

T A

Č R

Program **Alfa**

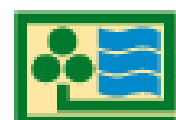
TA - Podpora aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje „ALFA“

Energetické zdroje a ochrana a tvorba životního prostředí

Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží pro stanovení jejich zásobních kapacit a sledování množství a dynamiky sedimentů

TA04020042

SPECIALIZOVANÁ MAPA S ODBORNÝM OBSAHEM



**Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.**



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta životního
prostředí**

AQUA
monitoring

GEOREAL
www.georeal.cz

listopad, 2015

Název mapy:

Specializované mapy batymetrických měření pomocí echosoundingu

Jména oponentů (kteří zpracovali posudky) a názvy jejich organizací:

Odborník z daného oboru:

Ing. Martin PAVEL

Ředitel divize

Hydrotechniky, ekologie a odpadového hospodářství

telefon+420 261 102 306, mobil +420 725 336 974

martin.pavel@sweco.cz

SwecoHydroprojekt a.s. - ústředí Praha

Táborská 31, 140 16 Praha 4

www.sweco.cz

Odborník ze státní správy:

Ing. Marie KURKOVÁ, Ph.D.

Úsek vodního hospodářství

Odbor vodohospodářské politiky a protipovodňových opatření

mobil +420 605 513 963

kurkova.marie@mze.cz

Ministerstvo zemědělství ČR

Těšnov 65/17, Praha 1, 110 00

www.eagri.cz/

Osvědčení odborného orgánu státní správy nebo certifikace:

Zeměměřický úřad

Pod sídlištěm 9

182 11 Praha 8

tel: 284 041 111, fax: 284 041 416

e-mail: zu.praha@cuzk.cz

ředitel úřadu

Ing. Karel Brázdil, CSc.

284 041 400, karel.brazdil@cuzk.cz

Specializované mapy s odborným obsahem schválil pro využití v praxi Zeměměřický úřad, osvědčením č. ZÚ-04428/2015-11001 ze dne 15. 12. 2015.

Řešitelský tým:

Ing. Václav Hradílek

Ing. Radek Roub, Ph.D.

Ing. Luděk Bureš

doc. Ing. Petr Máca, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze - Fakulta životního prostředí, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchdol



RNDr. Pavel Novák, Ph.D.

Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D.

Ing. Jana Maxová

Mgr. Antonín Zajíček Ph.D.

Ing. Lucie Ptáčnicková

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. - Žabovřeská 250, 156 27 Praha-Zbraslav



Ing. Tomáš Vybíral, Ph.D.

Ing. Luboš Hübsch

Ing. Petr Janovský

Ing. Martin Vacek

GEOREAL, spol s r.o. – Hálkova 1 059/12, Plzeň, 30 100



Ing. Jiří Hlaváček

Ing. Pavel Čuba

AQUAMONITORING, s.r.o. – Jedovnická 2346/8, Brno – Líšeň, 62800



Úvod:

Pro území ČR zpracováno několik digitálních výškopisných databází různé kvality, a to zejména v resortu Českého úřadu zeměměřičského katastrálního (ČÚZK) a v resortu Ministerstva obrany (MO) ČR. Ze současných výškopisných databází je nutné jmenovat ZABAGED® – výškopis, ZABAGED® – zdokonalený výškopis, ZABAGED® – mříž 10 × 10 m, DMR 2,5. generace, DMR 3. generace - výškový model ve formě nepravidelné sítě TIN získaný stereofotogrammetrickou metodou. Dosud postrádaným produktem je digitální model povrchu (DMP), který je již delší dobu požadován v jednotlivých resortech. Zajištěním nového výškopisného mapování, které nahradí v současnosti využívané mapové zdroje, bude zajištěn kvalitní výškopisný podklad požadované přesnosti pro jednotlivé obory.

V současné době probíhá metodou leteckého laserového skenování na území české republiky (ČR) nové výškopisné mapování, které poskytne nové vysoce kvalitní výškopisné produkty - Digitální model reliéfu území České republiky 4. generace (DMR 4G) ve formě mříže (GRID) 5 × 5 m se střední chybou výšky $\sigma_z = 0,30$ m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu. Digitální model reliéfu území České republiky 4. generace (DMR 4G) ve formě mříže (GRID) 5 × 5 m se střední chybou výšky $\sigma_z = 0,30$ m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu. Digitální model povrchu území České republiky 1. generace (DMP 1G) ve formě nepravidelné sítě vybraných výškových bodů (TIN) se střední chybou výšky $\sigma_z = 0,4$ m pro přesně prostorově vymezené objekty (budovy) a $\sigma_z = 0,7$ m pro objekty přesně neohrazené (lesy a další prvky rostlinného půdního krytu).

Otázkou přesto zůstává, co se nachází pod vodní hladinou, jaké jsou zásobní (retenční) kapacity vodních toků, vodních nádrží. Kolik máme sedimentů ve vodních tocích či vodních nádrží, jaká je jejich dynamika. Odpovědi na tyto otázky neposkytne žádný z výše uvedených plánovaných výškopisných produktů. Tato skutečnost je dána principem leteckého laserového skenování, které je založeno na určování geocentrických souřadnic bodů na zemském povrchu metodou prostorového rajonu, kdy počátek rajonu je dán polohou „ohniska“ leteckého laserového skeneru, určenou zpravidla pomocí DGPS v souřadnicovém referenčním systému WGS 84. Vzdálenost pozemního bodu od ohniska skeneru je vypočítána z času uplynulého mezi vysláním a přijetím odraženého laserového paprsku. Standardně se používá infračerveného laserového paprsku. Ten je vhodný pro mapování rostlého terénu, nikoliv však vodních ploch, kdy vodní hladina infračervený paprsek pohlcuje. Alternativou může být využití technologie duálního lidarů, využívajícího rozdíl dvou laserových paprsků o různé vlnové délce. Další alternativou je využití moderního přístrojového vybavení jakým je např. RiverSurveyor M9. v sestavě s externí stanicí - konfigurace RTK s přesností do 3 cm, EcoMapper a případně dalšími měřicími zařízeními které chce řešitelský tým v rámci řešení projektu testovat a zodpovědět tak výše specifikované otázky v oblasti batymetrii.

V současné době je v České republice problematika sedimentů a s nimi spojené erozní činnosti velice aktuálním tématem. Eroze je definována jako proces, při kterém vlivem činnosti vody, větru (potažmo ledu, sněhu) dochází k rozrušování půdního povrchu a transportu půdních částic. V případě vodní eroze je hlavním činitelem působení srážek a povrchového odtoku, v důsledku kterého dochází k rozrušování půdního (nebo obecně zemského) povrchu i ke změnám v částicovém složení (Krása, 2010). Vodní erozi považujeme za jeden z plošných zdrojů znečištění ve vztahu k povrchovým vodám, ať již z hlediska její kvality, tak kvantity. Výsledkem transportu splavenin je nejen snižování kapacity vodních toků a nádrží, snížení retence půdy - vlivem úbytku orníční vrstvy, ale rovněž eutrofizace – nárůst sinic a řas jako důsledek vnosu fosforu vázaného na sediment. Jak popisuje Holý (1994), probíhá eroze ve třech základních formách – jako eroze plošná, výmolová a proudová, přičemž každá z těchto forem se dělí na několik stádií podle rozsahu, intenzity a průběhu procesu.

Současné přístupy v oblasti modelování transportu splavenin popisují vždy tři na sebe navazující a sebe navzájem podmiňující procesy. V prvním kroku je vždy hydrologická část, která řeší vznik povrchového odtoku. Druhým krokem je vlastní eroze, způsobená jednak dopadem dešťových kapek a jednak vlastním odtokem. Třetí částí je pak odhad transportní kapacity povrchového odtoku a z toho vyplývající transport splavenin. Z hlediska popisu principu, na kterém je model založen, je možné modely kvantifikovat na empirické, jako je metoda USLE (Wischmeier et al., 1978) a modely z této metody odvozené (RUSLE, WATEM/SEDEM, USPED, RUSLE2, aj.). Příklady fyzikálně založených modelů jsou EROSION3D, WEPP, SMODERP aj. (Krása, 2004). Zcela oddělenou

otázkou je chování transportovaného sedimentu v korytech a vodních nádržích. 1-D modely popisující transport splavenin tokem (GSTARS, HEC-6, FLUVIAL, DREAM-1, TUG,...) nejsou v podmínkách ČR dosud kalibrovány, složitější 2-D a 3-D modely nejsou dosud standardně využitelné pro řešení transportu v povodích (Yang et al., 2006).

Při transportu erodovaného materiálu povrchovým odtokem se velká část zachytí již přímo při zpětné sedimentaci na pozemcích a dále v povodí. Proto celková ztráta půdy vypočtená metodou USLE výrazně převyšuje množství splavenin. Poměr mezi množstvím splavenin a celkovým erozním smyvem potom označujeme spojením „sediment delivery ratio“ (SDR) – česky poměr odnosu splavenin. Výpočty poměru odnosu se zabývala řada autorů. Nicméně v České republice je dlouhodobě testována a ověřena pouze Williamsova metoda (Williams, 1977), která je doporučena i metodikou Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček et al., 2007).

Z pohledu přímého měření je v současné době k dispozici několik batymetrických modelů (ETOPO1 -Arc-Minute Global Relief Model, SRTM-Shuttle Radar Topography Mission, atd.), které jsou však globálního charakteru a jejichž rozlišení neposkytuje adekvátní podklad pro potřebné analýzy. Do popředí se tak dostávají již popisované letecké skenující "batymetrické" systémy (HawkEye II, aj.), které představují jeden z hlavních směrů pro osvojení si požadovaných informací o výškopisu pod vodní hladinou. Přestože k prvním lokálním měřením hloubek byla používána olovnice, je dnes k měření hloubek nejčastěji používán sonar (SOund Navigation And Ranging), což je systém, který používá vyslaných a odražených akustických vln k detekci a lokalizaci ponořených objektů a nebo k měření vzdálenosti ke dnu. Batymetrie je v globálním měřítku primárně určena k vytvoření přesných map pro plavbu námořních lodí, v průmyslu (např. při hledání ropných polí nebo při pokládání podmorských kabelů) a při hledání specifických cílů (např. vraků lodí). Ve vojenství slouží například k vyhledávání min.

Mladší sestrou batymetrie je mikrobatymetrie. Mikrobatymetrická hloubka je hloubka složená z hodnoty ze sonaru či výškoměru (ADCP apod.) a hodnoty z tlakoměru. V České republice je využíváno speciální plavidlo (tlačný remorkér) Valentýna II, které k mapování používá ultrazvukové vysílače nainstalované na sklápěcím systému. Výložníkový systém slouží zpravidla k měření na říčních tocích, při konstrukcích a udržování přístavů k měření hloubek vodních toků, ke kontrole po průchodu velkých vod a k vyhledávání plavebních překážek na vodních cestách. Znám je rovněž systém PARASOUND (PARAMetric echoSOUNDer), jenž proniká do mělkých geologických vrstev. Data se pak dále zpracovávají do finální verze, přičemž systém s větším bočním a vertikálním rozlišením dokáže rozlišit horní vrstvy sedimentu. Vysoké rozlišení je v daném případě výsledkem tzv. parametrického efektu, kde jsou zároveň vysílány dvě frekvence. Naproti tomu akustický Dopplerův systém ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) je typem sonaru, který zaznamenává rychlosti proudů v různých hloubkách. Základními používanými způsoby jsou rovněž tzv. jednopaprscitě/mnohapaprscitě/boční sonary.

Cíle

Specializované mapy s odborným obsahem jsou konstruovány tak, že vyjadřují batymetrii vodní nádrže (pilotní území Hracholusky) za pomoci echosounderu River Surveyor M9. Cílem komplexního projektu „Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží pro srovnání jejich zásobních kapacit a sledování množství a dynamiky sedimentů“, jehož výsledkem je předkládaný soubor specializovaných map, je:

- zodpovědět základní otázky v oblasti batymetrie vodních toků a nádrží, tj. jaké technologie na měření aplikovat, jak pracovat se získanými daty, jak tato data aplikovat v praxi,
- získat poznatky v oblasti sledování jednak samotného množství sedimentů, tak jejich dynamiky,
- navrhnout katalog opatření s popisem konkrétních návrhů (preventivního charakteru), které budou omezovat samotný vznik sedimentů a jejich transport do vodního toku či vodní nádrže,
- ověřit vhodnost současného softwarového vybavení - modelových přístupů na transport sedimentů a zanášení vodních toků a nádrží,
- verifikovat výstupy daných modelů s naměřenými daty v terénu.

Metody

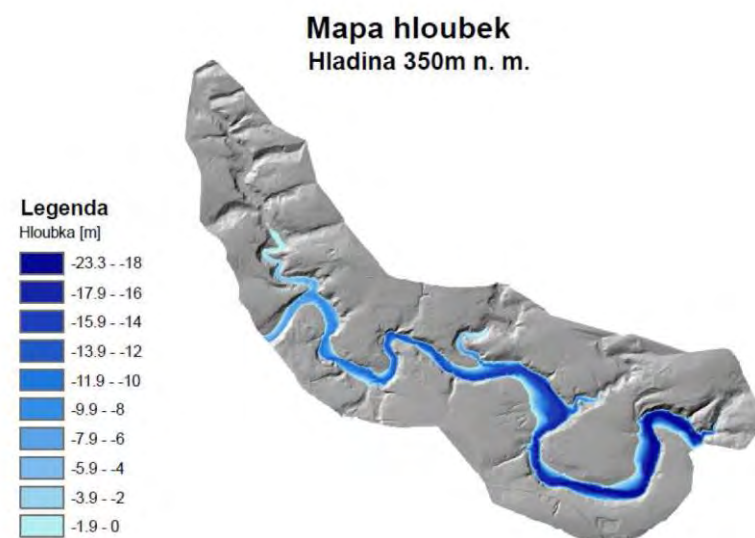
Pro získání relevantních výsledků bylo použito echosounderu River Surveyor M9 osazeného na kayaku. Z přístroje, primárně určeného pro měření rychlosti proudění, jsou získávány bodové údaje o naměřené hloubce. Měřicí sestava byla úspěšně testována s vysokou mírou přesnosti. V současné době probíhá testování způsobu sběru dat a jejich vyhodnocování, přičemž je kladen důraz na vytvoření co nejvěrnějšího digitálního modelu terénu dna z co nejmenšího souboru dat.

Jedním z nejdůležitějších kroků při tvorbě DMR dna vodního toku / vodní nádrže je správná volba interpolační techniky. Při malém objemu dat je nevhodnější využití univerzálního krigingu se zahrnutím anizotropie.

