováním. Návrhový průtok pro všechny hráze je opět Q_{100} . Pravý břeh posledního významného pravostranného přítoku Odry, řeky Olše, je na polském břehu ochráněn pravostrannou hrází, ta pod soutokem pokračuje podél upraveného koryta Odry až k silničnímu mostu ležícím již na území Polska.

5. PŘÍPRAVA 2D MODELŮ

5.1 Sestavené modely

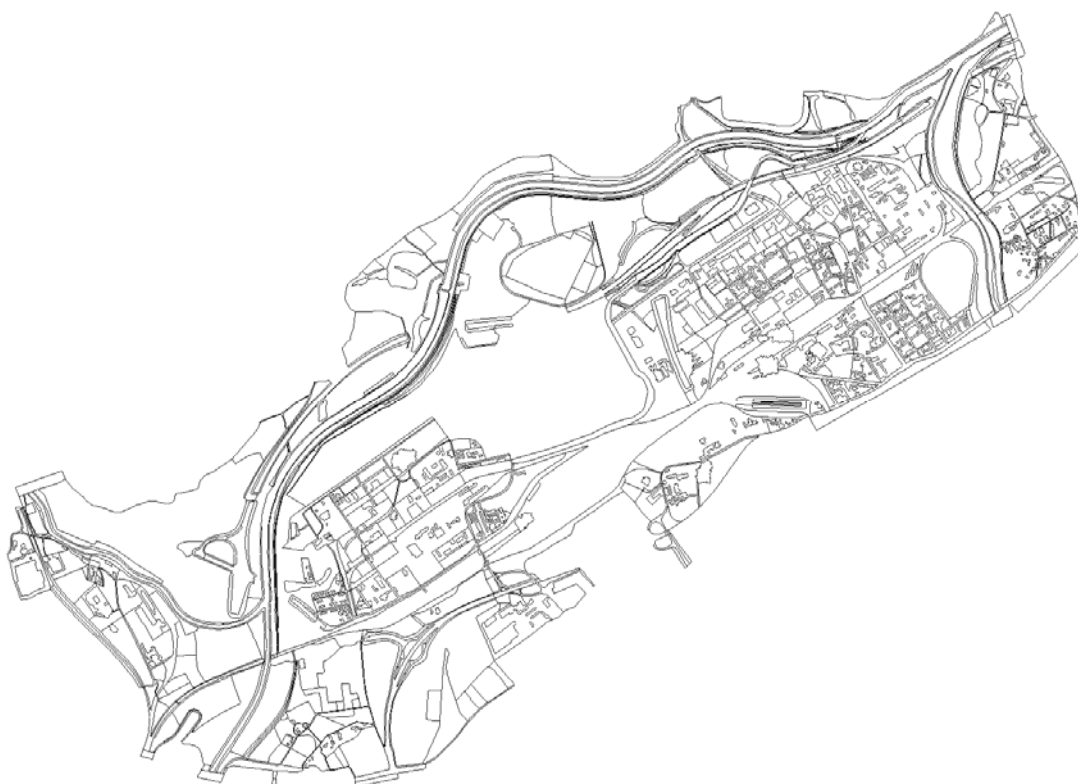
Z důvodu mimořádného rozsahu modelovaného území bylo nutné rozdělit výpočty proudění na 4 samostatné modely. Jejich lokalizace a základní parametry vyplývají z tabulky 5.1, základní schémata modelů je na obrázcích 5:1 až 5.4.

Tab. 5.1 – Základní parametry jednotlivých modelů

Označení modelu	Popis modelovaného úseku	Počet elementů	Počet bodů
Model 4	Silniční most v Polance až silniční most ve Svinově	111 607	384 040
Model 3	Silniční most ve Svinově až silniční most v Koblově	120 638	434 772
Model 2	Silniční most v Koblově až dálniční most v Bohumíně	167 453	614 955
Model 1	Dálniční most v Bohumíně až silniční most pod ústím Olše	191 070	468 972



Obr. 5.1 – Základní schéma sestaveného modelu záplavového území Odry v úseku od silničního mostu v Polance až k silničnímu mostu ve Svinově (Model 4).



Obr. 5.2 – Základní schéma sestaveného modelu záplavového území Odry v úseku od silničního mostu ve Svinově k silničnímu mostu v Koblově (Model 3)



Obr. 5.3 – Základní schéma sestaveného modelu záplavového území Odry v úseku od silničního mostu v Koblově až k dolnímu dálničnímu mostu v Bohumíně (Model 2).



Obr. 5.4 – Základní schéma sestaveného modelu záplavového území Odry v úseku od dolního dálničního mostu v Bohumíně až k silničnímu mostu pod Olší (Model 1).

Odpory povrchu byly popsány pomocí více než 20 materiálových typů. Pro průběh hladiny měla rozhodující význam volba hodnoty součinitele drsnosti pro upravené a neupravené úseky koryta řeky Odry a jejích významných přítoků Opavy, Ostravice a Olše.

