Matematické modelování pro simulaci odtoků na malých vodních tocích

Příprava a realizace

PB PPO a možnosti jejich financování

Benešov 20.6.2017

Hydroinformatika

- oblasti zájmu
  - Významné vodní toky (Labe, Vltava, Morava, Odra, Ohře aj.)
  - Malé vodní toky (Jevanský potok, Benešovský potok)
- simulační prostředky(1D,2D ,3D)
- procesy (HD,WQ, ST)

Povodňové škody a jejich klasifikace

- Povodně představují 31% z počtu katastrof
- 390.000 usmrcených za uplynulé 2 dekády celkem, v důsledku povodní 58%
- 130mld USD celkové ekonomické škody , 33% v důsledku povodňových škod
- Klasifikace přírodních katastrof - pojišťovny - musí zasahovat federální nebo státní orgány-
  - počet klasifikovaných povodní 5x vyšší než v 50 letech
  - škody způsobené klasifikovanými povodněmi 10x vyšší

Kde aplikovat povodňové modely

- Intravilán
  - Globální řešení - povodňové modely obcí
  - Lokální řešení - hydraulické řešení objektů
- Extravilán
  - Globální řešení - řešení uceleného povodí
  - Lokální řešení - řešení lokálního zásahu do inundačního území

Matematické modely simulace Hydrologického cyklu

- Aplikace MM - příčina - důsledek zpracování metodami statistiky
- MM - nástrojem analýzy PPO
- MM pro PB PPO – každé opatření má hydraulický popis funkce
- Standardizace, verifikace, - hydrologické modely x hydrodynamické modely
- Procesy hydrologického cyklu
- Zjednodušené metody - lokální posudek parametr v převaze vlivů - u MVT především nedochází-li ke změnám objemů v čase

MM - pro simulace v korytech a inundačních územích

- Výběr modelu HG x HD
- Kde použijeme MM -?:
  - hydrodynamickou analýzu zájmové oblasti
  - předpověď vlivu staveb
  - paralelní projektování – ověření konceptu
  - plánování a příprava územních plánů
  - řízení v reálném čase
  - řešení kritických situací , statika objektů v inundaci

Matematické modely na MVT

- Proč - povodňové modely mvt
- Kde - povodňové modely mvt
- Jak - povodňové modely mvt
- Aplikace - povodňových modelů mvt

Požadavky na stanovení návrhových kriterií

- Posudky vlivu staveb na stávající protipovodňovou ochranu PPO v lokalitě a okolí - pozor na zjednodušené posudky
- posudek vlivu staveb na PPO v uceleném povodí
- důsledky překonání stávající PPO
- poskytnutí základních podkladů pro org.opatření v důsledku inundace
- podklady pro ověření vlivu povodňové situace na navrhované objekty
- tvorba strategie povodňové ochrany v povodích

Povodňové škody a jejich klasifikace

Důvody zvýšeného výskytu povodňových rizik:

- nárůst počtu obyvatel v kritických oblastech - urbanizace
- zvýšení cen nemovitostí a služeb v exponovaných oblastech
- zvýšení zranitelnosti územních celků a objektů infrastruktury - vyšší vybavenost
- podcenění rizik - dlouhé období bez povodní
- stavební nekázeň v inundačním území
- klimatické změny - vliv urbanizace a industrializace

Protipovodňová opatření - zmírnění povodňových rizik

- Povodně byly, jsou a budou
- Mnoho faktorů vzniku povodňových situací
  - meteorologické jevy lze těžko předvídat
  - srážko-odtokové charakteristiky jsou závislé na předchozím vývoji hydrologické situace v povodí
  - nahodilé jevy zhoršují situaci (splávi, havárie objektů, ledochod, pohyb splavenin, eroze)
  - změna způsobu údržby **vodních toků PB a jejich dopad**
- Důslednou analýzou povodňových rizik lze škody eliminovat nebo snižovat

Analýza povodňové situace nástroji Hydroinformatiky

- Ekonomické aspekty PP ve vazbě na MM
  - Přímé finanční škody (doba, hloubka, rychlost, teplota, možnost včasné likvidace)
    - lidské životy
    - životy hospodářských a volně žijících zvířat a živočichů
    - škody na majetku a vybavení
    - škody na úrodě a vegetaci
  - Nepřímé škody (i nás podceňované)
    - produkce průmyslu
    - škody v oblasti obchodu
    - škody v dopravě
    - škody v infrastruktuře
    - náklady na zabezpečení kritické situace

Analýza povodňových rizik prostředky hydroinformatiky

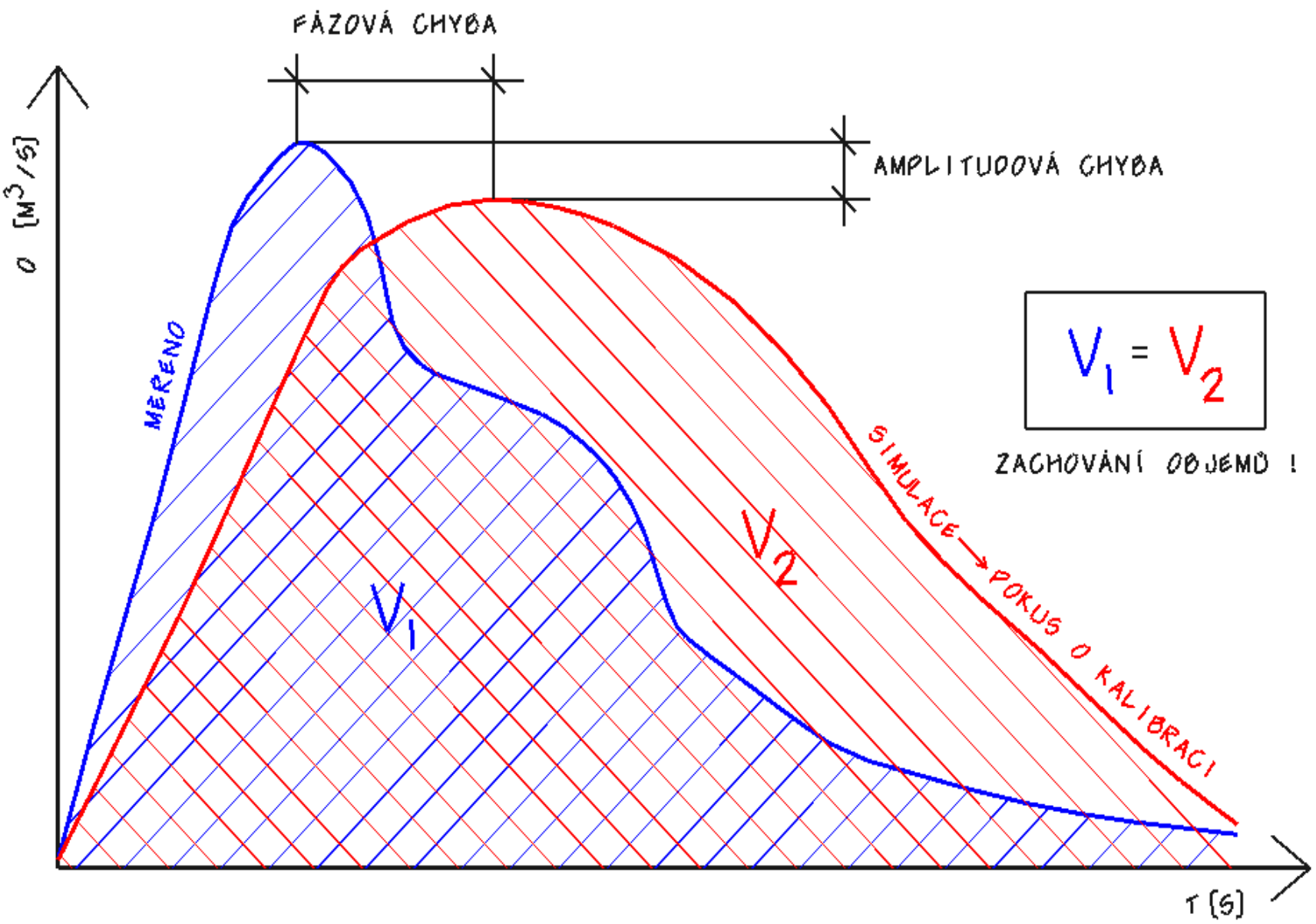
- Klasický přístup k projektu PPO vychází z aplikace jednoduchých výpočetních postupů a schematizace - bez přelití objektů ochrany
- Detailní řešení -
  - nestacionární řešení inundace
  - hydrodynamicky model a digitální model reliéfu
  - mapy povodňového rizika (hloubky, rychlosti, hladiny, průtoky)
  - mapy rozložení majetku, hustoty obyvatel
  - křivky přímých a nepřímých škod
  - analýza přínosů a rizik PPO

Integrované modely v povodí

- **Neovlivněná povodí**
  - Modelová integrace pro popis všech podstatných procesů
  - Srážko-odtokové modely – hydrologické modely
  - Hydraulické modely /2D 1D/
  - Modely podzemních vod
  - Ekologické modely a modely WQ
- **Městská povodí**
  - Srážko-odtokové modely
  - Hydraulické modely systémů odvodnění /1D/
  - Hydraulické modely povodňové /2D /
  - Modely podzemních vod
  - Modely objektů (2D nebo 3D)
  - Ekologické modely a modely WQ

Povodně - stanovení parametrů

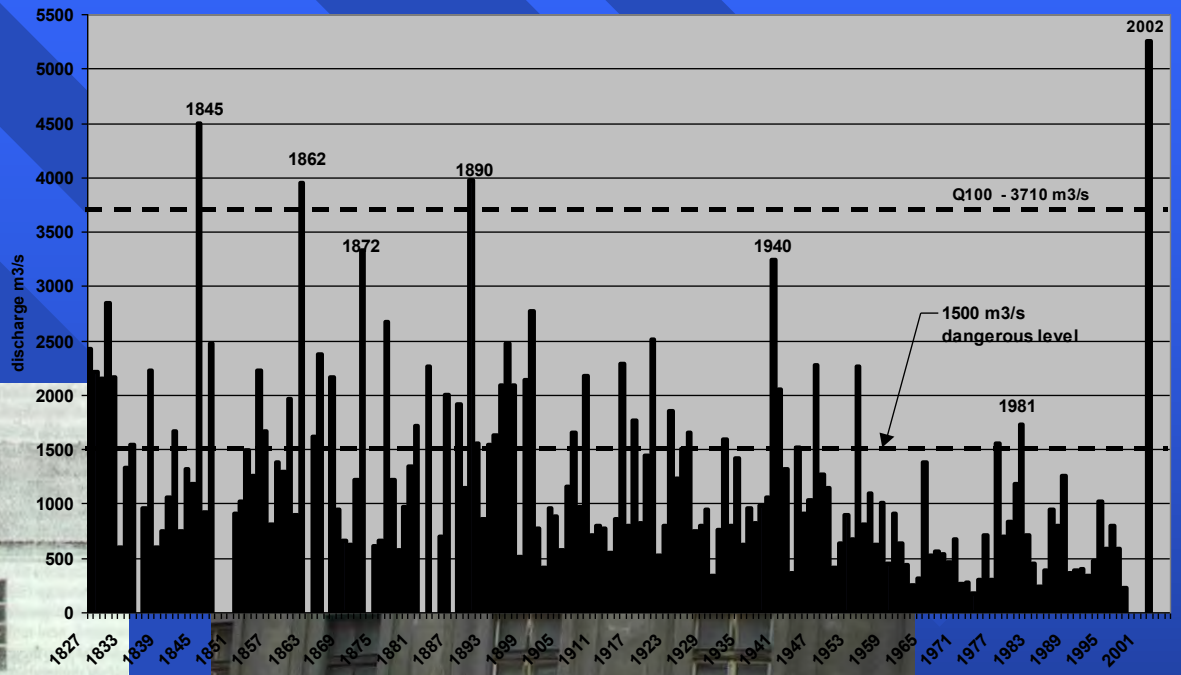
- Kulminační průtoky
- Maximální vodní stavy
- Povodeň je časově omezené zvýšení hladiny v důsledku zvýšení průtoků
- Hydrogram - tvar, maximální hodnota, objem
- Analýza povodňových vln - empirické vzorce
- Statistické vyhodnocení extrémních průtoků - překročení - doba opakování jevu



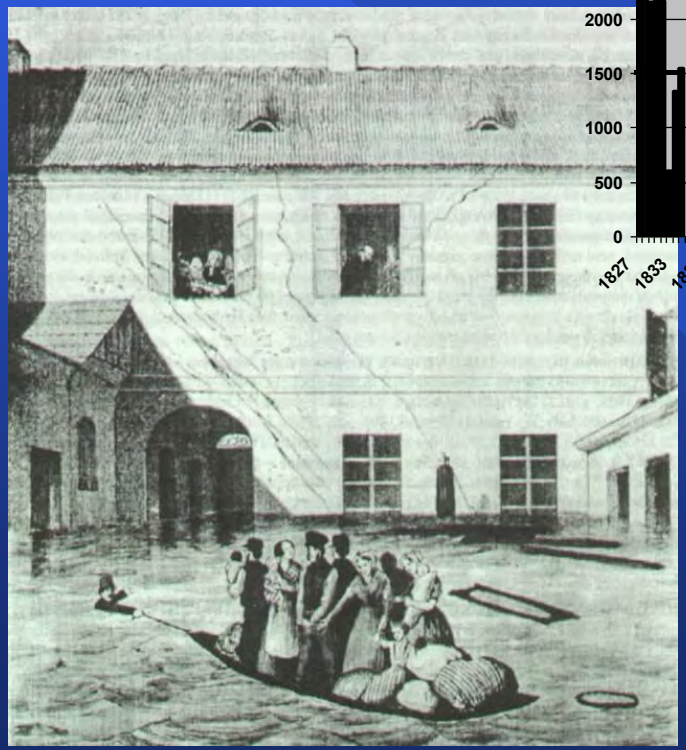
OBR.5 - POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

