

# Návrh malých vodních nádrží

konference Vodní nádrže 2019  
23. a 24.10.2019  
Brno - hotel Orea Voroněž

Petr Doležal



**AGROPROJEKT PSO s.r.o.**

Slavičkova 840/1b 638 00 Brno, ČR [www.agroprojektpso.cz](http://www.agroprojektpso.cz) tel: (+420) 533 033 999

**Petr Doležal<sup>1</sup>, Jana Konečná<sup>2</sup>, Petr Karásek<sup>2</sup>,**

*1 Agroprojekt PSO, s.r.o., Slavičkova 840/1b, 638 00 Brno, Czech Republic, tel.+420 777 291 646, [petr.dolezal@agroprojektpso.cz](mailto:petr.dolezal@agroprojektpso.cz)*

*2 VÚMOP v.v.i., Lidická 25/27, 602 00 Brno, Czech Republic*

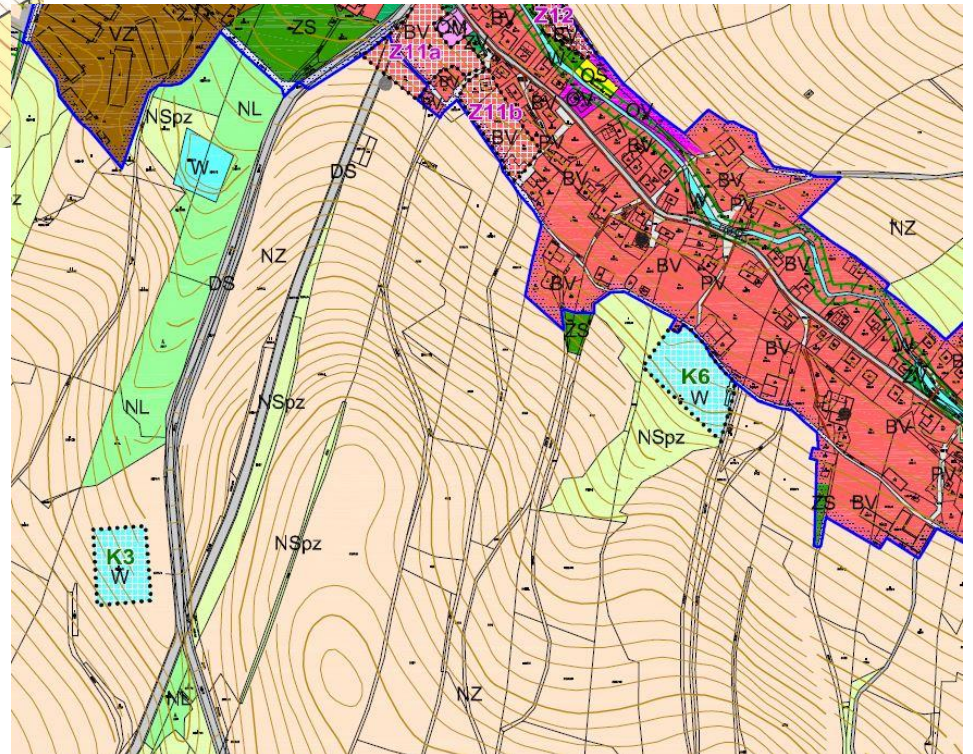
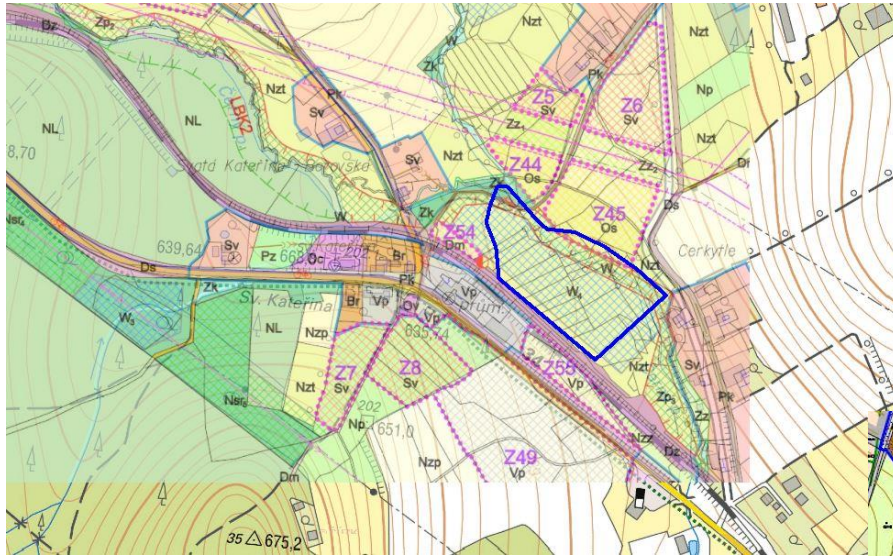
# Výchozí impulz

- Projekt TAČR: QJ1620040 Optimalizace ochrany vody a půdy v povodí vodních zdrojů s ohledem na udržitelné systémy zemědělského hospodaření.
- Povodí Kuřimky a Bílého potoka – analýza územních plánů
- ÚP – Kuřimka – pouze dvě nádrže (jedna realizovaná)
- ÚP – Bílý potok - 31 nádrží (16 profilů vhodných k posouzení)

# Návrh malých vodních nádrží

- Analýza současného stavu
  - ÚP nevhodné profily (projekt)
  - Živelné navrhování v závislosti na dotačních titulech (OPŽP)
  - Potřeba koncepčních podkladů – PÚ – situace širšího území

