









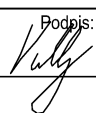

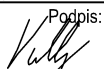
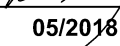
# Spolufinancováno Evropskou unií

## Nástroj pro propojení Evropy

Projekt "Optimalizace traťového úseku Lysá nad Labem (mimo) – Čelákovice (mimo)"  
je spolufinancovaný EU z programu Nástroj pro propojení Evropy (CEF)

Za tuto publikaci odpovídá pouze její autor. Evropská unie nenes odpovědnost za jakékoli využití informací v ní obsažených.

## ČISTOPIS 05/2018

|  |   |  |  |                 |
|--|---|--|--|-----------------|
| Změna:   | Název změny:  | Datum:   | Provedl:   | Podpis:         |
| Investor, objednatel:  |   |  |  |                 |
| <br>Správa železniční dopravní cesty  |   | <b>Správa železniční dopravní cesty, státní organizace</b><br>Dlážděná 1003/7<br>110 00 Praha 1<br>kontaktní adresa:<br>Správa železniční dopravní cesty, s.o.<br>Stavební správa západ<br>Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9 |  |                 |
| Účastníci Společnosti "MP+SP+SEU - Lysá - Čelákovice"  |   |  |  |                 |
|    |   |  |  |                 |
| <b>METROPROJEKT Praha a.s.</b><br>nám. I. P. Pavlova 2/1786<br>120 00 Praha 2<br><br>generální ředitel: Ing. David Krása<br>tel.: +420 296 154 105<br>www.metroprojekt.cz<br>info@metroprojekt.cz  |   |    |  | Souprava číslo: |
| HIP:<br>Ing. Jiří ÚLEHLA<br>tel.: +420 296 154 304<br>Specialista profese:<br>Ing. Petr Vulterýn<br>Stupeň: PROJEKT (DSP)  | Podpis:<br><br> | Název a účel díla:<br><b>Optimalizace traťového úseku<br/>Lysá nad Labem (mimo) – Čelákovice (mimo)</b>  |  |                 |
| Zpracovatelský útvar:<br><br>tel.: +420 267 094 374<br>Vedoucí útvaru:<br>Ing. Hana STAŇKOVÁ<br>Odpovědný projektant:<br>Ing. Petr VULTERÝN                                 | Podpis:<br><br> | Název části díla:<br><b>Souhrnná část</b>  | <b>B</b>   |                 |
| Vypracoval:<br>ING. Petr VULTERÝN<br>Kontroloval:<br>Ing. Martin KAŠPAR<br>Skart. znak: V20/2039 Datum: 05/2018<br>Počet formátů: - Měřítka: -   | Podpis:<br><br> | Název přílohy:<br><b>Hydrotechnické výpočty</b>  | Číslo desek.:<br><b>B.12</b><br>Číslo příl.:<br><b>000</b> |                 |
| IČD:   |   | 17   | 7157   | 02              |
|  |   | 09   | 00   | 00              |

## Obsah:

1. Hydrotechnický posudek - Propustek pod polní cestou v km 1,010 - Černava
2. Hydrotechnický posudek – žel. most v km 1,786 – Mlynařický potok
3. Hydrotechnický posudek – žel. most v km 6,330 – Labe

# 1. Hydrotechnický posudek - Propustek pod polní cestou v km 1,010

Vstupní údaje:

- propustek pod novou polní cestou na vodním **toku Černava**
- rámový propustek **b=1,5m, h=1,0m**
- délka propustku L=9,0m
- sklon dna i=0,26%
- drsnost  $n_s=0,013$  (beton)
- součinitel výškového zúžení  $\kappa=0,87$
- součinitel zatopení 1,1
- součinitel rychlosti 0,77
- návrhový průtok  $Q=2,03 \text{ m}^3/\text{s}$  (kapacita železničního propustku)

Výsledky:

- Q5:

|                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| hloubka rovnoměrného proudění      | $h_o=0,69\text{m}$  |
| kritická hloubka                   | $h_k=0,28\text{m}$  |
| hloubka zúženého průřezu za vtokem | $h_c=0,265\text{m}$ |
| energetická výška vody ve vtoku    | $E=1,029 \text{ m}$ |

Závěr:

Návrhový průtok pro nový propustek byl zvolen jako kapacitní průtok železničního propustku DN 1200, na který posuzovaný propustek navazuje. Tento průtok je propustkem převeden s volnou hladinou, vtok je zahlcený. Rychlost proudění je do 5 m/s. Nepředpokládá se zatápění dolní vodou.

Navržený profil propustku vyhovuje.

Vypracovala: Ing. L. Burdová červen 2016

## 2. Hydrotechnický posudek – žel. most v km 1,786

Vstupní údaje:

- jednootvorový most šířky 4,3 m a výšky max. 1,355 m přes trvalou **vodoteč - Mlynařícký potok**
- délka propustku  $L=10,54\text{m}$
- sklon dna  $i=1,0\%$
- drsnost  $n_s=0,025$  (dlažba)
- spodní hrana mostní konstrukce 180,045 m n.m.
- N-leté průtoky od ČHMÚ

|  |     |     |  |      |      |                 |       |
|--|-----|-----|--|------|------|-----------------|-------|
| Vodní tok  |     |     | Mlynaříce                              |      |      |                 |       |
| Číslo hydrologického pořadí                                  |     |     | 1 - 04 - 07 - 0460                     |      |      |                 |       |
| Profil   |     |     | most trati Čelákovice - Lysá nad Labem |      |      |                 |       |
| Plocha povodí A  |     |     | 47,105                                 |      |      | km <sup>2</sup> |       |
| N-leté průtoky Q <sub>N</sub> m <sup>3</sup> .s <sup>1</sup> |     |     |  |      |      |                 |       |
| 1  | 2   | 5   | 10                                     | 20   | 50   | 100             | třída |
| 2,6  | 4,1 | 7,1 | 9,8                                    | 13,0 | 18,1 | 22,6            | III.  |

Železniční most se nachází mezi silničním mostem a mostem pro polní cestu, které ovlivňují proudění. Z tohoto důvodu byl výpočet proveden v programu Hec Ras 4.1.0. programu byl na základě zaměření vytvořen model vodoteče v přibližné délce 1 km (200m pod posuzovaným mostem a 800m nad posuzovaným mostem).

V blízkosti mostů byly příčné profily zadány v odstupu po 5m. Směrem k železniční trati Lysá n/L - Ústí n/L bylo provedeno zaměření přibližně po 100m.

Při posuzování nově navrženého mostu je uvažováno s odstraněním sedimentů v úseku 30m nad a pod železničním mostem, čímž dojde k prohloubení koryta toku. Vzhledem k pročištění dojde ke snížení drsnosti koryta v tomto úseku, což bylo rovněž zahrnuto do výpočtu.

Vzhledem k nedostatečné kapacitě mostu pro návrhové průtoky stanovené normou ČSN 73 6201 byl výpočet průběhu hladin proveden i pro průtoky  $Q_1$ ,  $Q_{10}$  a  $Q_{20}$

### Výsledky:

| Profil | Staničení | dno     | hladina $Q_1$ | hladina $Q_5$ | hladina $Q_{10}$ | hladina $Q_{20}$ | hladina $Q_{100}$ | hladina $Q_{KNP}$ |
|--------|-----------|---------|---------------|---------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|        | [m]       | fm n.n] | fm n.n]       | fm n.n]       | fm n.n]          | fm n.n]          | fm n.n]           | fm n.n]           |
| PF21   | 909.033   | 179.47  | 180.65        | 181.          | 181.2            | 181.27           | 181.27            | 181.85            |
| PF20   | 808.425   | 179.1   | 180.59        | 181.02        | 181.11           | 181.19           | 181.19            | 181.84            |
| PF19   | 698.668   | 178.99  | 180.55        | 180.93        | 181.01           | 181.08           | 181.08            | 181.84            |
| PF18   | 600.992   | 178.76  | 180.52        | 180.87        | 180.94           | 181.00           | 181.00            | 181.83            |
| PF17   | 462.834   | 179.21  | 180.16        | 180.73        | 180.73           | 180.75           | 180.75            | 181.83            |
| PF16   | 400.134   | 178.74  | 179.87        | 180.32        | 180.49           | 180.63           | 180.63            | 181.83            |
| PF15   | 346.034   | 178.43  | 179.85        | 180.27        | 180.46           | 180.62           | 180.62            | 181.83            |
| PF14   | 297.188   | 178.70  | 179.81        | 180.000       | 180.39           | 180.58           | 180.58            | 181.83            |