Tab. 5.2 – Použité hodnoty součinitele drsnosti n pro koryta hlavních toků

Typ	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
Upravené koryto	0.037	0.037	0.045
Neupravené koryto	0.050	0.050	0.060

5.2 Okrajové podmínky

Okrajové podmínky určují, pro jaký průtok počítáme průběh hladin ustáleného proudění a pro jaké výchozí hladiny na okraji modelu.

Ke stanovení průtoků byla použita tabulka 2.2 obsahující N-leté průtoky. Nárůst průtoků po délce modelu byl do výpočtu zaveden následujícím způsobem. Celkový průtok na vstupním profilu řeky Odry byl převzat z tabulky 2.2, velikost průtoků ve vstupním profilu významných přítoků (Porubka, Opava, Ostravice, Vrbická Stružka a

Olše) byla stanovena z rozdílu N-letých průtoků na Odře nad a pod zaústěním daného přítoku.

Jako výchozí hladina byla použita měrná křivka v profilu soutoku Odry a Olše.

Výpočty jednotlivých modelů spolu vzájemně souvisely. To se týkalo především výpočtů pro průtok Q_{500} , kdy nebyl tento průtok ani v jedné z hraničních linií mezi 4 sestavenými modely koncentrován do mostního otvoru koryta Odry. Na základě průběžného simulování na všech modelech bylo postupně upravováno přerozdělení průtoků na hlavní koryto a vedlejší inundační proudy stejně jako výchozí úrovně hladin.

6. VERIFIKACE HYDRAULICKÝCH VÝPOČTŮ 2D MODELU

6.1 Porovnání výstupů s historickými povodněmi

Řešený úsek řeky Odry i jejích přítoků byl zasažen mimořádně extrémní povodní v roce 1997. Na základě vyhodnocení povodně hydrologickou službou byl kulminační průtok na Odře ve Svinově (nad soutokem s Opavou) stanoven jako **688 m³·s⁻¹ ($\approx Q_{200}$)**, v úseku mezi ústím Opavy a Ostravice jako **Q_{500}** , v Bohumíně **2160 m³·s⁻¹ ($\approx Q_{200}$)**.

Údaje o výškovém průběhu hladin za povodně byly k dispozici v úseku od ústí Vrbické Stružky až po silniční most ve Svinově. Na převážné délce tohoto úseku protékal v roce 1997 průtok na úrovni **Q_{500}** . Porovnání naměřených hodnot s výsledky numerických simulací jsou v tabulce 6.1.

Tab. 6.1 – Porovnání průběhu modelovaných hladin s pozorovanými úrovněmi za povodně v roce 1997.

Profil	Staničení [ř.km]	Povodeň 1997		2D model
		Q	H [m n.m.]	H [m n.m.]
Ústí Vrbické Stružky	10.345	Q_{200}	202.90	202.60
Silniční most v Koblově	14.497	Q_{500}	205.62	205.25
Silniční most v Přívozu	16.818	Q_{500}	208.12	207.70
Soutok s Opavou	21.533	Q_{500}	210.90	210.60
Silniční most ve Svinově	22.740	Q_{200}	211.54	211.30

Z tabulky je patrné, že bylo dosaženo velmi dobré shody mezi skutečností a modelovaným stavem ustáleného proudění „čisté“ vody.

7. PLÁNY PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK

7.1 Posouzení současného stupně protipovodňové ochrany

Úsek od silničního mostu v Polance k železničnímu mostu Polanecké spojky (trať ČD z Ostravy Svinova do Českého Těšína).

Protože se jedná o oboustranně neohrázovaný úsek, zaplaví voda širokou říční nivu i při průtocích Q_{20} . Kolem zaústění pravostranného přítoku pod mostem v Polance bude za průtoku Q_{500} zaplavena část zástavby až za železničním koridorem.

Propustky v tělese železniční trati bude voda vnikat do prostor pod tratí.

Úsek od železničního mostu Polanecké spojky po silniční most na ulici Rudné

Pravostranná hráz ochrání území při průtoku Q_{100} , za průtoku Q_{500} však bude místně přelévána, část průtoku se vrátí do koryta až pod níže ležícím pevným jezem. Levá inundace není proti účinkům povodní chráněna. Část průtoku bude i za povodně Q_{20} vnikat za těleso silnice propustky nebo podchody pro pěší. Těleso silnice bude v nejnižším místě přeléváno za průtoku Q_{500} .

Úsek od silničního mostu na ulici Rudné po silniční most ve Svinově

Pravostranná hráz bude nad jezem opět lokálně přelévána za průtoku Q_{500} , zpětně bude hráz přelévána v místě zahnutí kolem přítoku Zábřežky. Navazující hráz bude také přelévána při průtoku Q_{500} v okolí náspu bývalé vlečky Vítkovických železáren. Tudy bude za tohoto průtoku vnikat do pravé inundace více než $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Menší část pronikne inundačním otvorem v silničním náspu třídy 28. října, přibližně $70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ potom přeteče těleso silnice v okolí křižovatky u vodárny v Nové Vsi.