„Povodně byly a budou„ - dvě generace povodňové paměti“

Povodně v Praze



Praha – Karlín, 1845

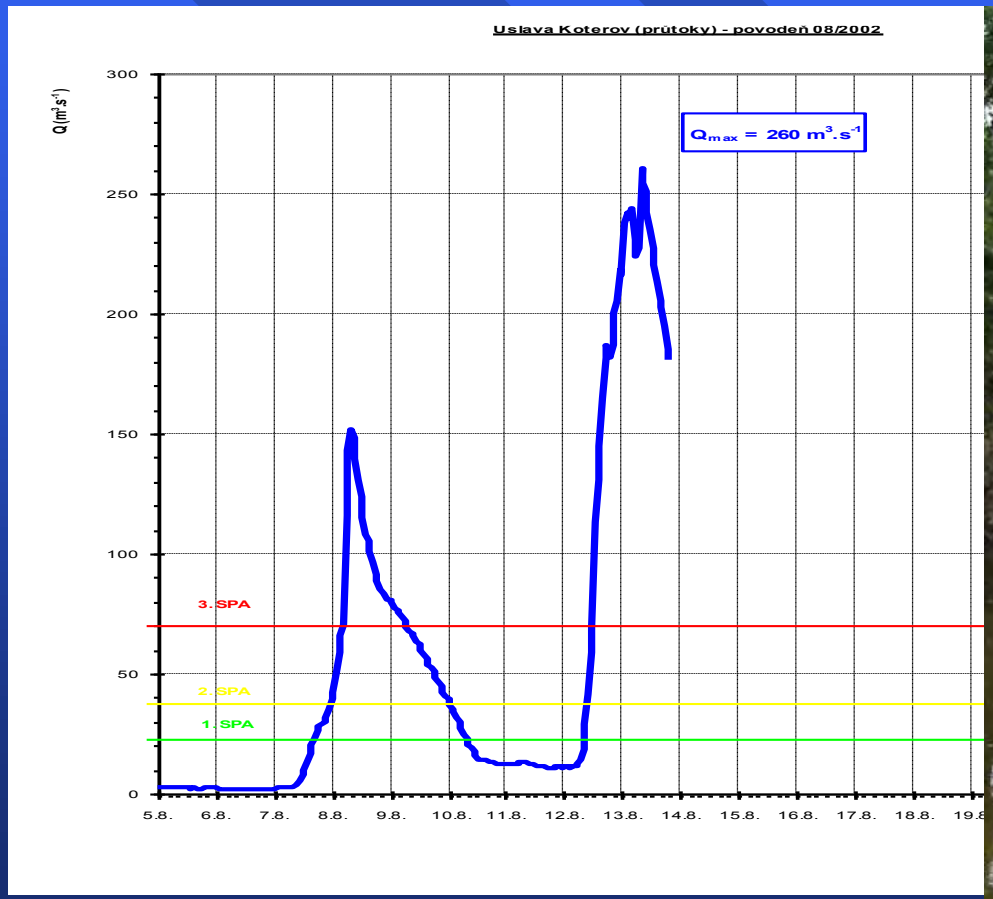


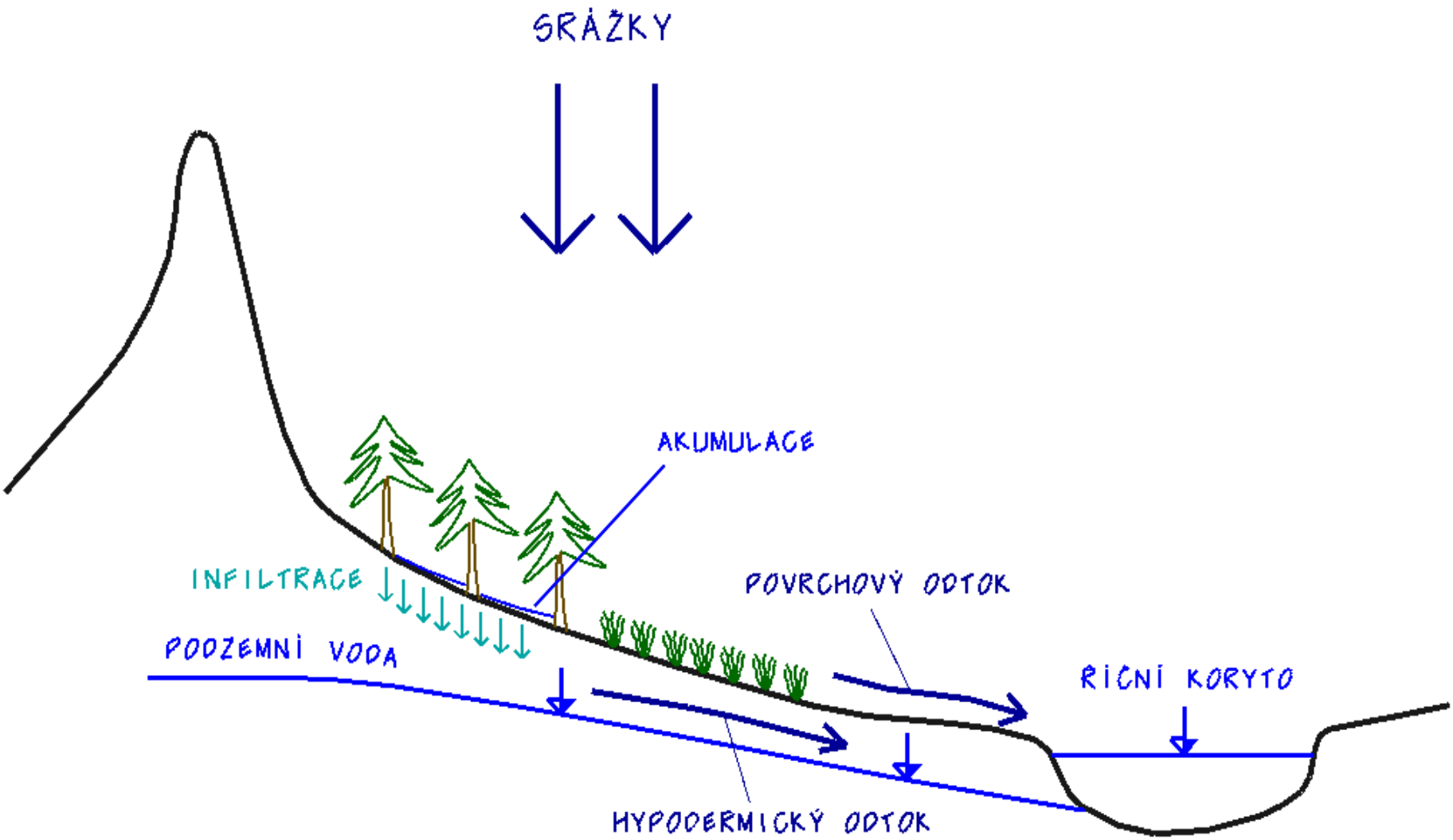
Praha – Karlín, 2002

Povodňová směrnice 2007/ 60 EC

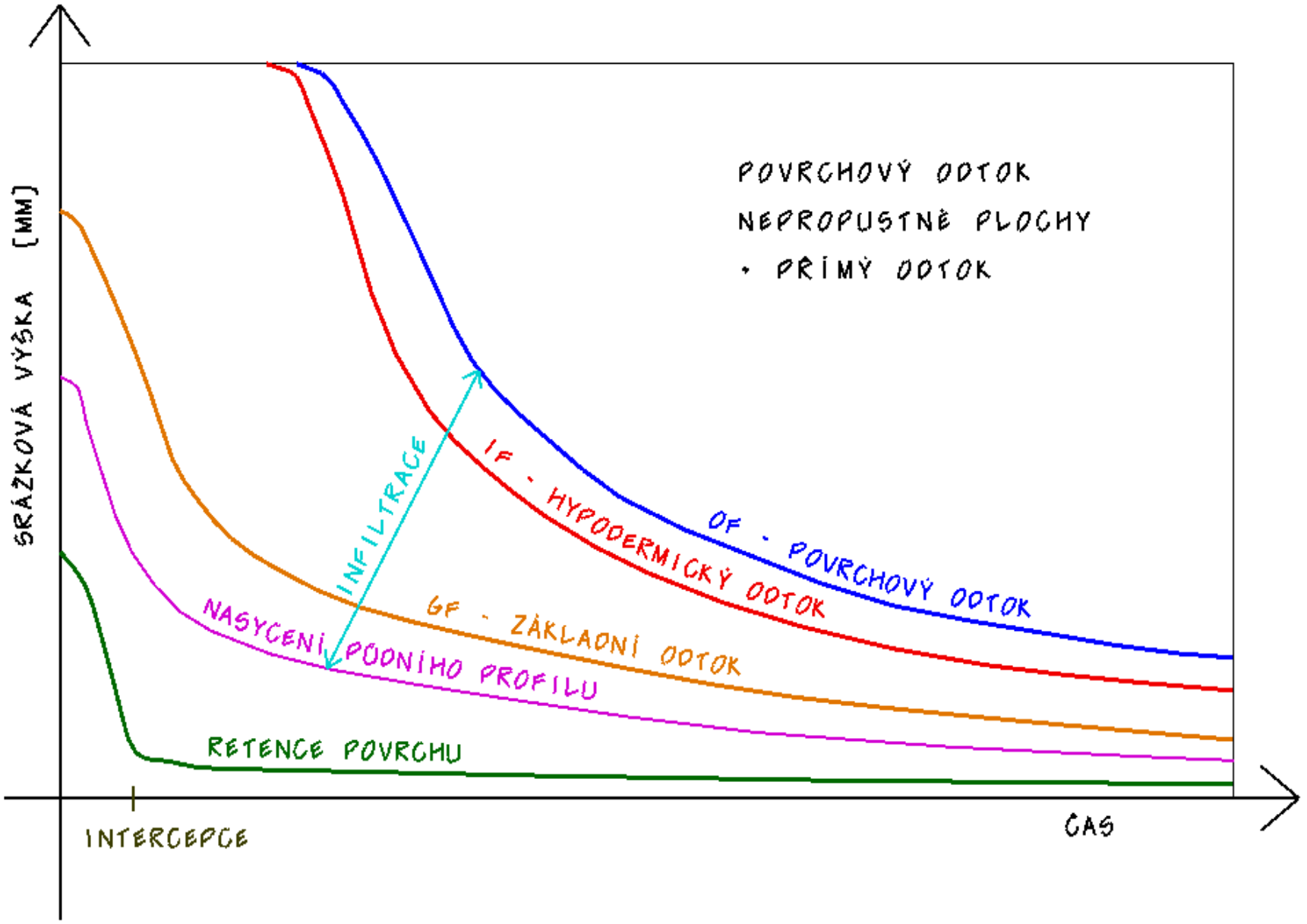
„Povodně neomezíme, musíme se s nimi naučit žít „

Data z pozorování povodňových jevů jsou neúplná, nepřesná nebo chybí úplně - mvt





OBR. 1 - SCHEMA ODTOKU



OBR. 2 - SRÁŽKA-ODTOK

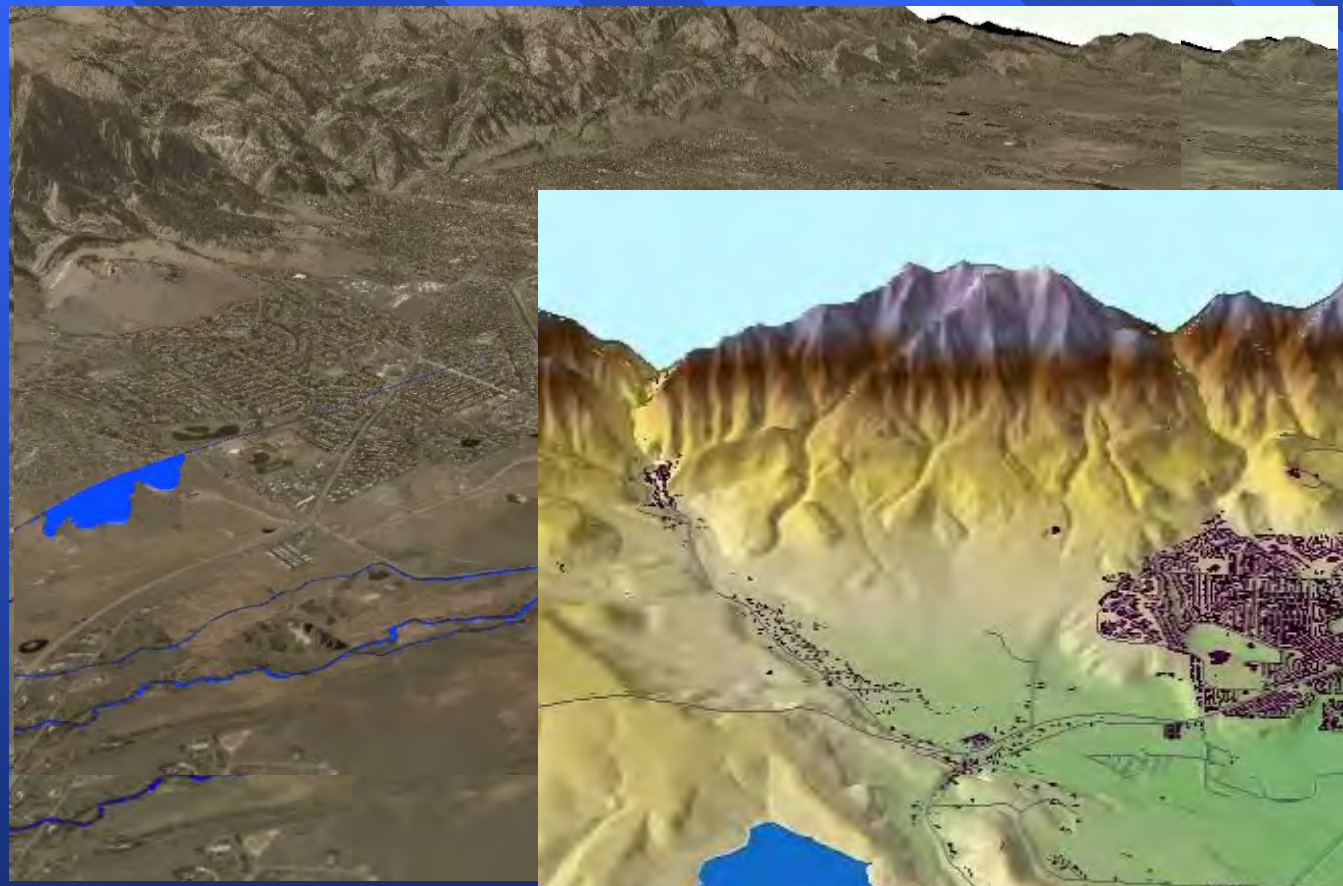
MM - pro simulace v korytech a inundačních územích

- Výběr modelu významné VT a malé VT
  - VVT – vliv inundačního území – proudění 2D, manipulace s VD
  - MVT – významný vliv objektů, změna chování objektů (spláví, sedimentace, přelití rybníků)
- Kde použijeme MM -?:
  - hydrodynamická analýza zájmové oblasti
  - předpověď vlivu staveb
  - paralelní projektování
  - plánování a příprava územních plánů
  - řešení kritických situací, statika objektů v inundaci