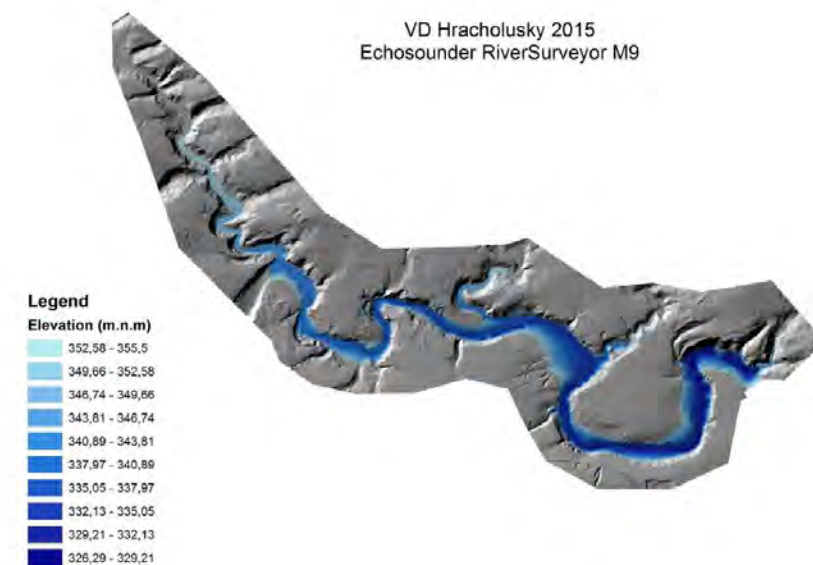
Výsledky získané pomocí zařízení echosounderu River Surveyor M9 byly srovnávány s GPS stanicí (Leica) vybavenou RTK a to fyzickým zaměřením dna teleskopickou výtyčkou. Výsledky srovnávacího měření jsou v dobré shodě dle korelačního koeficientu (0,998) a dle Nesh-Sutcliffova koeficientu účinnosti (0,993).

V současné době jsou testovány nejen různé způsoby (geometrie) sběru dat, ale i nezbytně nutný nájezd pro zajištění co nejpresnějšího DMR dna. Sběr dat se vyvíjí a je závislý na geometrii nádrže a jejích zlomových liniích.

Na obrázku 1 je DMR (Spline) dna VD Hracholusky z roku 2006 po povodni v 10 m rozlišení, který byl pořízen velmi hustou sítí pomocí plavidla Joska (PVL). Pro porovnání je na obr. 2 znázorněno dosavadní zaměření stejné nádrže ve stejném rozlišení RS M9 s řidším nájezdem. V obou případech jsou při velkém přiblížení na břehových hranách patrné malé interpolační chyby. Tyto chyby lze odstranit „vyspělejší“ interpolační technikou jakou je univerzální kriging se zahrnutím anizotropie nádrže. V tomto případě je však zahrnutí anizotropie z důvodu její vícesměrnosti náročnějším úkolem. Výsledky z těchto měření budou v příštím roce porovnány s daty pořízenými LiDARem v modrozeleném spektru, který je schopný v případě ideálních podmínek proniknout vodní hladinu na dno nádrže a zaměřit tak DMT dna.



Obr. 1: DMR v.n. Hracholusky (2006) zdroj dat JOSKA (PVL)



Obr. 2: DMR v.n. Hracholusky (2015) zdroj dat River Surveyor M9

Daný způsob pořizování požadovaných dat o batymetrii vodních toků a nádrží představuje levnější, přesto velice přesnou metodou určení polohopisné i výškopisné polohy pod vodní hladinou a tím i kvantifikace sedimentů je využití již uvedeného RiverSurveyor M9 v sestavě s externí stanicí - konfigurace RTK s přesností do 3 cm. Dané zařízení se vyznačuje jako automatické profilovací zařízení, pracující na principu Dopplerova jevu, pro měření rychlosti proudění vody v přirozených korytech. Zařízení disponuje vertikálními paprsky pro měření hloubky a automatický výpočet celkového průtoku, průtočné plochy a průměrné rychlosti. Zařízení umožňuje kontinuální měření mělké i hluboké vody (první svého druhu). V zařízení je integrován vestavěný softwarový balíček (RiverSurveyor Life) pro okamžitý přenos dat na mobilní zařízení, nastavení velikosti měřící cely. S daným zařízením je možné provádění měření jak za povodňových stavů, tak i v období sucha.

Použité metody pro dosažení prvotní sady specializovaných map již byly naznačeny, přesto je nutné uvést i další alternativy, které je plánováno v navazujícím období aplikovat. První z již použitých způsobů pro dosažení stanovených cílů je využití leteckého měřického snímkování (LMS) pro stanovení hloubek vodních nádrží na základě barevné škály vodní hladiny. Tento způsob získání požadovaných dat byl prvně testován v roce 2009 v severní Americe v příbřežních oblastech Tichého oceánu. Tyto metody jsou již v rámci projektu alternativně se standardními (referenčními) geodetickými metodami a porovnávány s archivními materiály (realizační dokumentace). Pro stanovení množství sedimentů ve vodních tocích a vodních nádrží budou využity GIS/CAD aplikace a jejich sofistikované extenze. Pro sledování samotné dynamiky sedimentů v podélném i příčném profilu bude využito rovněž již specifikovaných modelů.



Obr. 3: LMS (qvRGB)



Obr. 4: LMS (qvPan)



Obr. 5: LMS (qvCIR)

Další alternativou pro získání informace o nadmořské výšce pod vodní hladinou je využití duálního lidarů, tato metoda je v současnosti vyvíjena na řadě pracovišť v západní Evropě (Německo, Rakousko, Švédsko). První paprsek duálního lidarů je z oblasti infračerveného spektra a využívá se k nasnímání zemského povrchu včetně vodní hladiny. Druhý paprsek bývá zpravidla z oblasti zeleného či zeleno-modrého spektra a je určen k naskenování terénu pod vodní hladinou.

Zařízení, které je plánováno v rámci řešení projektu rovněž uplatnit, je EcoMapper. Multiparametrického torpéda AUV EcoMapper je jedinečný přístroj navržený pro monitoring kvality vody, proudění a batymetrii nádrží a vodních toků. Sestava přístroje může být doplňována dle potřeby: kvalita vody, rozložení rychlostí, batymetrie, sonar. Kvalitativní senzory jsou osazeny v hlavici, kterou používá sonda YSI 6600V2-4. EcoMapper může být doplněn i o boční sonar. Nejlepší sestavou je AUV EcoMapper s 10-paprskovým systémem pro měření rychlostí a batymetrie, multiparametrickou

hlavicí osazenou senzory pro měření teploty, konduktivity, pH, ORP, rozpuštěného kyslíku, zákalu, chlorofylu a fytocyaninu a samozřejmě i bočním sonarem. Celá řada příslušenství včetně SW vybavení poskytne uživateli neskutečné možnosti v monitorování kvality vody a batymetrie.



Obr. 6: Ecommaper

Pilotní území Hracholusky

Vodní dílo Hracholusky bylo vybudováno na řece Mži zhruba 6 km západním směrem od obce Město Touškov. Přehrada byla budována v letech 1959-1964 v poměrně úzkém, strmém a často skalnatém údolí. Hlavním účelem bylo akumulovat vodu pro průmyslové, energetické a zemědělské využití v západních Čechách. Dále pak k ochraně před povodněmi a k rekreačnímu užití. Stavbou přehrady bylo zatopeno několik vesnic. Hráz vodní nádrže je přímá, sypaná, zemní s šikmým jílohlinitým těsněním v návodní části hráze. Návodní líc je před účinky vody a vln chráněn šestibokými betonovými tvárnicemi. Délka v koruně je 270 m, šířka 5 m a maximální výška hráze nad terénem 27 m. Celková zatopená plocha činí 410,4 ha. Koryto pod hrází je v délce 100 m opevněno železobetonovými monolitickými deskami a kamennou dlažbou. Na levém břehu byla vybudována malá vodní elektrárna s vertikální Kaplanovou turbínou o výkonu 2,9 MW. Nad Plzní v Radčicích stojí na levém břehu úprava vody, která dodává vyčištěnou užitkovou vodu pro podnik Škoda (zdroj: <http://www.atlasceska.cz>).



Foto č. 1: River Surveyor M9 osazený na kayaku



Foto č. 2: Externí stanice - konfigurace RTK



Foto č. 3: RS M9 osazený za vodícím člunem



Foto č. 4: Příprava před sběrem dat

Výsledky

Vytvořená datová sada, popisující batymetrii dna vodní nádrže poskytuje relevantní podklad pro správce povodí z pohledu stanovení množství sedimentů / retenčních kapacit vodní nádrže a nabízí tak podklad pro rozhodovací činnost při správě povodí – následná identifikace pozemků, ze kterých je v důsledku vodní eroze primárně zanášena nádrž vodního díla, atd.

Z pohledu uplatnění batymetrických přístupů při aplikaci na vodních tocích je uplatnění vázáno především pro získání kvalitních vstupních dat pro modelování povodňových jevů a stavů při využití hydrodynamických modelů. Právě vstupní data jsou určující pro tvorbu výpočetní geometrie vodního toku, v důsledku zpřístupnění kvalitního výškopisného podkladu (DMR 4G, DMR 5G) dojde k rozvoji povodňových analýz, což bude mít ve svém důsledku významný dopad na krizové řízení, včetně promítnutí do povodňových plánů obcí, ORP a krajů a dojde opět jako v případě územního plánování k eliminaci dopadů povodňových událostí na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost.

Samotné přínosy projektu nejsou primárně plánovány jako komerční. Hlavním přínosem projektu je získání nových poznatků v oblasti stanovení zásobních/retenčních kapacit vodních toků/nádrží, které se promítnou do podkladů preventivních opatření v oblasti povodňové problematiky. Získané nové výsledky o množství a samotné dynamice sedimentů ve vodních tocích/nádržích budou uplatněny ve strategických materiálech správců vodních toků/nádrží, státní správy a samosprávy. Předpokládané výsledky charakteru software/certifikovaná metodika budou sloužit jako pomocné nástroje v projekčních firmách, které řeší povodňovou problematiku z pohledu matematického modelování - stanovení záplavových území, stanovení intenzity povodně, mapy povodňové ohroženosti, mapy povodňových rizik.

Navazující výsledky, které chce autorský kolektiv dosáhnout, je dosažení nových technologií (typ výsledku dle RIV Z - ověřená technologie) pro získání relevantních výsledků o batymetrii vodních toků a nádrží, metodického návodu řešící způsob a zpracování získaných batymetrických dat (typ výsledku dle RIV N - certifikovaná metodika), příprava softwarového nástroje na získání korektního digitálního modelu v oblasti koryta vodních toků/vodních nádrží pro přípravu hydraulických modelů, příprava mapových podkladů pro správu povodí (vodních toků a vodních nádrží) o morfologii terénu pod vodní hladinou (typ výsledku dle RIV N - mapa s odborným obsahem), příprava mapových podkladů pro správu povodí (vodních toků a vodních nádrží) o množství sedimentů ve vodních útvarech - vodní toky a vodní nádrže (typ výsledku dle RIV N - mapa s odborným obsahem).

V průběhu řešení projektu je rovněž předpokládáno otevření odborné i laické diskuse nad získanými dílčími poznatky, která bude probíhat především formou uveřejnění získaných výsledků v odborných publikacích – viz již dílčí dosažené výsledky prezentované v části [Seznam publikací, které předcházelí zpracování specializovaných map](#).

Informace o rozsahu využití mapy:

Uvedením mapových sad do praxe dojde k významnému přínosu i z pohledu tvorby nového Programu rozvoje venkova (PRV) - Společná zemědělská politika (SZP) 2014 -2020 / Operačního programu životního prostředí 2014 – 2020, a sice při přípravě nového dotačního programu na prevenci zanášení vodních toků a nádrží.

Neopomenutelným přínosem je rovněž možnost lokalizace tzv. kritických lokalit, respektive míst, kde dochází k největšímu přísunu sedimentů v důsledku erozní činnosti / erozního smyvu do vodní nádrže, vodního toku. S ohledem na očekávané výsledky, které poskytnou přesné stanovení sedimentů ve vodním toku/nádrži, naleznou tyto informace uplatnění rovněž při poskytování státní podpory na samotné odtěžení sedimentu, kdy bude na základě získaných informací umožněna efektivní podpora, tj. bude cílena do míst, kde je skutečně potřebná.

Reálnost uvedených přínosů je opodstatněna doložením zájmu ze strany státní správy, a dalších subjektů (správci vodních toků) o výsledky projektu. Za účelem širokého uplatnění výsledků v praxi jsou průběžně organizované různé diseminační aktivity - semináře, workshopy, kde budou představovány dílčí výsledky projektu a otevřena široká odborná i laická diskuse. Jak již bylo rovněž popsáno, budou během celého řešení projektu udržovány úzké vazby se zájemci z řad potenciálních uživatelů, aby výstupy projektu respektovaly jejich názory a potřeby a současně mohly být bezprostředně po dokončení projektu v několika subjektech aplikovány v praxi.

Informace o přínosech mapy pro uživatele:

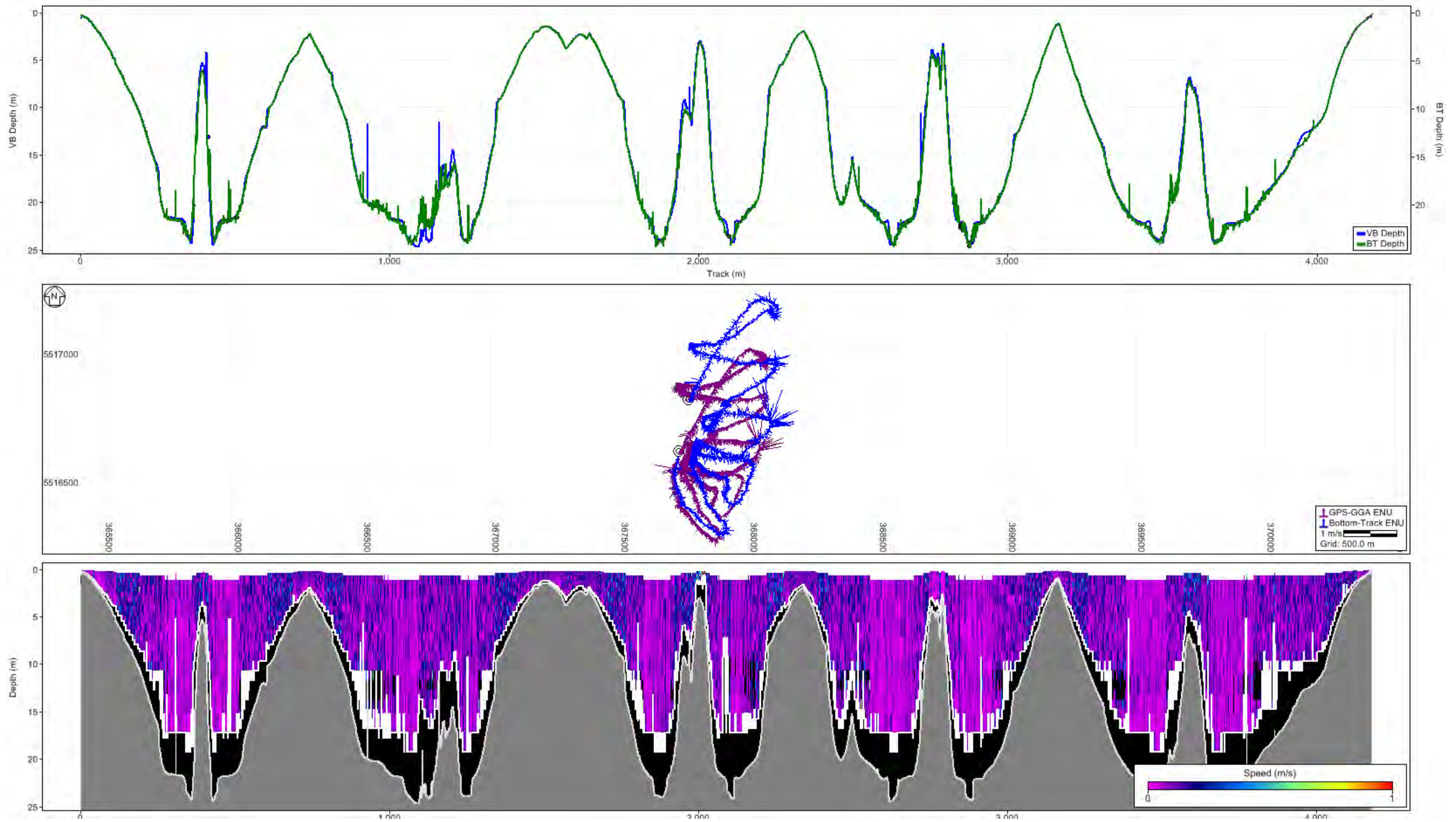
Jak již bylo v předešlých kapitolách uvedeno řešená agenda je předmětem mnoha úřadů státní správy, vodoprávních úřadů, správců vodních toků/nádrží i projektových firem, kterým získané poznatky bezesporu pomohou v jejich rozhodování a při řešení své agendy. Uživateli výsledku budou apriori instituce působící v oblasti správy povodí, tj. podniky povodí – Povodí Vltavy, státní podnik, Povodí Labe, státní podnik, Povodí Ohře, státní podnik, Povodí Moravy, státní podnik, Povodí Odry, státní podnik. Výsledky budou využity nejen pro prevenci zanášení povrchových vod sedimenty, ale i jako nástroj pro zpřesnění opatření ke zlepšení stavu rizikových útvarů povrchových vod. Zde jsou míněny především otázky vázané na vnos cizorodých látek do vodních toků/nádrží fixované na splaveniny (sedimenty), především se jedná o živiny (fosfor).

