

Prověření ovlivnění průtoků povodně při realizaci prvních etap protipovodňové ochrany

Studie

A. Technická zpráva

Objednatel: Statutární město Brno

**Název studie: Posouzení nutnosti kompenzace ovlivnění odtokových poměrů
Svratky a Svitavy po výstavbě PPO etapy číslo 7,8,11,21 a 22 v Brně**

Objednatel: AQUATIS a.s., Brno, Botanická 56

Zpracovatel: útvar hydroinformatiky Povodí Moravy, s. p. Brno, Dřevařská 11



1.1. Účel

Na základě objednávky společnosti AQUATIS a.s., Brno, bylo zpracováno vyhodnocení vlivu části úseků protipovodňové ochrany Brna (etapa č. 7,8,11,21a22) na odtokové poměry ve vztahu na nutnost výstavby kompenzačního opatření-poldru Chrlice.

1.2. Podklady

Výsledky výpočtů z Generelu odvodnění města Brna, zpracovaných pro společnost Pöyry Environment a.s. (dnes AQUATIS a.s.) v roce 2007.

1.2.1. Hydrologické údaje

ČHMÚ - pobočka Brno, udává následující hodnoty N-letých průtoků Svratky z roku 2013

Pro profil Svratky pod VD Brno:

$Q_1 = 50,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2 = 72,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_5 = 108,6 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 141,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{20} = 177,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 233,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 280,0 \text{ m}^3/\text{s}$, Q_{100} neovlivněná nádržemi v povodí = $395 \text{ m}^3/\text{s}$

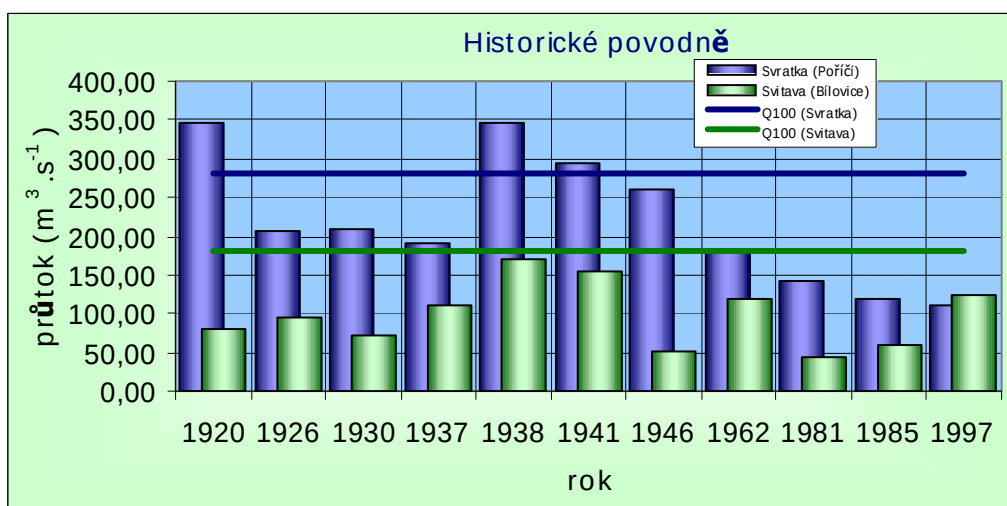
Pro profil Svratky pod Leskavou:

$Q_1 = 51,3 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2 = 73,6 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_5 = 110,3 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 143,2 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{20} = 180,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 237,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 285,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Pro profil Svitavy nad Cacovickým náhonem:

$Q_1 = 40,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2 = 56,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_5 = 83,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 101,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{20} = 123,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 154,0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 180,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Graf četnosti historických povodní:



Rozsah záplavového území je zobrazen na Situaci rozlivů Q_{100} a Q_{100} neovlivněná – příloha B.