Prostor za levobřežní hrází bude zaplavován i za průtoku Q_{20} . Příčinou jsou nechráněné otvory v tělese silnice. Oddělený proud vody bude za průtoků Q_{100} a větších vnikat mezi železniční koridor a těleso dálnice. Koridor bude za průtoku Q_{500} přeléván, za průtoku Q_{100} se voda za trať dostane propustky na místních vodotečích a nebo na Porubce. Její koryto svede vodu za průtoku Q_{100} zpět, za průtoku Q_{500} však bude jeho část (cca $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) pokračovat dále kolem objektu nádraží Svinov a zpět se dostane až v místě silničního mostu ve Svinově. Levobřežní hráz pod silnicí zabráni odvedení vod z prostoru za hrází.

Úsek od silničního mostu ve Svinově k železničnímu mostu trati ČD Přerov - Bohumín

Pravostranná hráz nebude ani za průtoku Q_{500} přelévána. Prostory za hrází však budou přesto zaplavovány. Voda se tam dostane zejména přepadem vody přes těleso silnice v okolí křižovatky u vodárny v Nové Vsi, jak bylo popsáno v předcházejícím bodě.

Úsek od železničního mostu trati ČD Přerov - Bohumín k zaústění Černého příkopu

Pravostranná hráz bude na převážné délce tohoto úseku přelévána za průtoku Q_{500} . Dojde k zaplavení rozsáhlých prostor města Ostravy, jedná se především o pozemky, které jsou využívány k výrobním účelům. Zpět do koryta řeky Odry se bude voda vracet až v okolí zaústění Černého příkopu.

Vzhledem k tomu, že pravý břeh Černého příkopu není soustavně před účinky zpětného vzduť chráněn, bude zde za průtoku Q_{100} zaplavována část pozemků v pásu do 200 m.

Úsek od zaústění Černého příkopu k silničnímu mostu v Koblově

Zvýšený terén obou břehů zde přirozeně brání širokému rozlivu. Pravostranná hráz Ostravice bude za průtoků na tomto přítoku přelévána a v profilu silničního mostu v Koblově bude proudit za ochrannou hrází vedlejším otvorem pro dálnici.

Úsek od silničního mostu v Koblově po horní dálniční most před Antošovicemi

Za průtoků Q_{100} budou těsně pod mostem zaplavovány pozemky s obytnou zástavbou v místní části Koblov. Od tohoto místa dále bude hranice záplavy dosahovat až k přirozeně zvýšenému terénu. Vlivem místního valu v blízkosti levého břehu dojde v okolí dálničního mostu k rozdělení proudu. Pravobřežní ochranná hráz nebude přelévána ani za průtoku Q_{500} .

Úsek od horního dálničního mostu před Antošovicemi k zaústění Vrbické stružky

Dokončená výstavba krátké ochranné hráže u obce Antošovice ochrání zdejší obytnou zástavbu před účinky průtoku Q_{100} . Niveleta pravobřežní hráže se oproti úseku nad dálničním mostem mírně snižuje, za průtoku Q_{500} bude lokálně docházet k jejímu přelévání do prostor Vrbické šterkovny za hrází.

Úsek od zaústění Vrbické stružky po dolní dálniční most v Bohumíně

Vrbická Stružka není ochráněna hrázemi proti účinkům zpětného vzduť, pravostranná ochranná hráz Odry od zaústění přítoku Vrbické Stružky až k profilu dálničního mostu neexistuje. Proto zde bude docházet k masivnímu zaplavování pozemků, a to i za průtoku Q_{20} . V dosahu záplavy se bude i za tohoto průtoku nacházet řada obytných budov části města Bohumín – Vrbice.

Za průtoku Q_{100} bude záplava dosahovat až k tělesům vyvýšených železničních tratí nebo silnic. Za průtoku Q_{500} však bude tato linie přelévána a do centrální části města Bohumín bude vznikat průtok větší než $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zároveň zde dojde ke spojení více proudů inundované vody. Jeden bude mířit k Bohumínu od jednoho z podjezdů pod dálnicí, kam přitéká voda za pravobřežní hrází pod silničním mostem v Koblově, druhý bude přitékat v pruhu kolem přítoku Vrbické Stružky.

Úsek od dolního dálničního mostu k místu ukončení ochranných hrází pod Starým Bohumínem

Část povodňového průtoku, která bude za průtoku Q_{500} protékat středem Bohumína, přeteče těleso nově budované dálnice a vnikne tudíž do zástavby Starého Bohumína. Ve vlastním korytě Odry bude proto proudit průtok jen na úrovni Q_{200} . I přesto budou hráze na obou březích přelévány.

Území Starého Bohumína je díky soustavě protipovodňových staveb (ohrázování Odry a drobných přítoků vedoucích přes Starý Bohumín) ochráněno na průtok Q_{200} .