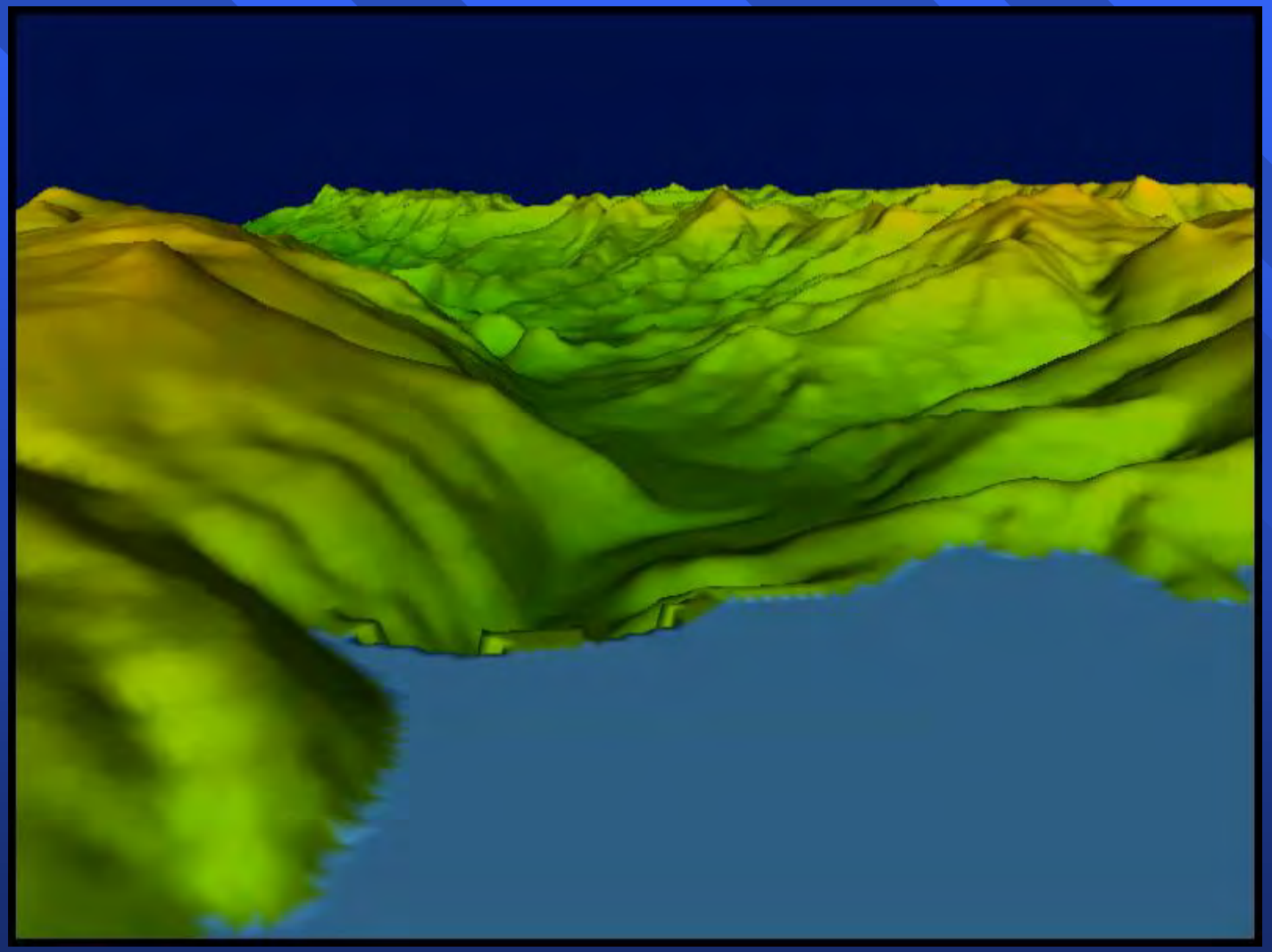
Návrhová kritéria

- Statistické metody vyžadují dlouhé řady pozorování
- Hydrologické údaje - ČHMU - n-leté vody, historické povodňové vlny, syntetické návrhové vlny
- Zásady návrhových metod hydrotechnických staveb - záruka neškodného průchodu povodně - stanovení pravděpodobnosti překročení návrhových parametrů povodňových vln (Q100)
- Co se stane po překonání ochrany – normy x směrnice

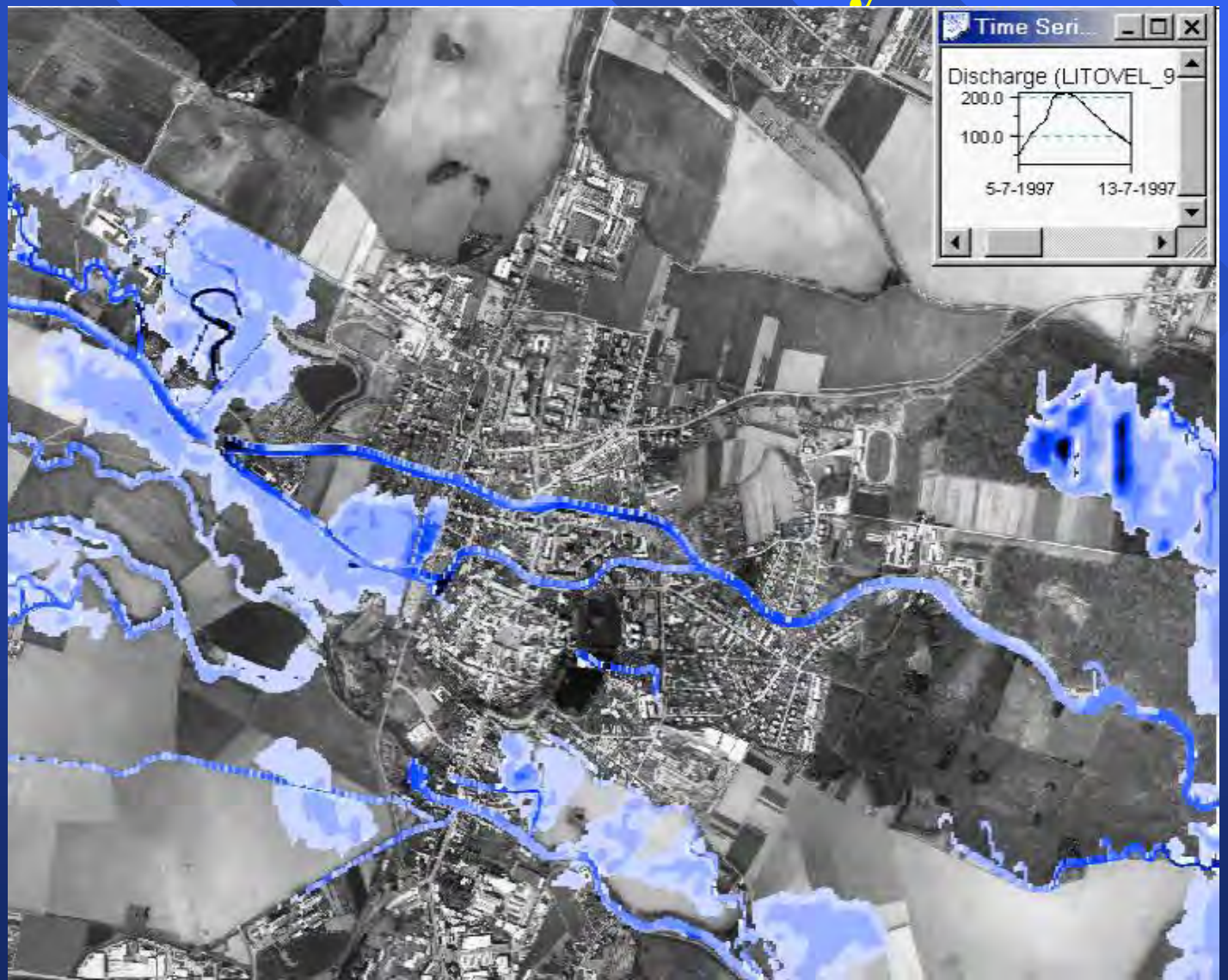
1. Průlomová vlna - Příklady



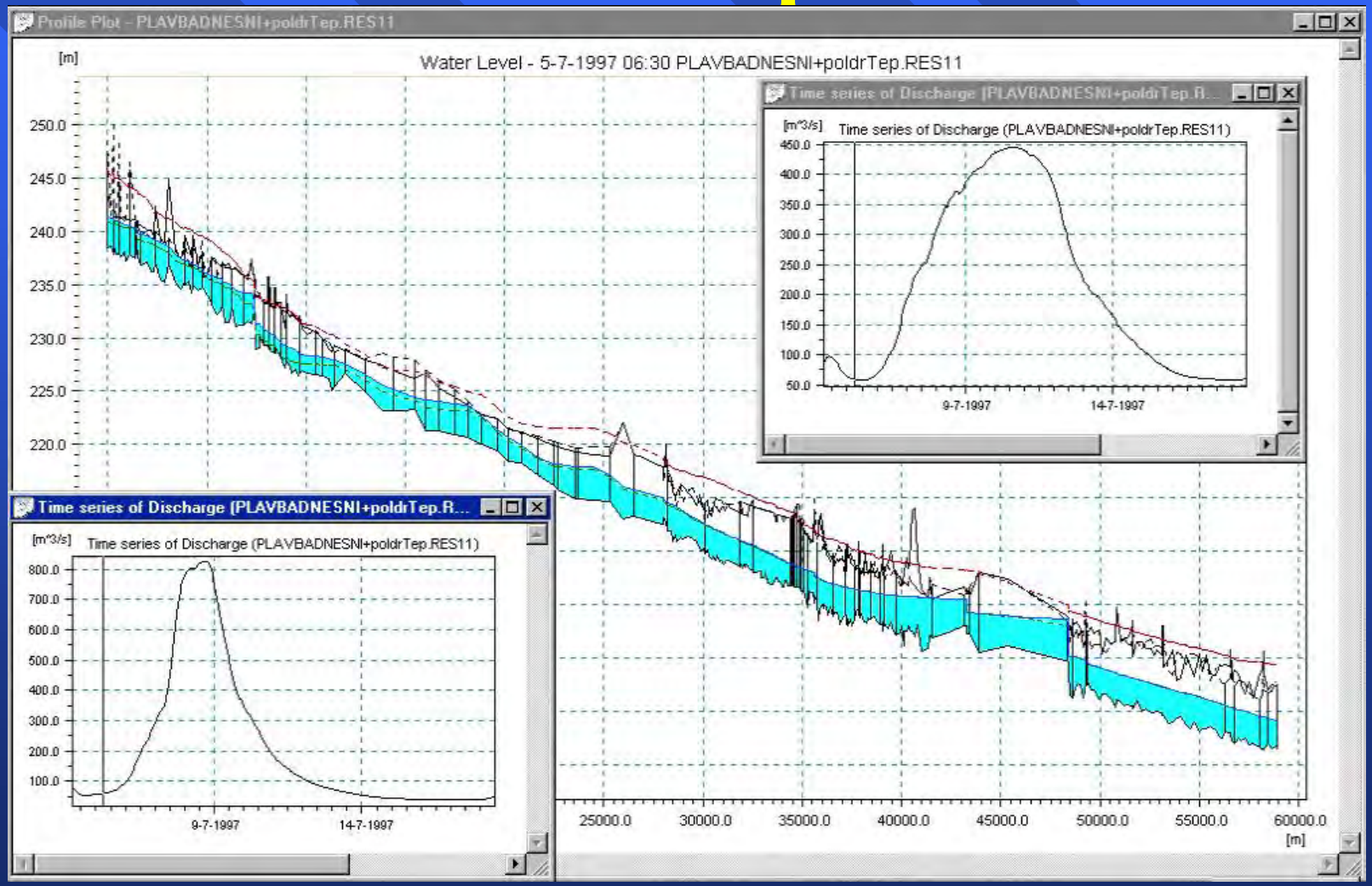
2. Průlomová vlna - Příklady



3. Povodňová vlna – Litovel 1997 - Příklady



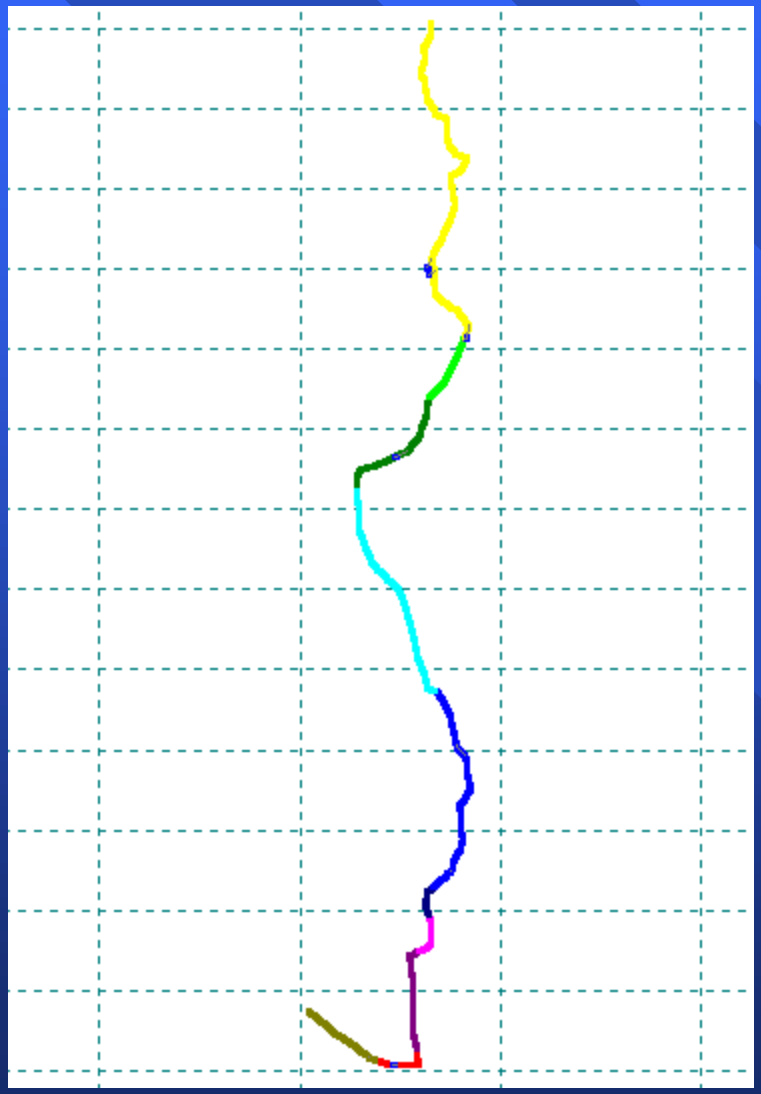
4. Synchronizace – Příklady
Polder Teplice