2. Pořadí priorit realizace úseků PPO Brno

Bylo stanoveno na základě Rizikové analýzy (Rozšířená multikriteriální analýza s cílem navrhnout pořadí priorit realizace PPO města Brna) dle spočítaného rizika a potenciálních povodňových škod, které mohou vzniknout při povodních ve městě Brně

Pořadí naléhavosti výstavby PPO ve městě Brně	Úsek	Pořadí úseků z hlediska povodňového rizika (viz tab.7.1)	Pořadí úseků z hlediska ekonomické efektivnosti (viz tab.7.2)	Priority rozvojových ploch města	Čistý tok dle vztahu (4.5)
		φ_a	φ_b		
		[-]	[-]		[-]
1	XXII	0.926	1.000	1	0.963
2	XI	0.711	0.926	1	0.864
3	VII	0.881	0.630	1	0.815
4	XXI	0.719	0.802	0	0.506
5	VIII	0.304	-0.210	1	0.420
6	XII	0.252	0.630	0	0.321
7	XIII	0.563	-0.012	0	0.247
8	IV	0.030	0.284	0	0.222
9	X	-0.015	0.630	0	0.198
10	XVI	-0.163	0.802	0	0.160
11	XXV	-0.104	0.506	0	0.099
12	XXIV	-0.096	0.210	0	0.074
13	XX	0.000	-0.037	0	0.049
14	XIV	0.015	-0.185	0	0.000
15	V	0.296	-0.556	0	-0.062
16	VI	-0.207	0.160	0	-0.074
17	III	0.000	-0.383	0	-0.099
18	II	-0.237	-0.136	0	-0.198
19	XIX	-0.459	-0.062	0	-0.296
20	XV	-0.178	-0.556	0	-0.333
21	XXIII	-0.370	-0.358	0	-0.346
22	XVIII	-0.326	-0.457	0	-0.370
23	XXVI	-0.148	-0.827	0	-0.420
24	XXVII	-0.541	-0.136	0	-0.420
25	I	-0.415	-0.753	0	-0.556
26	XVII	-0.444	-0.753	0	-0.580
27	XXVIII	-0.489	-0.580	0	-0.580
28	IX	-0.504	-0.580	0	-0.605
	Váha	0.333	0.333	0.333	

3. **Rozčlenění etap do stavebních objektů:**

(odpovídá přiřazeným římským číslům ze zpracované Rizikové analýzy)

SO 01 Kníničky
SO 02 Bystrc
SO 03 Komín
SO 04 Jundrov
SO 05 Žabovřesky
SO 06 Pisárky (již realizované)
SO 07 Pisárky – Staré Brno (prioritní úsek)
SO 08 Štýřice - Poříčí
SO 09 Štýřice – železniční poliklinika
SO 10 Vodařská (Horní Heršpice)
SO 11 Trnitá (prioritní úsek)
SO 12 Sokolova (Horní Heršpice)
SO 13 – Dolní Heršpice – Přízřenice – Modřice
SO 14 Komárov
SO 15 Baumax (Horní Heršpice)
SO 16 Ikea (Dolní Heršpice)
SO 17 Obřany
SO 18 Maloměřice - sever
SO 19 Cacovický ostrov
SO 20 Maloměřice – jih
SO 21 Husovice (prioritní úsek)
SO 22 Židenice (prioritní úsek)
SO 23 Černovice
SO 24 Makro (Brněnské Ivanovice)
SO 25 Olympia – ČOV (Modřice – Chrlice)
SO 26 Chrlice
SO 27 Brněnské Ivanovice
SO 28 Ivanovický ostrov

4. **Rozbor výsledků výpočtů**

V rámci Generelu odvodnění města Brna byl posouzen, nejen dnešní stav (= stav z roku 2007), ale i nový stav protipovodňové ochrany podle návrhu společnosti Pöyry Environment a.s. (dnes AQUATIS a.s.)

Kromě toho byl jako mezistupeň proveden i výpočet pro předběžný návrh protipovodňového opatření pro 4 fáze výstavby lokální protipovodňové ochrany s vyloučením rozlivných území.

VAR TC1

U této varianty bylo uvažováno s vyloučením inundací Svitavy od soutoku se Svratkou po most Černovická.

VAR TC12

U této varianty bylo uvažováno s vyloučením inundací Svitavy od soutoku se Svratkou po most Černovická a dále až k jezu Obřany vyjma Cacovického ostrova.

Bylo uvažováno s rekonstrukcí jezu Radlas, Husovice, Maloměřice, Cacovice a Obřany na pohyblivé jezy.

VAR TC123

U této varianty bylo uvažováno s vyloučením inundací Svitavy od soutoku se Svratkou po most Černovická a dále až k jezu Obřany vyjma Cacovického ostrova.

Dále byla vyloučena pravobřežní inundace Svratky od mostu Modřice až po Vídeňskou a levobřežní inundace od OC Ikea po Vídeňskou.