# UKÁZKA PROFILŮ – ÚP – Bílý potok



# Návrh malých vodních nádrží

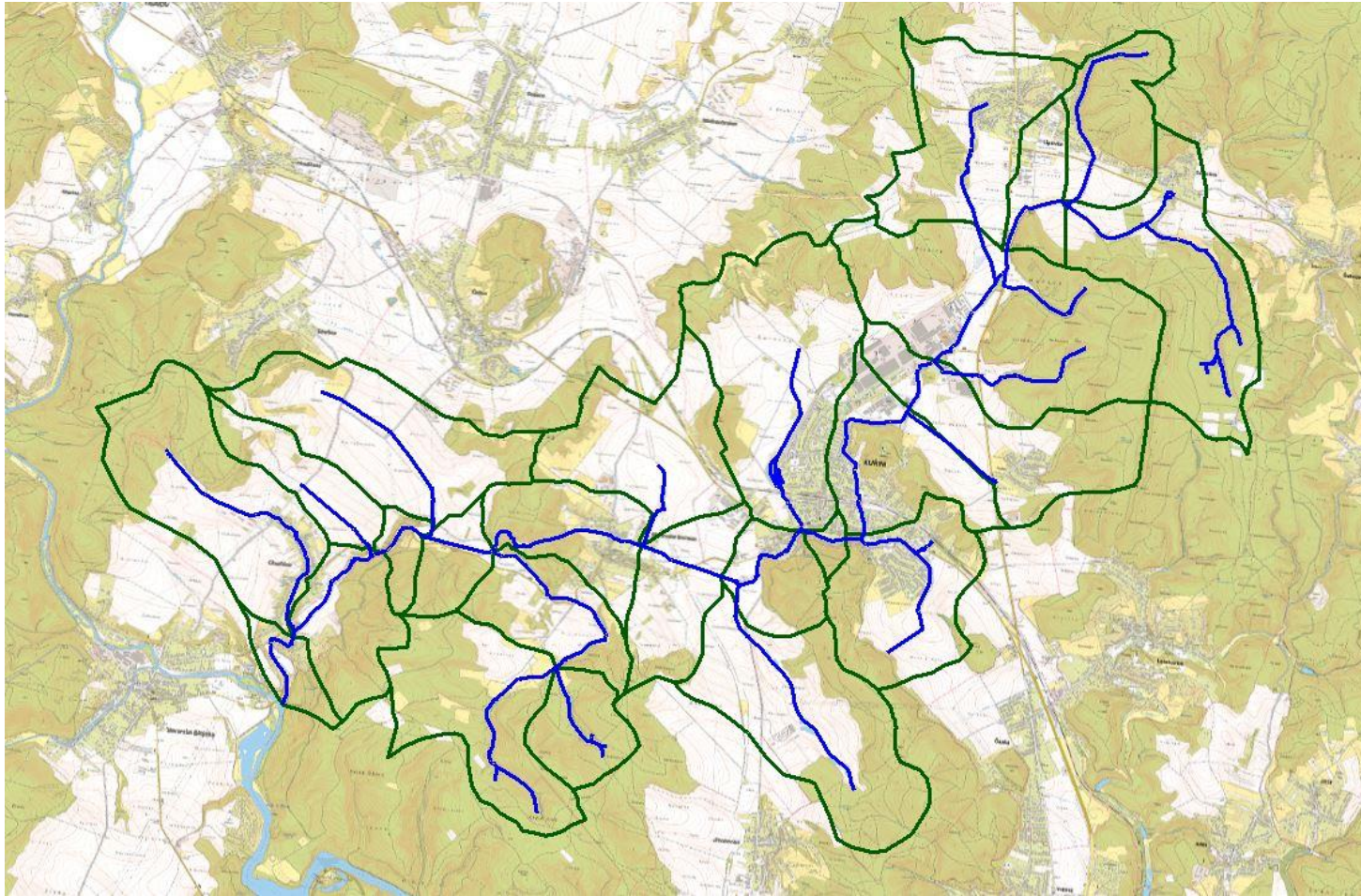
- Cíl – nalézt metodu, která umožní vybrat profil údolní nádrže:
  - Využití prostředí GIS – analýzy,
  - využití dostupných dat – digitální podoba,
  - maximum analýz automatizovaně,
  - vytvoření podkladů k dalším návrhům a analýzám (účinnost, optimalizace).
- Zjednodušení
  - Polohopisný podklad - mapa ZM10, resp. Ortofotosnímky,
  - poloha vodotečí vychází z databáze DIBAVOD,
  - výškopisný podklad - DMR4G, resp. DMR5G,
  - druh pozemků a způsob využití využitý k vyznačení omezení vychází - veřejně přístupné údaje – portál ČÚZK,
  - není posuzována vhodnost z hlediska dostupnosti materiálu na stavbu hráze,
  - není posuzována ekonomická efektivnost.
  - Posouzení účinnosti navržených profilů nádrží slouží hydrologická data ve vybraných profilech poskytnutá ČHMÚ (tvary N-letých teoretických povodňových vln).
  - Simulace srážko-odtokového procesu je řešena srážko-odtokovým modelem, který využívá schematizace povodí systémem ploch, kanálů a nádrží.