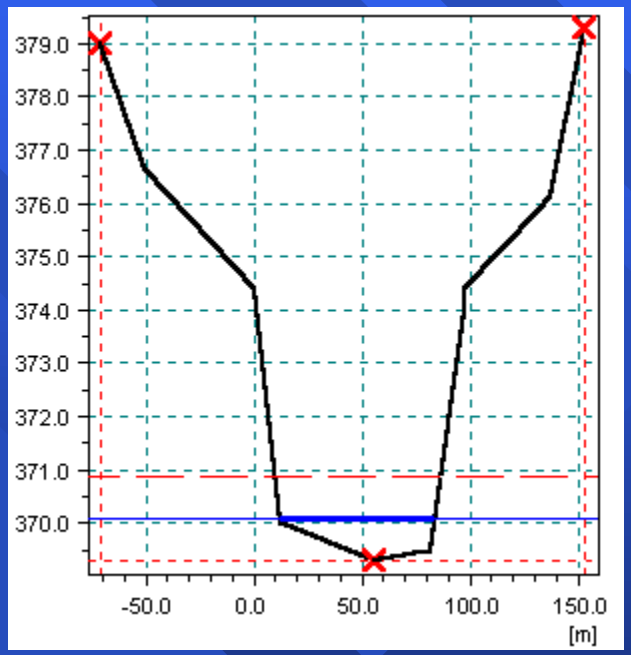


Matematická schematizace

- Jednorozměrná schematizace - 1D
  - uzavřená údolí
  - ohrázované toky

Jednorozměrná schematizace

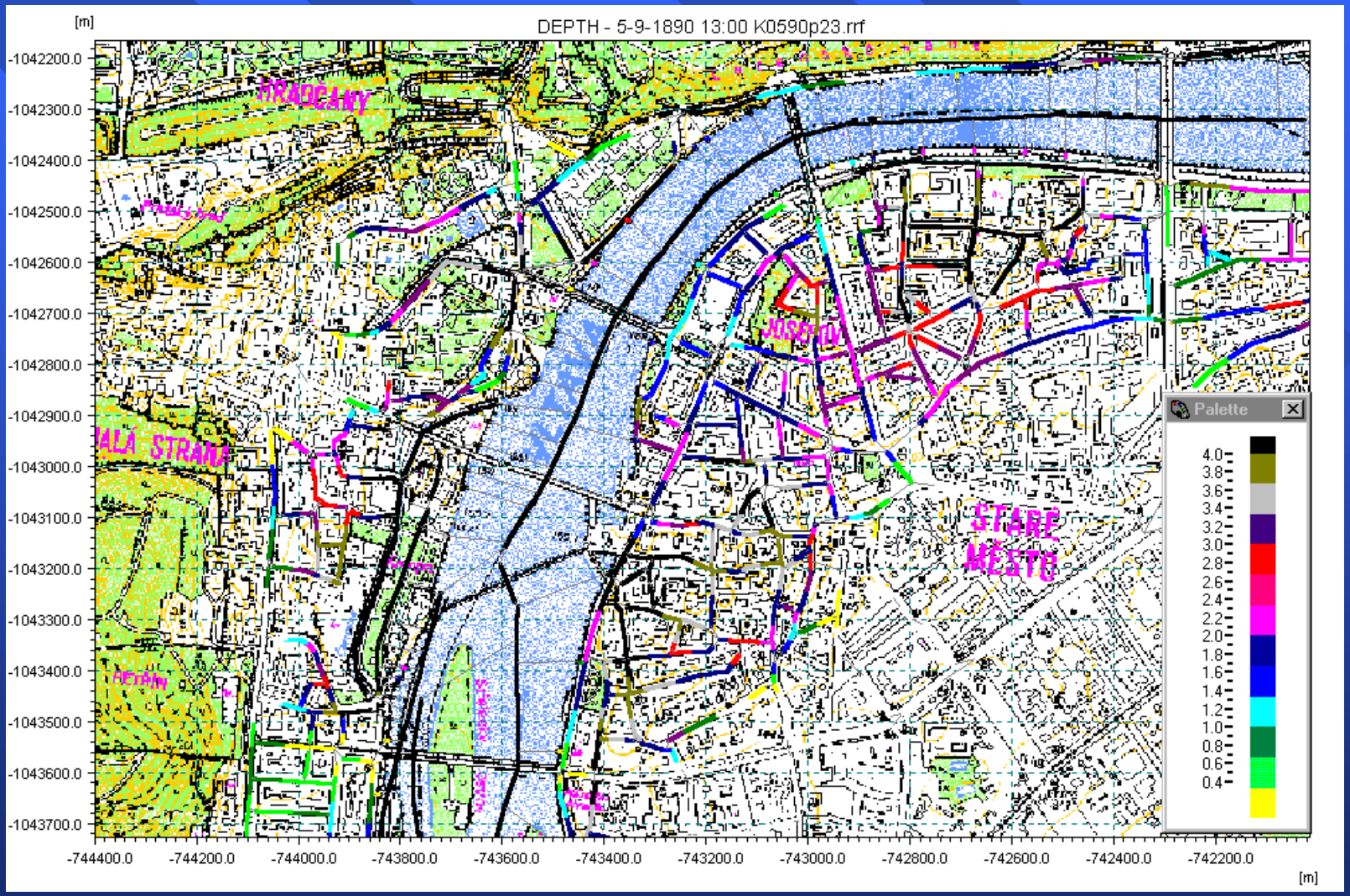




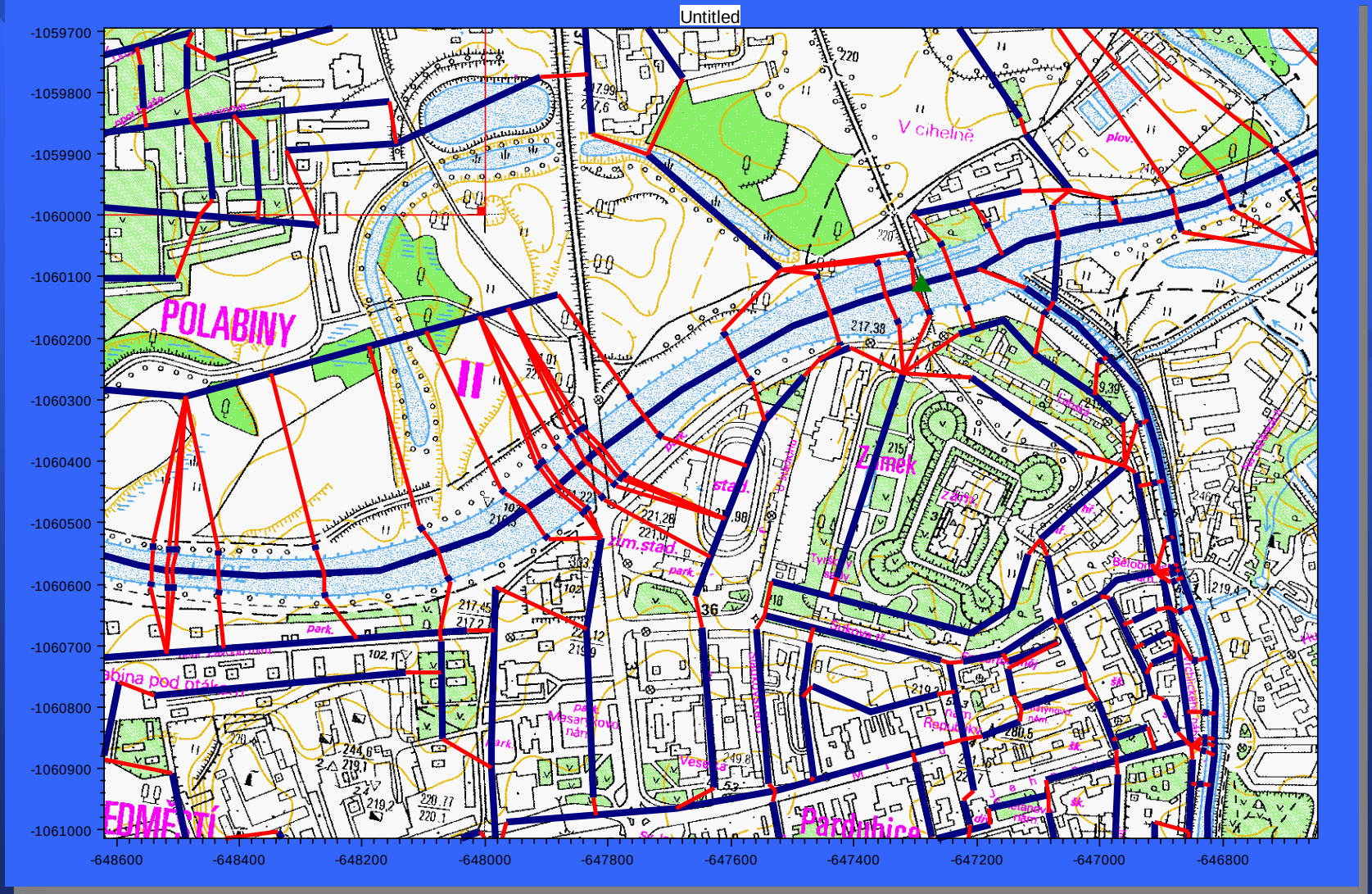
Matematická schematizace

- Jednorozměrná schematizace - 1D
  - uzavřená údolí
  - ohrázované toky
- Rozšířená 1D schematizace - 1D+
  - úseky s komplikovanou sítí inundačních proudnic
  - městské aglomerace

Rozšířená 1D schematizace



Rozšířená 1D schematizace

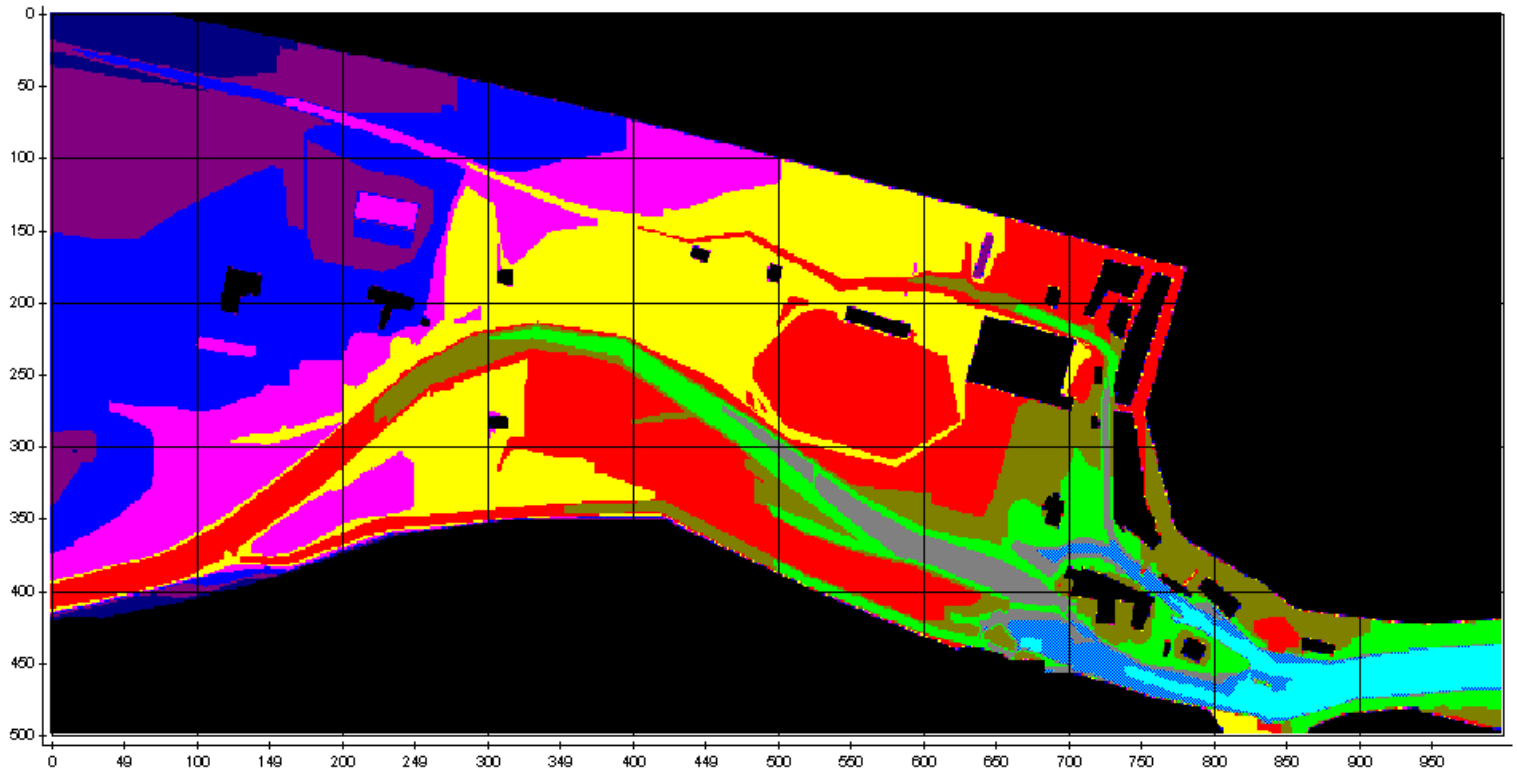


Matematická schematizace

- Jednorozměrná schematizace - 1D
  - uzavřená údolí
  - ohrázované toky
- Rozšířená 1D schematizace - 1D+
  - úseky s komplikovanou sítí inundačních proudnic
- městské aglomerace
- Dvojrozměrná schematizace - 2D