Bylo uvažováno s rekonstrukcí jezu Radlas, Husovice, Maloměřice, Cacovice a Obřany a Přízřenice na pohyblivé jezy.

VAR TC1234

U této varianty bylo uvažováno s vyloučením inundací Svitavy od soutoku se Svratkou po most Černovická a dále až k jezu Obřany vyjma Cacovického ostrova.

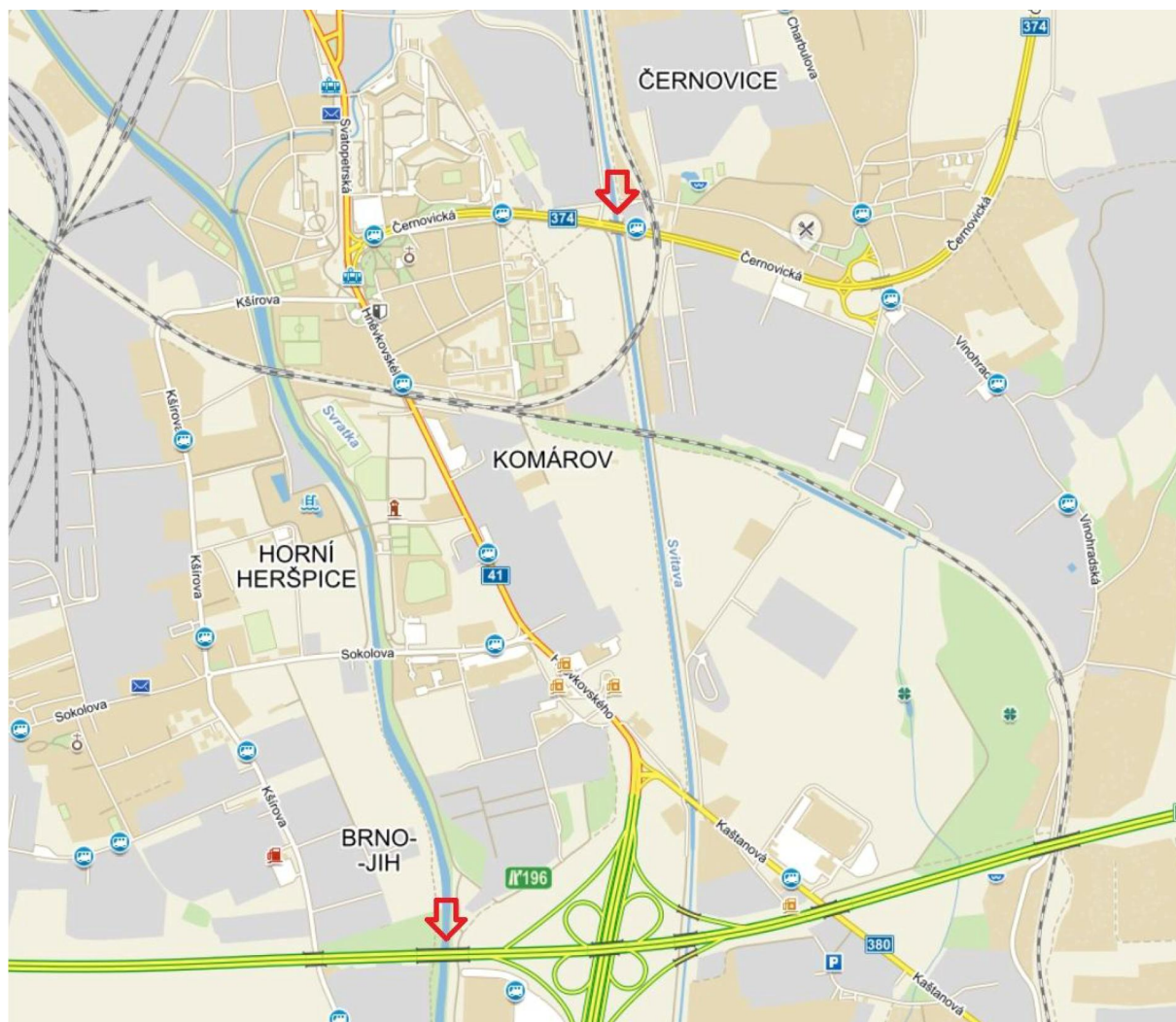
Dále byla vyloučena pravobřežní inundace Svratky od mostu Modřice až po Vídeňskou, levobřežní inundace od OC Ikea po Vídeňskou a inundace Žabovřeských a Jundrovských luk.