Poptávka po nových poznacích z řešené oblasti je velká z různých zainteresovaných subjektů. Jedná se o zájem z Ministerstva životního prostředí, Ministerstva zemědělství, již uvedení správci vodních toků/nádrží Podniky Povodí, kraje a mnoha dalších zainteresovaných subjektů. Některé z dalších příkladů využití je možné uvést např. ve vazbě na územní plánování (zákon 183/2006 Sb.) jehož úkolem je mimo jiné (§19):

- prověřovat a posuzovat potřebu změn v území s ohledem na životní prostředí, geologickou stavbu území, vliv na veřejnou infrastrukturu a na její hospodárné využívání;
- vytvářet v území podmínky pro snižování nebezpečí ekologických a přírodních katastrof a pro odstraňování jejich důsledků, a to přírodě blízkým způsobem;
- určovat nutné asanační, rekonstrukční a rekultivační zásahy do území.

Zájem o výsledky předkládaného projektu byl projeven rovněž od Ředitelství vodních cest České republiky (ŘVCCR), tento zájem je doložen prostřednictvím správců vodních toků (Povodí Vltavy, státní podnik). ŘVCCR bylo zřízeno Ministerstvem dopravy a spojů ČR 1. dubna 1998 a je organizační složkou státu zřízenou Ministerstvem dopravy, dle ust. § 51 odst 1., zák. č. 219/2000 Sb. Základním předmětem činnosti ŘVCCR je především zabezpečení přípravy a realizace výstavby a modernizace součástí dopravně významných vodních cest a dalších staveb nutných pro provoz na vodních cestách a pro jejich správu a údržbu a pořizování dalšího majetku nutného pro správu a údržbu vodních cest, zabezpečení správy, údržby a oprav nově zřízených součástí vodních cest a dalšího majetku, nutného pro provoz na nich a pro jejich správu a údržbu, výkon vlastnických práv státu k nemovitostem tvořícím nově zřizované součásti vodních cest zabezpečování podkladů pro stanovení koncepcí v oblasti vodních cest a jejich součástí koordinace provádění velkých oprav s rekonstrukcemi a modernizacemi součástí vodních cest. Právě pro efektivní náplň těchto hlavních činností ŘVCCR budou nové poznatky významným přínosem.

T A
Č R



Obr. 6: Ukázkový transekt ze dne 17.4.2015 (Hracholusky)

Seznam publikací, které předcházely zpracování specializovaných map:

- HRADILEK, V., BAŠTA, P., HEJDUK, T., MÁCA, P. ROUB, R. (2015) : Výsledky batymetrických měření pomocí echosoundingu v rámci projektu TAČR TA04220042, poster, Vodní nádrže 2015
- NOVÁK, P., ROUB, R., VYBÍRAL, T., HLAVÁČEK, J., HEJDUK, T., BUREŠ, L., REIL, A. (2015): Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží, Vodní hospodářství, roč. 65, č. 3, s. 13-20. ISSN 1211-0760.
- ROUB, R., KŮRKOVÁ, M., HEJDUK, T., BUREŠ, L., NOVÁK, P. (2016): Comparing a hydrodynamic model from 5th generation DRM data and a model from data modified by means of Crosolver tool. Acta Universitatis Carolinae. Geographica – [přiját k publikování](#)

Seznam použité literatury:

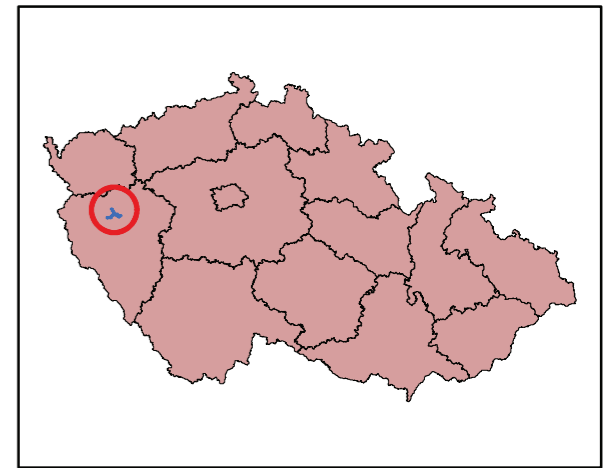
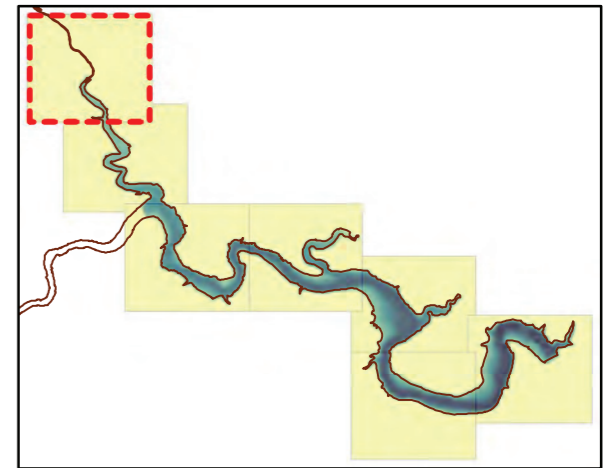
- HOLÝ, M., 1994: Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha. 383 s. ISBN 80-01-01078-3. • Ochrana zemědělské půdy před erozí, Metodika UVTIZ 5/1992.110 s.
- JANEČEK M. et al (2007): Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, Praha
- KRÁSA, J. (2010): Empirické modely vodní eroze v ČR - nástroje, data, možnosti a rizika výpočtů, docentská habilitační práce, Praha: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného hospodářství, 158 s.
- YANG, Z., H. WANG, Y. SAITO, J. D. MILLIMAN, K. XU, S. QIAO, AND G. SHI (2006): Dam impacts on the Changjiang (Yangtze) River sediment discharge to the sea: The past 55 years and after the Three Gorges Dam, Water Resour. Res., 42, W04407.
- WILLIAMS, J.R. (1977): Sediment delivery ratios determined with sediment and runoff models. In: Erosion and solid matter transport in inland waters. pp 168-179. IAHS-AISH publication No. 122.
- WISCHMEIER W. H., SMITH D. D.: Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. Agr.Handbook No.537, US Dept.of Agriculture, Washington, 1978

Seznam použitých zkratk:


DMR	Digitální Model Reliéfu
DMR 4G	Digitální Model Reliéfu 4. generace
DMR 5G	Digitální Model Reliéfu 5. generace
DMP	Digitální Model Povrchu
PVL	Povodí Vltavy, státní podnik
GIS	Geografické Informační Systémy
ORP	Obec s Rozšířenou Působností
TAČR	Technologická Agentura ČR

Hracholusky 1

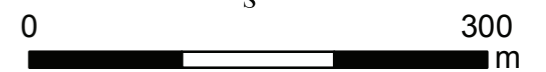
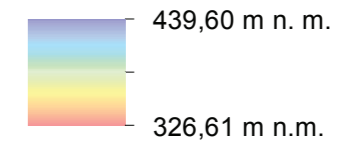
vstupní data



Legenda

- transekty
- bodové pole X, Y, H
-  břehová čára

DMT



souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

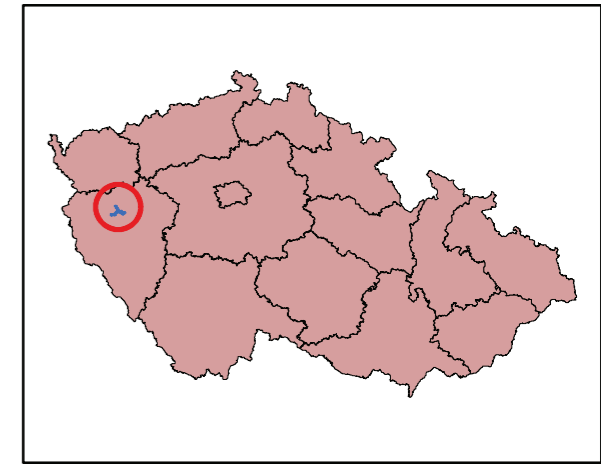
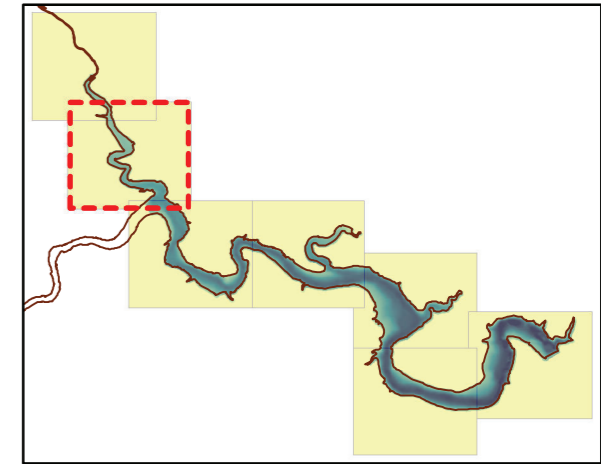
T A
Č R

Program **Alfa**


projekt č. TA04020042

Hracholusky 2

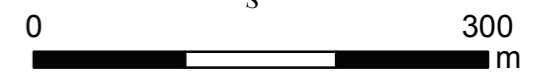
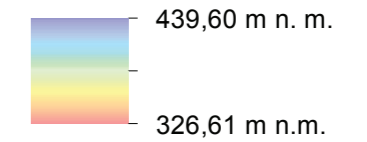
vstupní data



Legenda

- transekty
- bodové pole X, Y, H
-  břehová čára

DMT

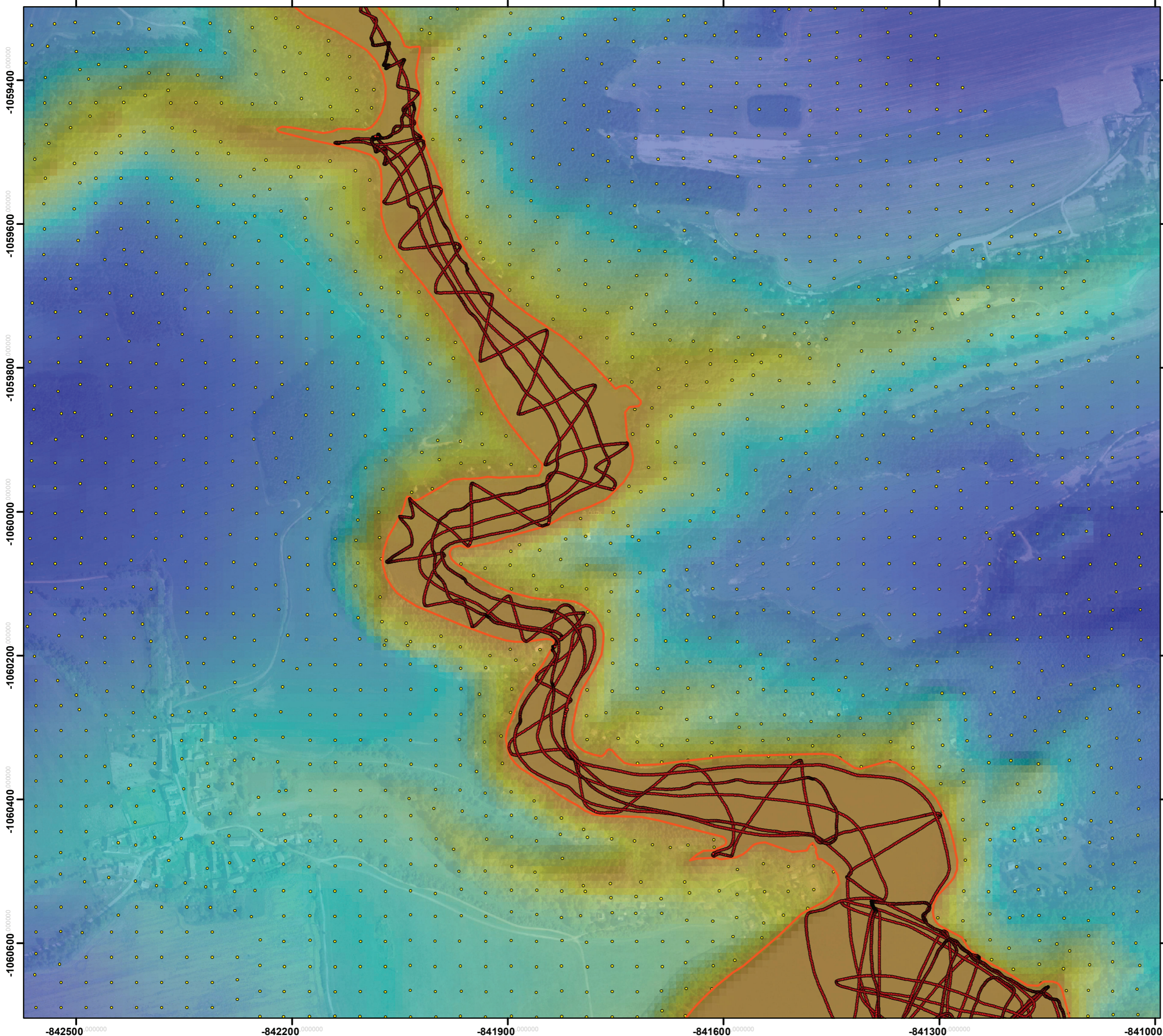


souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R

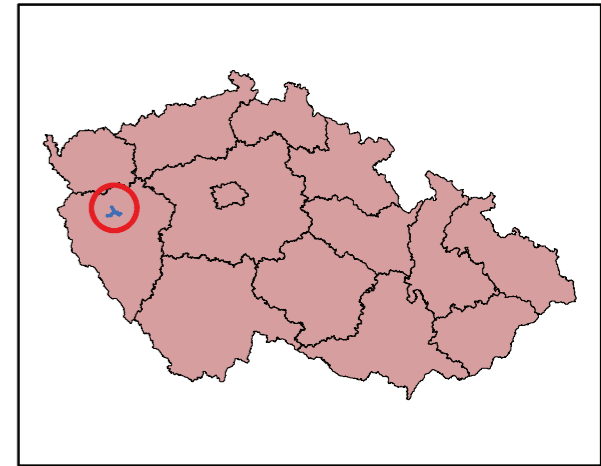
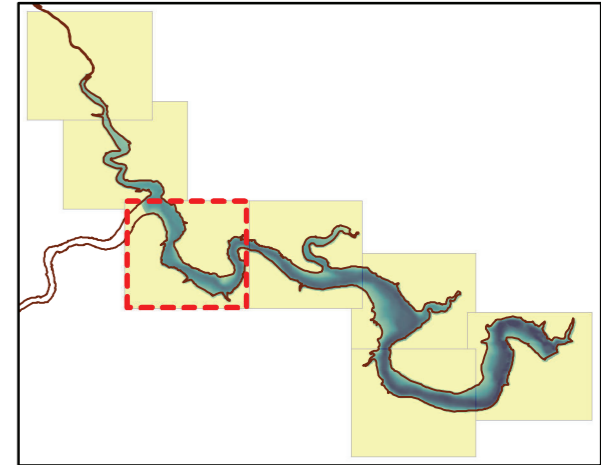
Program Alfa

projekt č. TA04020042




Hracholusky 3

vstupní data

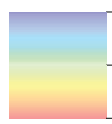


Legenda

- transekty
- bodové pole X, Y, H


 břehová čára

DMT

 439,60 m n. m.

