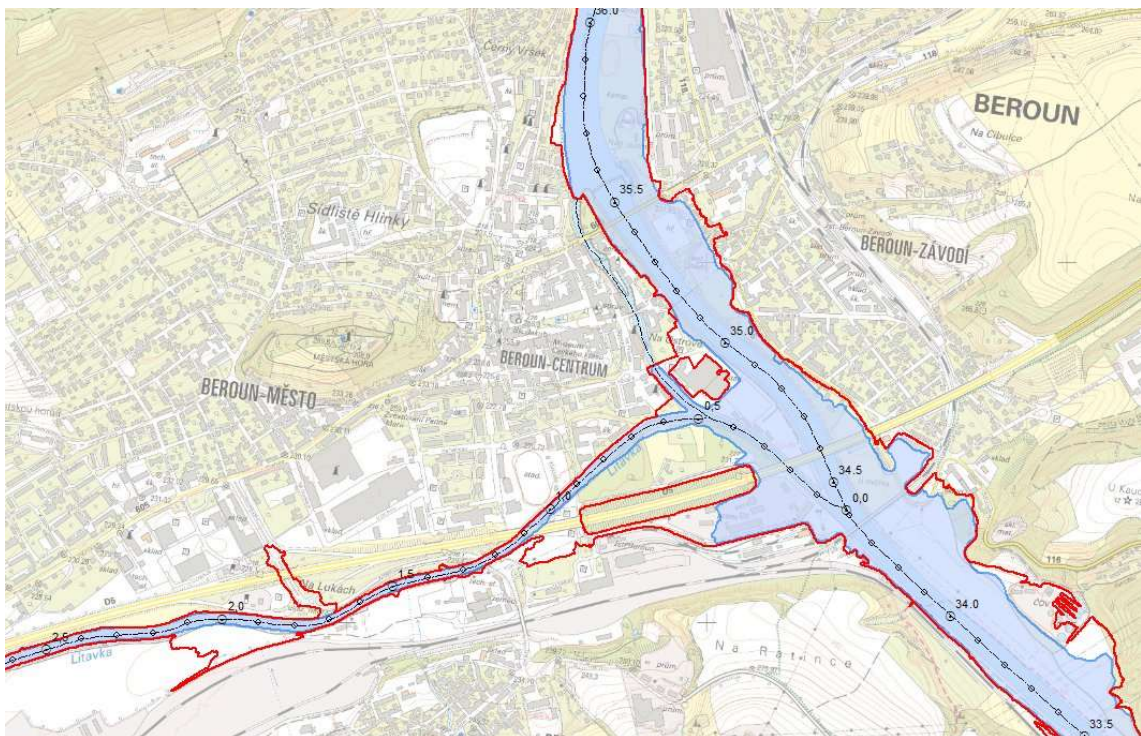


**AKTUALIZACE VYMEZENÉHO ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ
BEROUNKY A LITAVKY, V OBLASTI MĚSTA BEROUNA
PO REALIZACI TERÉNNÍCH ÚPRAV V LOKALITĚ NA PODOLE**



Obsah

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 2 |
| 1.1 | ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ | 2 |
| 1.2 | CÍLE STUDIE..... | 2 |
| 2 | DATOVÉ PODKLADY | 2 |
| 2.1 | TOPOLOGICKÁ DATA A MAPOVÉ PODKLADY | 2 |
| 2.2 | HYDROLOGICKÁ DATA..... | 3 |
| 3 | MATEMATICKÝ MODEL | 4 |
| 3.1 | POUŽITÝ SOFTWARE..... | 4 |
| 3.2 | POPIS | 5 |
| 3.3 | KALIBRACE A VERIFIKACE MODELU..... | 5 |
| 3.4 | ZATĚŽOVACÍ STAVY..... | 5 |
| 4 | VÝSTUPY | 6 |
| 4.1 | ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ | 6 |
| 4.2 | AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ – AZZU..... | 6 |
| 4.2.1 | Definice AZZU..... | 6 |
| 4.2.2 | Výběr z platné metodiky pro stanovení AZZU | 7 |
| 4.2.3 | Stanovení AZZU..... | 9 |
| 5 | ZÁVĚR | 10 |
| 6 | SEZNAM PŘÍLOH | 11 |

1 ÚVOD

Tato studie „Aktualizace vymezeného záplavového území Berounky a Litavky, v oblasti města Berouna po realizaci terénních úprav v lokalitě Na Podole“ (dále jen „Studie“) byla zpracována na základě objednávky od firmy Golden Arc a.s. ze dne 12.6.2017.