  detailní řešení kritických lokalit

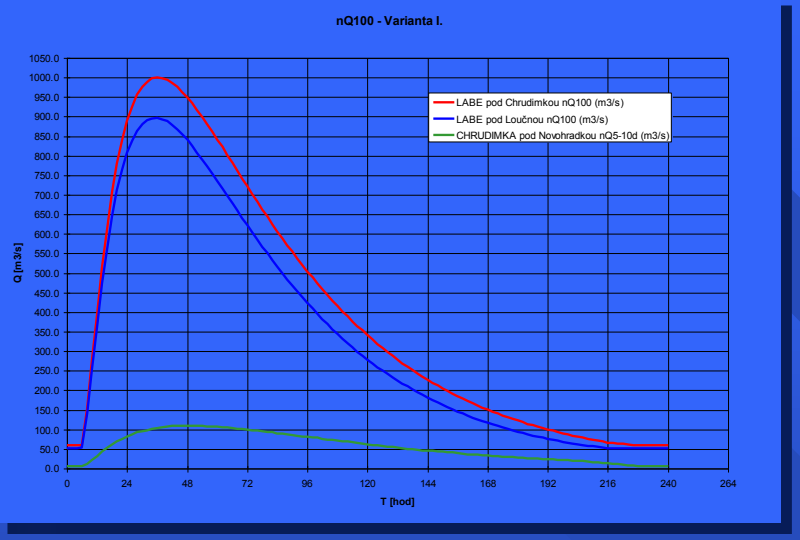
Dvourozměrná schematizace

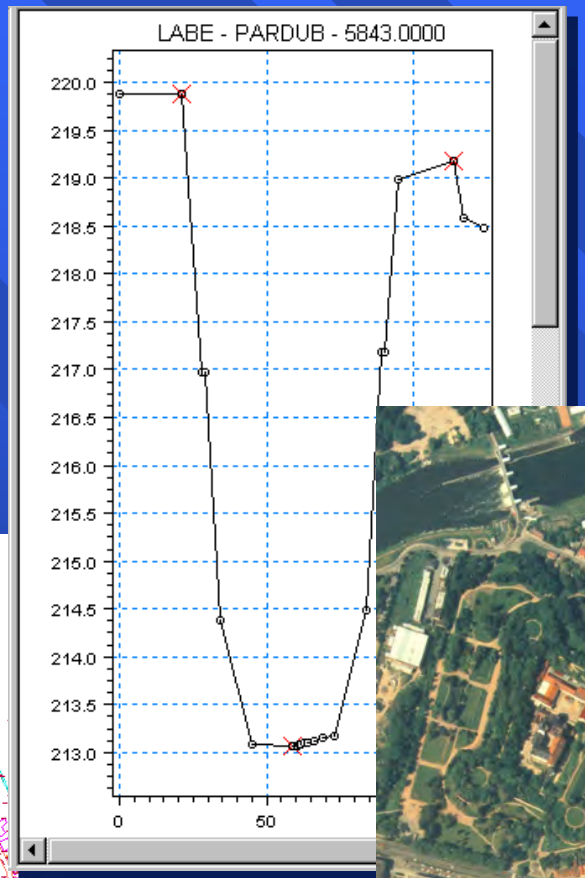


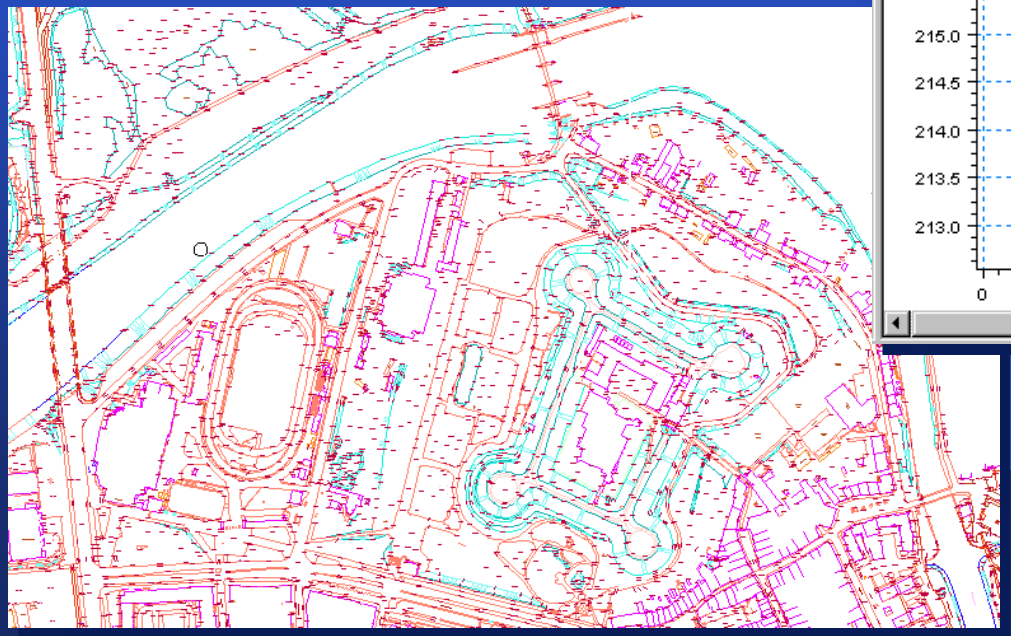
Podklady pro stavbu modelu

- příčné profily koryta toku
- údolní profily inundačního území
- technická mapa města
- letecké snímky, orto-foto snímky
- mapy 1:10 000
- mapy (CUZAK, jiné)
- digitální model terénu
- dokumentace objektů
- hydrologická data

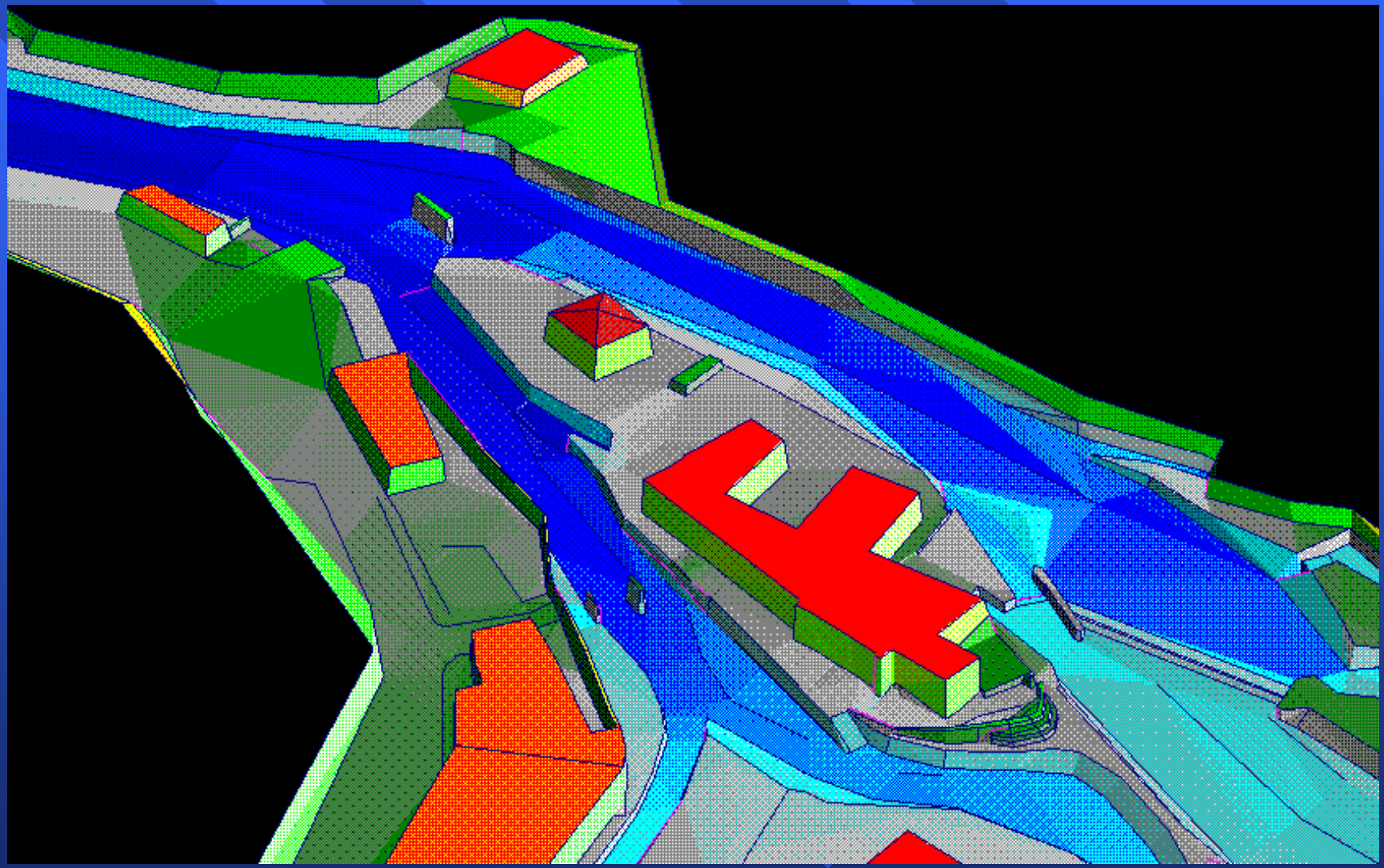
Vstupy


nQ100 - Varianta I.
LABE pod Chrudimkou nQ100 (m3/s)
LABE pod Loučnou nQ100 (m3/s)
CHRUDIMKA pod Novohradkou nQ5-10d (m3/s)
Q [m3/s]
T [hod]