326,61 m n.m.



0  300 m

souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

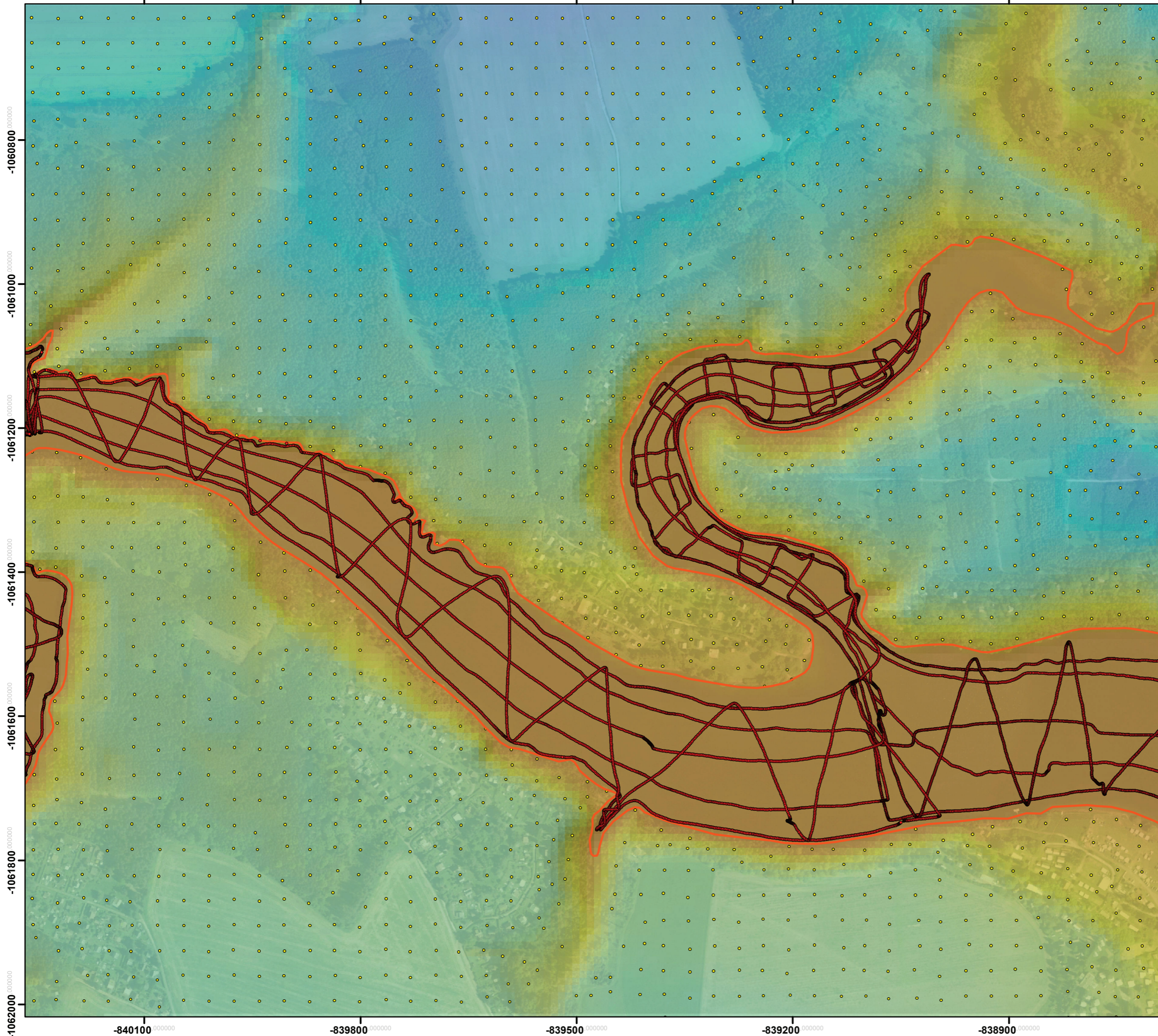
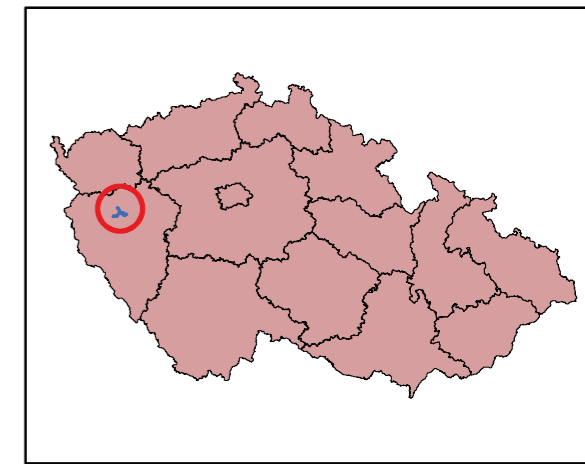
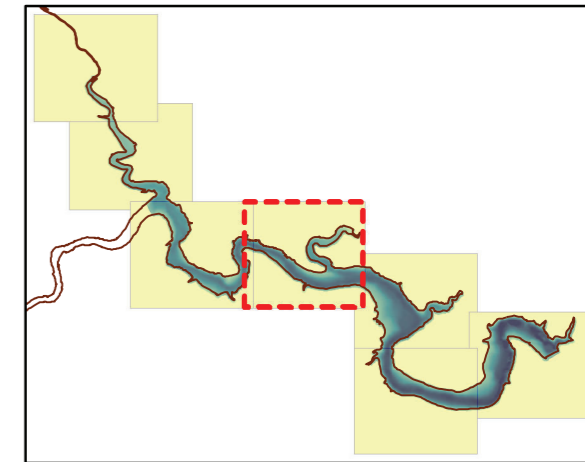
T A
Č R

Program **Alfa**




projekt č. TA04020042

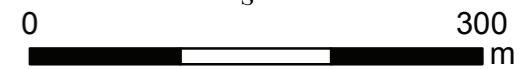
Hracholusky 4

vstupní data



Legenda

- transekty
 - bodové pole X, Y, H
 -  břehová čára
- DMT
-  439,60 m n. m.
 -  326,61 m n.m.



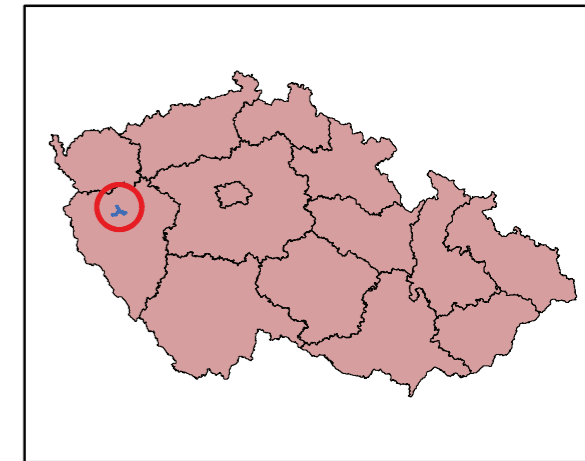
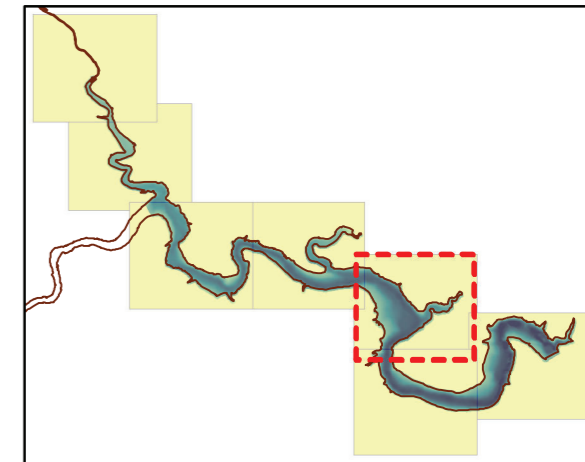
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**


projekt č. TA04020042

Hracholusky 5

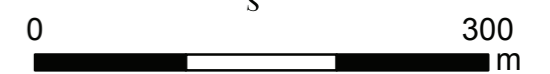
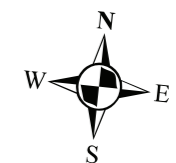
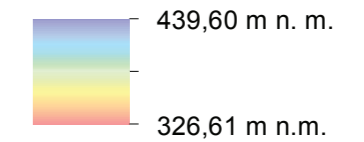
vstupní data



Legenda

- transekty
- bodové pole X, Y, H
-  břehová čára

DMT



souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

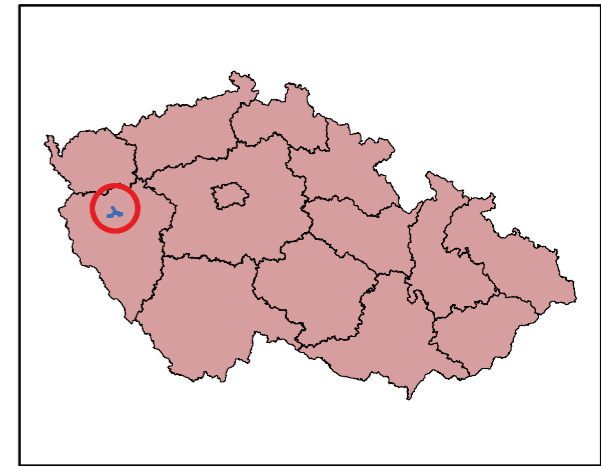
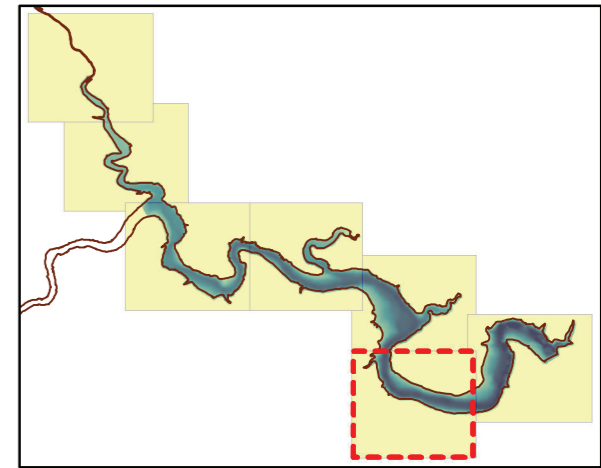
T A
Č R

Program **Alfa**


projekt č. TA04020042

Hracholusky 6

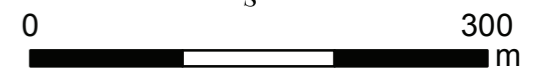
vstupní data



Legenda

- transepty
- bodové pole X, Y, H
-  břehová čára

DMT



souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

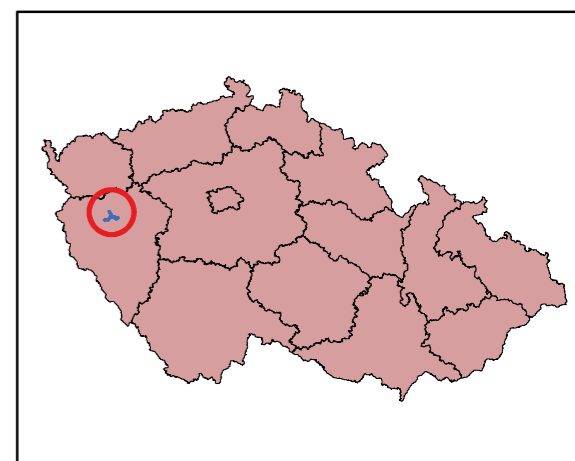
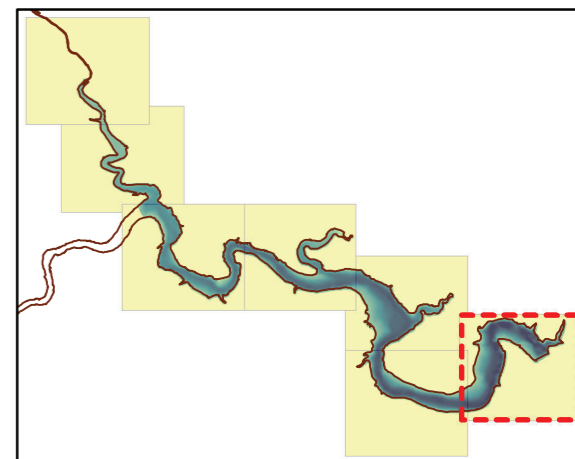
T A
Č R

Program **Alfa**

projekt č. TA04020042


Hracholusky 7


vstupní data



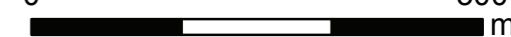
Legenda

- transekty
- bodové pole X, Y, H

 břehová čára

DMT
 439,60 m n. m.
326,61 m n.m.