|                          |         |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PF13                     | 235.940 | 179.04 | 179.53 | 179.94 | 180.17 | 180.53 | 180.53 | 181.83 |
| PF12                     | 230.940 | 178.82 | 179.5  | 179.96 | 180.18 | 180.50 | 180.5  | 181.82 |
| PF11                     | 225.940 | 178.81 | 179.49 | 179.95 | 180.17 | 180.46 | 180.46 | 181.82 |
| PF10                     | 222.354 | 178.84 | 179.48 | 179.93 | 180.14 | 180.41 | 180.41 | 181.77 |
| silniční most            | 214.991 |        |        |        |        |        |        |        |
| PF9                      | 214.874 | 178.83 | 179.45 | 179.86 | 180.05 | 180.29 | 180.29 | 181.56 |
| PF8                      | 209.957 | 178.74 | 179.46 | 179.88 | 180.08 | 180.33 | 180.33 | 181.56 |
| nový žel. most           | 200.626 |        |        |        |        |        |        |        |
| PF7                      | 200.625 | 178.64 | 179.46 | 179.88 | 180.07 | 180.30 | 180.30 | 181.16 |
| PF6                      | 197.849 | 178.80 | 179.42 | 179.80 | 179.98 | 180.22 | 180.22 | 180.95 |
| most přes<br>polní cestu | 192.483 |        |        |        |        |        |        |        |
| PF5                      | 191.094 | 178.84 | 179.40 | 179.75 | 179.89 | 180.02 | 180.02 | 180.86 |
| PF4                      | 186.693 | 178.86 | 179.37 | 179.71 | 179.82 | 179.92 | 179.92 | 180.76 |
| PF3                      | 181.693 | 178.85 | 179.35 | 179.68 | 179.79 | 179.88 | 179.88 | 180.72 |
| PF2                      | 138.663 | 178.19 | 179.32 | 179.61 | 179.70 | 179.77 | 179.77 | 180.07 |
| PF1                      | 0       | 178.08 | 179.16 | 179.39 | 179.46 | 179.52 | 179.52 | 179.80 |

Stávající železniční most bude v rámci optimalizace železniční trati nahrazen novým mostem. Výpočtem bylo prokázáno, že navržený most není dostatečně kapacitní pro převedení návrhových průtoků stanovených dle ČSN 73 6201. Pro převedení těchto průtoků by bylo nutné zvednout celou železniční trať. S ohledem na finanční náročnost této úpravy, na základě poznatků z místního šetření a jednání se správci vodního toku a starousedlíky (v posledních 100 letech nebyla zaznamenána, žádná povodeň), byl navržen most, který převede průtok (dostavbou nového mostu dojde ke zlepšení stávající situace).

V rámci místního šetření byly navštíveny výše položené mostné objekty - železniční most na trati Lysá n/L - Ústí n/L a silniční most, jejichž parametr odpovídají navrženému mostu v km 1,786. Při významných povodňových situacích bude docházet k zatápnění okolí a stoupání hladiny od těchto objektů. Z uvedených důvodů je navržen most rozměrově odpovídající okolním objektům.

Vypracovala: Ing. L. Burdová červen 2016



# **Posouzení vlivu rekonstrukce železničního mostu přes Labe v Čelákovících na změny odtokových poměrů a charakteristik proudění**



## **Technická zpráva**

**Objednatel: SUDOP Praha a.s.**

**Zhotovitel: DHI a. s.**

**Březen 2009**

---

© DHI a.s., Na Vrších 5, 100 00 Praha 10 – Strašnice, březen 2009

zpracovali: Ing. Petr Jiřinec, Ing. Kateřina Bastlová

## OBSAH

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>ÚVOD .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>POUŽITÉ PODKLADY .....</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1      | POVODŇOVÝ MODEL STŘEDNÍHO LABE .....   | 4         |
| 2.1.1    | Topologické a kartografické podklady .....                                   | 4         |
| 2.1.2    | Hydrologické podklady .....  | 4         |
| 2.1.3    | Podklady pro drsnostní součinitele .....                                     | 5         |
| 2.2      | PODKLADY PRO ZMĚNY V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ .....                                    | 5         |
| <b>3</b> | <b>ZPRACOVÁNÍ MODELU V ZÁJMOVÉ OBLASTI .....</b>                             | <b>6</b>  |
| 3.1      | METODIKA ZPRACOVÁNÍ .....  | 6         |
| 3.1.1    | MIKE 21C .....   | 6         |
| 3.2      | POPIS MODELU .....   | 6         |
| 3.2.1    | Schematizace objektů .....   | 6         |
| 3.2.2    | Okrajové a počáteční podmínky .....  | 7         |
| 3.2.3    | Kalibrace modelu .....   | 7         |
| 3.2.4    | Dnové odpory .....   | 7         |
| 3.2.5    | Úprava modelu pro navrhované změny u železničního mostu v Čelákovících ..... | 8         |
| <b>4</b> | <b>VÝSLEDKY .....</b>  | <b>9</b>  |
| 4.1      | VARIANTA I - FINÁLNÍ NÁVRHOVÝ STAV REKONSTRUOVANÉHO MOSTU .....              | 9         |
| 4.1.1    | Průběh hladin .....  | 9         |
| 4.1.2    | Rychlosti proudění .....   | 10        |
| 4.2      | VARIANTA II - STAV S JÍMKAMI BĚHEM VÝSTAVBY .....                            | 11        |
| 4.2.1    | Průběh hladin .....  | 11        |
| 4.2.2    | Rychlosti proudění .....   | 11        |
| <b>5</b> | <b>ZÁVĚR .....</b>   | <b>12</b> |
|          | <b>LITERATURA .....</b>  | <b>13</b> |
|          | <b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>   | <b>14</b> |



## 1 ÚVOD

Studie „Posouzení vlivu rekonstrukce železničního mostu přes Labe v Čelákovících na změny odtokových poměrů a charakteristik proudění“ byla provedena na základě smlouvy o dílo mezi SUDOP Praha a.s. a DHI a.s. (č. smlouvy zhotovitele: DHI 1525/09). Úkolem bylo následující:

- posouzení charakteristik proudění po realizaci rekonstrukce železničního mostu a vyhodnocení vlivu nastalých změn na plavební podmínky při  $Q_1$  a odtokové poměry Labe v Čelákovících při ustáleném návrhovém průtoku NP resp. při kontrolním návrhovém průtoku KNP
- posouzení charakteristik proudění při ustáleném průtoku  $Q_3$  v době výstavby se stavebními jímkami a porovnání se stávajícím stavem.

Pro zpracování projektu byl použit 2D matematický model z komplexní studie „Studie odtokových poměrů Labe v úseku Opatovice nad Labem - Mělník“, viz [1], která byla zhotovitelem zpracována pro správce toku Povodí Labe s.p. v roce 2005. V rámci této studie byly detailně popsány charakteristiky proudění v korytě Labe a přilehlém inundačním území v rozsahu Opatovice nad Labem – Mělník za návrhových průtoků  $Q_1$  až  $Q_{\text{extrémní}}$  ( $1,3 \times Q_{100}$ ). Konstrukce železničního mostu byla v modelu upravena podle výkresové dokumentace dodané objednatelem.

K simulaci proudění byl použit dvourozměrný matematický model MIKE 21C (DHI Water & Environment & Health, Hørsholm - Dánsko). Geodetické podklady současného stavu, tj. digitální model reliéfu terénu a inundačního území a rovněž i další topologické a hydrologické podklady včetně funkčního 2D modelu byly převzaty ze studie [1].

Výstupem této studie jsou mapové přílohy průběhu hladin a rychlostí pro návrhový stav, mapa rozdílu hladin a rozdílu rychlostí (návrhový minus současný stav, kde současný stav je převzat ze studie [1]) v měřítku 1:10 000.

**Veškeré uvedené topografické a výškové údaje jsou v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému B.p.v.**

**Použité staničení Labe je říční (vzrůstající proti toku) a je odečteno ze studie [1].**

## 2 POUŽITÉ PODKLADY

### 2.1 Povodňový model středního Labe

Výchozím podkladem pro tuto studii je existující 2D matematický model proudění v Labi a jeho záplavovém území v úseku Opatovice nad Labem - Mělník vytvořený zhotovitelem [1]. Pro potřeby aktuálně zpracovávané studie byla využita pouze část modelu v úseku Mělník – Nymburk.

#### 2.1.1 Topologické a kartografické podklady

Pro zpracování celkového DMT v úseku středního Labe (Mělník - Nymburk) byly použity následující podklady:

- DMT inundačních území – v úseku Labe Mělník (ř.km 110,35) – Opatovice nad Labem (ř.km 260,35), zpracovaný metodou fotogrammetrie firmou Geodis Brno s.r.o.
- zaměření koryta Labe (vyměřovací lodí Valentýna II) v úseku Mělník – Semín
- zaměření koryt významných přítoků Labe (Jizera) zpracované Povodím Labe s.p.
- zaměření dna v nadjezí a podjezí zdymadel – zpracováno Povodím Labe s.p.
- doplňková geodetická měření a terénní vyhodnocení provedená pracovníky Povodí Labe s.p. a firmou Aquageo v.o.s.
- dokumentace a manipulační řady zdymadel na středním Labi; dodány Povodím Labe s. p.
- základní mapa ČR 1 : 10 000 (ZABAGED); dodány Povodím Labe s. p.
- ortofotomapy – kompletní sada pokrývající celé zájmové území modelu; dodané Povodím Labe s.p.