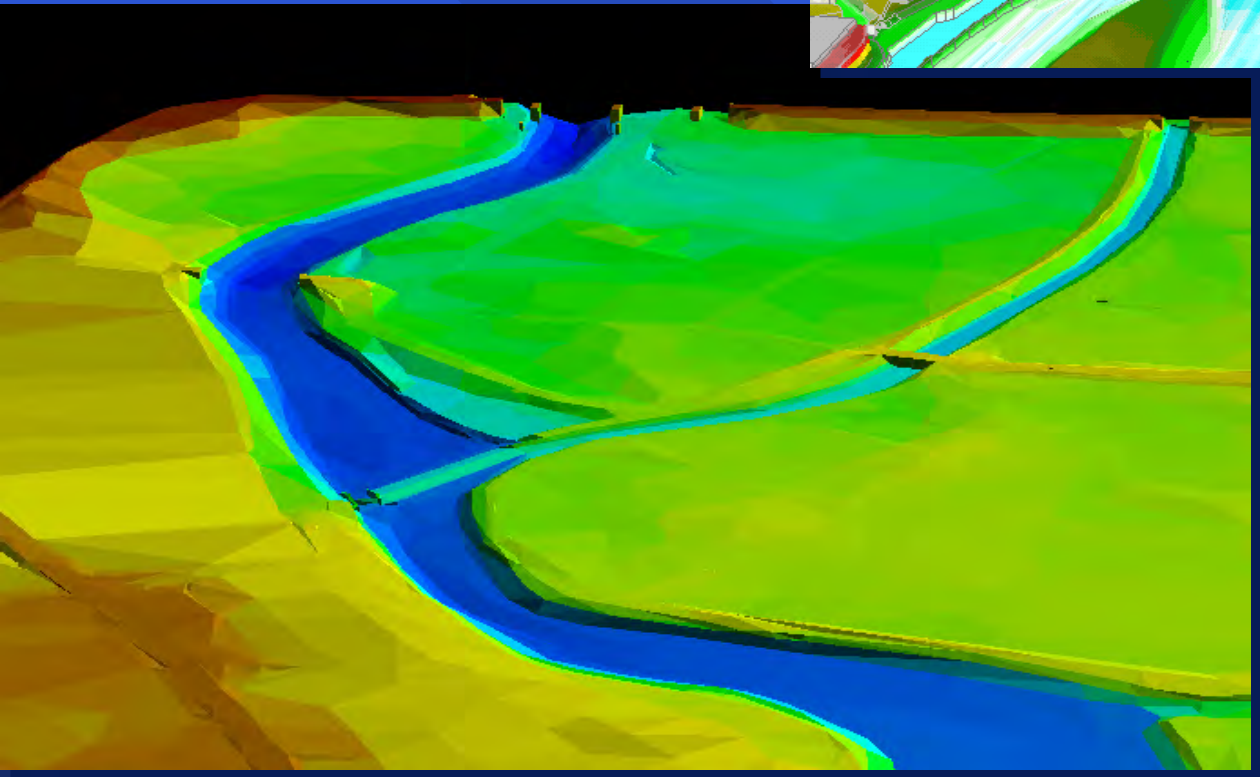

LABE - PARDUB - 5843.0000



Vstupy



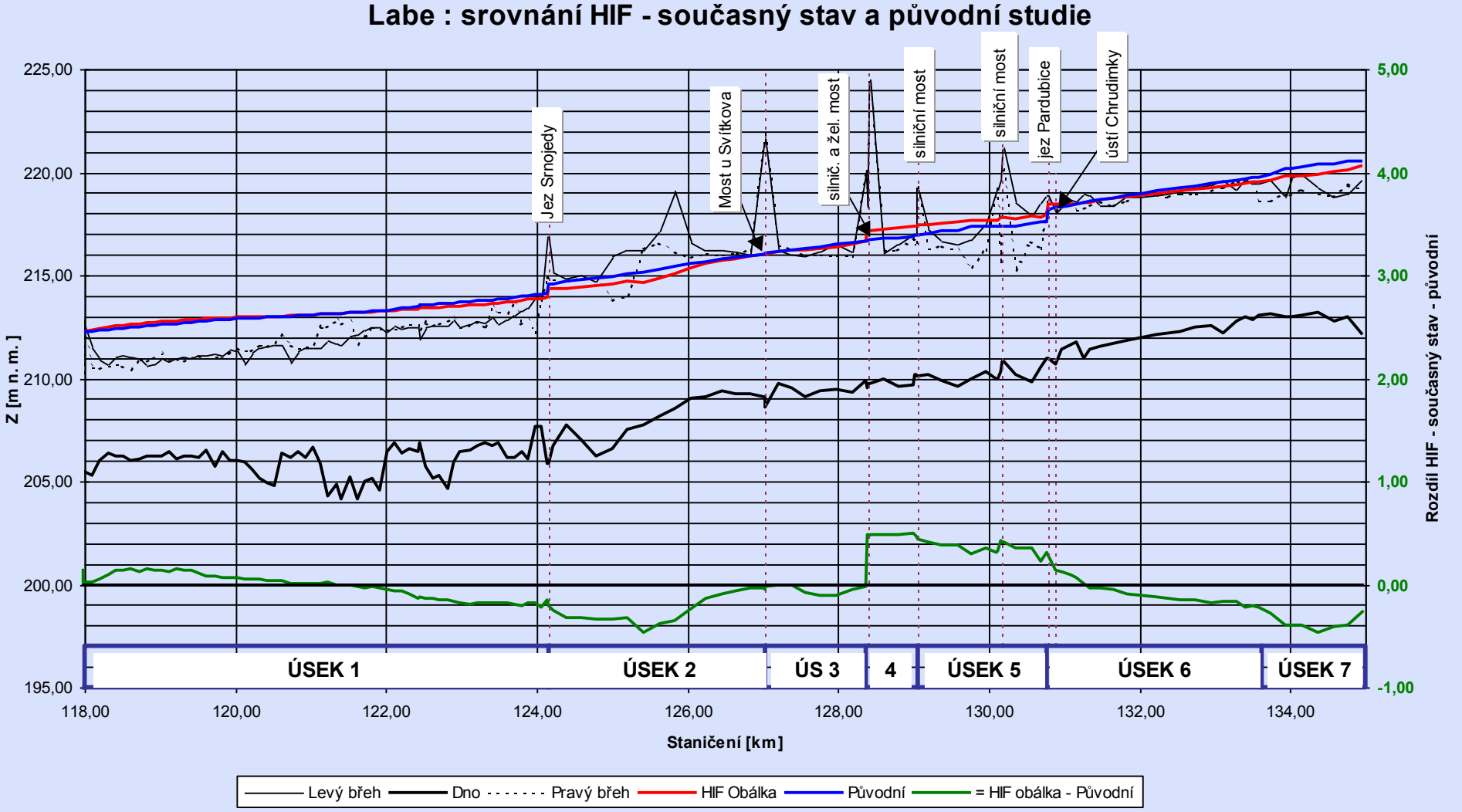
Vstupy



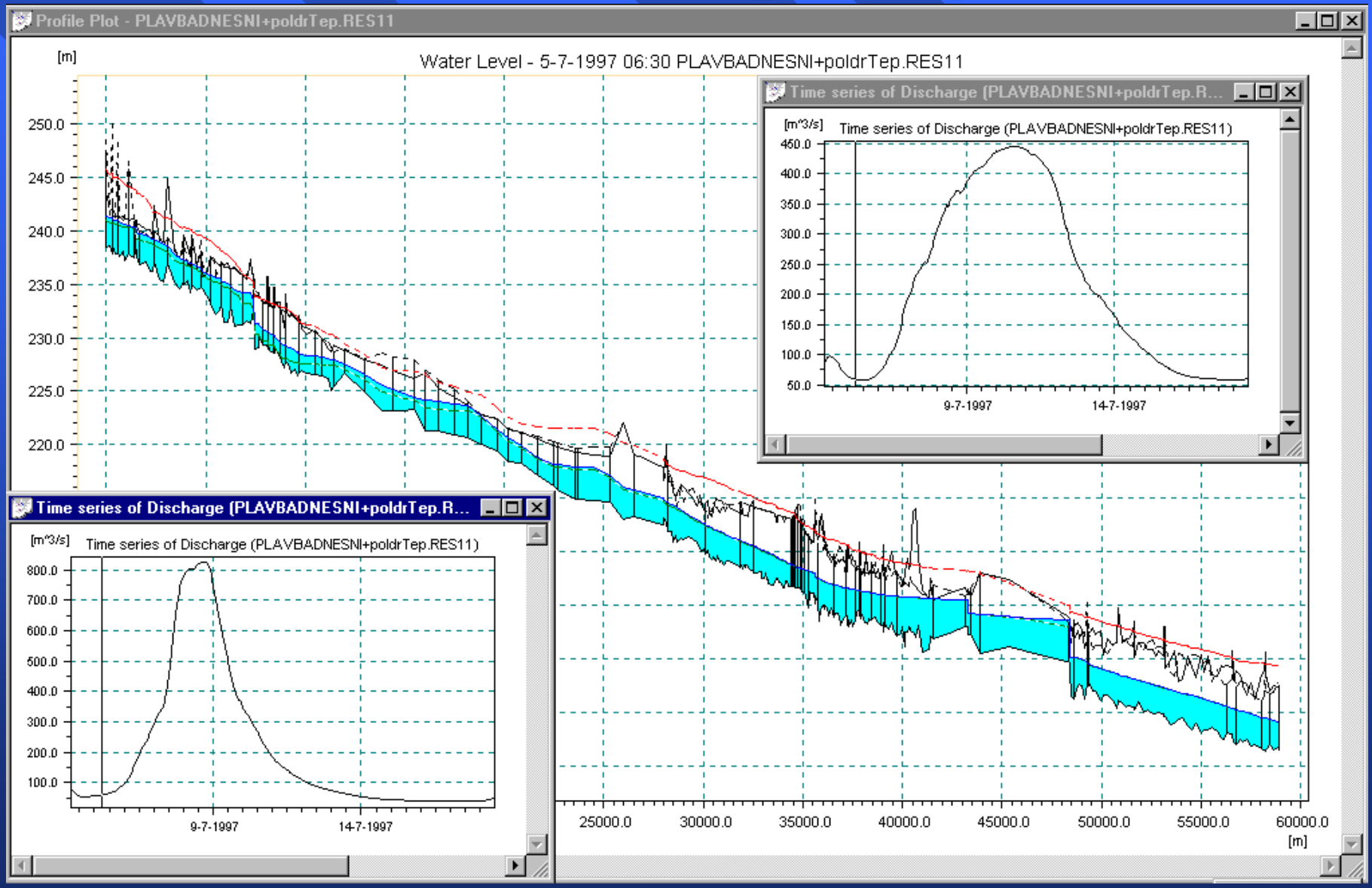
Výstupy - aplikace

- Výsledkové soubory, umožňující v kterémkoliv místě modelu v kterémkoliv časovém bodě simulace odečíst hladinu, průtok, rychlosti, hloubky atd.
- Podélné profily se zakreslenými hladinami

Podélné profily



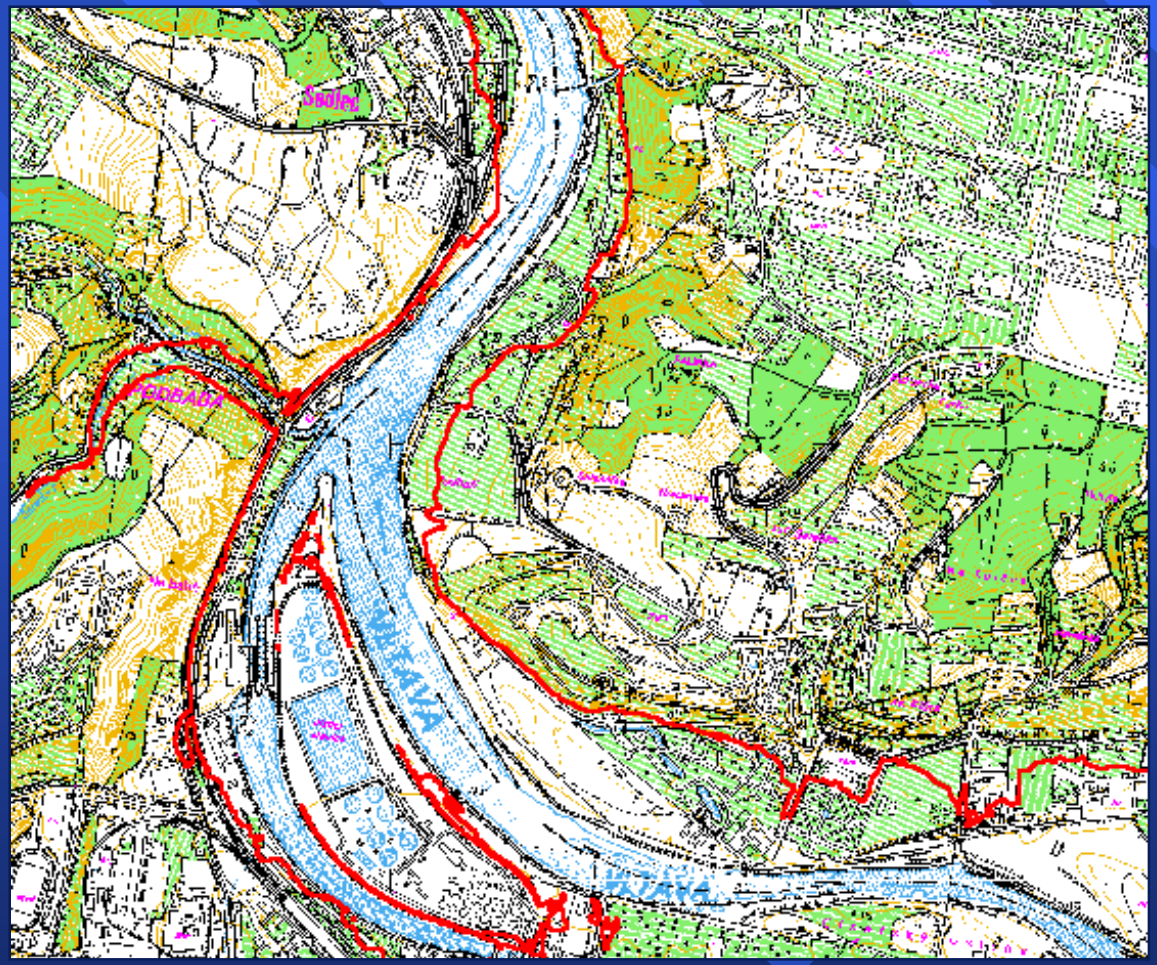
Podélné profily



Výstupy - aplikace

- Výsledkové soubory, umožňující v kterémkoliv místě modelu v kterémkoliv časovém bodě simulace odečíst hladinu, průtok, rychlosti, hloubky atd.
- Podélné profily se zakreslenými hladinami
- Mapy zátopové čáry

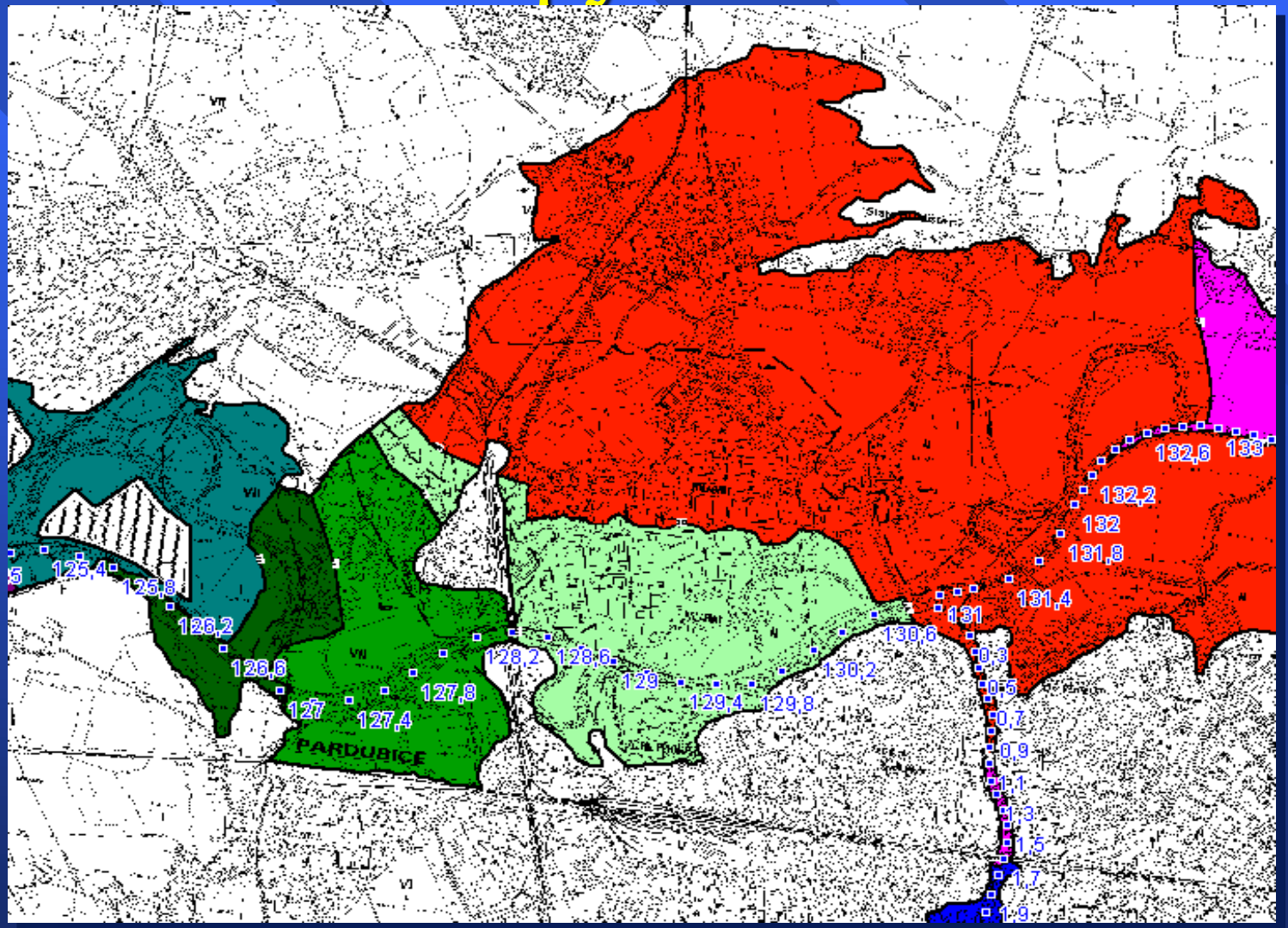
Mapy zátopové čáry



Výstupy - aplikace

- Výsledkové soubory, umožňující v kterémkoliv místě modelu v kterémkoliv časovém bodě simulace odečíst hladinu, průtok, rychlosti, hloubky atd.
- Podélné profily se zakreslenými hladinami
- Mapy zátopové čáry
- Mapy hladin

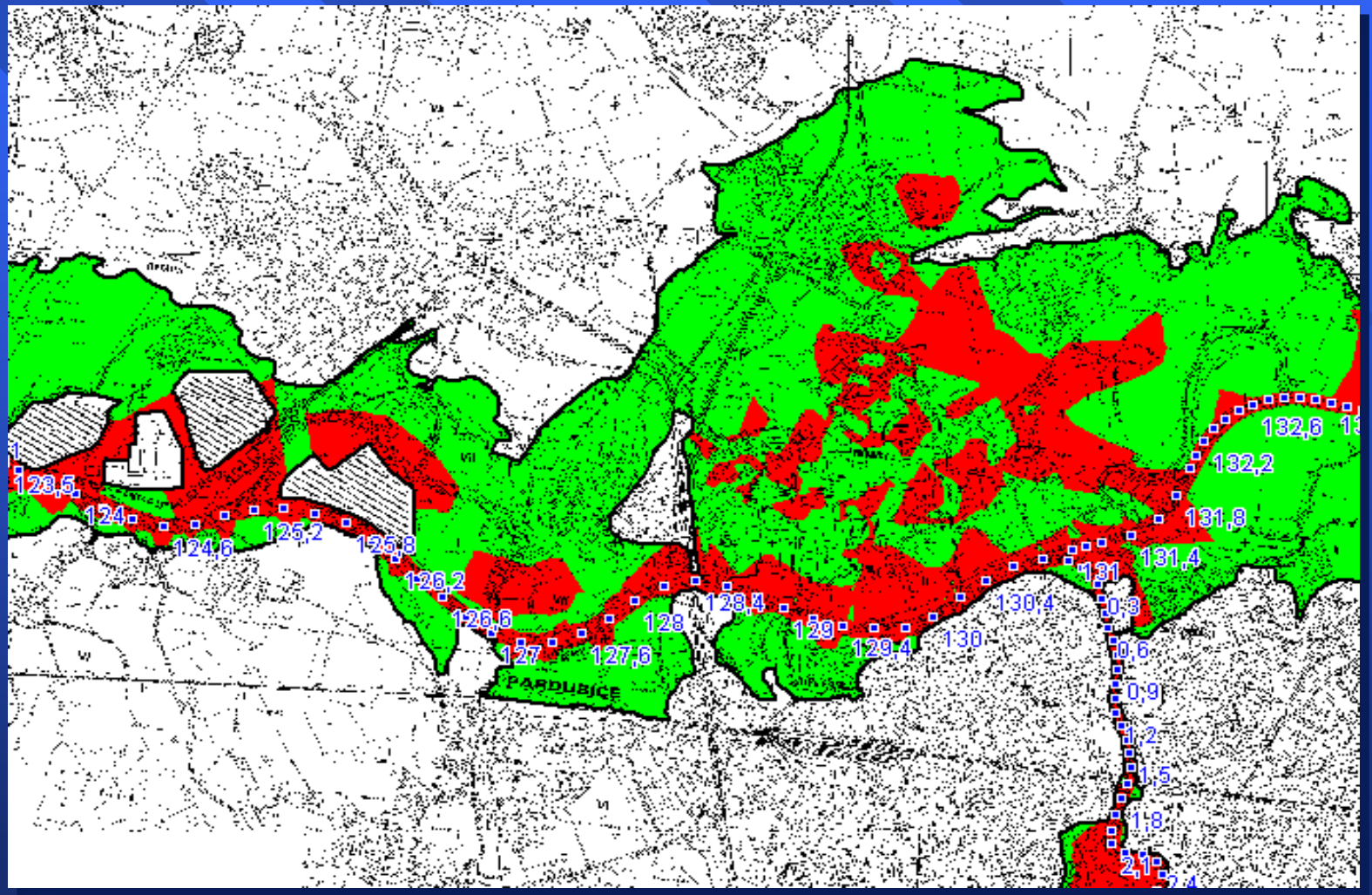
Mapy hladin


125,4
125,8
126,2
126,6
127
127,4
127,8
PARDUBICE
128,2
128,6
129
129,4
129,8
130,2
130,6
131
131,4
131,8
132
132,2
132,6
133
0,3
0,5
0,7
0,9
1,1
1,3
1,5
1,7
1,9