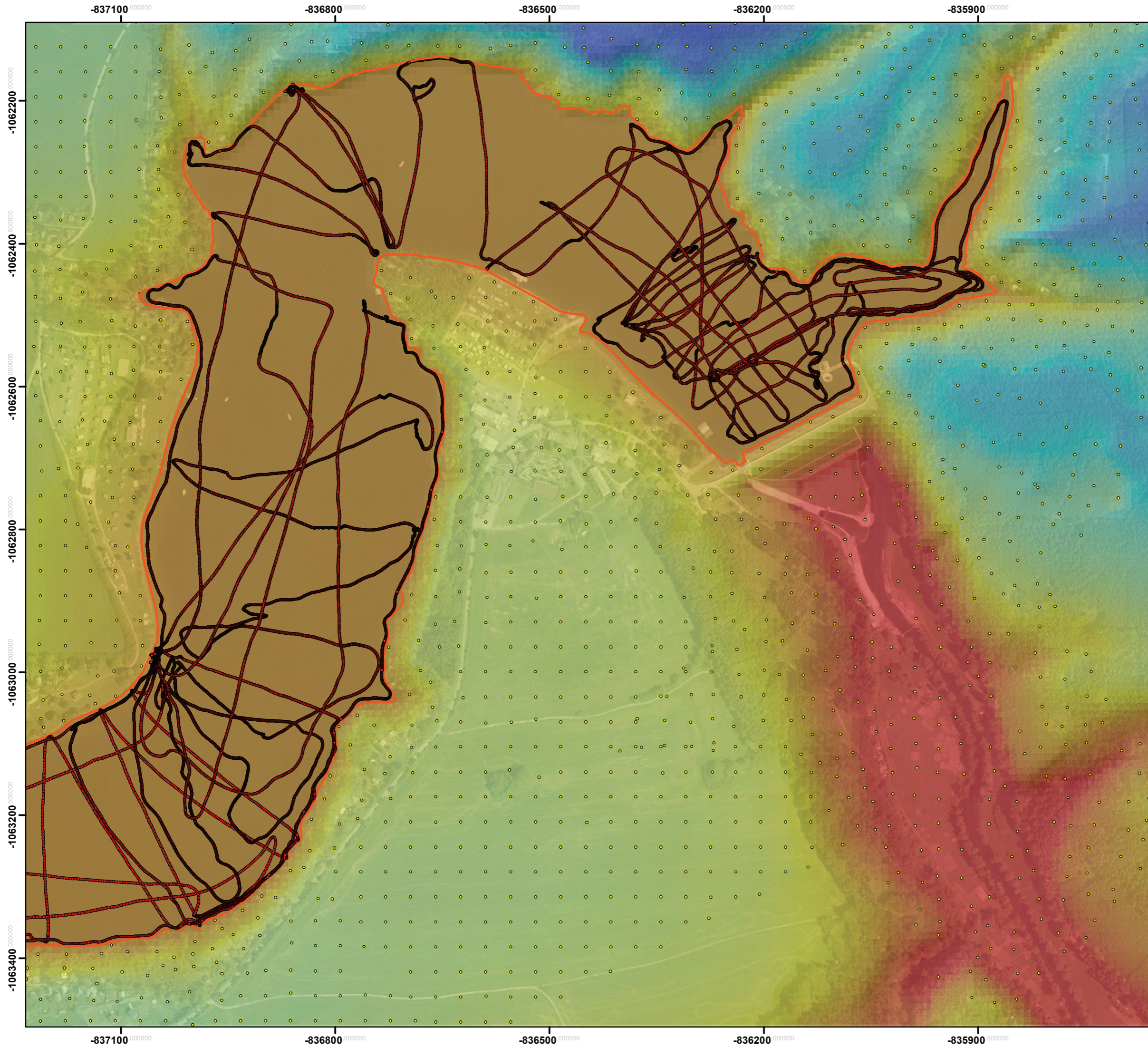
0  300 m

souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R

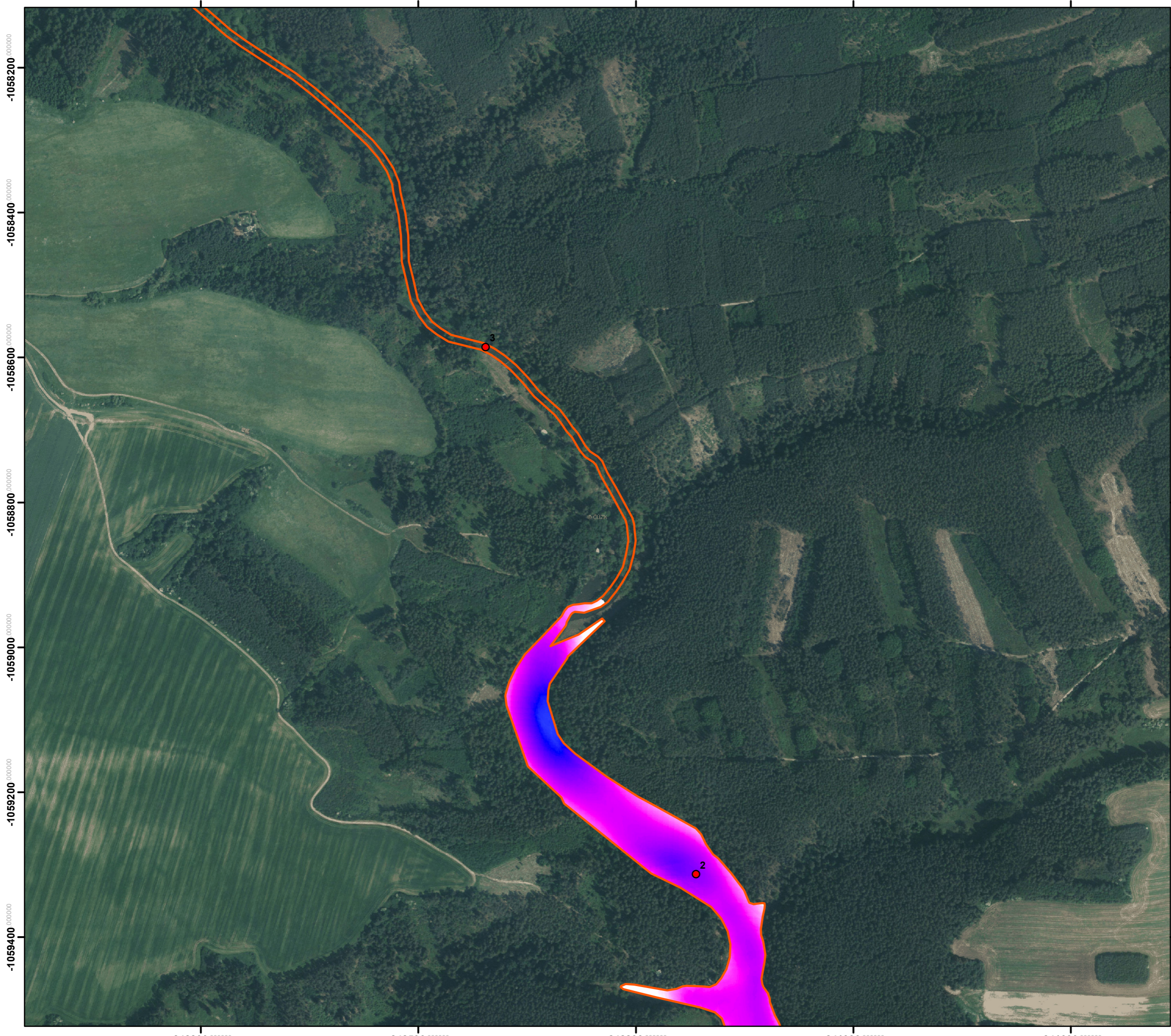
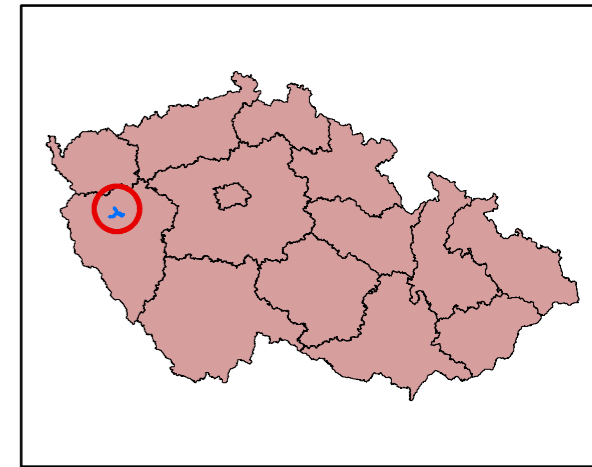
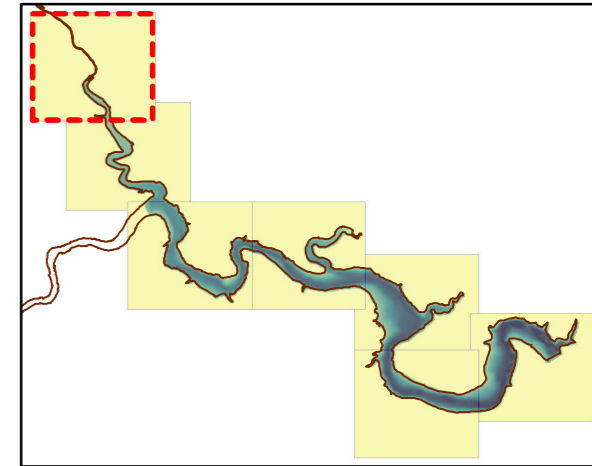
Program Alfa

projekt č. TA04020042



Hracholusky 1

výsledná batymetrie

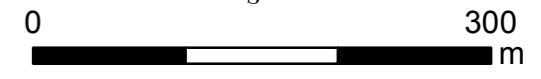
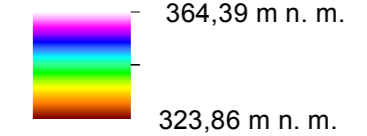


Legenda

● kilometráž vodního toku

☞ břehová čára

batymetrie vodní nádrže



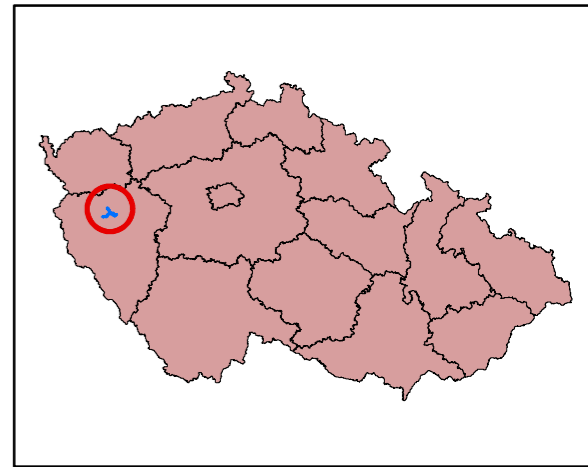
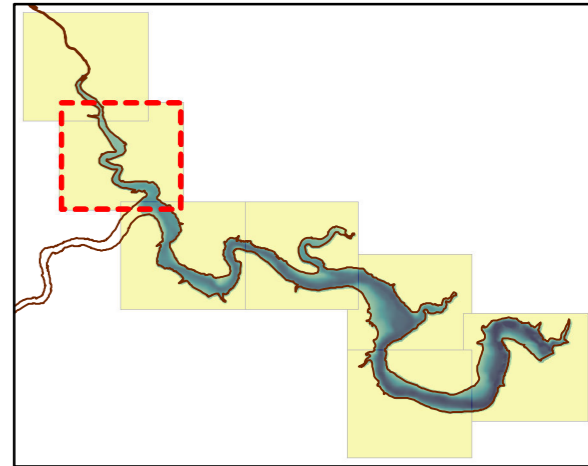
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R
Program **Alfa**

projekt č. TA04020042

Hracholusky 2

výsledná batymetrie



Legenda

● kilometráž vodního toku

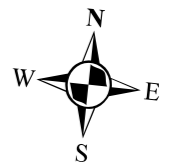
○ břehová čára

batymetrie vodní nádrže

364,39 m n. m.

323,86 m n. m.

323,86 m n. m.



0 300 m

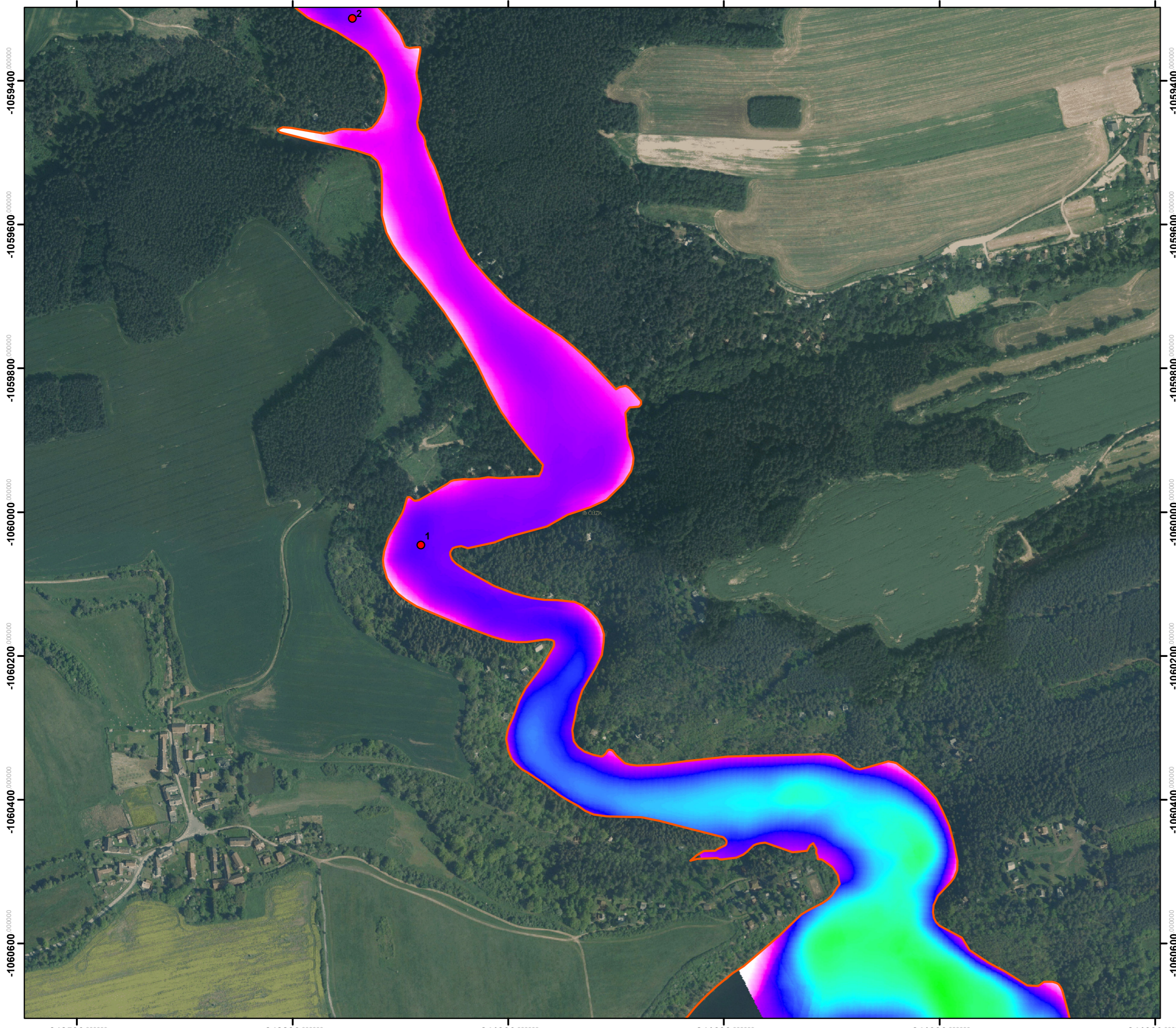
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A