#### 2.1.2 Hydrologické podklady

Předmětem studie je posouzení charakteristik proudění při návrhových průtocích  $Q_1$ ,  $Q_5$ , NP a KNP. Hodnoty návrhového průtoku (NP) a kontrolního návrhového průtoku (KNP), pro které musí být posouzeny charakteristiky proudění v mostním profilu (především úroveň hladiny) udává ČSN 736201. Návrhová kategorie mostu podle dopravního významu ve smyslu ČSN 736201 je „I“ (nejvyšší). Variační rozpětí  $Q_{100}/Q_1$  kříženého vodního toku (Labe) vypočteme, s využitím dat z projektu [1]:

$$Q_{100} / Q_1 = 1220 / 379 = 3,2$$

Suvážením výše uvedené návrhové kategorie mostu a variačního rozpětí stanoví tabulka 12.1. ČSN 736201, že NP odpovídá  $Q_{100}$  a KNP = 1,15 násobku  $Q_{100}$ .

Při zpracování úlohy byly hodnoty průtoků v Labi v zájmovém úseku převzaty rovněž z projektu „Studie odtokových poměrů Labe v úseku Opatovice nad Labem - Mělník“ (původní zdroj dat ČHMÚ). Souhrn návrhových průtoků uvádí tab. 1.



Tab. 1 Návrhové průtoky  $Q_N$  použité při výpočtech [ $m^3/s$ ]

|                                     | $Q_1$      | $Q_5$      | $NP = Q_{100}$ | KNP         |
|-------------------------------------|------------|------------|----------------|-------------|
| <b>Labe – stanice Nymburk</b>       | <b>350</b> | <b>612</b> | <b>1152</b>    | <b>1325</b> |
| Výrovka                             | 12         | 19         | 35             | 40          |
| Vlkava                              | 17         | 24         | 33             | 38          |
| <b>Labe – Čelákovice, žel. most</b> | <b>379</b> | <b>655</b> | <b>1220</b>    | <b>1403</b> |
| Jizera                              | 62         | 99         | 166            | 191         |
| <b>Labe – stanice Brandýs</b>       | <b>441</b> | <b>754</b> | <b>1386</b>    | <b>1594</b> |

### 2.1.3 Podklady pro drsnostní součinitele

Základním podkladem pro stanovení charakteristik odporů proudění (drsnostních charakteristik) byly podrobné ortofotomapy v celé zájmové oblasti modelu vzniklé zpracováním leteckých měřičských snímků. Dalším podkladem pro zpracování (doplnění a zpřesnění) drsnostních charakteristik byla zhotovitelem provedená rekognoskace území a pořízená fotodokumentace.

## 2.2 Podklady pro změny v zájmovém území

Východním podkladem pro zpracování navrhovaného stavu byla dokumentace poskytnutá objednatelem, především situace a podélné řezy železničním mostem v digitální podobě.

### 3 ZPRACOVÁNÍ MODELU V ZÁJMOVÉ OBLASTI

#### 3.1 Metodika zpracování

Pro simulace proudění byl použit dvourozměrný (2D) matematický model neustáleného proudění MIKE21C, vyvinutý společností DHI Water & Environment & Health.

##### 3.1.1 MIKE 21C

Model MIKE21C pracuje v neekvidistantní křivočaré síti, která umožňuje zahuštění výpočetních bodů v oblastech, kde je třeba podrobnějšího výpočtu. Výpočetní síť je položena na trojrozměrný terén (topologie modelu) s plošným rozložením drsnostních součinitelů. Na všech hranicích modelu jsou zadány okrajové podmínky, které určují podmínky proudění v modelu.

Výstupem modelu MIKE21C jsou charakteristiky proudění: hodnoty úrovní hladiny vody, hloubky, vektory svislicových rychlostí a měrných průtoků ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny a charakteru proudění v celém zájmovém území.

Základním podkladem pro tvorbu 2D modelu je trojrozměrný (3D) digitální model terénu (DMT) v oblasti výpočtu, hydrologické údaje pro tvorbu okrajových podmínek modelu a údaje o dnových odporech – součinitele drsností.

#### 3.2 Popis modelu

Model zpracovaný v rámci [1] je v oblasti Čelákovic definován 2D neekvidistantní křivočarou výpočetní sítí (vnitřně ortogonální), jejíž velikost je dána rozměrem a počtem bodů ve směru osy X a Y vnitřního souřadnicového systému, s návazností na globální souřadnicový systém. Promítnutím této sítě na DMT jsme získali geometrický model terénu ve výpočetní síti modelu MIKE 21C.

Z důvodu zachování odpovídajících hydraulických parametrů v celém rozsahu posuzované oblasti (tj. rozdělení rychlostí na vstupu, resp. úroveň hladiny na výstupu ze zájmové oblasti) byly charakteristiky proudění v okolí mostu v Čelákovicích posuzovány na modelu, který svým úsekem zájmovou oblast značně přesahoval – model zahrnoval úsek Labe s inundačním územím od Nymburka až po ústí Vltavy do Labe v Mělníku, celková délka úseku modelu 57,4 km. Tento úsek modelu je pokryt výpočetní sítí o velikosti 4945 x 396 bodů. Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá - v rozsahu cca 3-20 m v podélném směru (směru rovnoběžném s osou toku) a cca 2-10 m v příčném směru.

##### 3.2.1 Schematizace objektů

Budovy byly s ohledem na účel simulací (ochrana intravilánu před povodněmi) schematizovány zvýšením terénu, tj. jako nepřelitelné překážky v terénu modelu; ploty a jiné překážky podobného charakteru byly zadány formou pruhů zvýšené drsnosti v mapě drsností.

Jezy byly schematizovány odpovídajícím tvarem terénu včetně propustí a náhonů. Mostní piliře byly vytvářeny zvýšeným terénem nebo lokálním zvýšením drsnosti (v případě útlých piliřů). Horní mostní konstrukce byly nahrazeny odpovídajícím pruhem zvýšené drsnosti v profilech mostu s ohledem na míru jejich zatopení.



### 3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Okrajové podmínky modelu (horní a boční průtokové okrajové podmínky) vycházejí ze zadání návrhových průtoků – viz tab. 1.

Horní okrajová podmínka definovala rozdělení průtoku po složeném profilu (směr proudění a velikost měrného průtoku). Přítoky Výrovka, Jizera a Vltava byly zadávány jako boční okrajové podmínky konstantními hodnotami na kraji výpočetní sítě. Přítok Vlkava byl zadán jako bodový zdroj. Dolní okrajová podmínka (hladina) v profilu ř. km 110,35 byla odvozena z výsledků již dříve dokončené studie „Povodňový model Labe v úseku Mělník – Hřensko“. DHI Hydroinform a.s., Praha, prosinec 2002.

### 3.2.3 Kalibrace modelu

Kalibrace modelu v úseku Nymburk – Mělník proběhla v rámci studie [1] pro povodně z r. 2005, 2000 a r. 1981. Vypočtené hladiny byly rovněž porovnávány s pozorovanými vodními stavy na zdymadlech a na historických vodočtech.

Součinitele drsnosti byly detailně upravovány v celé ploše modelu tak, aby došlo k co nejvyšší shodě s naměřenými hodnotami v terénu během kalibračních povodní.