Bylo uvažováno s rekonstrukcí jezu Radlas, Husovice, Maloměřice, Cacovice, Obřany a Přízřenice na pohyblivé jezy.

Úrovně hladin byly doloženy v podélných profilech Svratky a Svitavy označených „CNTC“ a lze z nich porovnat rozdíl hladin oproti dnešnímu stavu.

Pro tuto studii byly z výpočtů vybrány údaje týkající se kulminace povodní a jejich časový posun. Pro posouzení vlivu výše uvedených etap na odtokové poměry jsme vybrali pro Svitavu profil mostu na ulici Černovická a pro Svratku profil dálničního mostu na Svatce.

Dle platné dohody ze zadání výpočtů pro GOMB je protipovodňová ochrana v městě Brně navrhována na řece Svitavě na průtok $Q_{100} = 180 \text{ m}^3/\text{s}$ a na řece Svatce pro průtok Q_{100} neovlivněný = $395 \text{ m}^3/\text{s}$.



Obrázek znázorňuje umístění vybraných profilů

Hydrotechnické výpočty byly provedeny pro následující okrajové podmínky:

Stoletá povodeň ze Svitavy (vyloučení etap 21 a 22 z inundace)

Svratka pod VD Brno: 190 m³/s

Svitava Obřany: 180 m³/s

Q100 ve Svitavě (m ³ /s)	pod VD Brno	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	190	198,231	356,238	180	174,606
TC1	190	198,496	359,169	180	172,46
TC12	190	193,635	357,198	180	180,457
TC1234	190	192,91	358,955	180	180,458
PPO Generel	190	193,455	359,681	180	180,433

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu Q100 ve Svitavě (m ³ /s)	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	0	0	0	0
TC1	0,265	2,931	0	-2,146
TC12	-4,596	0,96	0	5,851
TC1234	-5,321	2,717	0	5,852
PPO Generel	-4,776	3,443	0	5,827

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu Q100 ve Svitavě (hodin)	pod VD Brno	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	0	0	0	0	0
TC1	0	0	-2	0	0
TC12	0	6	-3	0	-2
TC1234	0	5,5	-4,5	0	-1,5
PPO Generel	0	-11,5	-2	0	-1

Vzhledem k tomu, že **etapa 21 (Husovice)** a **22 (Zábrdovice)** tvoří nejpodstatnější zásah do inundace, musíme počítat se zvýšením průtoku v profilu mostu Černovická cca o 6,0 m³/s. Zvýšení průtoku způsobí nárůst hladiny v korytě o cca 30 cm. Kulminace nastane v profilu mostu Černovická cca o 2 hodiny dříve než při současném stavu. Rozlivem do oblasti KÚ Trnitá, Komárov a Brněnské Ivanovice se zvýšený průtok rychle transformuje a další oblasti neohrožuje.

Tento průtokový stav zobrazuje Situace rozlivů č. 1 – příloha C.1.1.

Stoletá povodeň ze Svratky (vyloučení etap 7 a 8 z inundace)Svratka pod VD Brno: 280 m³/sSvitava Obřany: 97 m³/s

Q100 ve Svratce (m ³ /s)	pod VD Brno	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	280	273,9	332,1	97	98,156
PPO Generel	280	281,1	340,15	97	97,65

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu Q100 ve Svratce (m ³ /s)	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes				
PPO Generel	7,2	8,05	0	-0,506

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu Q100 ve Svratce (hodin)	pod VD Brno	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	0	0	0	0	0
PPO Generel	0	-3,75	-5,45	0	12,5

Vzhledem k tomu, že **etapa 7 (Staré Brno-Pisárky)** a **8 (Štýřice)** netvoří podstatný zásah do inundace Svratky za povodně $Q_{100}=280 \text{ m}^3/\text{s}$, můžeme počítat se zvýšením průtoku v profilu dálničního mostu cca o $7 \text{ m}^3/\text{s}$. Jedná se zejména o průtoky, které by se bez realizace protipovodňových opatření dostali přes kanalizaci do oblasti starého Brna a do jiných níže ležících oblastí. Zvýšení průtoku znamená ovlivnění hladiny v řádu několika centimetrů, protože se zvětšené průtočné množství rychle ztransformuje v inundacích Komárova a Horních Heršpic.