# Metoda řešení

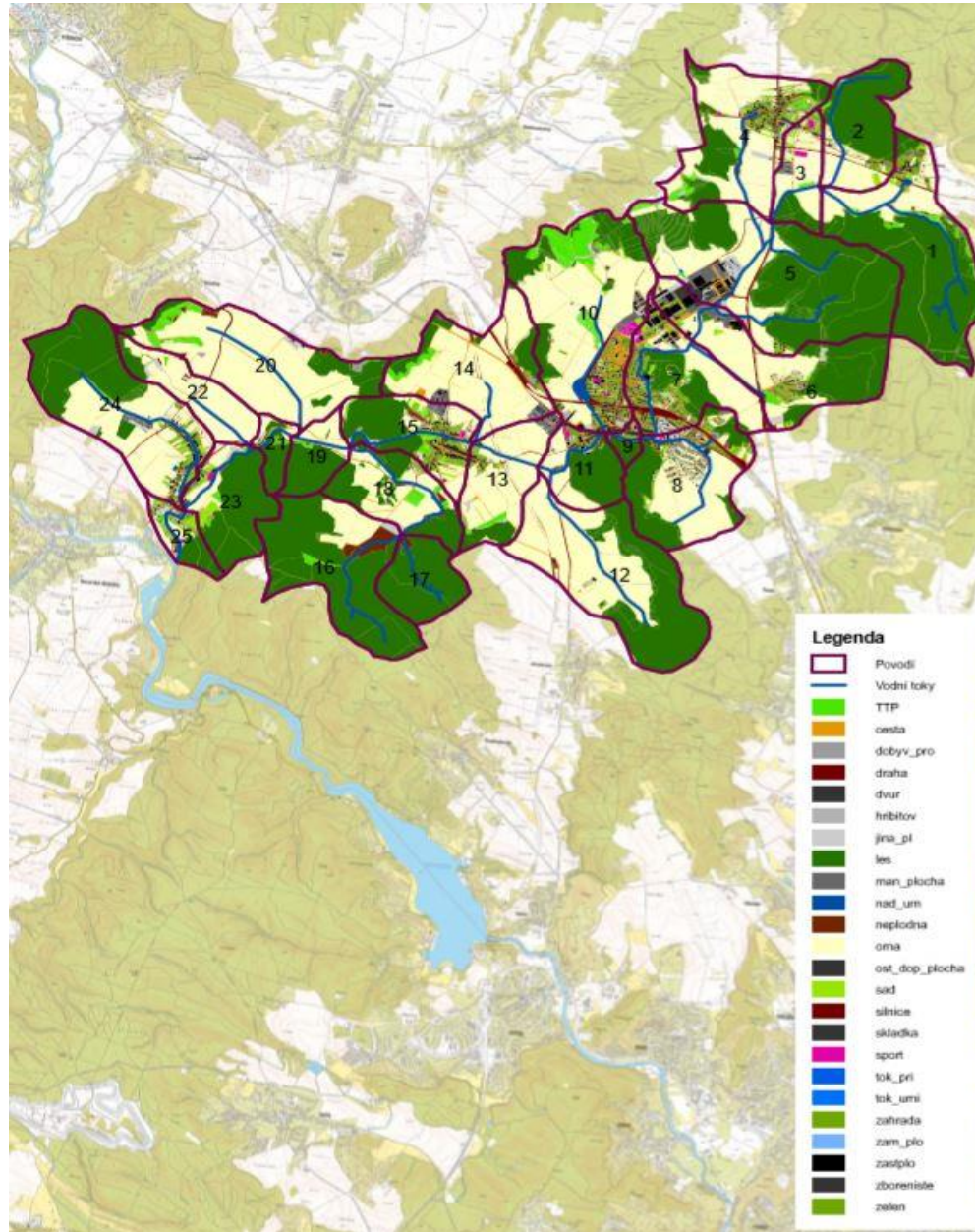
- Tři fáze
  - **První fáze** – automatizovaná analýza morfologie (DMT), druhu pozemků a hydrografické sítě. Výsledkem je vymezení ploch možných profilů.
  - **Druhá fáze** – dopřesnění polohy nádrží a určení jejich parametrů (výška hráze, objemy). Sestavení matematického modelu – srážko-odtokový model.
  - **Třetí fáze** - Optimalizace navrženého systému z pohledu účinnosti – simulace, varianty posouzení výsledků (HEC-HMS).