### 3.2.4 Dnové odpory

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21C zadávány pro každý bod výpočetní sítě. Základní „mapa drsnosti“ vznikla zpracováním podrobných ortofotomap modelové oblasti, kde ke každému typu území byla přiřazena odpovídající drsnost. Tyto mapy byly dále upravovány na základě rekognoskace terénu a v rámci kalibrace modelu. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje následující tabulka:

Tab. 2.: Drsnostní součinitele -rozpětí použitých hodnot Manningova součinitele drsnosti „n“

| Popis povrchu                            | n             |
|--|---------------|
| Říční koryto                             | 0,025 ÷ 0,040 |
| Hladké plochy, ulice, volná prostranství | 0,030         |
| Nízká, sekaná tráva                      | 0,035 ÷ 0,040 |
| Vyšší, nesekaná tráva, pole              | 0,050 ÷ 0,053 |
| Řídký lesní porost                       | 0,060 ÷ 0,064 |
| Hustý lesní porost                       | 0,075 ÷ 0,087 |
| Chmelnice                                | 0,080         |
| Keře                                     | 0,095         |
| Technické stavby                         | 0,070 ÷ 0,100 |
| Ploty                                    | 0,090 ÷ 0,200 |

### 3.2.5 Úprava modelu pro navrhované změny u železničního mostu v Čelákovících

Matematický model sestavený během studie [1] a vypočtené charakteristiky proudění pro současný stav koryta, inundačního území a objektů, jsou výchozím stavem pro obě nově posuzované varianty v této studii. Pokud posuzujeme předloženou dokumentaci rekonstrukce železničního mostu v Čelákovících z hlediska průtočné kapacity, můžeme konstatovat následující:

- světlost všech čtyř mostních polí (2 pole v korytě Labe + 2 pole v pravobřežním inundačním území) bude prakticky nezměněna
- úroveň dolní hrany mostovky se zvedá o cca 1,90 m
- mostní pilíře budou nově opatřeny rozšířenými základovými patkami, jejichž horní plocha je vytažena nad  $Q_1$  na úroveň cca 172,4 m n.m. Levý břehový pilíř je opevněn záhozem s niveletou koruny 173,0 m n.m.

Lze konstatovat, že úprava mostních pilířů zmenší celkovou plochu průtočného profilu Labe v profilu železničního mostu v Čelákovících – a to cca o 4,5 % průtočné plochy při  $Q_1$ , resp. o 3 % při  $Q_{100}$ . Přitom právě profil železničního mostu tvoří úzké místo (hrdlo), které při vyšších povodňových průtocích způsobuje významné vzdutí a je rozhodující pro protipovodňovou ochranu v tomto úseku Labe.

V rámci předkládané studie byly úpravou matematického modelu vytvořeny následující varianty pro posouzení:

- **varianta I - návrhový stav** = finální stav po realizaci rekonstrukce mostu  
Tato varianta byla posuzována při ustálených průtocích  $Q_1$ , NP a KNP
- **varianta II - stav během výstavby** = s jímkami kolem pilířů  
Tato varianta předpokládá oproti variantě I. navíc stavební jímky kolem pilířů P3 a P4, které zasahují šířkově do vzdálenosti 5,85 m od osy pilíře a jsou vytaženy nad úroveň hladiny  $Q_5$ . Varianta II. byla posuzována při ustáleném průtoku  $Q_5$ .



## 4 VÝSLEDKY

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je průběh hladin a rozložení vektorů rychlosti (tj. směrů a velikostí vektorů rychlosti) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“).

V této studii byly provedeny simulace charakteristik proudění pro návrhový (finální) stav po rekonstrukci železničního mostu v Čelákovících při ustálených průtocích  $Q_1$ , NP a KNP a pro stav s jímkami kolem mostních pilířů během výstavby při průtoku  $Q_5$ . Výsledky výpočtů byly vždy porovnány se stávajícím stavem [1].

Výsledky jsou prezentovány v grafických přílohách v měřítku 1 : 10 000, kde postupně zobrazují průběhy hladin pro návrhový stav, pole svislicových rychlostí a rozdíly hladin a rychlostí vůči současnému stavu pro simulované ustálené průtokové podmínky. V rozdílových mapách hladin znázorňují vždy kladné hodnoty vzduť, záporné snížení hladiny oproti současnému stavu; v mapách rozdílů rychlostí znázorňují kladné hodnoty zvýšení svislicových rychlostí oproti současnému stavu a naopak.

### 4.1 Varianta I - finální návrhový stav rekonstruovaného mostu

#### 4.1.1 Průběh hladin

Průběhy vypočtených hladin jsou v mapových přílohách vykresleny v podrobné barevné škále s výškovým rozlišením 0,1 m. Hodnoty hladin v jednotlivých mostních polích v profilu železničního mostu při všech posuzovaných průtocích pro návrhový a současný stav udává přehledně tabulka 3. Jednotlivá pole jsou číslovaná od levého břehu (břehového pilíře koryta Labe) po pravobřežní inundační území.

Tab. 3 Přehled úrovní hladin v jednotlivých mostních polích

| Návrhové<br>průtoky | Návrhový stav [m n.m.] |                  |        |        | Současný stav [m n.m.] |                  |        |        |
|---------------------|------------------------|------------------|--------|--------|------------------------|------------------|--------|--------|
|                     | Pole 1<br>(Labe)       | Pole 2<br>(Labe) | Pole 3 | Pole 4 | Pole 1<br>(Labe)       | Pole 2<br>(Labe) | Pole 3 | Pole 4 |
| $Q_1$               | 172,11                 | 172,09           | -      | -      | 172,12                 | 172,12           | -      | -      |
| $Q_5$               | 172,52                 | 172,49           | -      | -      | 172,55                 | 172,53           | -      | -      |
| NP                  | 173,85                 | 173,85           | 174,08 | 174,17 | 173,89                 | 173,84           | 174,06 | 174,15 |
| KNP                 | 174,13                 | 174,08           | 174,23 | 174,35 | 174,13                 | 174,04           | 174,21 | 174,31 |

Z výsledků je mj. patrné, že hladina v příčném profilu mostu není vodorovná; v tab. 3 jsou uvedeny charakteristické úrovně hladin v jednotlivých mostních polích. Hodnoty, které uvádí objednatel ve své výkresové dokumentaci (172,11 m n.m. při  $Q_1$ , resp. 173,83 m n.m. při  $Q_{100}$ ) odpovídají hodnotám vypočteným v korytě Labe. Při povodních se úroveň hladiny v inundačních mostních polích nachází znatelně výše – až o 32 cm (u NP).



Porovnáváme-li úrovně hladin v celém dotčeném území, můžeme konstatovat, že při ustáleném průtoku  $Q_1$  jsou rozdíly hladin mezi návrhovým a současným stavem zanedbatelné – zvýšení hladiny je max. 3 cm a pokles (za pilířem P4) max. 5 cm. Při ustálených průtocích NP a KNP způsobí zúžení průtočných profilů mostních polí vzduť hladiny nad mostem a zaklesnutí hladiny v levém mostním poli. **Maximální zvýšení hladiny** je pozorovatelné bezprostředně před mostním pilířem – o **11 cm**, shodně pro NP i KNP. Vzduť se proti proudu propaguje do vzdálenosti cca 1,5 km, kde dosahuje max. 3 cm a zasahuje z velké části do pravobřežního inundačního území a zčásti i do levobřežního. Naopak za mostním pilířem dochází k výraznějšímu poklesu hladiny, který se směrem po proudu postupně vytrácí.

Železniční most v Čelákovicích je největší překážkou při převádění povodňových průtoků na Labi v úseku cca od Nymburka po Brandýs nad Labem. Veškerý průtok musí být soustředěn do čtyř mostních polí (2 říčních a 2 inundačních) o celkové světlé šířce cca 149 m. Násep železniční trati a mostní konstrukce způsobují významné vzduť – při současném stavu je rozdíl hladin před a za náspem (ve směru proudění) při KP resp. KNP cca 1,7 m (viz tab. 4).

Z hlediska zajištění stability násypu není vhodné, aby jeho těleso bylo dlouhodobě vystavováno takovýmto spádům hladin, a rovněž není žádoucí jakýmkoliv zásahem do konstrukce mostu tento spád hladin zvyšovat. V následující tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty hladiny na návodní a vzdušné straně železničního násypu při NP a KNP pro současný a návrhový stav. Z porovnání těchto hodnot vyplývá, že po rekonstrukci mostu se spád hladin na tělese násypu při velkých povodních zvýší cca o 2 cm, což je hodnota víceméně zanedbatelná.

Tab. 4 Úrovně hladiny na návodní a vzdušné straně násypu železniční trati při NP a KNP

| Návrhové průtoky | Strana násypu | Návrhový stav<br>[m n.m.] | Současný stav<br>[m n.m.] |
|------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| NP               | návodní líc   | 174,54                    | 174,52                    |
|                  | vzdušný líc   | 172,83                    | 172,83                    |
| KNP              | návodní líc   | 174,84                    | 174,82                    |
|                  | vzdušný líc   | 173,17                    | 173,17                    |

#### 4.1.2 Rychlosti proudění

V důsledku omezení průtočného profilu mostu rozšiřujícími základovými patkami se nejen mírně zvýší hladina před mostem, dojde i k zvýšení rychlosti proudění v samotném mostním profilu, které bude znatelné na krátkém úseku nad mostem a bude se propagovat v relativně dlouhém úseku pod mostem (v prodloužení mostních polí).