Kulminace nastane v profilu dálničního mostu cca o 3 hodiny a 45 minut dříve než při současném stavu.

Tento průtokový stav však není pro posuzování ovlivnění průtoků kritický.

Neovlivněná stoletá povodeň ze Svratky (vyloučení etap 7,8,11....z inundace)Svratka pod VD Brno: 395 m³/sSvitava Obřany: 97 m³/s

kulminace neovlivněná Q100 ve Svratce (m ³ /s)	pod VD Brno	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	395	372,527	503,8	97	98,226
TC12	395	397,807	507,26	97	97,58
TC123	395	393,73	507,50	97	97,529
TC1234	395	393,96	507,10	97	97,537
PPO Generel	395	397,557	494,9	97	97,66

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu neovlivněná Q100 ve Svratce (m ³ /s)	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	0	0	0	0
TC12	25,28	3,46	0	-0,646
TC123	21,203	3,7	0	-0,697
TC1234	21,433	3,3	0	-0,689
PPO Generel	25,03	-8,9	0	-0,566

časový posun kulminace proti dnešnímu stavu neovlivněná Q100 ve Svratce (hodin)	pod VD Brno	dálnice přes Svratku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	0	0	0	0	0
TC12	0	0	1	0	-5
TC123	0	-0,5	-5	0	-5
TC1234	0	-1,5	-6	0	0
PPO Generel	-0,25	-3	0	0	0

Vzhledem k tomu, že **etapa 7 (Staré Brno-Pisárky)** a **etapa 8 (Štýřice)** tvoří podstatný zásah do inundace Svratky, musíme počítat se zvýšením průtoku v profilu dálničního mostu cca o 25 m³/s.

Pokud by ale zůstala zachována možnost „odlehčení“ části průtoku z profilu soutoku s Ponávkou (Svitavským náhonem) směrem do Svitavy, tak by bylo ovlivnění výrazně nižší, protože případné ohrázování Svitavy pod mostem Černovická a Svratky pod Ponávkou (Svitavským náhonem) tomu ve sledovaných variantách zabraňuje.

Dle hydraulického výpočtu vychází ovlivnění KÚ Trnitá a Komárov v řádu 4 cm.

Kulminace nastane v profilu dálničního cca o 3 hodiny dříve než při současném stavu.

Tento průtokový stav zobrazuje Situace rozlivů č. 2 – příloha C.1.2.

Obce ležící pod Brnem v tomto modelovém případě chrání využitě inundační území v jižní části Brna, kde se povodňové průtoky výrazně transformují v širokých inundacích.

V případě, že budou realizovány na **Svratce etapy 7 (Staré Brno-Pisárky), 8 (Štýřice), 11 (Trnitá)**, které tvoří podstatný zásah do inundace, musíme počítat se zvýšením průtoku v profilu dálničního mostu cca o $25 \text{ m}^3/\text{s}$ a výraznějším zvýšením hladin, ať už v těsné blízkosti realizovaného opatření (cca 47 cm), tak i v prostoru inundací v zástavbě Horních Heršpic a Komárova (cca 35 cm). V dalších navazujících inundacích se bude vliv postupně vytrácet a pod Brnem by se již neměl projevovat.