1.1 ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Zájmovou oblastí studie jsou pozemky v oblasti nazývané Na Podole, Jedná se o pozemky č. 849/42, 161/26, 161/24, 161/30, 161/31, 161/27, 161,25, 820/25, 848/43, 849/35, 849/33, 849/4, 849/35, 847/11, 847/1 a 840/1. Oblast se nachází v záplavovém území řeky Litavky, na jejím pravém břehu.

1.2 CÍLE STUDIE

Cílem studie je poskytnout podklady určené k vyhlášení záplavového území a aktivní zóny záplavového území ve městě Berouně, resp. k jejich aktualizaci v lokalitě Na Podole.

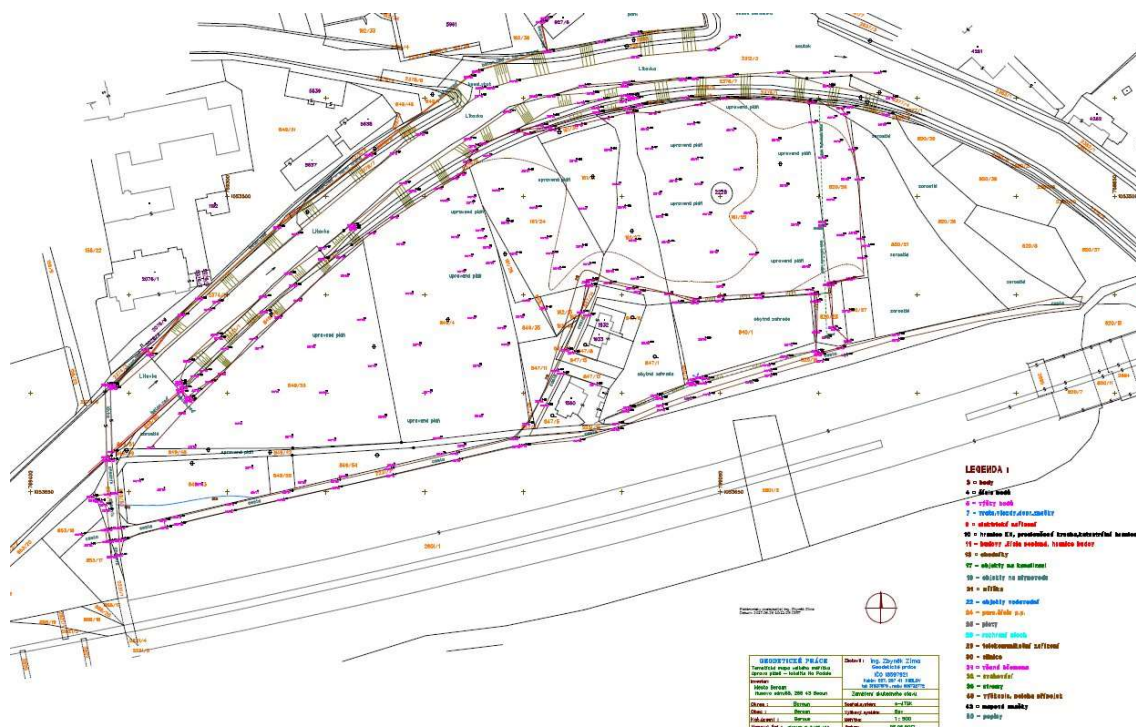
2 DATOVÉ PODKLADY

Studie vychází z výsledků dříve provedené studie „Aktualizace vymezeného záplavového území Berounky a Litavky, v oblasti města Berouna v souvislosti s vybudováním protipovodňových opatření“ po vypořádání připomínek z 8/2016.