Úsek od ukončení ochranných hrází pod Starým Bohumínem k soutoku s Olší

Za průtoku Q_{500} dojde v důsledku mohutného proudu inundované vody v prostoru Starého Bohumína a Šunychlu těsně pod koncem jejich zástavby k propojení záplavového území Odry a Olše. Pravobřežní hráz Olše na polském břehu záplavu neudrží a voda tak zaplaví zástavbu polské obce Olza. Na opačné straně dojde na území PR k zaplavení části obcí Chałupki a Zabelków. K místnímu přelítí silnice mezi oběma obcemi dojde i za průtoku Q_{100} .

7.2 Vymezení úseků a lokalit s velkými rychlostmi proudění

Koryto řeky Odry

Rychlosti proudění v korytě Odry mají význam z pohledu stability koryta v průběhu povodně. V celém řešeném úseku byly dle výpočtů 2D modelů nalezeny pouze 2 úseky, kde lze za mimořádných povodní očekávat velké rychlosti proudění v celém korytě Odry. Jedná se následující úseky:

- od ústí Ostravice pod silniční most v Koblově
- úsek v místě konce ohrázaného úseku Odry na úrovni dolního okraje zástavby Starého Bohumína

V obou lokalitách vycházely svislicové rychlosti v převážné části profilu při průtoku Q_{500} až kolem hodnoty $3.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, za průtoku Q_{100} lze v lokalitě Koblov čekat rychlosti již do $3.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, naopak v druhém případě vychází za tohoto průtoku svislicové rychlosti velmi překvapivě ještě mírně větší.

Přelévání liniových staveb

S největšími svislicovými rychlostmi se za povodní setkáváme zpravidla na liniích přelévání hrází, náspů silnic či železnic. Důvodem je lokální změna režimu proudění z říčního na bystřínný, vlivem velkého sklonu vzdušného líce těchto staveb, a to zejména v případě, kdy je hladina za hrází na podstatně nižší úrovni než na straně návodní. V řešeném úseku je tímto místem zejména úsek od železničního

mostu trati Přerov – Bohumín nad soutokem s Opavou až po jez nad zaústěním Vrbické Stružky, dále pravostranná hráz pod horním dálničním mostem.

Intravilány dotčených obcí

V intravilánech dotčených měst a obcí nebyly dle matematických výpočtů vymezeny plochy s většími rychlostmi proudění než $1.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Výjimkou je pouze centrální část města Bohumín. Zde se vlivem velkého průtoku za povodně Q_{500} mohou místně vyskytovat rychlosti až do $1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

7.3 Posouzení funkce mostních objektů za povodňových průtoků

V následujících tabulkách 7.1 a 7.2 jsou uvedeny základní údaje o významných mostních objektech (H_m – spodní líc mostovky) a úrovních hladin posuzovaných povodní:

Tab. 7.1 – Základní údaje o významných mostech v řešeném úseku

Objekt	Staničení	H_m
Silniční most v Bohumíně	km 7.406, dle TPE km 3.473	200.45
Silniční most v Bohumíně	km 7.873	202.74
Železniční most v Bohumíně	km 7.926, dle TPE km 3.987	200.43
Dálniční most v Bohumíně	km 8.682	204.93
Dálniční most u Antošovic	km 12.01	205.33
Silniční most v Koblově	km 14.497, dle TPE 10.460	208.30
Silniční most v Přívoze	km 16.818, dle TPE km 12.793	207.23
Dálniční most v Ostravě	km 19.250	211.58
Hošťálkovská lávka	km 20.766, dle TPE km 16.755	209.98
Most dálniční přípojky v Ostravě	km 21.420	211.56
Železniční most Svinov	km 21.900, dle TPE km 17.866	212.11
Silniční most Svinov	km 22.740, dle TPE km 18.715	220.28
Silniční most na ulici Rudné	km 25.312, dle TPE 21.272	217.91
Železniční most na Č. Těšín	km 25.998, dle TPE 21.955	216.18

Tab. 7.2 – Průběhy hladin v profilech mostních objektů na Odře za povodňových průtoků

Objekt	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Silniční most v Bohumíně	199.35	200.20	200.65
Silniční most v Bohumíně	199.70	200.65	201.10
Železniční most v Bohumíně	199.80	200.75	201.20
Dálniční most v Bohumíně	200.55	201.45	201.95
Dálniční most u Antošovic	202.10	202.85	203.65
Silniční most v Koblově	203.25	204.00	205.25
Silniční most v Přívoze	205.10	206.30	207.70
Dálniční most v Ostravě	206.70	207.75	208.75
Hošťálkovská lávka	207.80	208.90	209.90
Most dálniční přípojky v Ostravě	208.50	209.55	210.50
Železniční most Svinov	208.95	209.90	210.80
Silniční most Svinov	209.55	210.50	211.30
Silniční most na ulici Rudné	213.35	214.05	214.70
Železniční most na Český Těšín	214.05	214.65	215.20

7.4 Návrh řešení protipovodňové ochrany

Za vhodné cíle pro zvládání povodňových rizik, které se soustředí na zmírnění možných nepříznivých účinků povodní na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost lze přijmout cíle vytyčené Plánem oblasti povodí Odry, jež je možno shrnout následovně:

Povodně v podmínkách České republiky jsou nejčastějšími příčinami krizových situací a materiálních škod, způsobených živelnými pohromami. Absolutní ochrana proti povodním neexistuje a cílem protipovodňových opatření může být pouze jejich důsledky na co nejmenší míru snížit, a to zejména pak v těch případech, kdy je jimi postihováno zastavěné území. Rámcové cíle v ochraně před povodněmi jsou Plánem hlavních povodí ČR vytyčeny v širokém spektru. Sledují se v oblasti legislativních a ekonomických nástrojů, přípravy povodňových plánů, zdokonalování podkladů, finanční a pojišťovací politiky či usměrňování aktivit v záplavových územích, ale i na úseku mezinárodní spolupráce a aktivit dlouhodobé povahy a s dlouhodobými efekty. Zde jde zejména o způsoby hospodaření na lesní a zemědělské půdě, o podporu retenčních vlastností území a pozitivní ovlivňování vodního režimu v krajině. V praktických dopadech jde pak ale i o technická opatření, ovlivňující průtočnost vody v korytech toků a objemy povodňových vln. Přitom je důležité, aby technická opatření

na tocích byla celkově provázána i s plošnými opatřeními zaměřenými na kritická místa v krajině.

Významnou otázku v tom hraje přiměřenost stupně ochrany před povodněmi. Velikost povodně je charakterizována tzv. N - letou vodou. Ve vodohospodářské praxi je tato voda vyjadřována jednoletou, dvouletou, ... až stoletou vodou (Q_N). Jedná se o statistický údaj, s jakou dobou opakování se může povodeň určité velikosti, či povodeň větší, průměrně vyskytnout (např. dvacetiletá voda je tak průměrně dostoupena nebo překročena pětkrát za období sta let). Tento údaj má však jen určitou přesnost. I údaje o N -letých vodách stanovené z nejlepších dostupných podkladů mají chybu řádově až v desítkách procent. Povodňové průtoky s ještě delší dobou opakování, než je voda 100 - letá (tj. 200-letá, 500-letá ...atd.), se stanovují výjimečně a lze je spíše označovat za katastrofální povodně, které již přetvářejí zemský povrch. Mezi povodně toho druhu patří například i povodeň v povodí Ostravice z roku 1880 a povodeň z roku 1997 na jesenické straně oblasti povodí Odry.

K N -letým vodám jsou vztahovány kapacity koryt toků jako průtok, který bezeškodně tok vůči svému okolí převede, aniž by došlo k zaplavení okolního území a škodám v něm. Přiměřenost a volba stupně povodňové ochrany by obecně měly být stanovovány na základě ekonomického a mimoekonomického hodnocení užitků z toho, že se povodňovým škodám zabrání, a nákladů, které je nutno k dosažení ochrany vynaložit. Tato hodnocení se postupně začínají prosazovat v důsledku uplatňování matematického modelování a zaváděním metod rizikové analýzy. Problémem přístupu však většinou je, že efekty ze zajištění ochrany před povodněmi jsou doprovázeny řadou užitků, které nelze exaktněji kvantifikovat (např. z hlediska sociálních, psychologických, příp. politických aspektů). Při neschopnosti vyčíslit tyto užitky monetárně pak v převážné části případů vychází, že se většinou vyšší ochrana proti povodním „nevyplácí“.

Vycházejíc z tohoto faktu je proto zatím v praxi nejčastěji využíváno uzančných doporučení (mj. zakotvených v normě TNV 75 2103) dle tabulky 7.3.

Tab. 7.3 - Doporučená míra ochrany pro zastavěná území

Charakter chráněného území	Míra ochrany
Historická centra měst, historická zástavba, provozy používající při výrobě nebezpečné látky	Q_{100}
Souvislá výstavba, průmyslový areál, významné liniové stavby a objekty	Q_{50}
Rozptýlená bytová a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba	Q_{20}
Plochy s významnými stavbami infrastruktury (dálnice, významné produktovody, vodní zdroje, ČOV)	Q_{50} až Q_{100}

Uvedený přístup při stanovování stupně ochrany musí vždy brát zřetel na konkrétní podmínky, které v lokalitě, jenž má být před povodněmi chráněna, panují. Vymezená kritéria pro odvození míry protipovodňové ochrany je třeba proto navrhovat s přihlédnutím k:

- *počtu obyvatel zaplavovaného území,*
- *hodnotě majetku v tomto území a možné výše škod při povodni,*
- *umístění důležitých infrastrukturních a jiných staveb, jejichž chod je důležitý pro širší území (silnice, železnice, rozvodny...),*
- *hloubce záplavy a rychlosti proudění.*

Doplňkovými kritérii dále jsou:

- *situování lokality v částech povodí, kde nelze spolehlivěji využít hydrometeorologické předpovědi a hlášené služby směřující k evakuaci ohroženého území*
- *charakter splaveninového režimu zejména u štěrkonosných toků a bystřin*
- *rozdíl ve finančních nákladech, jaký je mezi doporučeným stupněm povodňové ochrany a stupněm ochrany nejbližší vyšším*
- *skutečnost, zda vyběžená velká voda neohrožuje pouze jednu obec, ale hlavní proud vody, tekoucí odděleně od koryta, napadá další níže po toku*
- *okolnosti, kdy požadovaného stupně povodňové ochrany nelze vzhledem k uspořádání technické a stavební infrastruktury kolem koryta toku reálně dosáhnout, a proto musí být zvolena ochrana na stupeň nižší, než by si situace ve smyslu doporučení normy zasluhovala*
- *fakt, kdy obec není ohrožována ani tak vlastním zaplavením, ale hloubkovou nebo boční erozí koryta*
- *nebezpečí ohrožení významných vodních zdrojů při zaplavení oblasti.*

S využitím těchto výše uvedených cílů a na základě zpracovaných map povodňového ohrožení a rizik bylo pak pro českou stranu zpracováno 7 následujících návrhů:

- Opatření 1 - Rekonstrukce a navýšení levobřežní hráze „Dubí 1“ vedoucí od silničního mostu na ulici Rudné po jez Zábřeh. Návrhový průtok je $562 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, požadované převýšení nad návrhovou hladinou **45 cm**.
- Opatření 2 - Rekonstrukce a navýšení levobřežní hráze „Dubí 2“ od náspu silničního mostu třídy 28. října ve Svinově po železniční těleso u levého břehu Porubky. Návrhový průtok je $562 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, požadované převýšení nad návrhovou hladinou **80 cm**.
- Opatření 3 - Rekonstrukce a navýšení pravobřežní hráze „Zábřeh 1“ vedoucí od železničního mostu Polanecké spojky na trati do Českého Těšína až po zaústění pravostranného přítoku Zábřežky pod pevným jezem v km 24.426 (dle TPE 20.400). Návrhové parametry jsou shodné s případem hráze „Dubí 1“.

- Opatření 4 – Rekonstrukce a navýšení pravobřežní ochranné hráze podél Černého příkopu, jehož hlavním cílem bude zamezení zaplavení inundace vlivem zpětného vzduť z Odry. Niveleta hráze je navržena zejména k zamezení zpětného vzduť z Odry při návrhovém průtoku **845 m³.s⁻¹** s převýšením **50 cm**.
- Opatření 5 - Výstavba levobřežní ochranné hráze v úseku pod silničním mostem v Koblově. Hráz bude začínat v místě zvýšeného terénu v předmostí, dále bude pokračovat podél zástavby Koblova, na svém dolním konci naváže na vyvýšený val, který nyní za povodní rozděljuje proudění. Návrhový průtok je **1540 m³.s⁻¹**, požadované převýšení nad návrhovou hladinou **80 cm**. Návrh trasy navazuje na násep silnice u silničního mostu v Koblově, který proudění koncentruje do mostního otvoru. Navržená hráze již dále průtočný profil nezužuje, zúžený profil se pouze prodlužuje. Výstavba může proto ovlivnit průběh hladiny pro návrhový průtok maximálně v rozsahu jednotek cm.
- Opatření 6 - Výstavba ochranné hráze kolem pozemků ležících na nechráněném území za levým břehem Vrbické Stružky. Hráz bude na svém horním konci zavázána do tělesa náspu komunikace v blízkosti dálniční křižovatky, a dále bude pokračovat mezi zástavbou obce Vrbice a šterkovnou. Na svém dolním konci bude podél levého břehu Vrbické Stružky zavázána do tělesa hlavní železniční trati vedoucí do Bohumína. Návrhový průtok je **1555 m³.s⁻¹**, požadované převýšení nad návrhovou hladinou **50 cm**. Linie hráze je vedena v oblasti, kam zasahuje zpětné vzduť od řeky Odry. Rychlosti proudění jsou zde zanedbatelné, výstavba hráze v tomto úseku neovlivní průběh hladin na Odře.
- Opatření 7 - Výstavba ochranné hráze pozemků ležících na nechráněném území za pravým břehem Odry a Vrbické Stružky. Hráz bude na svém horním konci zavázána opět do tělesa náspu železnice Ostrava - Bohumín, dále bude vedena podél pravého břehu Vrbické Stružky, v místě konce zástavby bude odkloněna. Linie povede dále odsazeně od Odry kolem zástavby obce Vrbice a na svém horním konci bude zavázána do tělesa náspu železniční tratě do Polska na Chałupki. Návrhové parametry budou shodné s předchozím případem. Podobně jako v předchozím případě je linie hráze je vedena v oblasti, kde jsou rychlosti proudění zde velmi malé (do 0.15.m.s⁻¹), výstavba hráze v tomto úseku prakticky neovlivní průběh hladin na Odře.

Na polském území byl připraven 1 návrh:

- Prodloužení a zvýšení levobřežní ochranné hráze u obce Chałupki, její zavázání do tělesa silnice mezi obcemi Chałupki a Zabelków a její navýšení v místě s nejnižší úrovní. Doporučuje se použít shodných návrhových parametrů s hrází na našem pravém břehu, tedy návrhový průtok **1555 m³.s⁻¹** a převýšení nad návrhovou hladinou **30 cm**. Proudění za povodní je zde již nyní levobřežní hrází velmi ovlivněno. Její navýšení pouze mírně zvýší množství vody, které bude za návrhového průtoku proudit v korytě. Zavázání hráze do tělesa silnice a její navýšení na průběh hladiny vliv mít nemohou. Realizace opatření může proto ovlivnit průběh hladiny pro návrhový průtok maximálně v rozsahu jednotek cm.