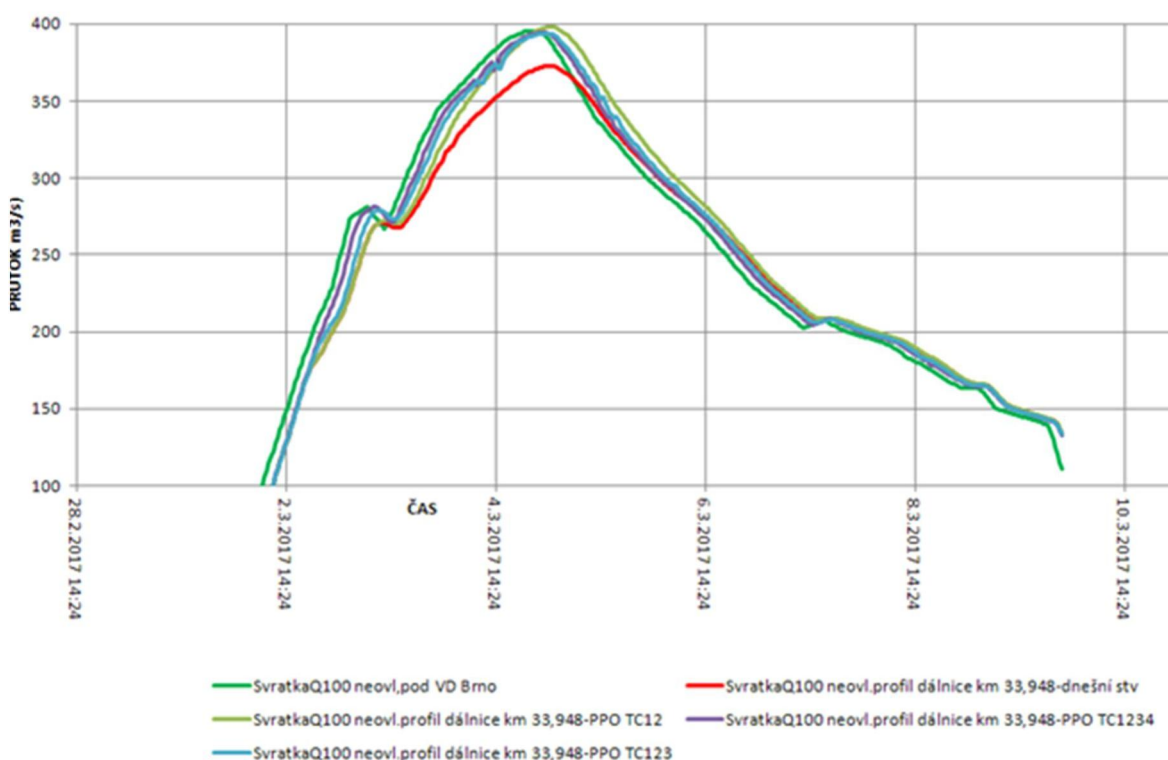
Tento průtokový stav zobrazuje Situace rozlivů č. 3 – příloha C.1.3.

V případě, že budou realizovány na **Svratce etapy 7 (Staré Brno-Pisárky), 8 (Štýřice), 11 (Trnitá), 14 (Komárov), 15 (Horní Heršpice) a opatření na pravém břehu 12 (Horní Heršpice)**, které tvoří nejpodstatnější zásah do inundace, musíme počítat se zvýšením průtoku ve Svratce v profilu dálničního mostu cca o $25 - 30 \text{ m}^3/\text{s}$. V případě opatření 12, 14 a 15 je navíc počítáno se zachováním části příbřežních inundací a vytvořením náhradních inundačních ploch snížením berem pod mostem na ulici Sokolova. V profilu dálničního mostu dojde ke zvýšení hladiny o cca 42 cm oproti současnému stavu. V případě nerealizace těchto kompenzačních opatření v podobě snížení břehů by byl vliv na průtoky a zvýšení hladiny pod mostem dálnice ještě větší!

V případě kombinace s realizací etap 21 a 22 ležících na Svitavě by se zvýšení hladin v profilu Černovického mostu pohybovalo kolem 35 cm s navýšením průtoku o $6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tento průtokový stav zobrazuje Situace rozlivů č. 4 – příloha C.1.4.

POROVNÁNÍ NEOVLIVNĚNÉ STOLETÉ POVODNĚ VE SVRATCE - PROFIL DÁLNIČE



Střet stoleté povodně ve Svatce a ve Svitavě

Svratka pod VD Brno: 280 m³/s

Svitava Obřany: 180 m³/s

střet Q100 ve Svatce a Svitavě (m ³ /s)	pod VD Brno	dálnice přes Svatku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
Dnes	280	279,911	447,54	180	174,486
TC1	280	280,859	453,74	180	172,04
TC12	280	281,39	450,4	180	180,456
TC123	280	282,571	455,32	180	180,456
TC1234	280	282,735	456,59	180	180,457
PPO Generel	280	281,368	454,24	180	180,42