V následující tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty maximálních rychlostí v profilu mostu pro  $Q_1$ , NP, KNP při současném i návrhovém stavu. Zvýšení rychlosti proudění při  $Q_1$  na 1,51 m/s by nemělo ohrozit plavbu; příčné složky vektorů rychlostí (které mohou vychylovat plavidla ze své dráhy) zůstávají nezměněny. Při velkých povodňových průtocích (NP a KNP) stoupnou **maximální svislicové rychlosti** v profilu mostu cca o 0,3 až 0,5 m/s na hodnoty až **3,8 m/s**. Na takové hodnoty rychlosti proudění musí být mostní pilíře a říční koryto opevněny.



Tab. 5 Hodnoty maximálních rychlostí pro návrhové průtoky v profilu mostu

| Návrhové průtoky | Návrhový stav<br>[m/s] | Současný stav<br>[m/s] |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Q <sub>I</sub>   | 1,51                   | 1,33                   |
| NP               | 3,82                   | 3,33                   |
| KNP              | 3,84                   | 3,55                   |

V širší oblasti před mostem dojde naopak k poklesu svislicových rychlostí – díky poněkud více vzdušné hladině proudí voda nad mostem při větších hloubkách (větší celkové průtočné ploše) a tedy při nepatrně nižších rychlostech.

## 4.2 Varianta II - stav s jímkami během výstavby

### 4.2.1 Průběh hladin

Při výpočtu této varianty byly stavební jímky uvažovány jako nepřelitelné překážky. V mostních polích (profilu mostu) zaklesla hladiny cca o 4 cm oproti současnému stavu. Před mostem naopak dochází ke vzdušné (max. o 11 cm oproti současnému stavu - před pilířem P4), které se propaguje až do vzdálenosti cca 1,75 km proti toku. Při Q<sub>5</sub> nedochází k vybřežení Labe ve sledovaném úseku od čelákovického mostu až nad obec Sedlčanky – a to ani při stavebních jímkách v říčním korytě.

Hodnoty úrovní hladin na čelech jímek u středového a pravobřežního pilíře udává tab. 6. Horní hrana jímek musí být vytažena nad tuto úroveň.

Tab. 6 Hodnoty hladin na čele jímek

| Návrhový průtok | Středový pilíř [m n.m.] |               | Pravobřežní pilíř [m n.m.] |               |
|-----------------|-------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
|                 | Návrhový stav           | Současný stav | Návrhový stav              | Současný stav |
| Q <sub>5</sub>  | 172,69                  | 172,58        | 172,60                     | 172,51        |

### 4.2.2 Rychlosti proudění

Maximální rychlosti v mostních polích při návrhovém průtoku Q<sub>5</sub> jsou u návrhového stavu 2,55 m/s a u současného stavu 2,19 m/s. Rychlost se tedy zvýší o 0,36 m/s oproti stávajícímu stavu. Rychlost proudění při obtékání čela jímek může během výstavby dosahovat hodnot až 2,7 m/s (u středového pilíře). Na takové hodnoty rychlosti proudění musí být stavební jímky dimenzovány.

## 5 ZÁVĚR

U železničního mostu v Čelákovících (na trati Praha – Lysá nad Labem) je uvažováno s rekonstrukcí, během které dojde, mj. ke zvýšení konstrukce mostovky a rozšíření základových patek mostních pilířů. Cílem studie bylo posoudit charakteristiky proudění po realizaci rekonstrukce a vyhodnotit vliv nastalých změn na plavební podmínky při  $Q_1$  a odtokové poměry Labe v Čelákovících při velkých povodňových průtocích. Zároveň byly posouzeny charakteristiky proudění při ustáleném průtoku  $Q_5$  v době výstavby se stavebními jámkami kolem mostních pilířů.

K simulaci proudění byl použit dvourozměrný matematický model MIKE 2IC z komplexní studie „Studie odtokových poměrů Labe v úseku Opatovice nad Labem – Mělník. DHI Hydroinform a.s., Praha, listopad 2005“.

Výsledky studie přinesly tyto nejdůležitější závěry:

1. Úroveň hladiny vody v profilu mostu i v jeho širším okolí se v návrhovém stavu (finální stav po rekonstrukci mostu) při  $Q_1$  prakticky nezmění – rozdíly v hladinách do 3 cm.
2. Zvýšení rychlostí proudění pro návrhový stav při  $Q_1$  na 1,51 m/s by nemělo ohrozit plavbu; příčné složky vektorů rychlostí zůstávají nezměněny.
3. Maximální zvýšení hladiny pro návrhový stav bylo zjištěno při NP a též při KNP – cca o 11 cm (bezprostředně před mostem). Zvýšení hladiny se propaguje do vzdálenosti 1,5 km, kde je rozdíl hladin již menší než 3 cm.
4. Spád hladin na náspu železniční trati (v pravobřežním inundačním území) se při velkých povodňových průtocích (NP a KNP) zvýší jen o dodatečné cca 2 cm, což je hodnota zanedbatelná.
5. Z důvodu zmenšení celkové plochy průtočného profilu mostu při rekonstrukci dojde ke zvýšení rychlostí proudění v profilu mostu u NP a KNP až na 3,8 m/s. Na takové hodnoty rychlostí proudění musí být mostní pilíře a říční koryto opevněny.
6. V současném stavu nedochází při  $Q_5$  k vybřežování Labe ve sledovaném úseku od čelákovického mostu až nad obec Sedlčanky. K vybřežování nebude docházet ani během rekonstrukčních prací, tj. při stavebních jámkách v říčním korytě.
7. Během výstavby budou maximální hladiny podél stavebních jímek při  $Q_5$  dosahovat hodnot 172,69 m n.m. (u čela jímek). Horní hrana jímek musí být vystavěna nad tuto hladinu, aby nedošlo k zaplavení nebo poškození jímek.
8. Rychlosti proudění při obtékání čela jímek mohou dosahovat hodnot více než 2,7 m/s (podél stěn jímek více než 2,5 m/s) – s těmito rychlostmi je třeba při zakládání stavebních jímek počítat.

Výsledky výpočtů jsou prezentovány v podrobných mapových přílohách v měřítku 1 : 10 000.