7.5 Porovnání přínosů a nákladů

V případě navrhovaných opatření 1 až 4 se nejedná o nové stavby, pouze o jejich rekonstrukce. **Proto se v těchto případech přínosy nevyčísľují.**

Ve zbývajících případech byly vstupní údaje z hydraulických výpočtů provedených v této studii doplněny rovněž o výpočty zpracované v rámci projektu „Analýza povodňových škod a ekonomické efektivity navržených protipovodňových opatření v úseku Odry: soutok s řekou Opavou – státní hranice s Polskou republikou“ pro průtoky Q_5 a Q_{50} , které jsou pro vyčíslení povodňových škod rovněž potřeba.

Odhad potenciálních povodňových škod pro lokalitu Koblov

Odhad potenciálních povodňových škod je zpracován v tabulkách 7.4 a 7.5. V první je uveden rozsah ohrožení jednotlivých posuzovaných kategorií dle patřičných měrných jednotek, v další tabulce potom následuje finanční vyčíslení škod pro jednotlivé povodňové průtoky.

Tab. 7.4 – Odhad rozsahu ohrožení jednotlivých kategorií pro posuzovanou lokalitu Koblov

Škoda na	měrná jednotka	Q_5	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
budovách	ks	5	16	22	31
vybavení domácností	ks		1	8	14
komunikacích	m ²	371	2343	3043	4777
inženýrských sítích	m	62	461	577	866
zemědělství	ha	0.2	2.7	3.5	5.2

Tab. 7.5 – Vyčíslení odhadu potenciálních povodňových škod pro lokalitu Koblov

Škoda na	Q_5	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}
budovách	607	3166	4701	7021
vybavení domácností		276	1621	3015
komunikacích	51	322	420	658
inženýrských sítích	14	105	131	198
zemědělství	4	64	83	122

Průměrné roční ekonomické povodňové riziko pro lokalitu **Koblov činí 408 tisíc Kč**, pro období **100 let to 40.8 milionu Kč**.

Odhad potenciálních povodňových škod pro lokalitu Vrbice 1 a Vrbice 2

Odhad potenciálních povodňových škod je obdobně v tabulkách 7.6 a 7.7.

Tab. 7.6 – Odhad rozsahu ohrožení jednotlivých kategorií pro posuzovanou lokalitu Vrbice

Škoda na	měrná jednotka	Q ₅	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
budovách	ks	12	96	264	348
vybavení domácností	ks		8	110	215
občanské vybavenosti	m ²		260	483	2947
komunikací	m ²	900	14467	50735	73563
inženýrských sítích	m	300	3102	9491	13055
zemědělství	ha	5.3	42	107.1	122.5

Tab.7.7 – Vyčíslení odhadu potenciálních povodňových škod pro lokalitu Vrbice

Škoda na	měrná jednotka	Q ₅	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
budovách	ks	2737	17225	58245	90715
vybavení domácností	ks		1738	22876	44662
občanské vybavenosti	ks		372	690	4215
komunikací	m ²	124	1993	6991	10137
inženýrských sítích	m	69	706	2156	2971
zemědělství	ha	124	983	2506	2867

Průměrné roční ekonomické povodňové riziko pro lokalitu Vrbice činí **3 056 tisíc Kč**, pro období **100 let** to je **305 600 milionu Kč**.

Náklady na realizaci opatření

Náklady na realizaci opatření byly stanoveny v následujících hodnotách:

- Opatření 1 a 3 – Rekonstrukce hrází Dubí 1 a Zábřeh 1 – celkem 60 milionu Kč
- Opatření 2 – Dubí 2 – 35 milionu Kč
- Opatření 4 – Rekonstrukce a navýšení hráze Černý příkop – 18 milionu Kč
- Opatření 5 – Výstavba hráze Koblov – 160 milionu Kč
- Opatření 6 – Výstavba hráze Vrbice 1 – 60 milionu Kč
- Opatření 7 – Výstavba hráze Vrbice 2 – 140 milionu Kč

Pro odhad nákladů opatření na polském území nebyl dostatek podkladů, a proto se v rámci této studie nevyčísľují.

Posouzení ekonomické efektivnosti návrhů

Hydraulické výpočty prokázaly vhodnost navrhovaných opatření. Porovnání přínosů a nákladů ukázalo, že jsou náklady na jejich realizaci **přijatelné**. To platí zejména pro lokalitu Vrbice, kde se část zástavby nachází dle mapy povodňových rizik v oblastech s vysokou mírou ohrožení a kde bude v případě záplavy za průtoku Q_{100} ohroženo **215 domácností** s více než **600** obyvateli.