Č R

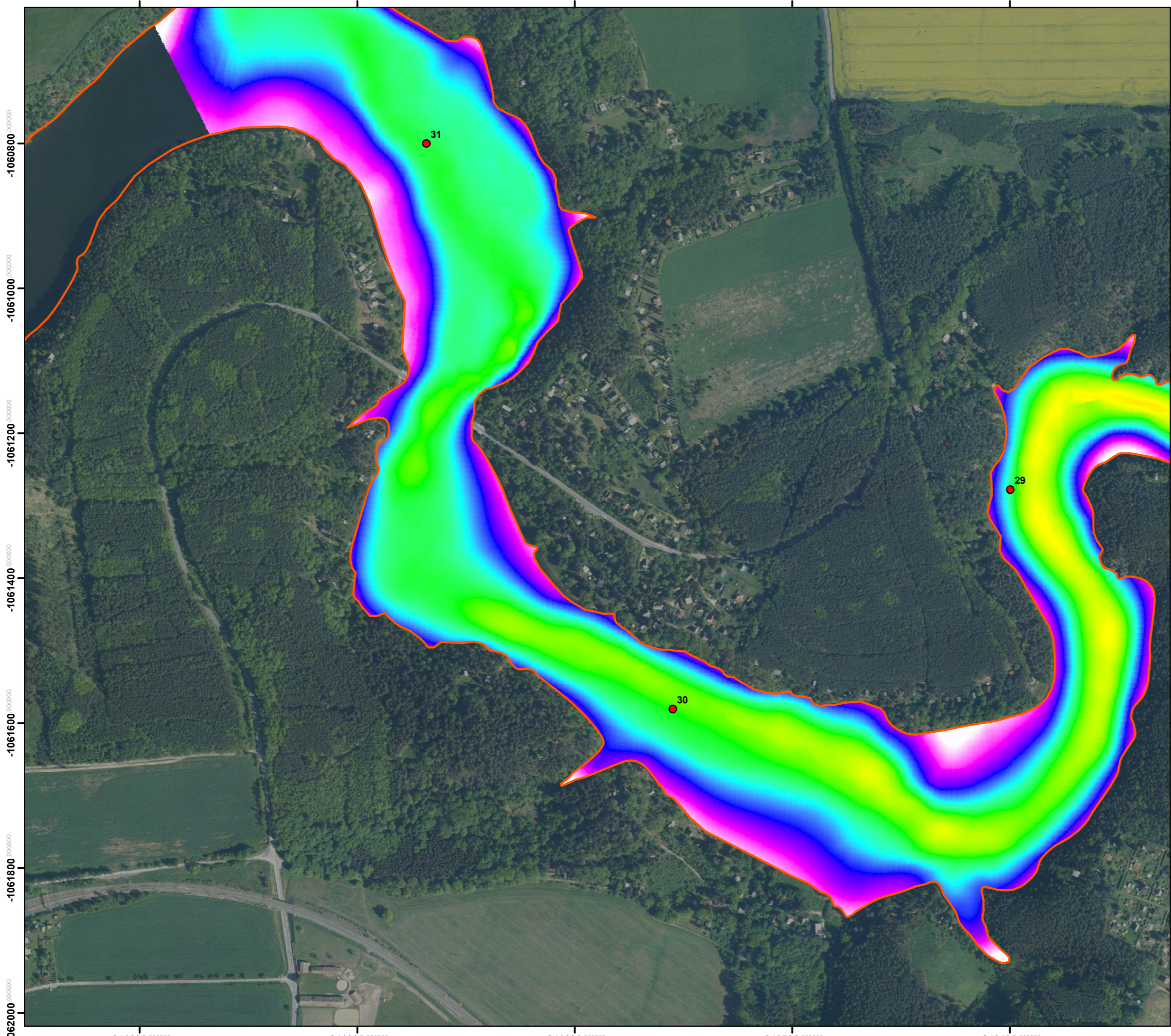
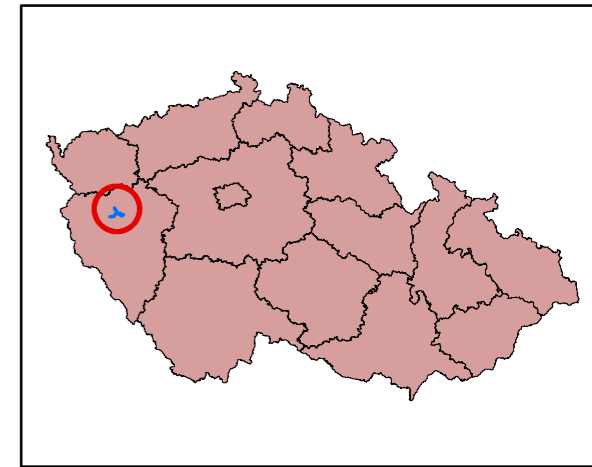
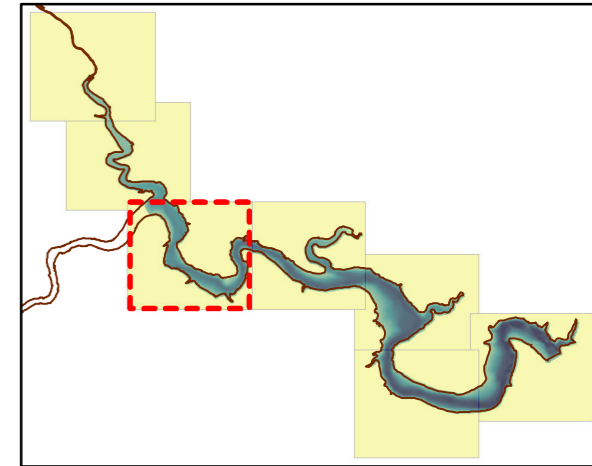
Program **Alfa**

projekt č. TA04020042



Hracholusky 3

výsledná batymetrie

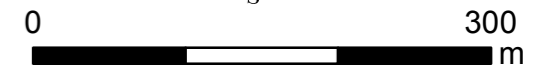
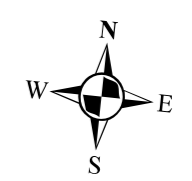
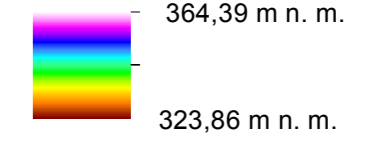


Legenda

● kilometráž vodního toku

○ břehová čára

batymetrie vodní nádrže



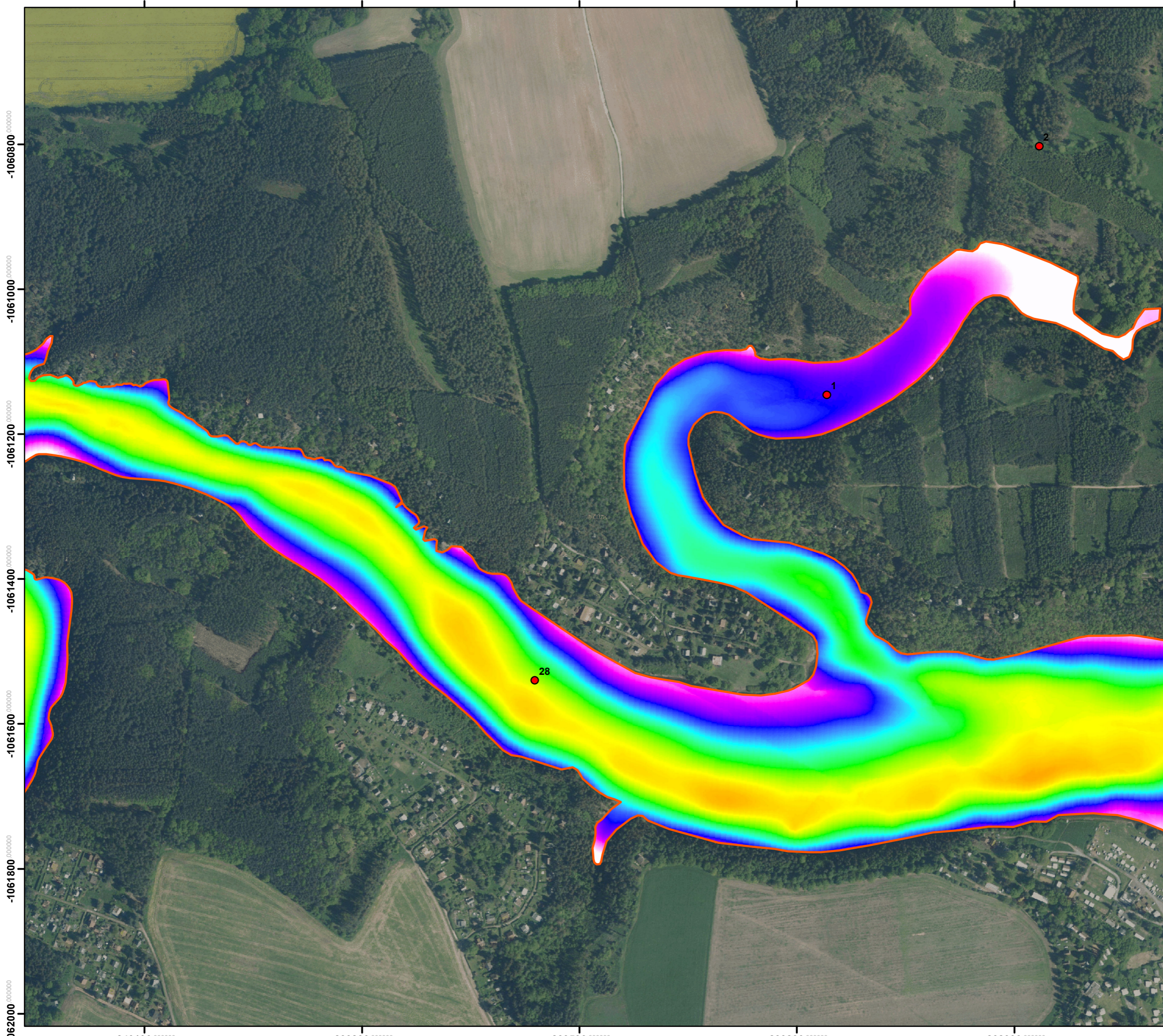
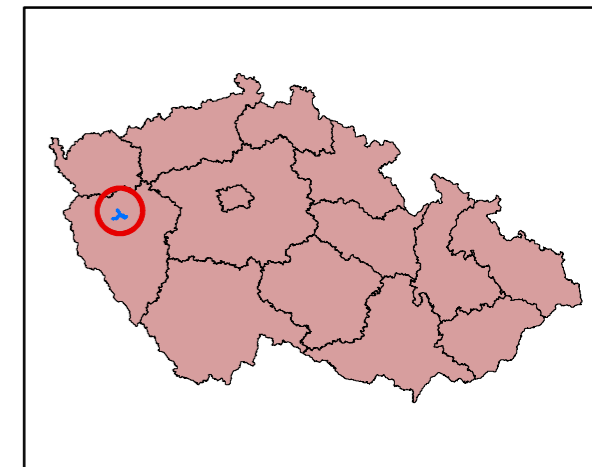
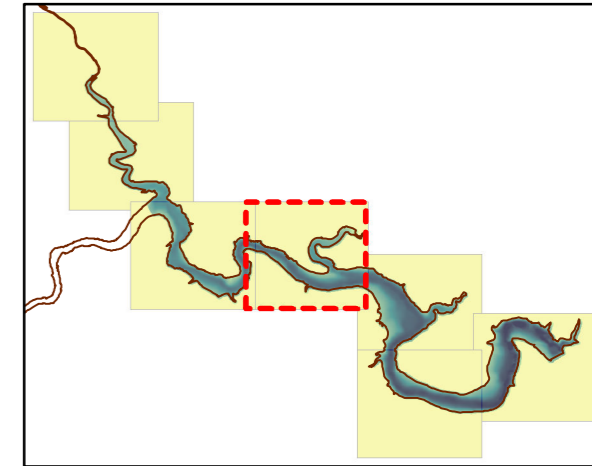
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**

projekt č. TA04020042

Hracholusky 4

výsledná batymetrie

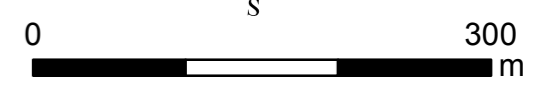
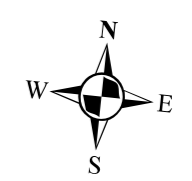
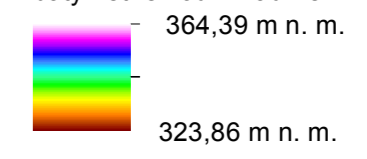


Legenda

● kilometráž vodního toku

○ břehová čára

batymetrie vodní nádrže



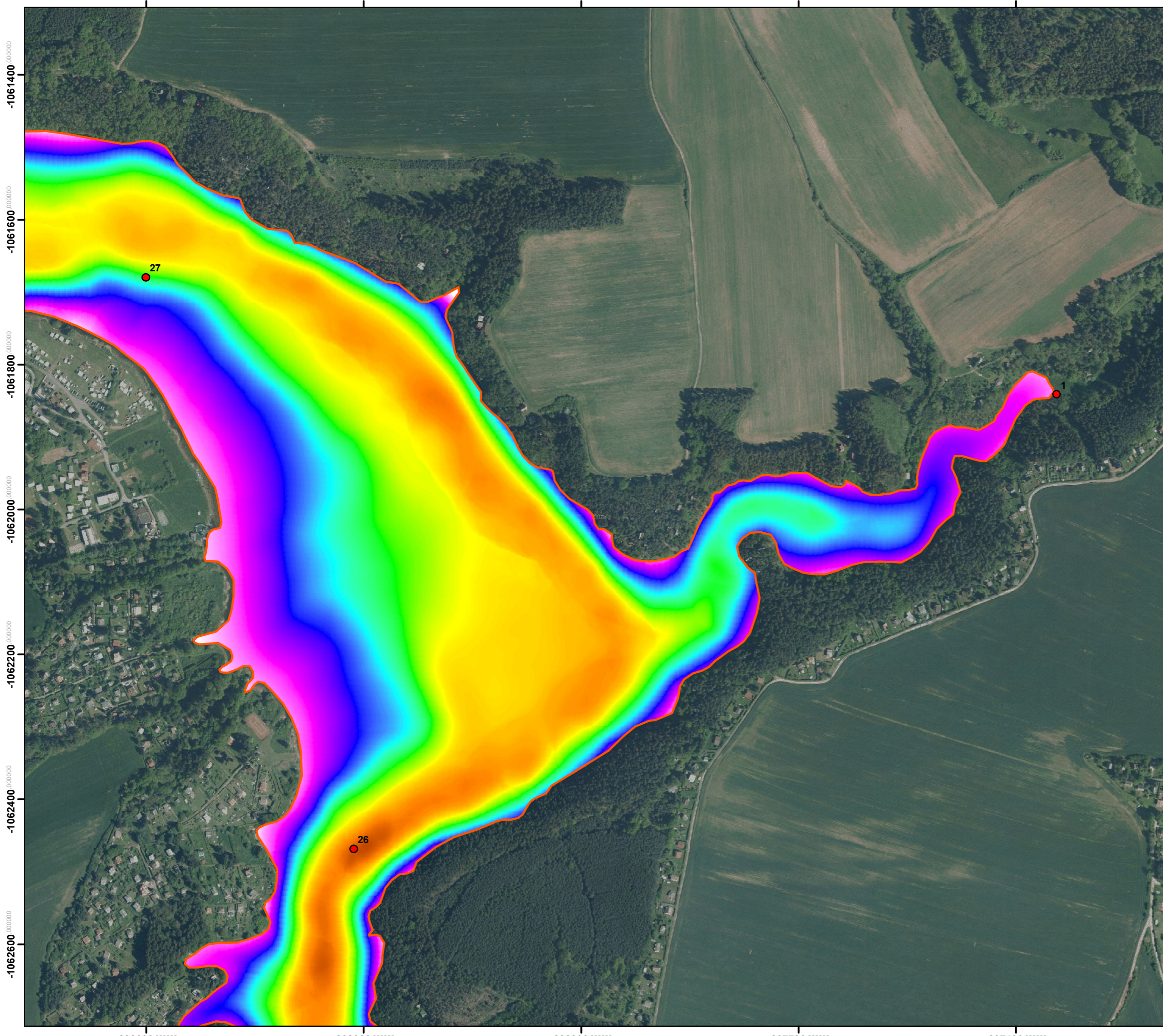
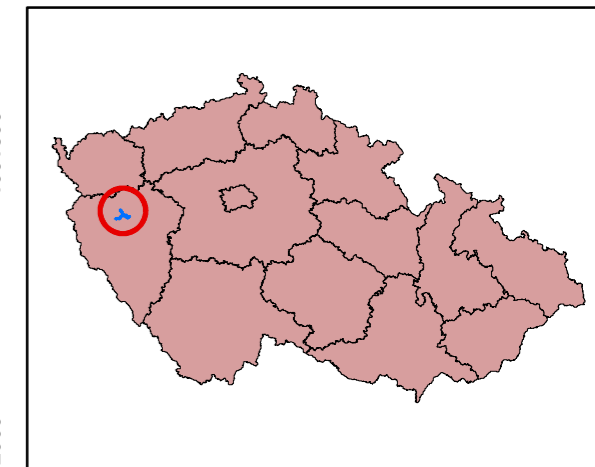
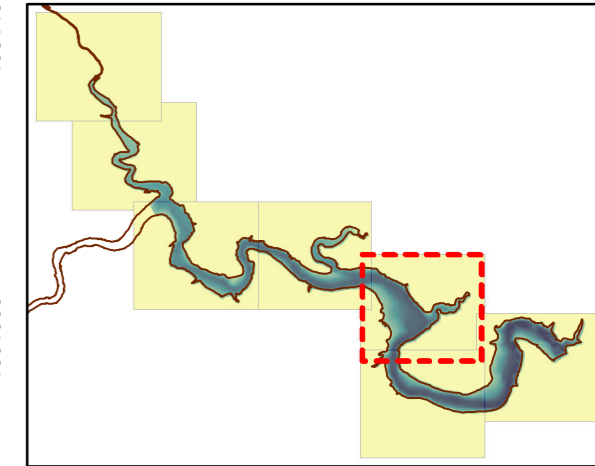
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**