V Praze dne 20.3.2009

  
Ing. Kateřina Bastlová

  
Ing. Petr Jiřinec



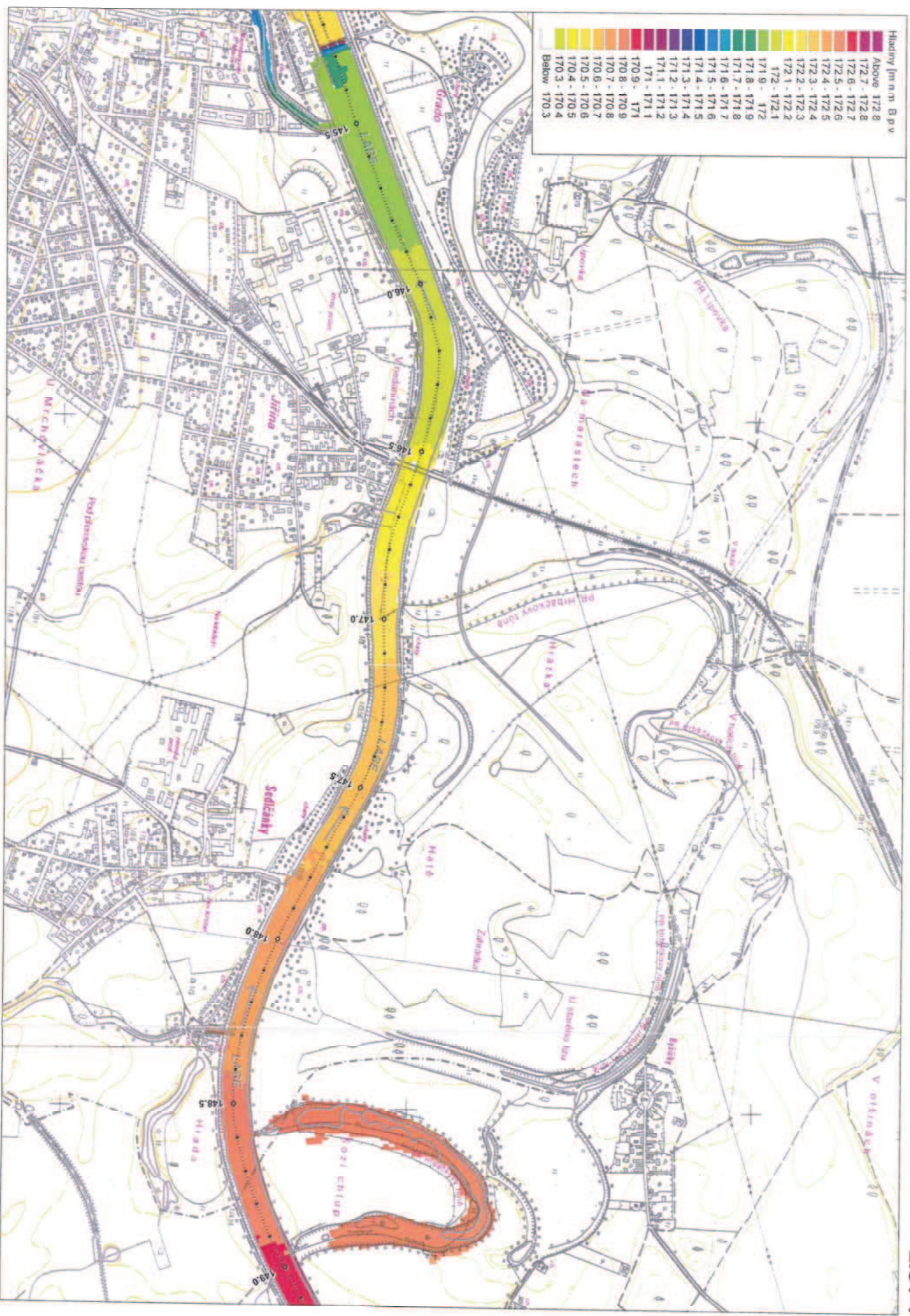
## LITERATURA

- [1] *Studie odtokových poměrů Labe v úseku Opatovice nad Labem - Mělník.*  
DHI Hydroinform a.s., Praha, listopad 2005.

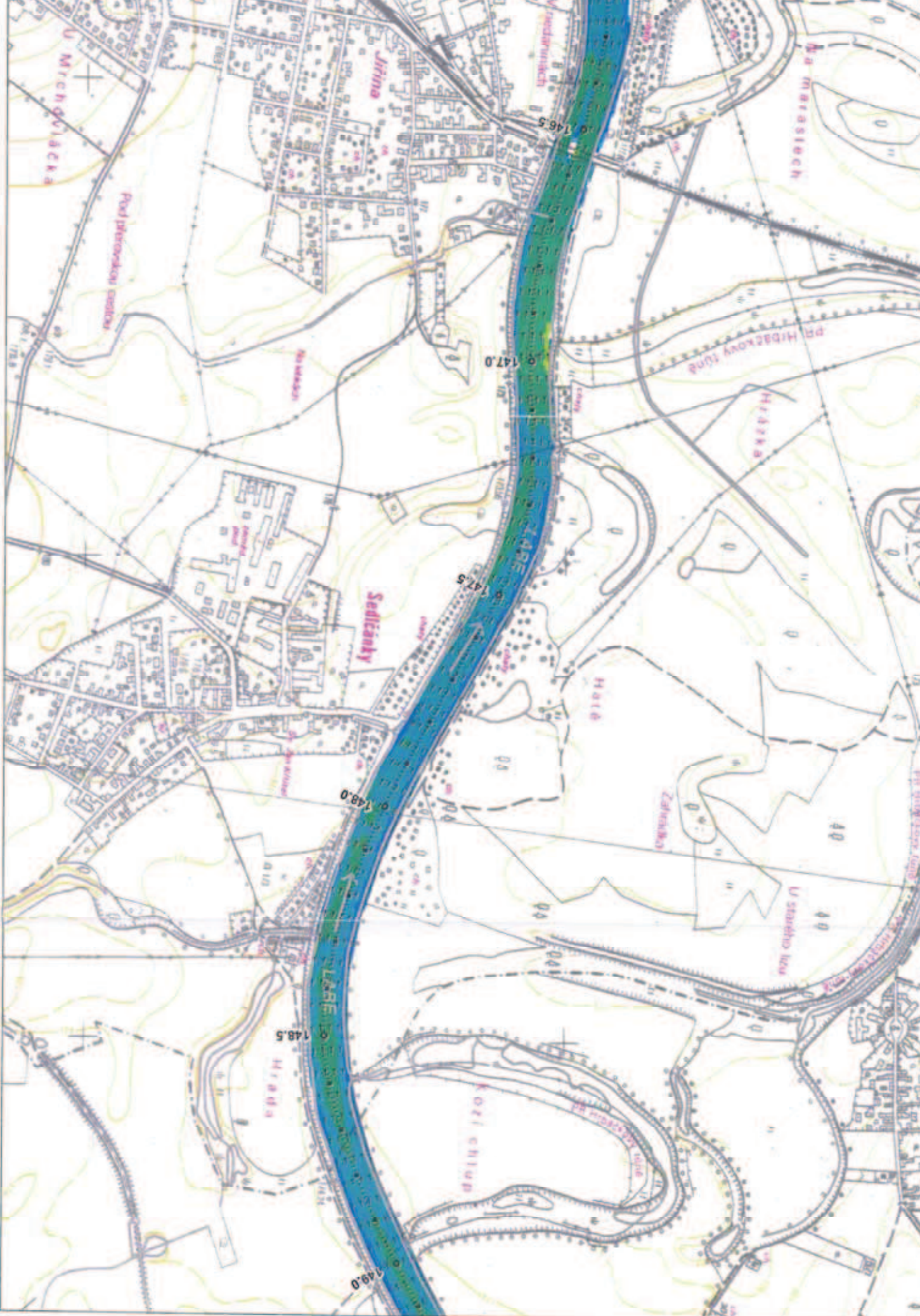
## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1:** Mapa hladin,  $Q_1$  - List 1
- Příloha č.2:** Mapa rychlostí,  $Q_1$  - List 2
- Příloha č.3:** Mapa rozdílu hladin,  $Q_1$  - List 3
- Příloha č.4:** Mapa rozdílu rychlostí,  $Q_1$  - List 4
- Příloha č.5:** Mapa hladin,  $Q_5$  - List 5
- Příloha č.6:** Mapa rychlostí,  $Q_5$  - List 6
- Příloha č.7:** Mapa rozdílu hladin,  $Q_5$  - List 7
- Příloha č.8:** Mapa rozdílu rychlostí,  $Q_5$  - List 8
- Příloha č.9:** Mapa hladin,  $NP = Q_{100}$  - List 9
- Příloha č.10:** Mapa rychlostí,  $NP = Q_{100}$  - List 10
- Příloha č.11:** Mapa rozdílu hladin,  $NP = Q_{100}$  - List 11
- Příloha č.12:** Mapa rozdílu rychlostí,  $NP = Q_{100}$  - List 12
- Příloha č.13:** Mapa hladin,  $KNP$  - List 13
- Příloha č.14:** Mapa rychlostí,  $KNP$  - List 14
- Příloha č.15:** Mapa rozdílu hladin,  $KNP$  - List 15
- Příloha č.16:** Mapa rozdílu rychlostí,  $KNP$  - List 16









**Labe ř.km 145,2 - 149,1**

M 1:10 000





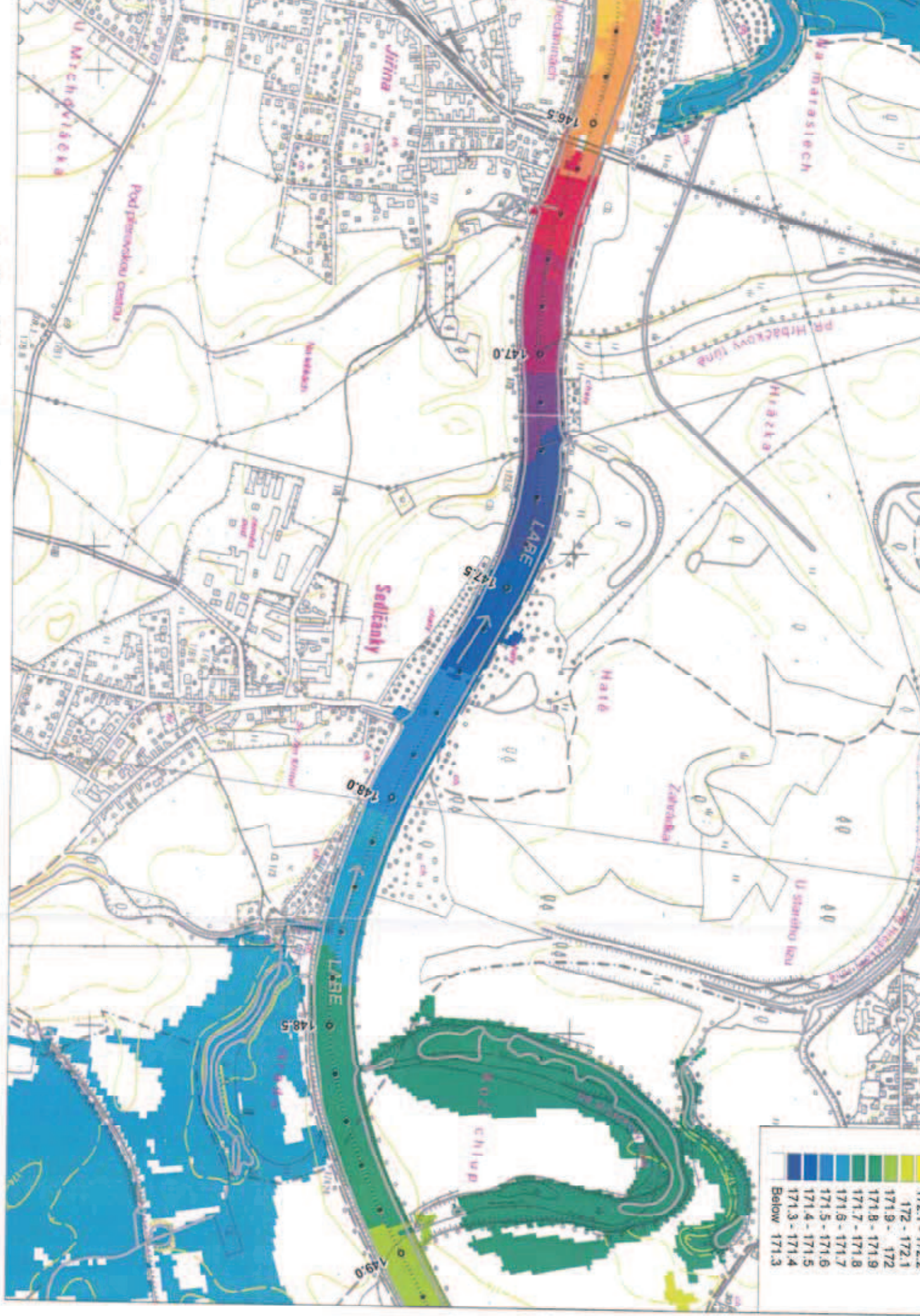
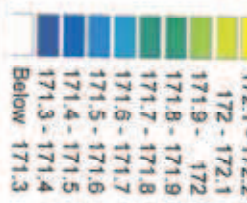




Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000





Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000









Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000

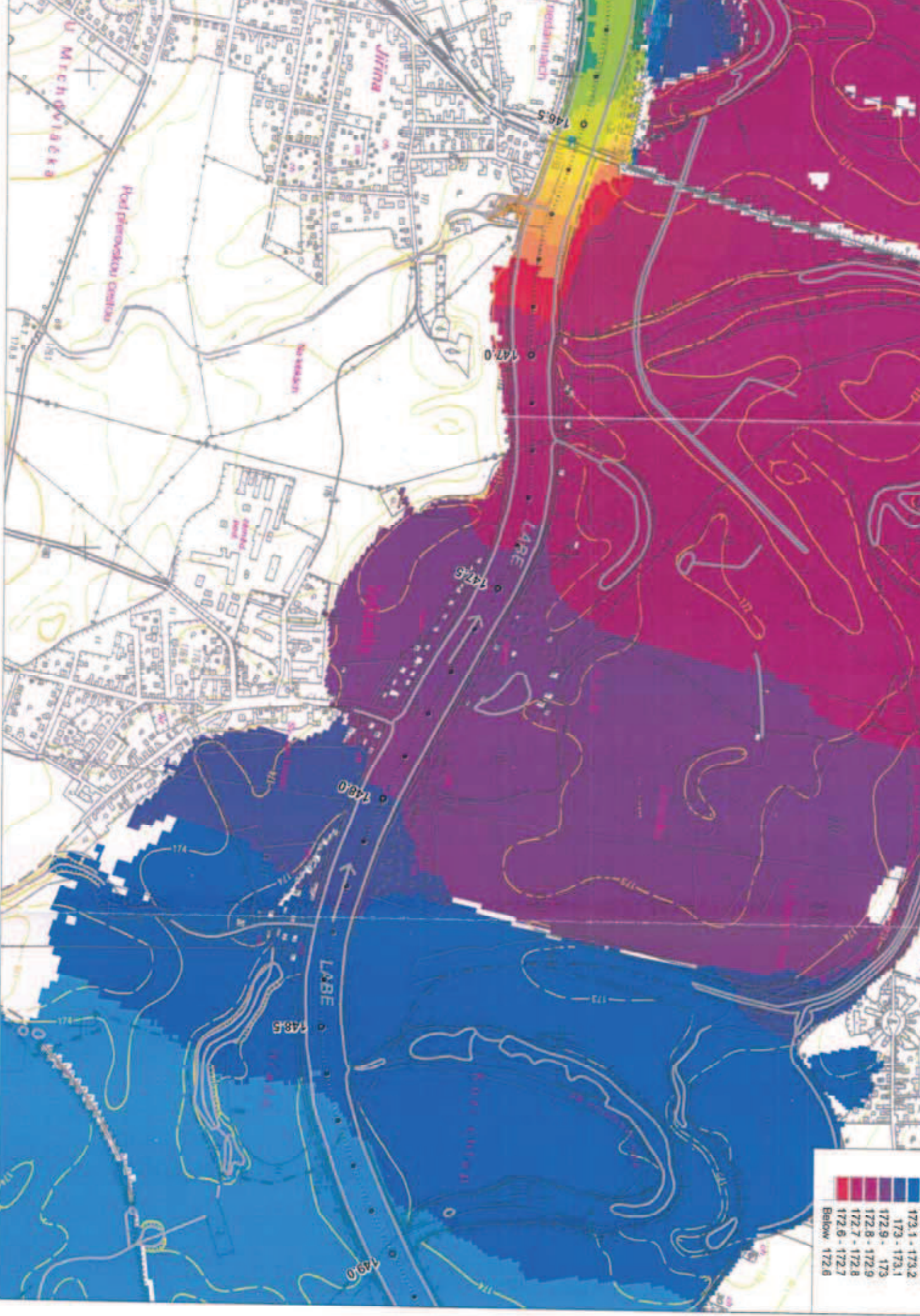




Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000



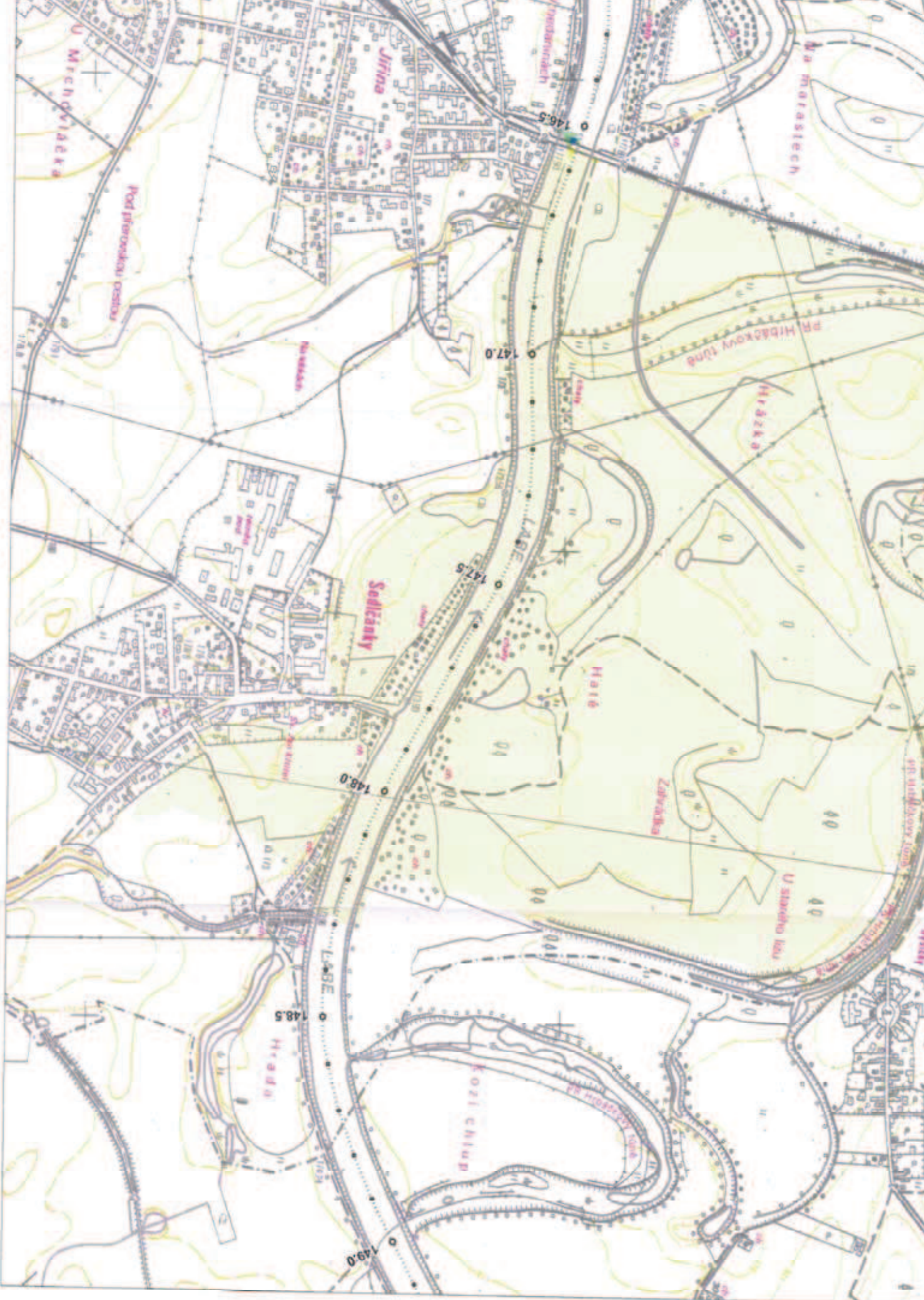