# První fáze – praktická ukázka (povodí Kuřimky) – 25dílčích povodí

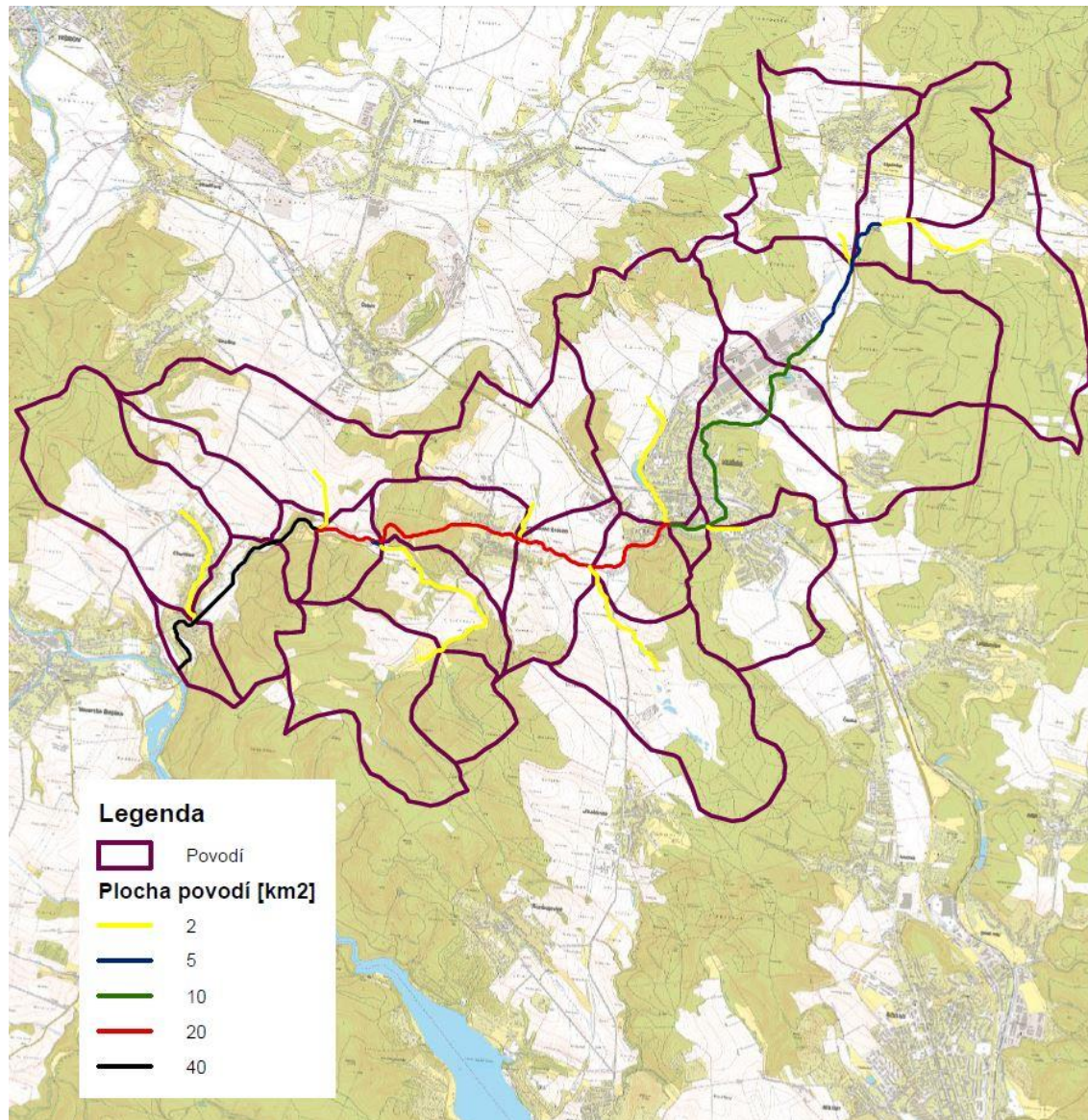


# První fáze – druhy pozemků

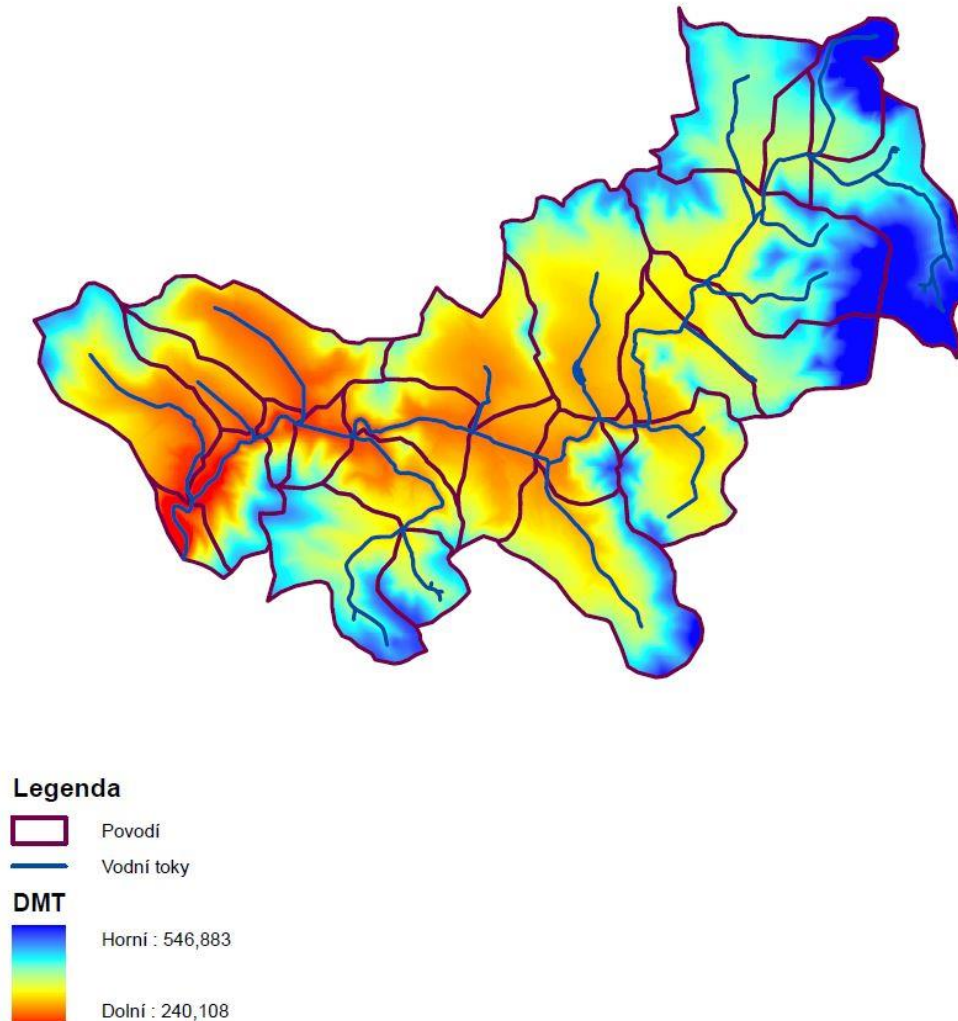




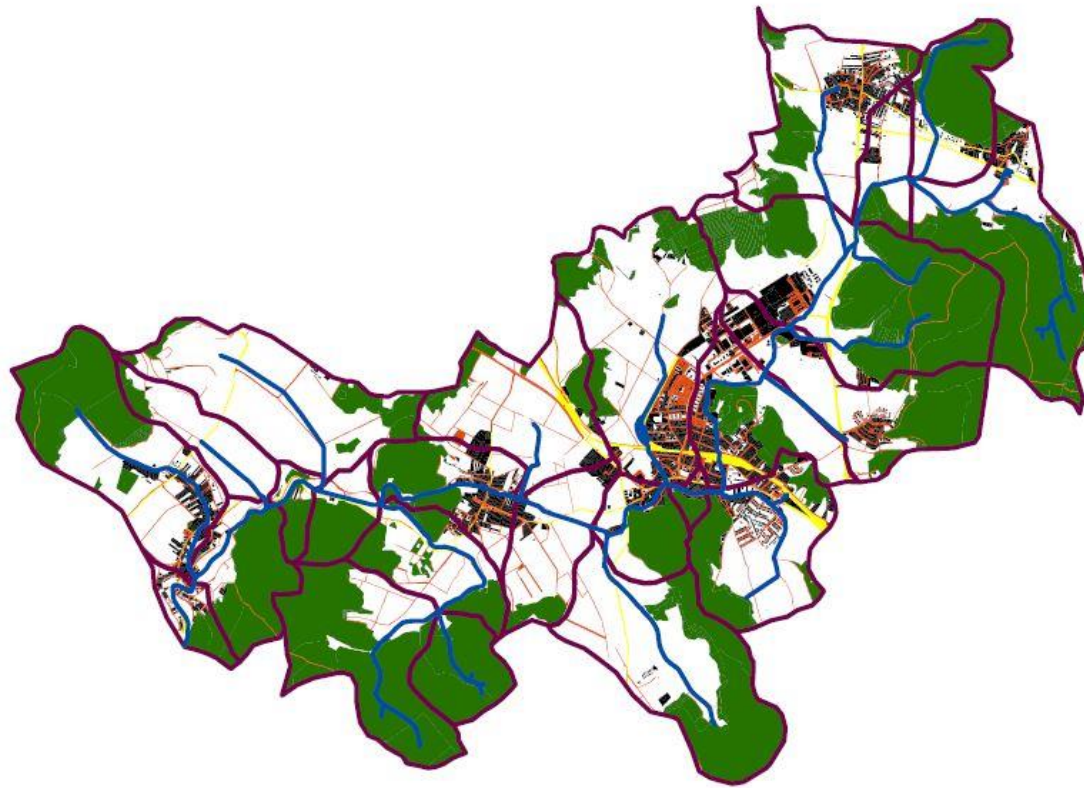
# První fáze – plocha povodí (ovlivnění nádrže) – určitý ukazatel jejich celkové účinnosti