projekt č. TA04020042

Hracholusky 5

výsledná batymetrie



Legenda

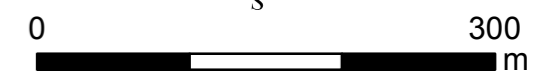
● kilometráž vodního toku

○ břehová čára

batymetrie vodní nádrže

— 364,39 m n. m.

— 323,86 m n. m.



souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

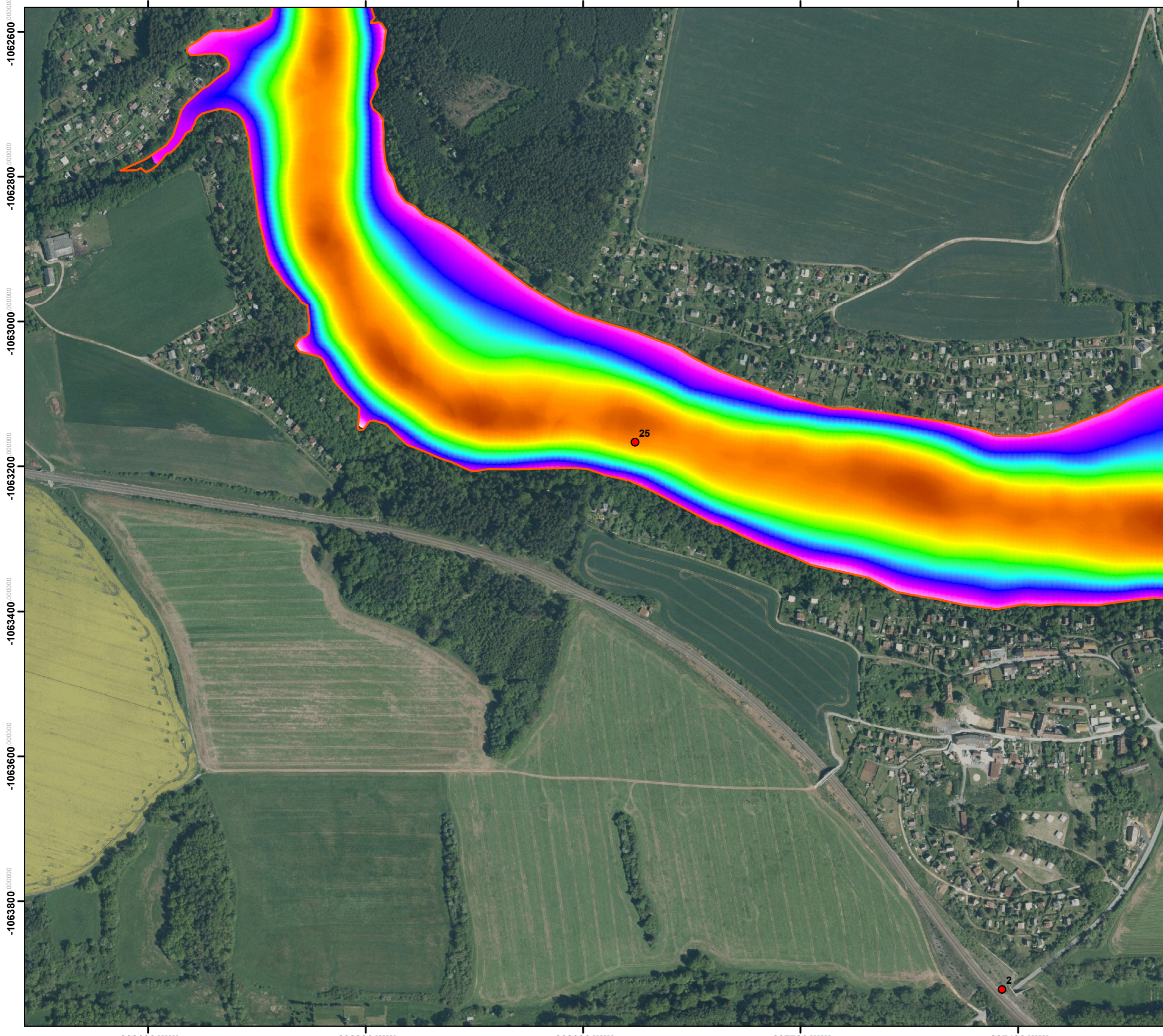
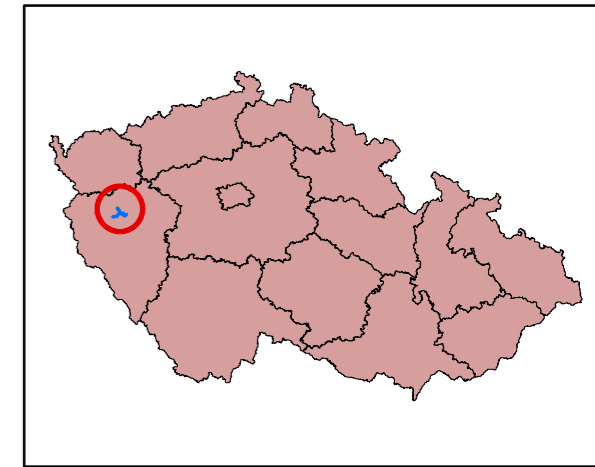
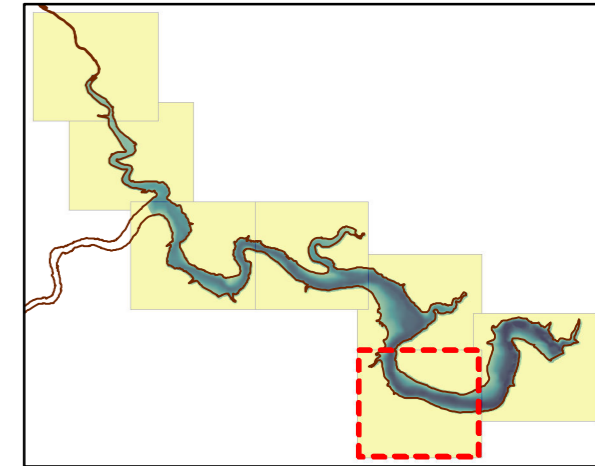
T A
Č R

Program **Alfa**

projekt č. TA04020042

Hracholusky 6

výsledná batymetrie

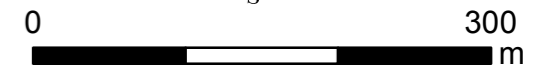
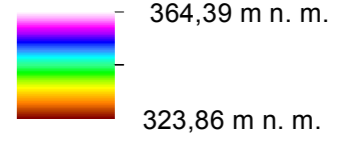


Legenda

● kilometráž vodního toku

☞ břehová čára

batymetrie vodní nádrže



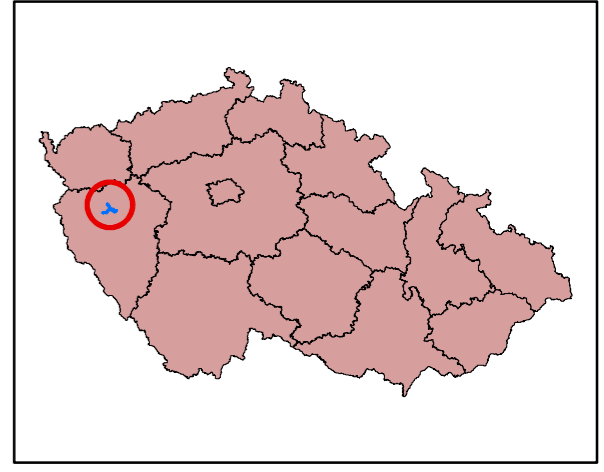
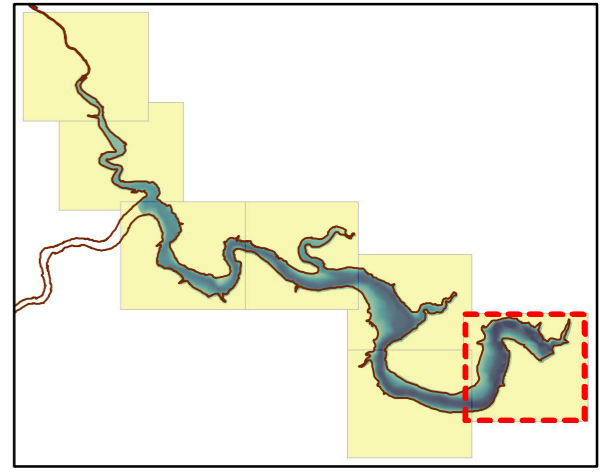
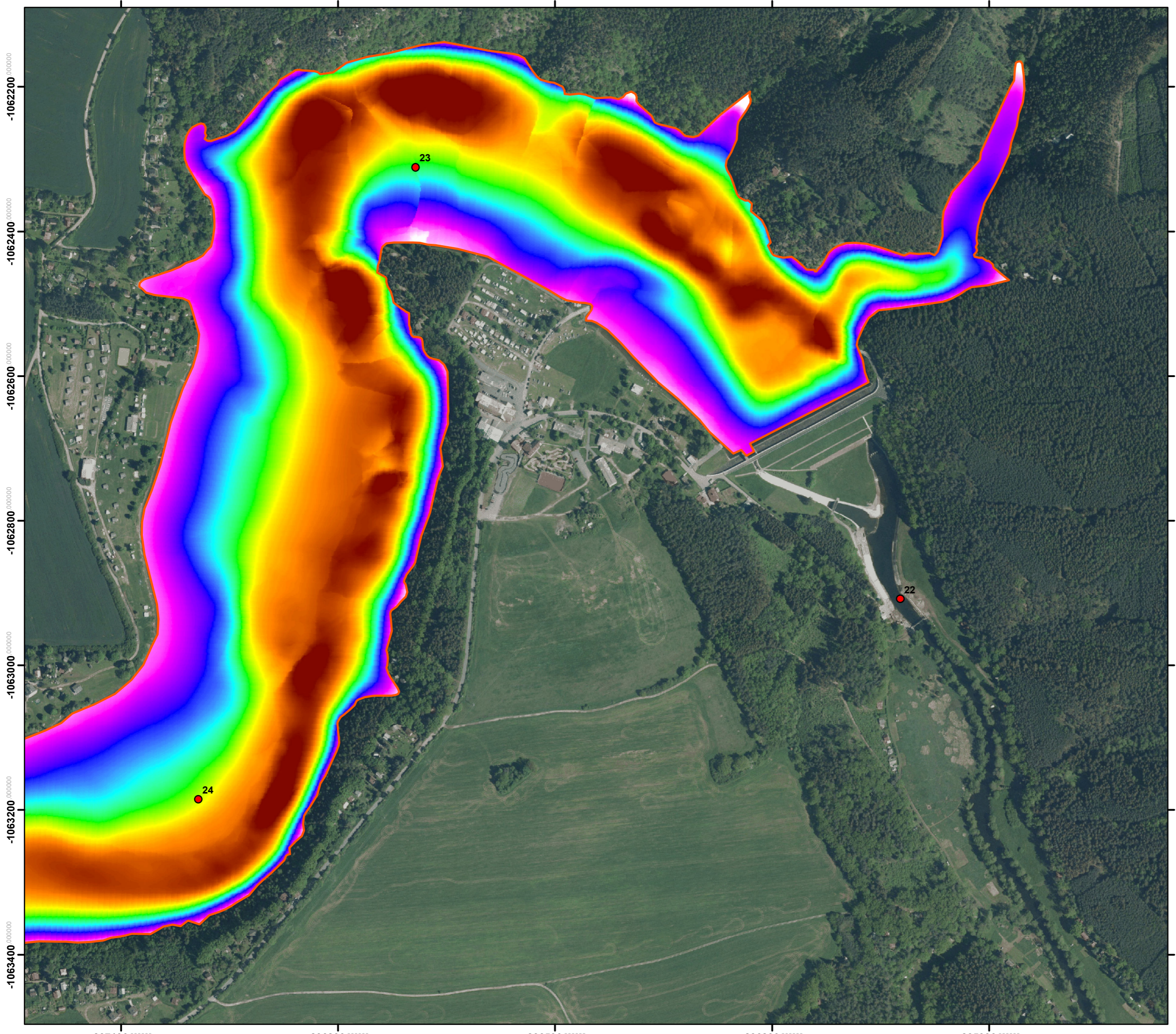
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**

projekt č. TA04020042

Hracholusky 7

výsledná batymetrie

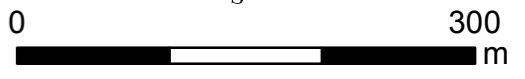
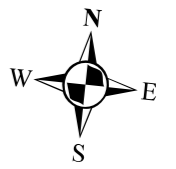