7.6 Potenciálně nebezpečné průmyslové podniky

Podkladem pro výběr potenciálně nebezpečných průmyslových podniků se stal seznam potenciálních bodových zdrojů havarijního znečištění v povodí řeky Odry (správní jednotka Moravskoslezský a Olomoucký kraj), který vznikl pro potřeby krizového řízení krajů, vychází ze Směrnice Rady 96/82/EC-SEVESO a byl mezinárodně projednán v rámci skupiny MKOOpZ. Dále byl hodnocen rovněž seznam lokalit integrovaného registru znečišťování (IRZ).

V řešeném území se nacházejí následující podniky::

- BOCHEMIE, s.r.o.
- BorsodChem MCHZ, s.r.o., Ostrava – Mariánské Hory
- DUKOL Ostrava s.r.o. Ostrava – Mar. Hory
- Linde Vítkovice a.s., Ostrava – Hulváky
- OKD, OKK, a.s., koksovna Svoboda, Ostrava – Přívoz
- OKD, OKK, a.s., koksovna Šverma, Ostrava – Mar. Hory
- ŽDB GROUP a.s., Bohumín

7.7 Potenciálně zasažené chráněné oblasti

Z potencionálně zasažených chráněných oblastí uvedených v příloze IV odst. 1 písm. i), iii) a v) směrnice 2000/60/ES se v řešeném území nacházejí pouze následující čtyři významné odběry podzemní vody:

- OVaK Ostrava – Stará Bělá – Palesek (hydrogeologický rajón 1560), číslo hydrologického povodí 2-01-01-155).
- OVaK Ostrava – Dubí (hydrogeologický rajón 1519), číslo hydrologického povodí 2-01-01-156).

- OVaK Ostrava - II.vodovod (hydrogeologický rajón 1560), číslo hydrologického povodí 2-01-01-156).
- OVaK Ostrava – Nová ves (hydrogeologický rajón 1560), číslo hydrologického povodí 2-01-01-160).

7.8 Ohrožené kulturní dědictví

V dosahu záplavového území řešeného úseku řeky Odry v rámci této studie se nenacházejí žádné objekty kulturního dědictví, které by byly za povodňových situací ohroženy.

7.9 Oblasti s potenciálem zadržet povodně

Opatření proti povodním, která jsou v této práci navrhovaná, respektují potenciál záplavových území pro tlumení a zadržování povodní. Proto jsou navrhovány pouze odsazené hráze. Tyto odsazené hráze chrání jenom současnou bytovou zástavbu ve vysokém a středním riziku, vylučují zanedbatelné objemy a prakticky nemění výškový průběh hladin velkých vod.

8. VÝSTUPY STUDIE

Tištěné výstupy

Tištěné výstupy studie obsahují následující části

- A - Technická zpráva
- Přehledná situace – výkres B.1
- Mapy povodňového nebezpečí pro průtok Q_{500}
 - Mapy průběhů hladin – výkresy C.1 až C.5
 - Mapy svislicových rychlostí – výkresy C.6 až C.10
 - Mapy hloubek vody – výkresy C.11 až C.15
- Mapy povodňového nebezpečí pro průtok Q_{100}
 - Mapy průběhů hladin – výkresy D.1 až D.5
 - Mapy svislicových rychlostí – výkresy D.6 až D.10
 - Mapy hloubek vody – výkresy D.11 až D.15
- Mapy povodňového nebezpečí pro průtok Q_{20}
 - Mapy průběhů hladin – výkresy E.1 až E.5
 - Mapy svislicových rychlostí – výkresy E.6 až E.10
 - Mapy hloubek vody – výkresy E.11 až E.15
- Mapy povodňových rizik
 - Mapy povodňového ohrožení – výkresy F.1 až F.4
 - Mapy povodňového rizika – výkresy G.1 až G.2
- Plány pro zvládání povodňových rizik
 - Situace návrhů úprav – výkresy H.1 až H.2
- I – Fotodokumentace

Digitální výstupy

Digitální výstupy studie obsahují kromě výše technické zprávy a fotodokumentace ve formátu doc a výše uvedených výkresů ve formátech dwg a pdf rovněž nezbytné soubory výpočtových modelů všech řešených variant. Jedná se o následující textové typy souborů pro model feswms : základní projektové soubory typu fpr, soubory s výpočetní sítí *typu net, soubory s okrajovými podmínkami typu dat a výsledkové soubory typu flo. Výsledky byly rovněž zkompleťovány do tabulek ve formátu xls.

9. ZÁVĚR

Výstupy zpracované studie budou sloužit jako hlavní podklad pro sestavení Plánů pro zvládání povodňových rizik a dále zejména pro:

- tvorbu územních plánů dotčených obcí a měst, respektive jejich revize,
- tvorbu povodňových plánů a krizového řízení nebo jejich úpravu,
- pro zpracování projektové dokumentace stavebně technických opatření navržených v kapitole 7.4 a jejich následnou realizaci, zejména pokud se jedná o výškový průběh hladinových stavů v širokých záplavových územích a dále o rozložení a velikost rychlostních polí proudění vody.