Výstupy - aplikace

- Výsledkové soubory, umožňující v kterémkoliv místě modelu v kterémkoliv časovém bodě simulace odečíst hladinu, průtok, rychlosti, hloubky atd.
- Podélné profily se zakreslenými hladinami
- Mapy zátopové čáry
- Mapy hladin
- Mapy kategorizace rizika

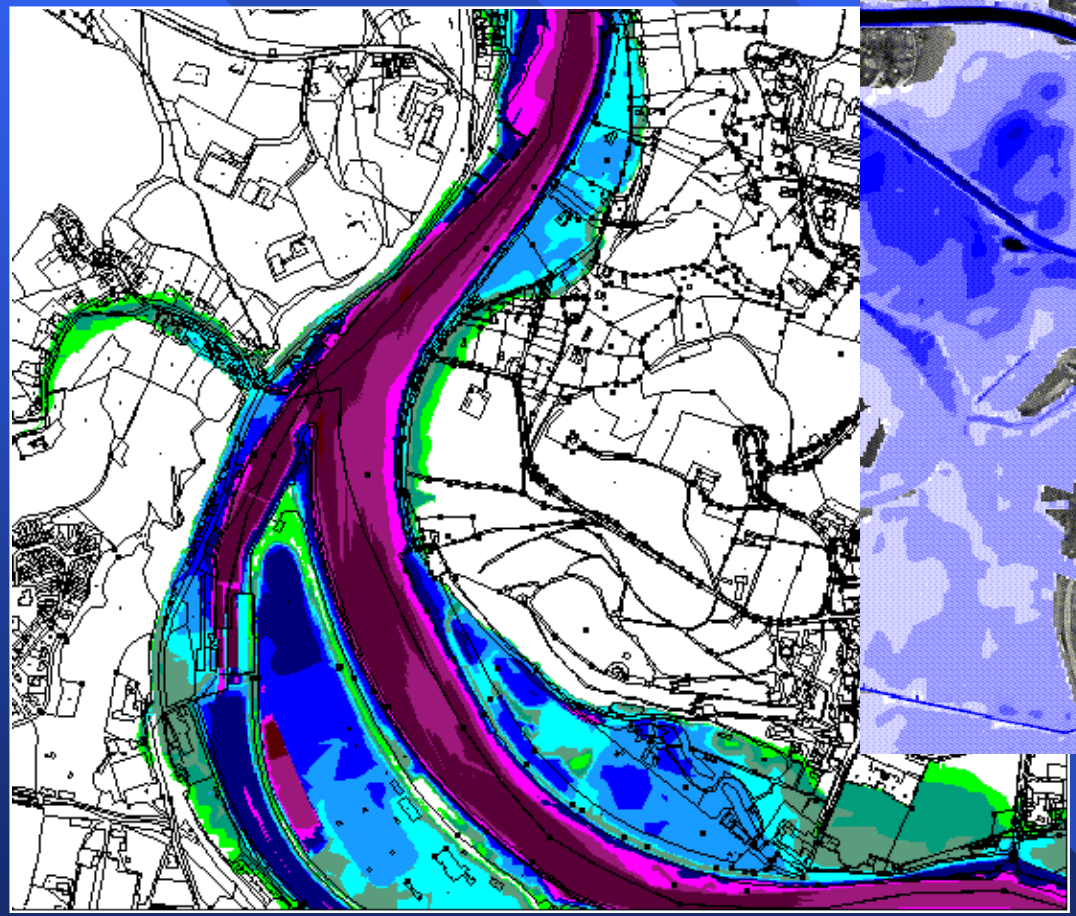
Mapy kategorizace rizika



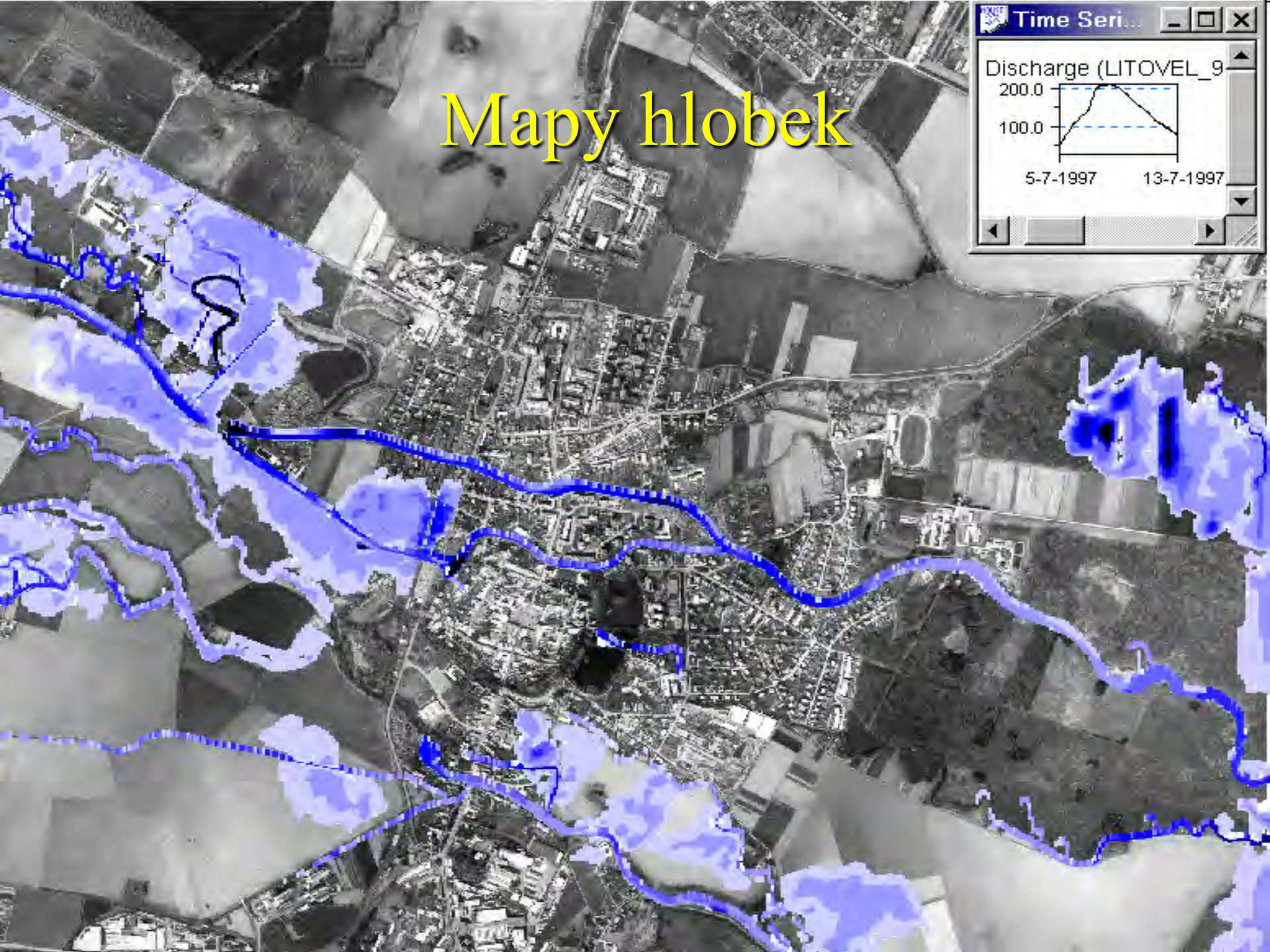
Výstupy - aplikace

- Výsledkové soubory, umožňující v kterémkoliv místě modelu v kterémkoliv časovém bodě simulace odečíst hladinu, průtok, rychlosti, hloubky atd.
- Podélné profily se zakreslenými hladinami
- Mapy zátopové čáry
- Mapy hladin
- Mapy kategorizace rizika
- Mapy hloubek

Mapy hloubek



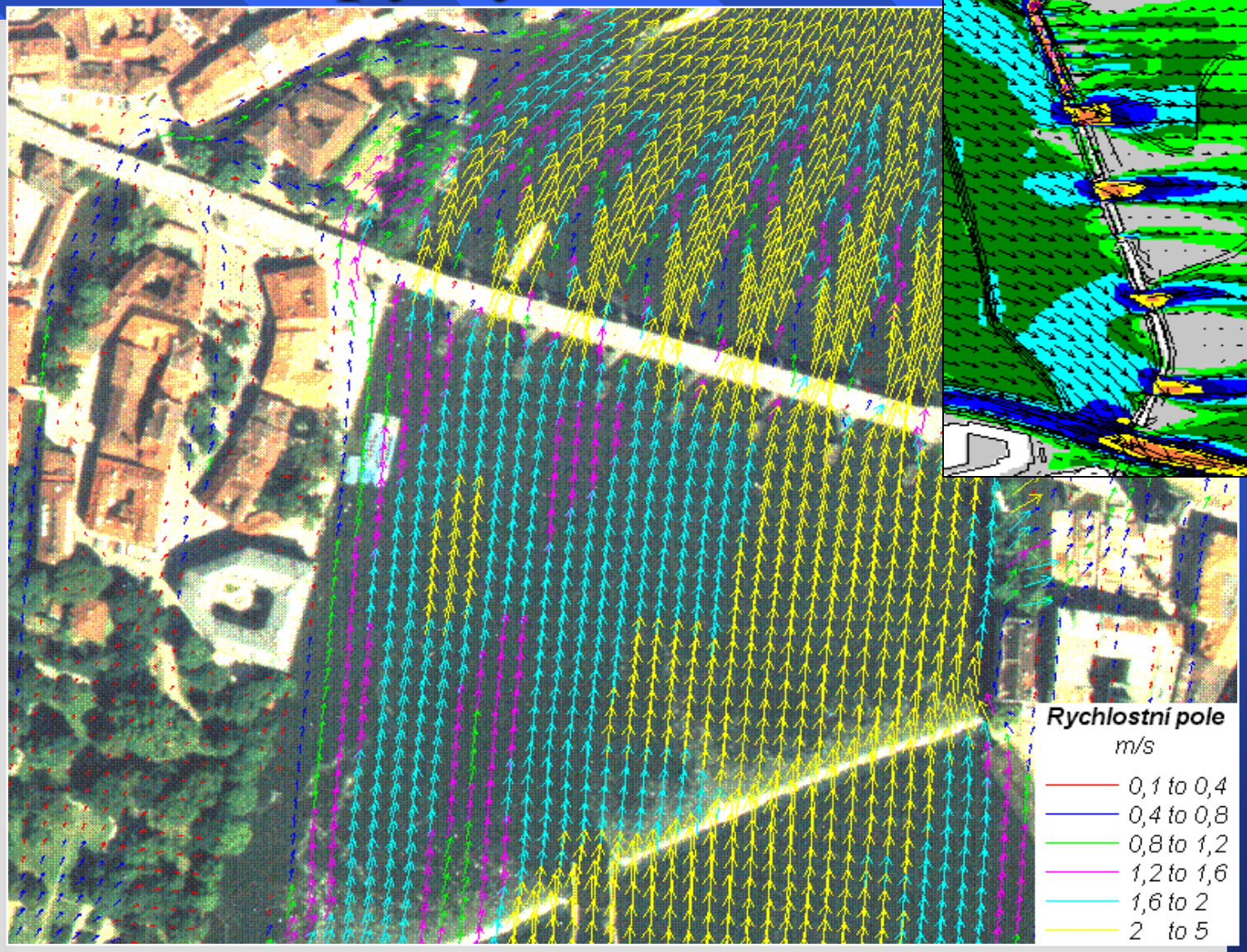
Mapy hlobek

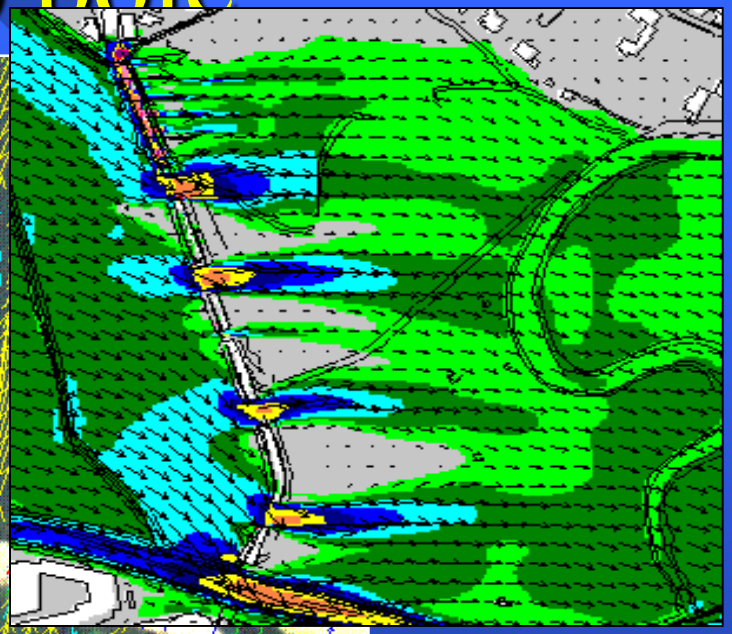


Výstupy - aplikace

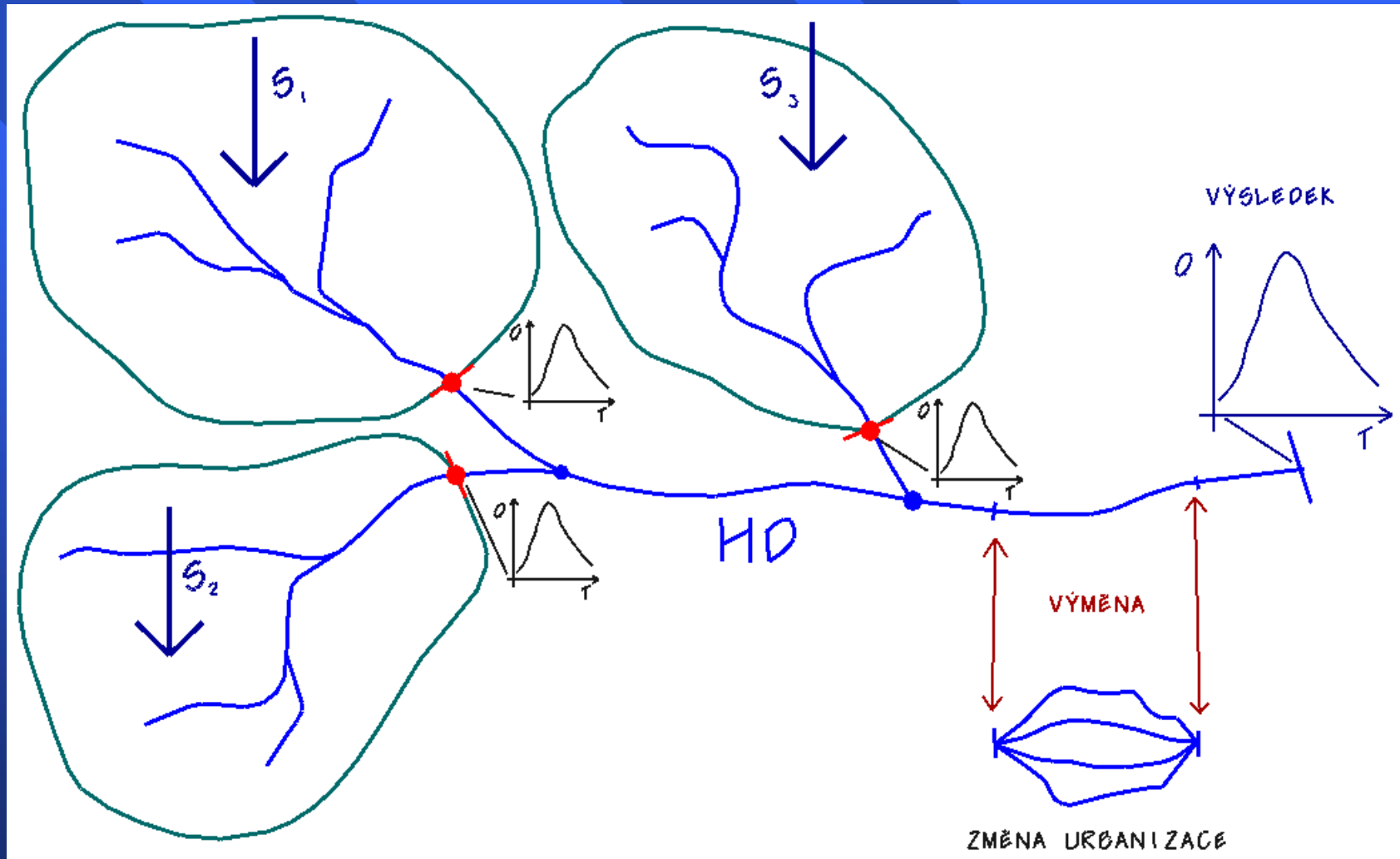
- Výsledkové soubory, umožňující v kterémkoliv místě modelu v kterémkoliv časovém bodě simulace odečíst hladinu, průtok, rychlosti, hloubky atd.
- Podélné profily se zakreslenými hladinami
- Mapy zátopové čáry
- Mapy hladin
- Mapy kategorizace rizika
- Mapy hloubek
- Mapy rychlostního pole