Legenda

● kilometráž vodního toku

○ břehová čára

batymetrie vodní nádrže



souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

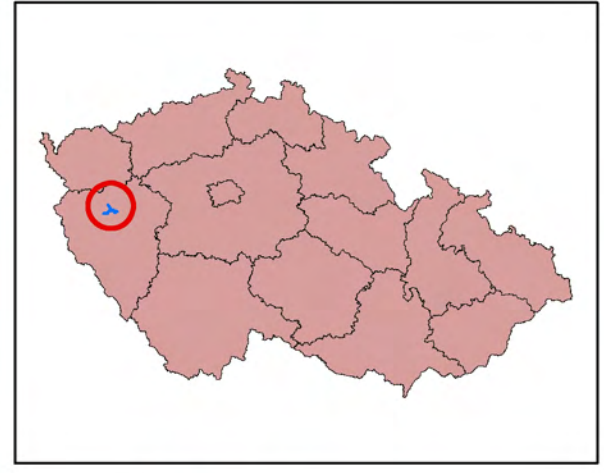
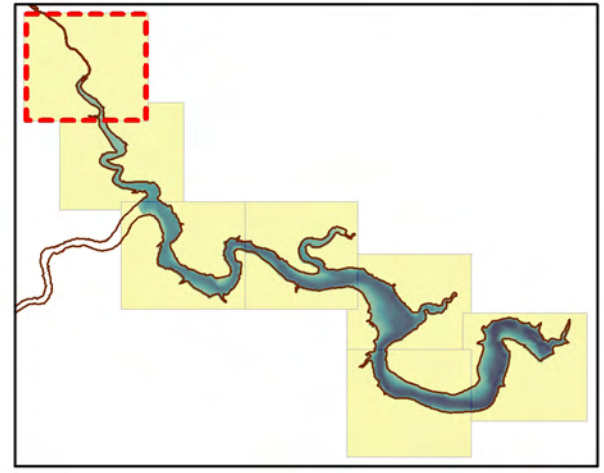
T A
Č R

Program **Alfa**







projekt č. TA04020042

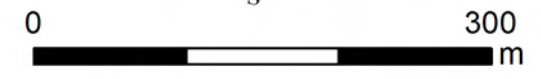
Hracholusky 1

hypsometrie vodní nádrže



Legenda

-  břehová čára
- vrstevnice [m n.m.]
-  324,00 - 334,00
-  334,01 - 342,00
-  342,01 - 348,00
-  348,01 - 352,00
-  352,01 - 364,00



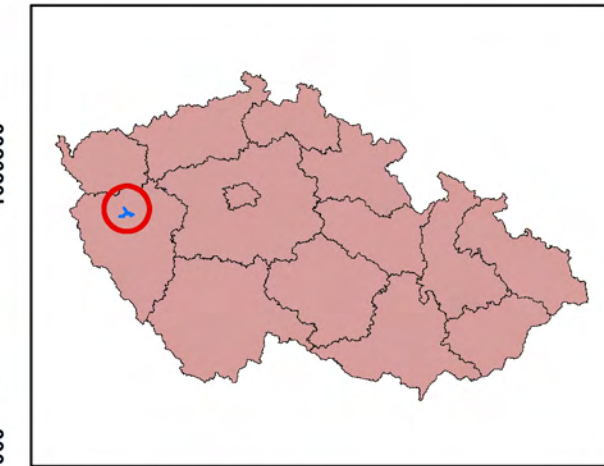
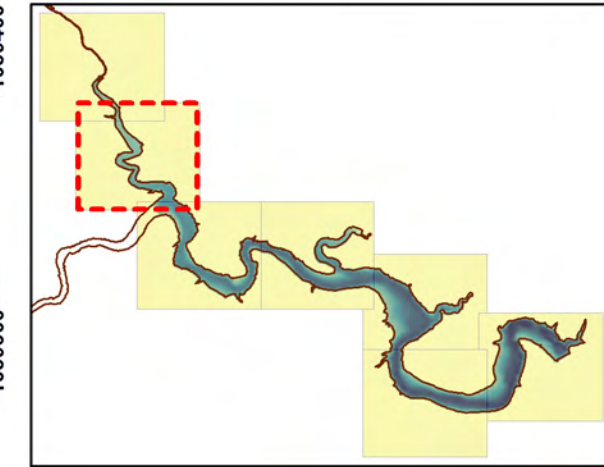
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**


projekt č. TA04020042

Hracholusky 2

hypsometrie vodní nádrže




Legenda

 břehová čára


vrstevnice [m n.m.]

 324,00 - 334,00


 334,01 - 342,00

 342,01 - 348,00

 348,01 - 352,00

 352,01 - 364,00



0  300
m

souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R

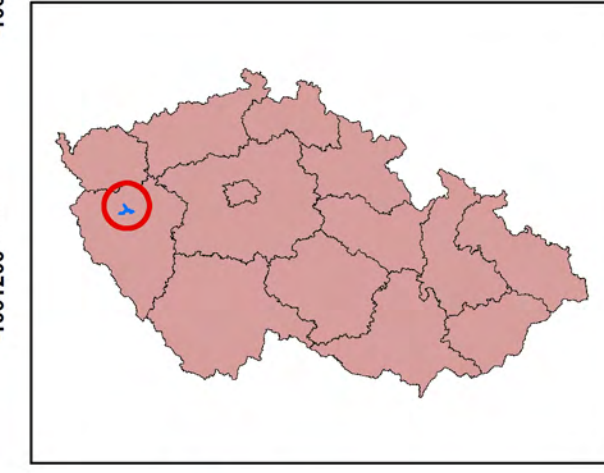
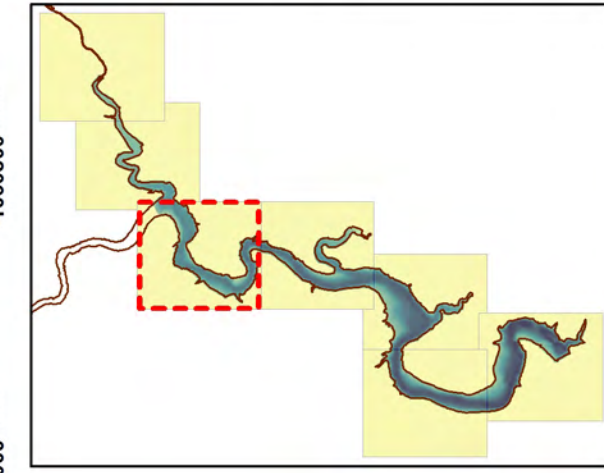
Program **Alfa**

projekt č. TA04020042









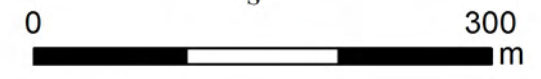
Hracholusky 3

hypsometrie vodní nádrže



Legenda

-  břehová čára
- vrstevnice [m n.m.]
-  324,00 - 334,00
-  334,01 - 342,00
-  342,01 - 348,00
-  348,01 - 352,00
-  352,01 - 364,00



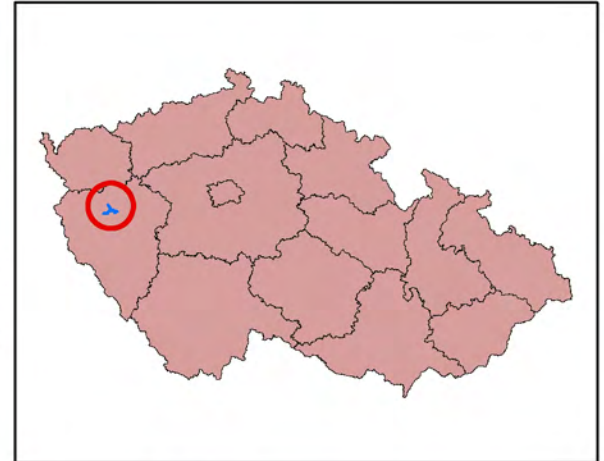
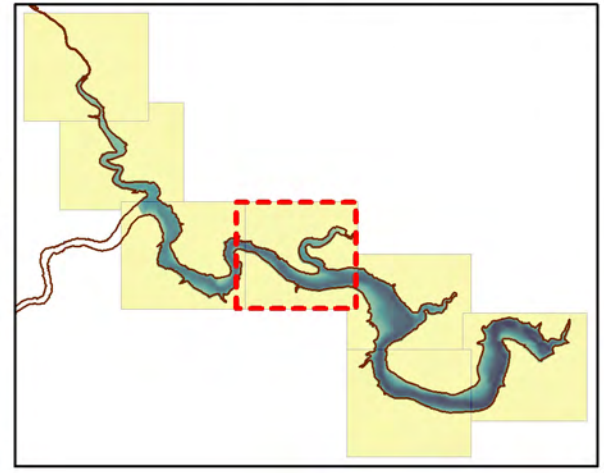
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**







projekt č. TA04020042

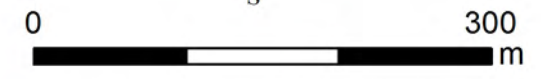
Hracholusky 4

hypsometrie vodní nádrže



Legenda

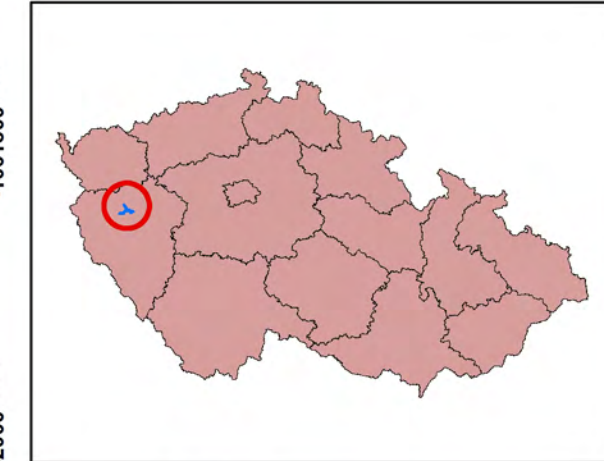
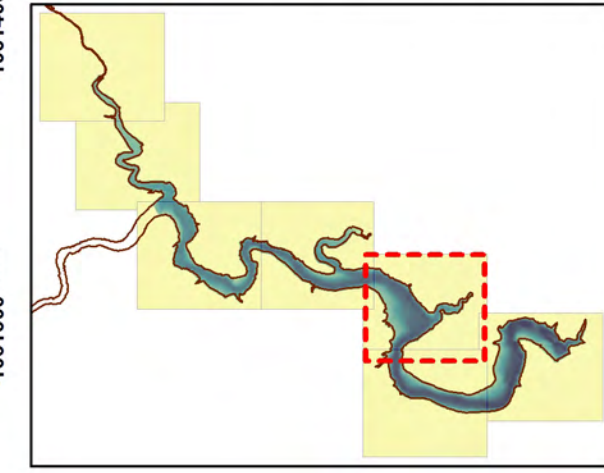
-  břehová čára
- vrstevnice [m n.m.]
-  324,00 - 334,00
-  334,01 - 342,00
-  342,01 - 348,00
-  348,01 - 352,00
-  352,01 - 364,00









souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

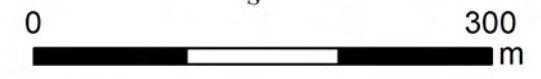
Hracholusky 5

hypsometrie vodní nádrže



Legenda

-  břehová čára
- vrstevnice [m n.m.]
-  324,00 - 334,00
-  334,01 - 342,00
-  342,01 - 348,00
-  348,01 - 352,00
-  352,01 - 364,00



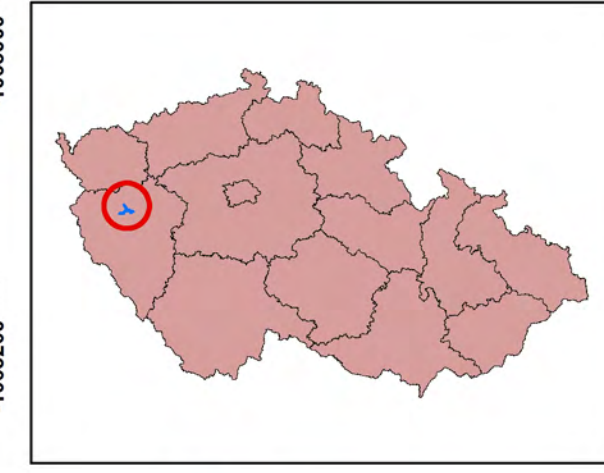
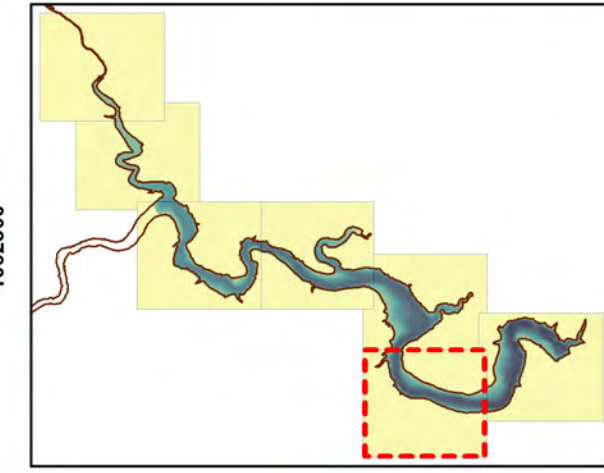
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**







projekt č. TA04020042

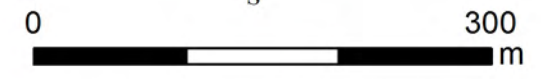
Hracholusky 6

hypsometrie vodní nádrže



Legenda

-  břehová čára
- vrstevnice [m n.m.]
-  324,00 - 334,00
-  334,01 - 342,00
-  342,01 - 348,00
-  348,01 - 352,00
-  352,01 - 364,00



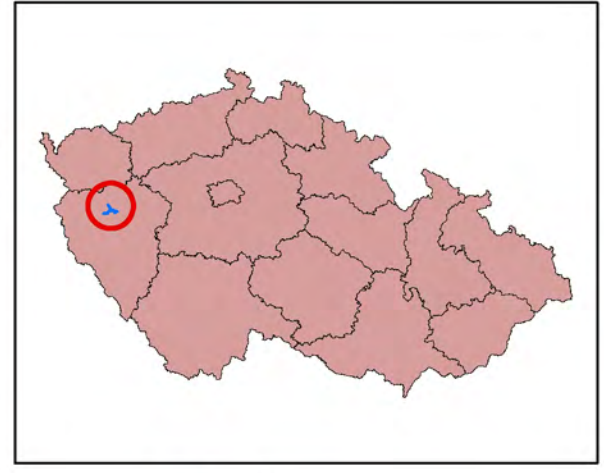
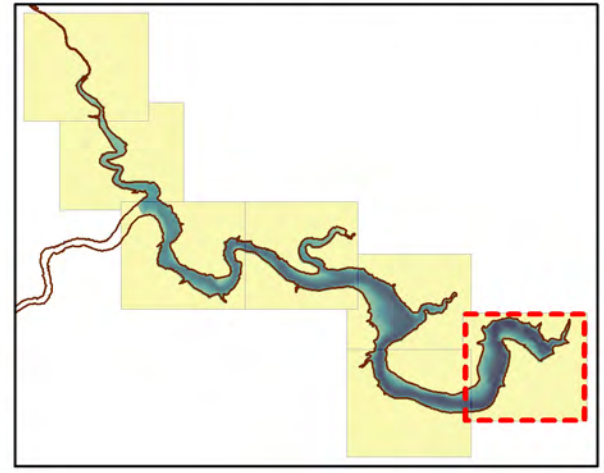
souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**







projekt č. TA04020042

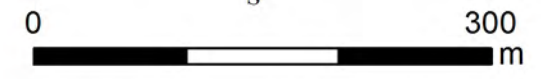
Hracholusky 7

hypsometrie vodní nádrže



Legenda

-  břehová čára
- vrstevnice [m n.m.]
-  324,00 - 334,00
-  334,01 - 342,00
-  342,01 - 348,00
-  348,01 - 352,00
-  352,01 - 364,00



souřadnicový referenční systém S - JTSK
výškový referenční systém Balt po vyrovnání

T A
Č R Program **Alfa**

projekt č. TA04020042