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu střet Q100 ve Svatce a Svitavě (m ³ /s)	dálnice přes Svatku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
dnes	0	0	0	0
TC1	0,948	6,2	0	-2,446
TC12	1,479	2,86	0	5,97
TC123	2,66	7,78	0	5,97
TC1234	2,824	9,05	0	5,971
PPO Generel	1,457	6,7	0	5,934

rozdíly v kulminacích proti dnešnímu stavu střet Q100 ve Svatce a Svitavě (hodin)	pod VD Brno	dálnice přes Svatku	Rajhrad	Obřany	most Černovická
dnes	0	0	0	0	0
TC1	0	0	-0,5	0	0,5
TC12	0	0	-2,5	0	-1
TC123	0	-2,5	-6	0	-1
TC1234	0	-3,5	-6,5	0	-1
PPO Generel	0	-1,5	-2	0	-1

Vzhledem k tomu, že **etapa 21 (Husovice), 22 (Zábrdovice), 7 (Staré Brno-Pisárky), 8 (Štýřice) a etapy 11 (Trnitá-Komárov)** tvoří nejpodstatnější zásah do inundace, která přispívá k transformaci povodně na území města Brna, musíme počítat se zvýšením průtoku ve Svatce v profilu dálničního mostu cca o 1,5 – 3 m³/s a průtoku ve Svitavě v profilu mostu Černovická cca o 6 m³/s.

Kulminace na Svitavě nastane v profilu mostu Černovická cca o 1 hodinu dříve než při současném stavu.

Kulminace na Svatce nastane v profilu dálničního mostu cca o 1 hodiny a 30 minut dříve než při současném stavu.

Důležitým ukazatelem je však ovlivnění níže ležících obcí - například Rajhradu. Při modelové situaci střetu stoletých povodní dochází k tomu, že Svitava svými rozlivy zaplní důležité inundační prostory, které již nemůže využít Svatka. Proto dochází k přesunu velkého množství vod níže po toku.

Závěr:

Při povodních ze Svitavy dojde po výstavbě **etapy 21 a etapy 22** v každém případě ke zhoršení odtokových poměrů. V profilu mostu Černovická dojde ke zvýšení průtoku o cca $6 \text{ m}^3/\text{s}$ a nárustu hladiny o cca 30 cm, které se ztransformují v KÚ Trnitá, Komárov, Černovice a Brněnské Ivanovice.

U povodní ze Svatky bude záviset ovlivnění odtokových poměrů na rozsahu omezení levobřežního nátoky ze Svatky na ulici Hněvkovského a dále směrem ke Svitavě.

V případě realizace **etap 7 a 8** bude ovlivnění odtokových poměrů za povodně $Q_{100} \text{ neovlivněné} = 395 \text{ m}^3/\text{s}$ provázeno zvýšením průtoků pod železničním viaduktem Uhelná v řádu cca $25 \text{ m}^3/\text{s}$. To znamená ovlivnění stávajících definovaných hladin v KÚ Trnitá a Komárov v řádu 4 cm.

V případě, že budou inundační prostory KÚ Trnitá a Komárov protipovodňovou ochranou vyloučeny z inundace je třeba řešit na území Brna náhradní prostory pro transformaci povodní.

Z tohoto důvodu doporučujeme počítat nadále s vybudováním kompenzačního opatření - poldru Chrlice.

Ovlivnění kulminace povodní v profilu Rajhrad je sice „pouze“ do $9 \text{ m}^3/\text{s}$, ale Židlochovice mají vybudovanou protipovodňovou ochranu na $Q_{100} = 400 \text{ m}^3/\text{s}$ téměř bez převýšení a každé zvýšení průtoku pod Brnem by znamenalo zvýšení povodňového ohrožení.

Obdobně jako u Svatky v Brně byla původní hodnota neovlivněné Q_{100} z roku 1970 o $70 \text{ m}^3/\text{s}$ vyšší než v současné době udávaná Q_{100} pro profil Židlochovice.

Na základě prezentovaných výsledků doporučujeme zahájit přípravné práce na budování jak prioritních etap, tak etap navazujících zejména po toku dolů včetně kompenzačního opatření v podobě Chrlického poldru, který bude mít zásadní význam po dobudování jižních etap PPO města Brna, které svou realizací podstatně ovlivní odtokové poměry pod Brnem. Zachování a případně zvětšování retenčních prostorů by mělo být prioritním cílem koncepčního přístupu k protipovodňové ochraně všech významných měst.

V Brně 15. 6. 2016

Vypracoval: Ing. Vladislav Gimun

Ing. Tomáš Roth