# První fáze – DMT – vymezení dílčích povodí (automatizovaně – podklad pro HEC-HMS)



# První fáze – nevhodné plochy (omezení)

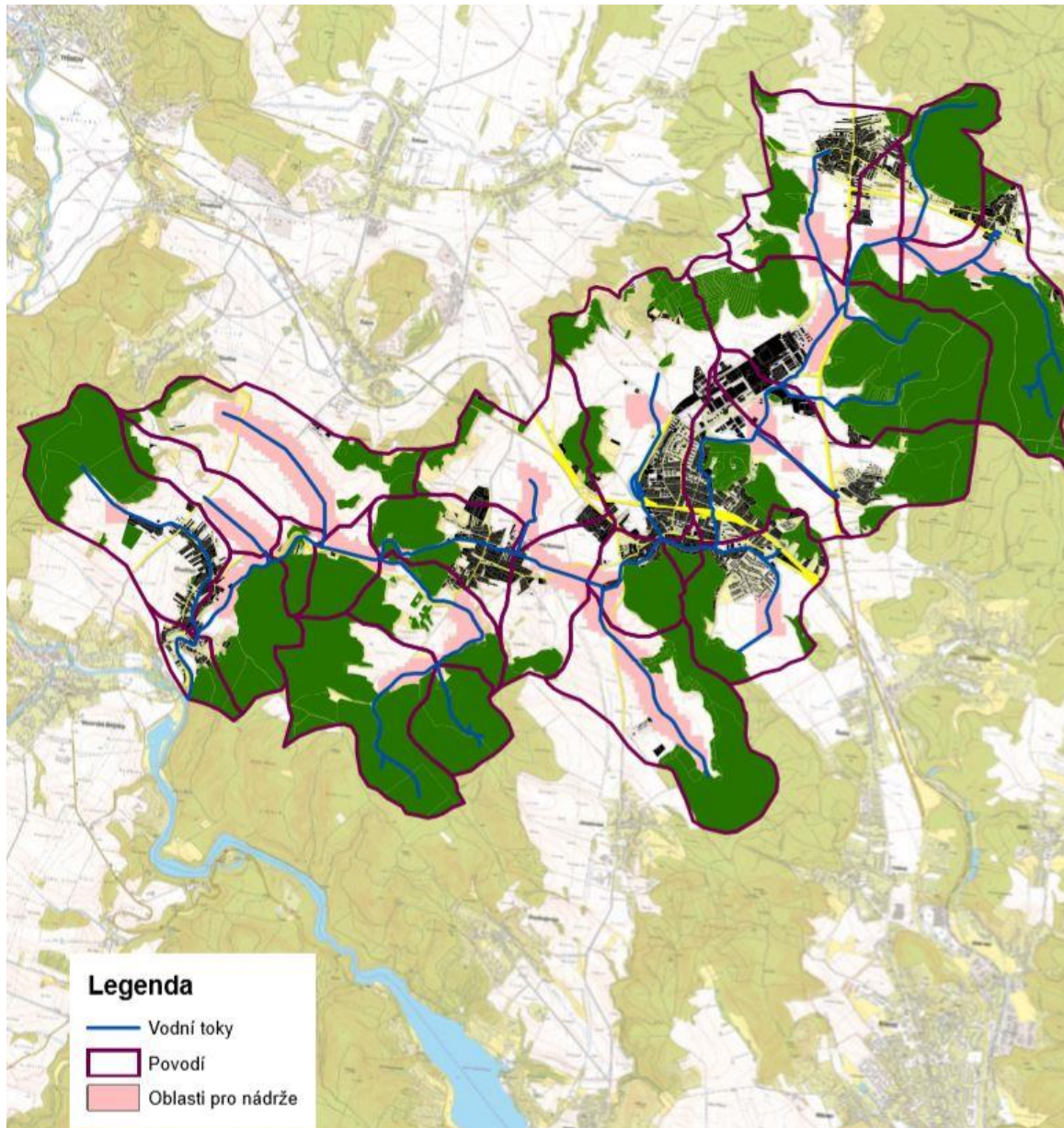


## Legenda

-  Povodí
-  Vodní toky
-  Cesty
-  Lesy
-  Silnice a dráha
-  Zastavěná plocha



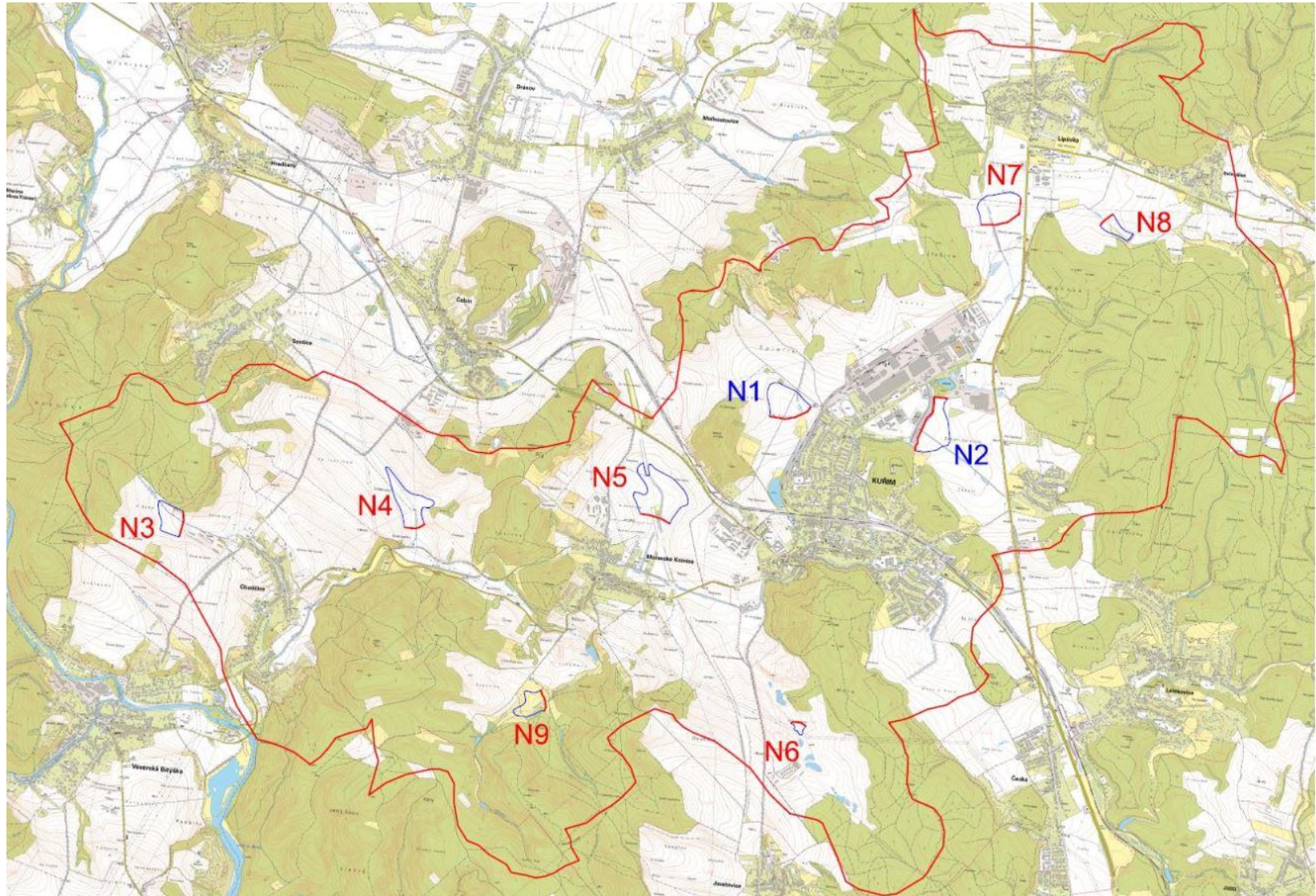