2.1 TOPOLOGICKÁ DATA A MAPOVÉ PODKLADY

Hlavními topologickými daty pro tvorbu 2D matematického modelu je **digitální model terénu** zájmového území. Ke schematizaci tvaru koryta, přilehlého inundačního území a objektů na toku bylo využito detailního zaměření koryta řeky Berounky provedené v lednu až březnu 2013 firmou Geodis a.s., digitální model reliéfu ČR 5.generace (DMR 5G) od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního z let 2011-2012 a topologie objektů na toku byla převzata z TPE řeky Berounky z let 2002 a 2003, poskytnuté Povodím Vltavy, státní podnik. Model dále zahrnuje další geodetická změření staveb v lokalitě, jako protipovodňové zdi atd.

Pro tuto studii bylo do DMT vloženo aktuální zaměření lokality Na Podole, provedené dne 25.6.2017 geodetem Ing. Zbyňkem Zimou, ve kterém jsou zahrnuty provedené terénní úpravy.



Obr. 1 – Geodetické zaměření lokality Na Podole

2.2 HYDROLOGICKÁ DATA

Hlavními hydrologickými daty jsou údaje o N-letých průtocích ve vybraných profilech, údaje o N-letých vodních stavech a průtocích za historických povodní v profilech LGS (limnigrafických stanic).

| řeka | profil | ČHP | plocha povodí (km ²) | Q _N [m ³ s ⁻¹] | | | | | | |
|----------|--------------|-------------|----------------------------------|--|------|-----|-----|------|------|------|
| | | | | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| Berounka | LGS Zbečno | 1-11-03-050 | 7518.96 | 257 | 378 | 571 | 740 | 928 | 1210 | 1440 |
| | nad Litavkou | 1-11-03-064 | 7653.68 | 262 | 386 | 582 | 753 | 943 | 1220 | 1460 |
| | LGS Beroun | 1-11-04-056 | 8284.7 | 270 | 403 | 615 | 799 | 1000 | 1310 | 1560 |
| | pod Loděnicí | 1-11-05-028 | 8566.55 | 273 | 406 | 619 | 804 | 1010 | 1320 | 1570 |
| | ústí | 1-11-05-050 | 8855.51 | 299 | 435 | 649 | 834 | 1040 | 1330 | 1580 |
| Litavka | ústí | 1-11-04-055 | 629,74 | 28,5 | 55,2 | 100 | 142 | 190 | 263 | 327 |

Tab. 1 - N-leté průtoky na řece Berounce a Litavce ve vybraných LGS profilech

3 MATEMATICKÝ MODEL

Pro výpočet byl využit 2D matematický model proudění v otevřených tocích včetně inundačních území, sestavený pro soutok Berounky s Litavkou (Berounka ř.km 38,20 - 30,80 a Litavka ř.km 7,00 – 0,00).

Dle metodiky MŽP byl soutok Berounky a Litavky řešen „vystřídaným schématem“, tzn. že nejprve byl zátěžový průtok Q_N zadán do Berounky a na vstupním profilu Litavky byl použit takový doplněk, aby byl pod soutokem dosažen stanovený průtok Q_N , pak následoval opačný výpočet, kdy zátěžový průtok Q_N byl zadán do vstupního profilu Litavky a úsekem Berounky před soutokem protékal doplněk.

Vlastní model byl sestaven v rámci zpracování studie Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik.

3.1 POUŽITÝ SOFTWARE

Model MIKE 21C (DHI) je založen na řešení Saint-Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti) metodou konečných diferencí v jednotlivých bodech půdorysné výpočetní sítě. Tento model pracuje v neekvidistantní křivočaré síti; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravoúhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků. Obdobně umožňuje tento přístup popsat rozsáhlá inundační území s jednodušším prouděním úměrně řidší výpočetní sítí (sítí s větší velikostí výpočetních „buněk“).