Mapy rychlostního pole



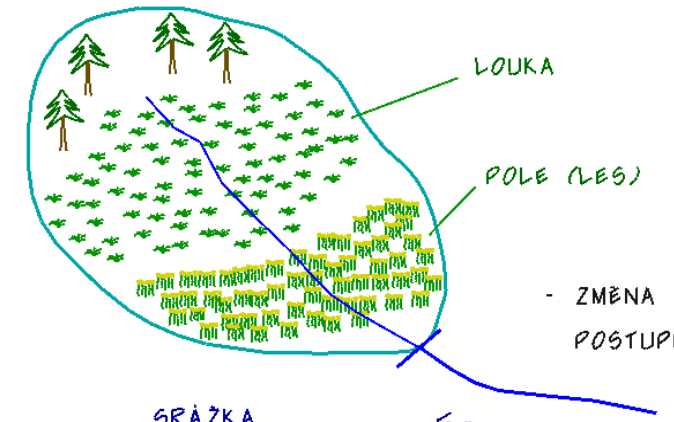


Schema propojení HG a HD modelů

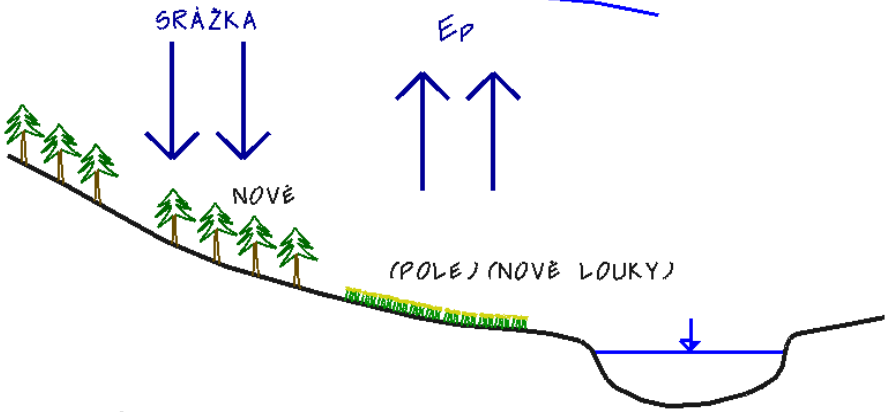


OBR. 4 - SCHEMATIZACE MODELŮ

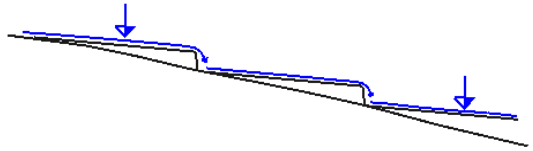
VLIV ZMĚNY VYUŽÍVÁNÍ PŮDY



- ZMĚNA AGROTECHNICKÝCH POSTUPŮ

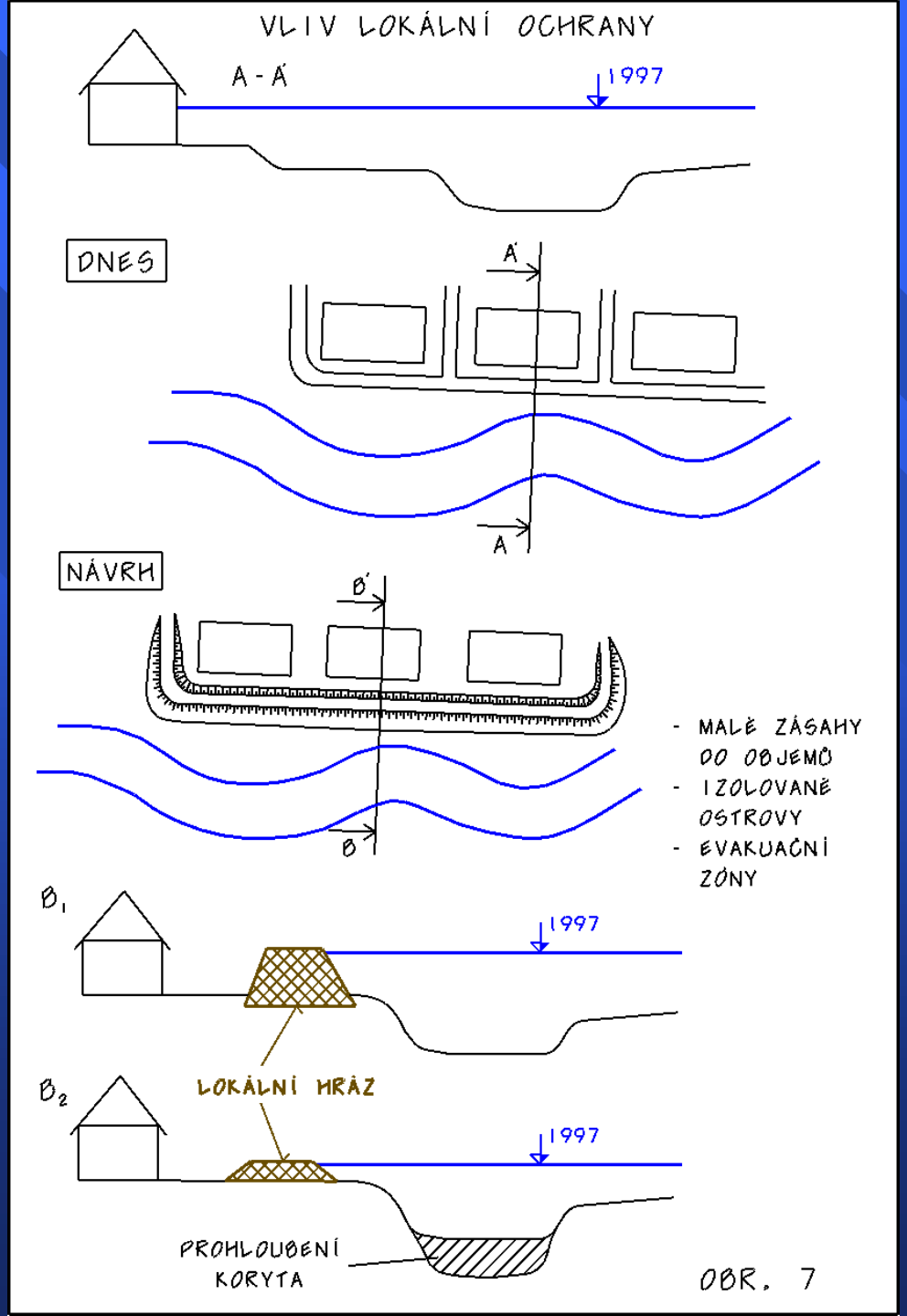


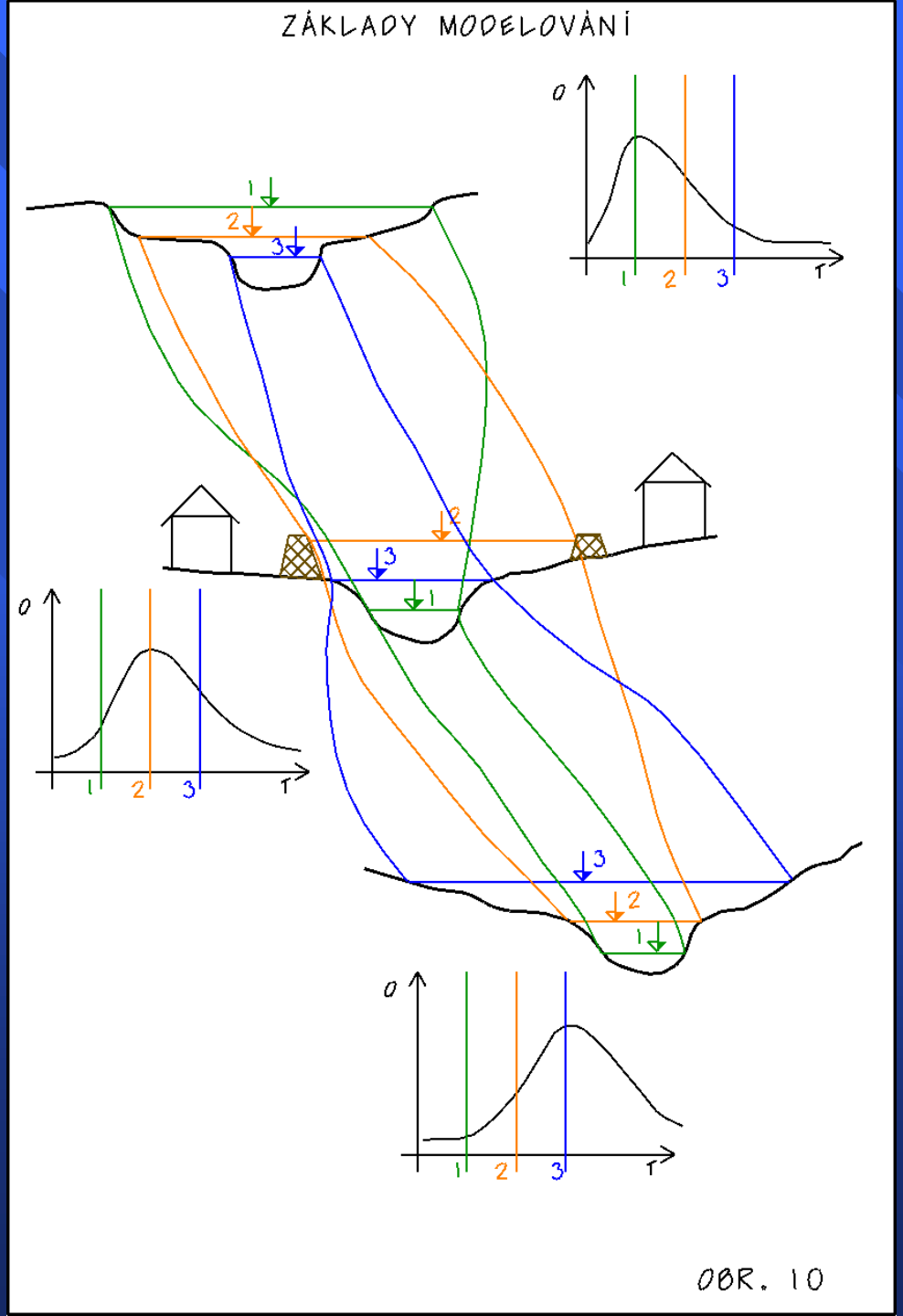
- ZVĚTŠIT RETENCI
- ZVÝŠIT INFILTRACI DO PODZEMÍ
- SNÍŽIT POVRCHOVÉ RYCHLOSTI $\Longrightarrow$ SNÍŽENÍ EROZE
- ZPOMALENÍ ODTOKU - POVRCHOVÁ RETENCE



- ZVÝŠENÍ INTERCEPCE - ULPĚNÍ
- ZVÝŠENÍ EVAPOTRANSPIRACE
- ZVÝŠIT ODPOR PROTI POHYBU

OBR. 6


VLIV LOKÁLNÍ OCHRANY
A - Á
1997
DNES
Á
A
NÁVRH
B´
B
- MALÉ ZÁSAHY DO OBJEMŮ
- IZOLOVANÉ OSTROVY
- EVAKUAČNÍ ZÓNY
B1
1997
LOKÁLNÍ HRÁZ
B2
1997
PROHLOUBENÍ KORYTA
OBR. 7


ZÁKLADY MODELOVÁNÍ
O
T
1
2
3
OBR. 10

1 -ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

- MM a jejich aplikace na ověření vlivu antropogenních jevů v globálním pohledu - mapování povodňových rizik
- MM pro optimalizaci technických parametrů PP
- MM pro analýzu návrhů opatření provizorního a trvalého charakteru
- MM zajistí podklady pro PPO a SOP, generely :
  - prezentace výsledků založená na bázi GISů a DB
  - simulace, měření monitoring
- MM pro ověření dopadu revitalizačních zásahů
- Optimalizace manipulačních řádů a příprava investic

2 -ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

- Výhody realizovaného hydroinformatického nástroje:
  - **MM lze simulovat dosud neregistrované povodně**
  - lze rychle zohlednit změny do existujícího stavových veličin
  - uživatel dostává pouze informace, které vyžaduje
  - výsledky jsou prezentovány jak ve standardním formátu, tak ve formě, která je pochopitelná neodborníkům
  - výsledky jsou přenositelné do GIS a projekčních systémů
  - významným aspektem HIS jsou db a v nich ošetřená data

3. ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

- Silný nástroj pro rozhodovací proces
  - úspory v investiční výstavbě
  - ochrana majetku a lidských životů
- Digitální forma vstupů i výstupů
  - snadné použití pro další aplikace
  - možnost implementace do IS
- **KVALITA VÝSTUPŮ ODPOVÍDÁ KVALITĚ VSTUPŮ**

Za pozornost děkuje

Doc. Ing. Evžen Zeman, CSc