# První fáze – vhodné plochy





# Druhá fáze – vhodné profily

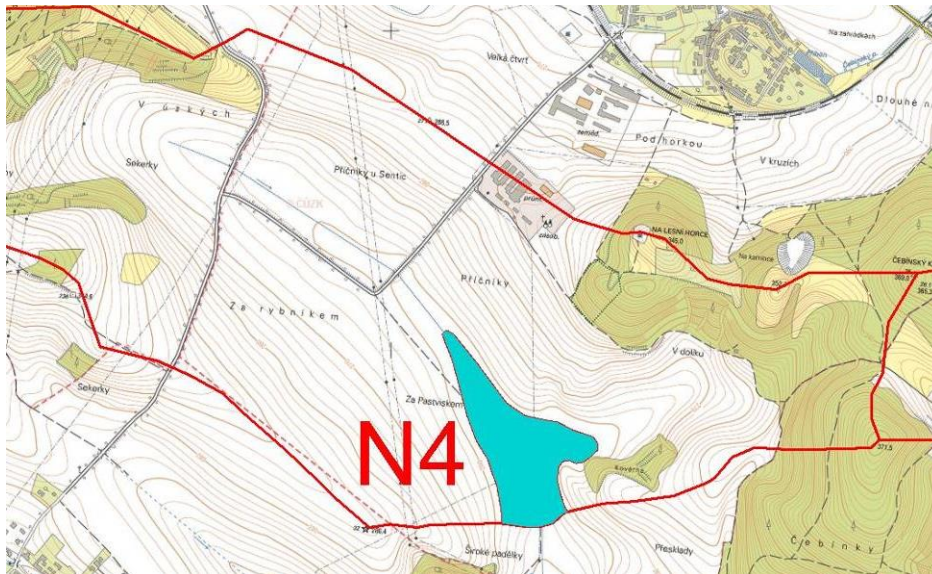
## – dopřesnění nad ZM10



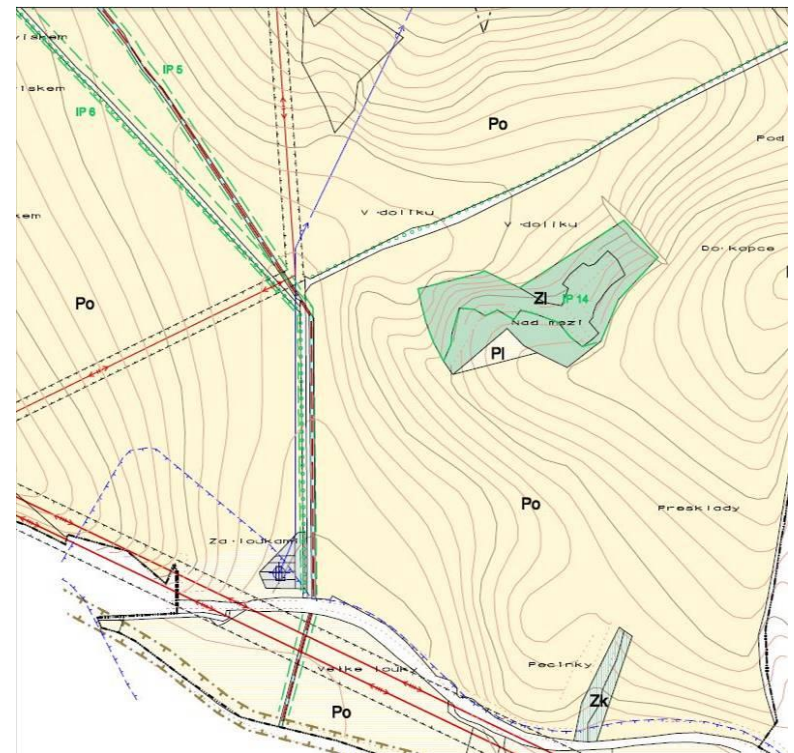


# Ukázka dopřesnění-podklady pro simulaci – omezení TI

Elektrické vedení VVN a VN (červená barva) a vodovod (modrá barva) .