**M 1:10 000**









Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000





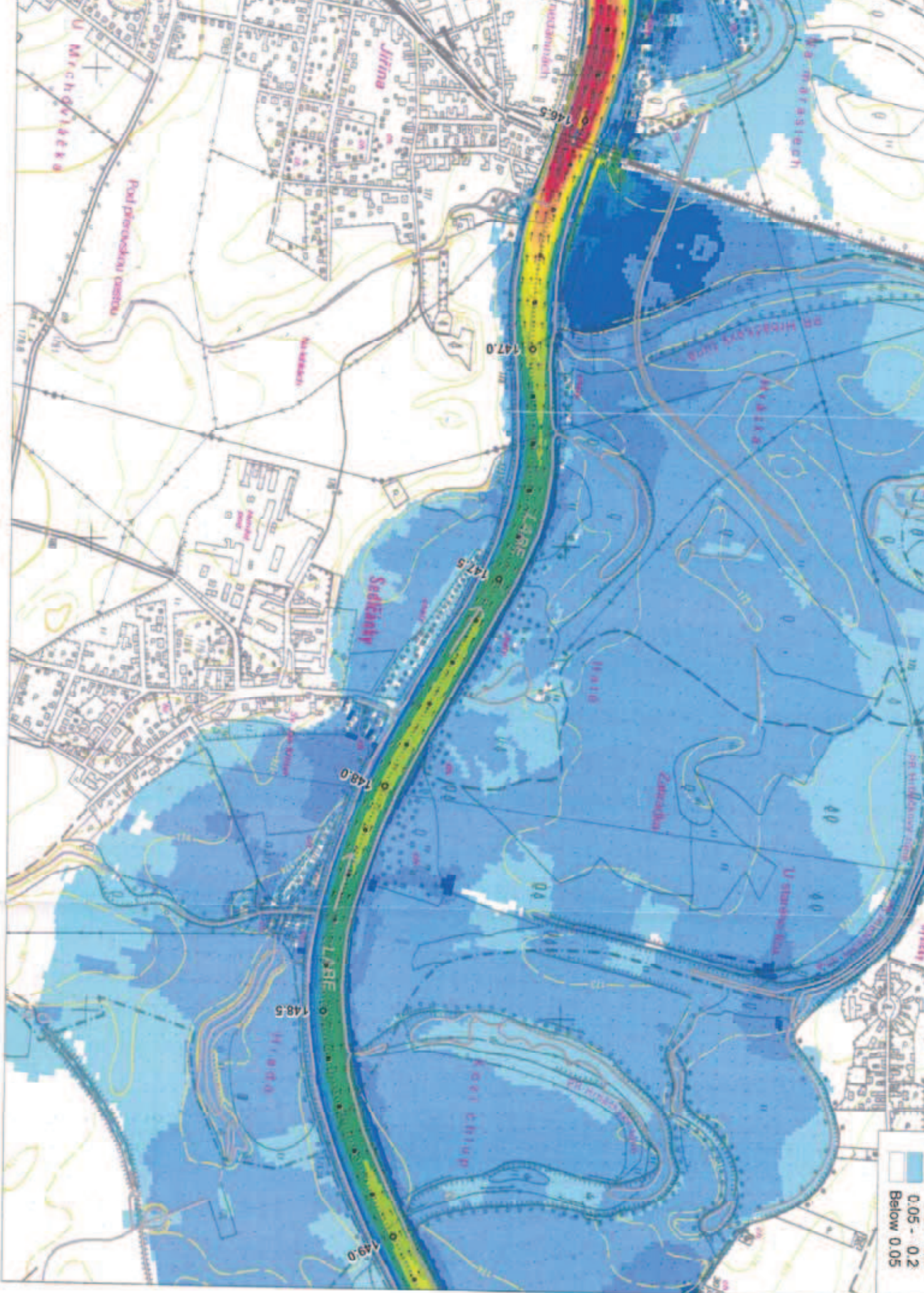
Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000





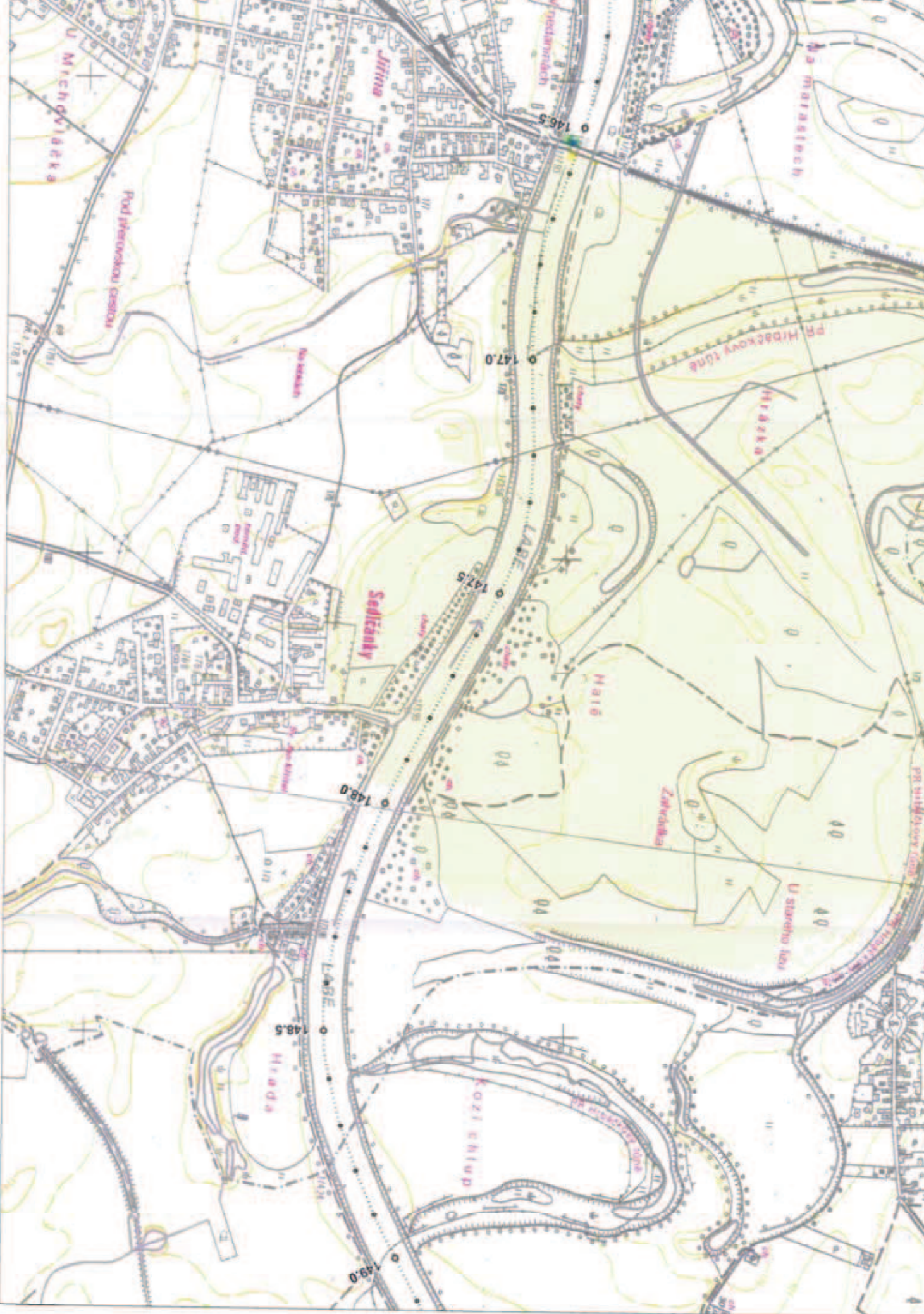




Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000





Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000



Labe ř.km 145,2 - 149,1

M 1:10 000