Výstupem modelu MIKE 21C jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- hodnoty úrovní hladiny vody,
- vektory rychlostí (tj. směr a velikost vektorů rychlostí, které je možno vyjádřit pomocí velikosti podélné a příčné složky vektorů rychlosti),

ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území, i o rozdělení rychlostí a průtoků v celé oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňuje především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnost a tvarové odpory – zúžení resp. rozšíření průtočného profilu, oblouky, obtékání překážek, proudění přes objekty, apod.). Velkou pozornost je proto třeba věnovat přípravě souboru s geometrickými daty pro 2D model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu, tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

3.2 POPIS

Rozsah sítě modelu Beroun je 1 089 x 1 186 bodů, to znamená 1 291 554 výpočetních bodů. Zájmové území modelu pokrývá celé území definované zadáním studie což je tedy úsek toku Berounky od říčního kilometru 30,7 u soutoku s Loděnicí přes město Beroun až po prudký směrový oblouk těsně pod obcí Hýskov tj. po ř.km 38,3. Tok Litavky byl do 2D modelu zahrnut od soutoku s Berouňkou (ř. km 0,00) směrem proti toku až nad obec Popovice tj. ř.km 7,0. Matematický model řeší celkem 7,9 km Berounky a 7,0 km Litavky v rozsahu záplavy z povodně 8/2002 s přesahem, což umožňuje matematický model využít i pro studie větších povodní než byla povodeň 8/2002.

3.3 KALIBRACE A VERIFIKACE MODELU

Matematický model použitý ve studii „Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblastech povodí horní Vltavy, Berounky a dolní Vltavy“ byl kalibrován na historickou povodeň ze srpna 2002 a verifikován na povodeň z června 2013.

3.4 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Na 2D modelu Beroun byly provedeny výpočty ustálených zatěžovacích stavů pro Q_5 , Q_{20} , a Q_{100}

Vzhledem k složitosti říční sítě zájmové oblasti bylo třeba každý N-letý průtok počítat dvěma simulacemi.

Jako horní okrajové podmínky byly použity hodnoty průtoků v jednotlivých horních hraničních profilech na Beroune a na Litavce. Dolní okrajová podmínka byla definována hladinou vody v dolním uzávěrovém profilu Berounky. Použité hodnoty okrajových podmínek jsou uvedeny v tabulce Tab. 2.

| Profil | Zatěžovací stavy pro Q_N z <u>Berounky</u> [m^3s^{-1}] | | | Zatěžovací stavy pro Q_N z <u>Litavky</u> [m^3s^{-1}] | | |
|--------------------------------|--|------------|-------------|---|------------|------------|
| | Q_5 | Q_{20} | Q_{100} | Q_5 | Q_{20} | Q_{100} |
| Berounka pod Hýskovem | 582 | 943 | 1460 | 515 | 810 | 1233 |
| Litavka nad Popovicemi | 33 | 57 | 100 | 100 | 190 | 327 |
| Loděnice | 4 | 10 | 10 | 4 | 10 | 10 |
| Berounka pod Loděnicí [m n.m.] | 215,5 | 216,9 | 218,25 | 215,5 | 216,9 | 218,25 |

Tab. 2 - Hodnoty okrajových podmínek použité ve 2D modelu Beroun

4 VÝSTUPY

V rámci zadání tohoto projektu byly definovány požadavky na tyto výstupy:

- Záplavová území
- Aktivní zóna záplavového území – AZZU.

S využitím výsledků matematických modelů byly všechny uvedené výstupy realizovány a prezentovány v tištěné formě v měřítku 1:10 000 nad mapovým podkladem ZABAGED.

Veškeré výstupy jsou také součástí samostatného datového CD, kde jsou mapové výstupy umístěny ve formátech tiskových souborů PDF a záplavové čáry spolu s AZZU navíc ve formátu SHP.

V následujících kapitolách je uveden stručný popis jednotlivých výstupů.

4.1 ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ

Pomocí softwaru Atlas DMT byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} vygenerovány záplavové čáry. Záplavové čáry jsou vytvořeny protnutím dosažených maximálních hodnot úrovní hladin pro jednotlivé N-letosti s digitálním modelem terénu.

4.2 AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ – AZZU

4.2.1 DEFINICE AZZU

Aktivní zónu záplavového území (dále jen „AZZU“) definuje Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb., „O způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území“ jako „část záplavového území, které provádí rozhodující část povodňových průtoků, a

tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí“. AZZU se podle této vyhlášky stanovuje pro ustálený průtok odpovídající Q_{100} .