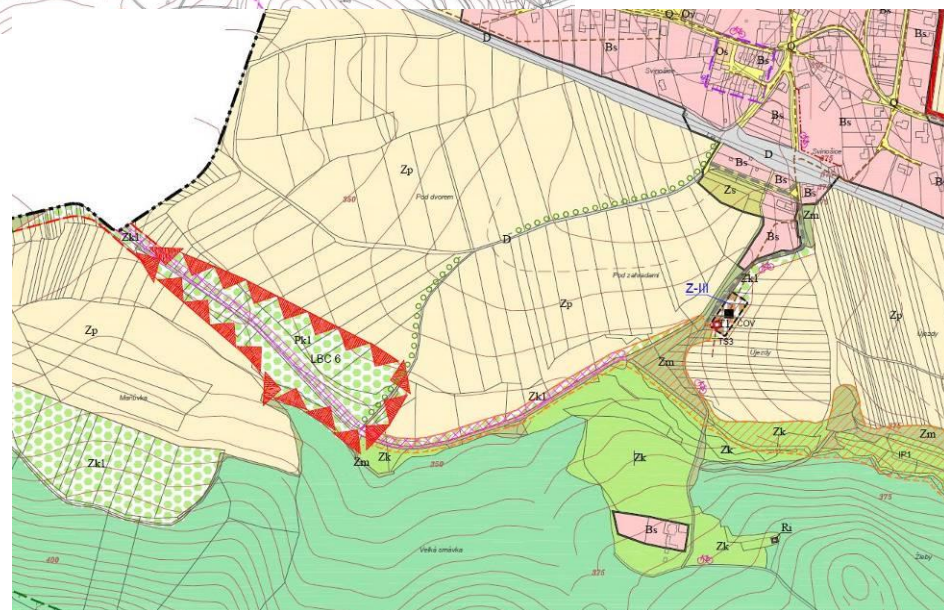
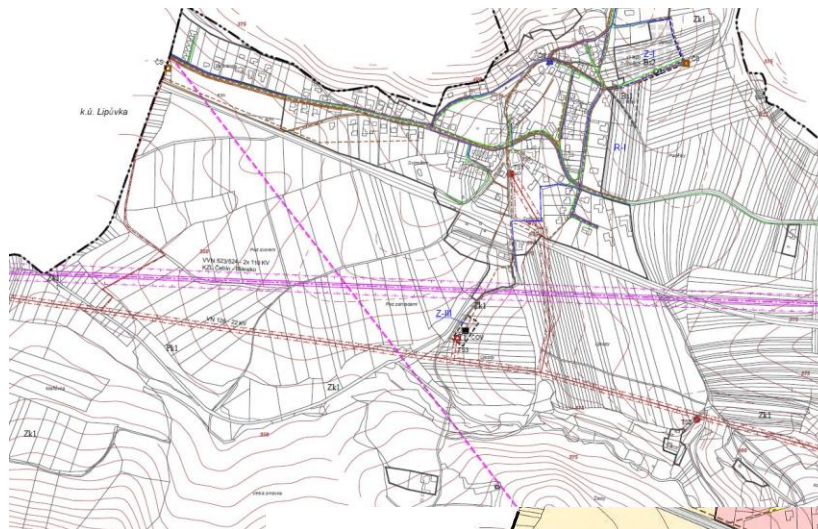
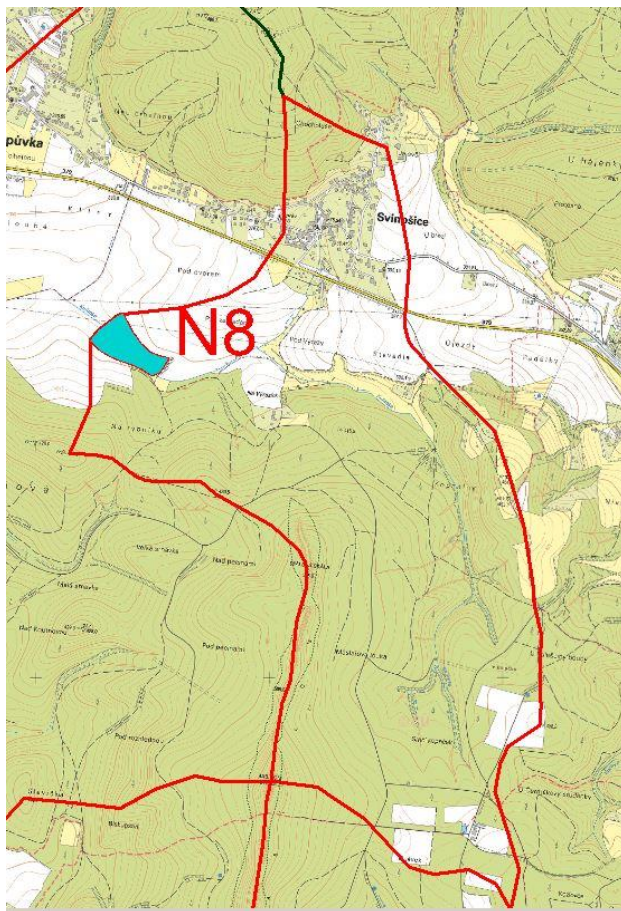


Plocha povodí	2.85	km <sup>2</sup>
Plocha nádrže	6.7	ha
Roční úhrn srážek	576	mm
$q_a$ - dlouhodobý průměrný spec. roční průtok	1.8	l/(s.km <sup>2</sup> )
$Q_a$ - dlouhodobý průměrný roční průtok	0.0051	m <sup>3</sup> /s
Pravděpodobnost překročení $Q_r$	80	%
Suchý rok $Q_{r,80}$	0.002	m <sup>3</sup> /s