Stanovení AZZU se tedy stává velmi účinným preventivním nástrojem pro snížení povodňových škod.

Zbývající část záplavového území mimo aktivní zónu, se nepodílí výraznou měrou na přímém provádění povodňových průtoků, ale při vyšších povodňových stavech je povodní zasažena. Pro tuto oblast vodní zákon neukládá žádná omezení, ale vodoprávní úřad může stanovit omezující podmínky pro její využívání a rozvoj.

V následujícím textu jsou použity relevantní části zmíněné metodiky, které byly použity v této studii.

4.2.2 VÝBĚR Z PLATNÉ METODIKY PRO STANOVENÍ AZZU

Definice primárních území, které se automaticky stávají součástí AZZU

Metodika vychází ze základních zákonitostí proudění vody v otevřených korytech za podmínek ustáleného nerovnoměrného proudění a ze základních pravidel řešení ochrany před povodněmi. Je relativně obtížné definovat rozsah oblasti AZZU bez předchozího výpočtu a detailní znalosti hydraulických podmínek řešené oblasti, avšak je možné definovat několik pravidel, která jsou platná obecně:

- primární aktivní zónou záplavového území je vždy vlastní koryto hlavního toku v šířce definované břehovými hranami (nejedná se o definici koryta ve smyslu zákona o vodách),
- všechny vedlejší paralelní permanentní vodoteče, derivační, či jiné kanály a zaústění přítoků hlavního toku jsou vždy definované jako primární AZZU v šířce určené břehovými hranami,
- v případě, že se jedná o tok ohrázený příbřežními hrázemi chránícími před povodněmi dimenzovanými na Q_{100} , jsou tyto hráze současně hranicí AZZU,
- linie existujícího průběžného mobilního hrazení podél toku s kapacitou na Q_{100} tvoří hranici AZZU.

Ve všech ostatních případech, jako jsou neohrázené toky, toky s odsazenými podélnými hrázemi a toky s přílehlými podélnými hrázemi dimenzovanými na menší průtoky než Q_{100} , je pro stanovení konečné hranice AZZU zapotřebí dalšího posouzení.

Stanovení rozšířené AZZU detailní 2D studií

Vhodnost použitého postupu:

- vhodný pouze v odůvodněných případech v území s patřičným významem,
- v oblastech, kde 2D matematický model již existuje, nebo bude vytvořen pro jiné účely a studie,
- ve sporných případech vyžadující detailní studii.

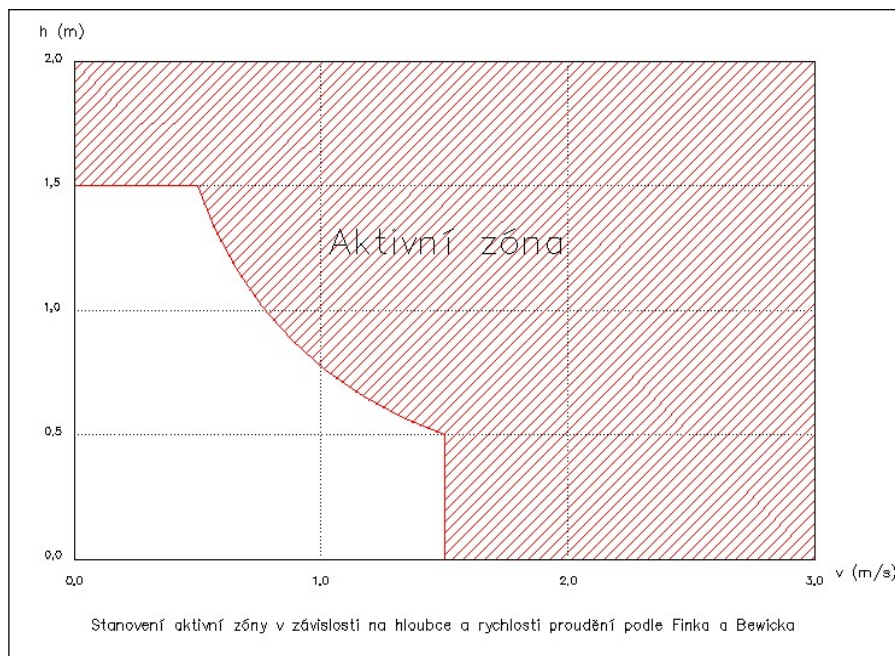
Způsob výpočtu:

- AZZÚ řešeno dvojrozměrným (2D) matematickým modelem

Vymezení aktivní zóny:

Za aktivní zónu, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku a tak bezprostředně ohrožuje životy, zdraví a majetek lidí, se stanoví území definované kombinací:

- přístupu stanovení území provádějící podstatnou část průtoků na základě prostorového rozdělení měrných průtoků a definice soustředěných proudnic v inundačním území,
- v závislosti na součinu hloubky a rychlosti vody při stoletém průtoku podle grafu pro stanovení rozšířené AZZU podle parametrů proudění.



Obr. 2 - Křivka definice nebezpečné části záplavového území podle Finka a Bewicka

Revize AZZU

Vzhledem ke složitostem vymezení AZZU vyžadující vždy individuální přístup pro jejich vyšetření, je třeba po určení AZZU na základě postupů uvedených výše, přistoupit v některých případech k jejich úpravě. Úpravy aktivní zóny se vztahují především na tyto případy:

- na základě odborného posouzení lze z aktivní zóny záplavového území vyjmout území, kde je hloubka menší než 0,3 m a současně svislicová rychlost proudění menší než 0,5 m/s,
- do AZZU je nutno zahrnout „ostrovy“, které jsou sice svou výškovou úrovní mimo AZZU, ale v případě průchodu povodní by nebylo možno takováto území evakuovat,
- do AZZU je nutno zahrnout osamocené oblasti soustředěného průtoku v inundačním území, například v okolí inundačních propustků, koncentračních staveb atd.

4.2.3 STANOVENÍ AZZU

Pro stanovení AZZU v oblastech 2D matematického modelu Beroun byla provedena analýza výsledků měrných průtoků, hloubek a rychlostí nástroji v prohlížeči výsledků.

Území, které provádí rozhodující část povodňových průtoků, bylo stanoveno jako území, které převede cca 80% Q_{100} na základě rozdělení měrných průtoků po příčném profilu, od kterého jsou odečtena ta území, kde je minimální hloubka menší než 30 cm a zároveň svislicová rychlost proudění menší než 0,5 m/s.

K takto stanovenému rozsahu primární zóny AZZU byly přidány oblasti záplavového území, které byly identifikovány jako oblasti nebezpečné podle „*křivky definice nebezpečné části záplavového území*“ uvedené v obrázku Obr. 2.

Na základě těchto podkladů byla definována výsledná hranice AZZU a vynesena do mapových podkladů ZABAGED společně se záplavovou čarou pro Q_{100} a vtištěna v měřítku 1:10 000.

5 ZÁVĚR

V rámci této studie byl upraven digitální model terénu o nové zaměření terénu v lokalitě Na Podole a byla aktualizována batymetrie matematického modelu zájmového území.

Na modelu byly vypočteny hydraulické charakteristiky pro zatěžovací stavy Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . Dále byly vykresleny záplavové čáry pro požadované N-leté průtoky a byla stanovena aktivní zóna záplavového území (AZZU).

Tyto záplavové čáry a AZZU jsou připraveny jako podklad pro aktualizaci vymezeného záplavového území Berounky a Litavky, v oblasti města Berouna.

Výsledné mapové výstupy jsou prezentovány na jednom mapovém listu formátu A3, v měřítku 1:10 000, na podkladu ZABAGED.

V Praze dne 12. 7. 2017

Ing. Marcela Svobodová

6 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 – PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL

Příloha č.2 - MAPOVÉ VÝSTUPY

| Mapa | Průtok | Měřítko | List |
|---|---|----------------|-------------|
| Záplavová území | Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ | 1: 10 000 | 2 |
| Záplavové území Q ₁₀₀ a aktivní zóna záplavového území | Q ₁₀₀ | 1: 10 000 | 2 |