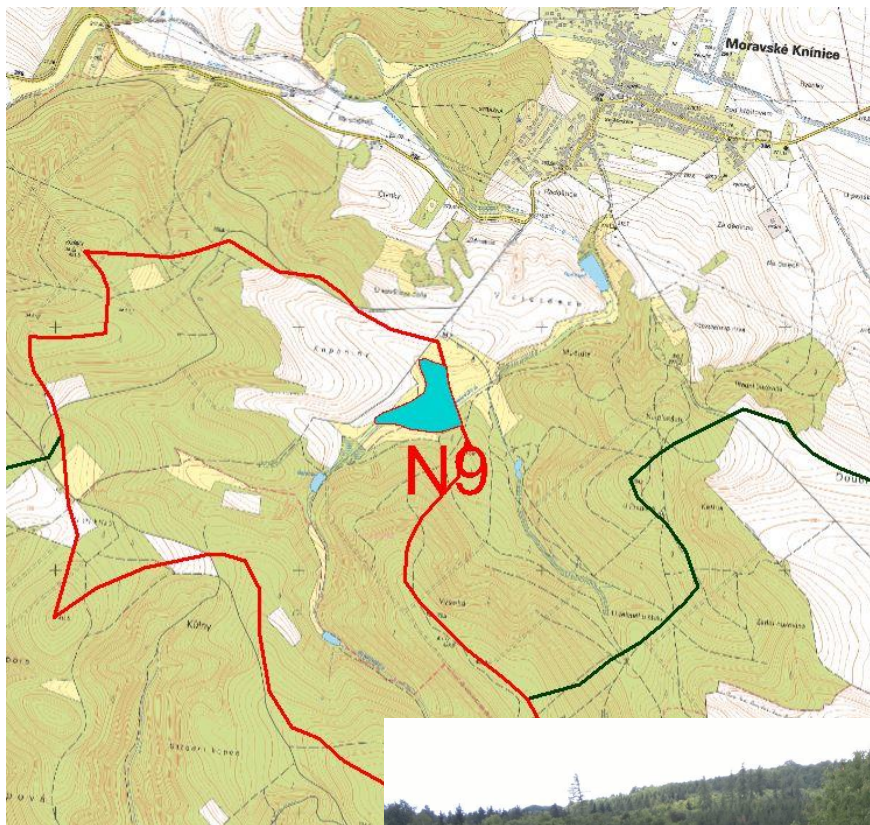
# Ukáзка dopřesnění-podklady pro simulaci



Plocha povodí	3.18	km <sup>2</sup>
Plocha nádrže	8.3	ha
Roční úhrn srážek	576	mm
$q_a$ - dlouhodobý průměrný spec. roční průtok	1.8	l/(s.km <sup>2</sup> )
$Q_a$ - dlouhodobý průměrný roční průtok	0.0057	m <sup>3</sup> /s
Pravděpodobnost překročení $Q_r$	80	%
Suchý rok $Q_{r,80}$	0.003	m <sup>3</sup> /s



# Ukázka dopřesnění-podklady pro simulaci

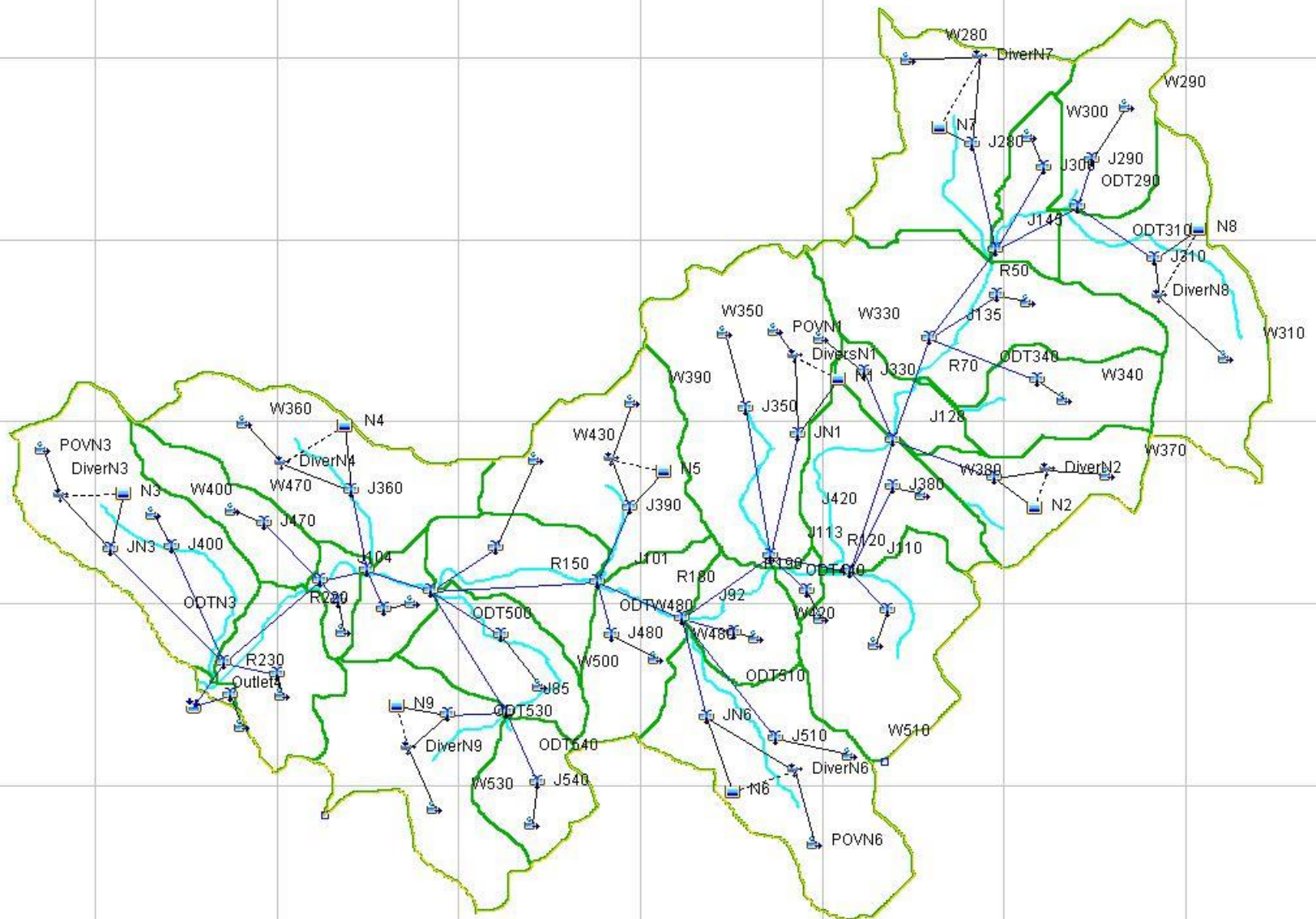


Plocha povodí	2.64	km <sup>2</sup>
Plocha nádrže	3.7	ha
Roční úhrn srážek	576	mm
$q_a$ - dlouhodobý průměrný spec. roční průtok	1.8	l/(s.km <sup>2</sup> )
$Q_a$ - dlouhodobý průměrný roční průtok	0.0047	m <sup>3</sup> /s
Pravděpodobnost překročení $Q_r$	80	%
Suchý rok $Q_{r,80}$	0.002	m <sup>3</sup> /s





# Druhá fáze – srážko-odtokový model

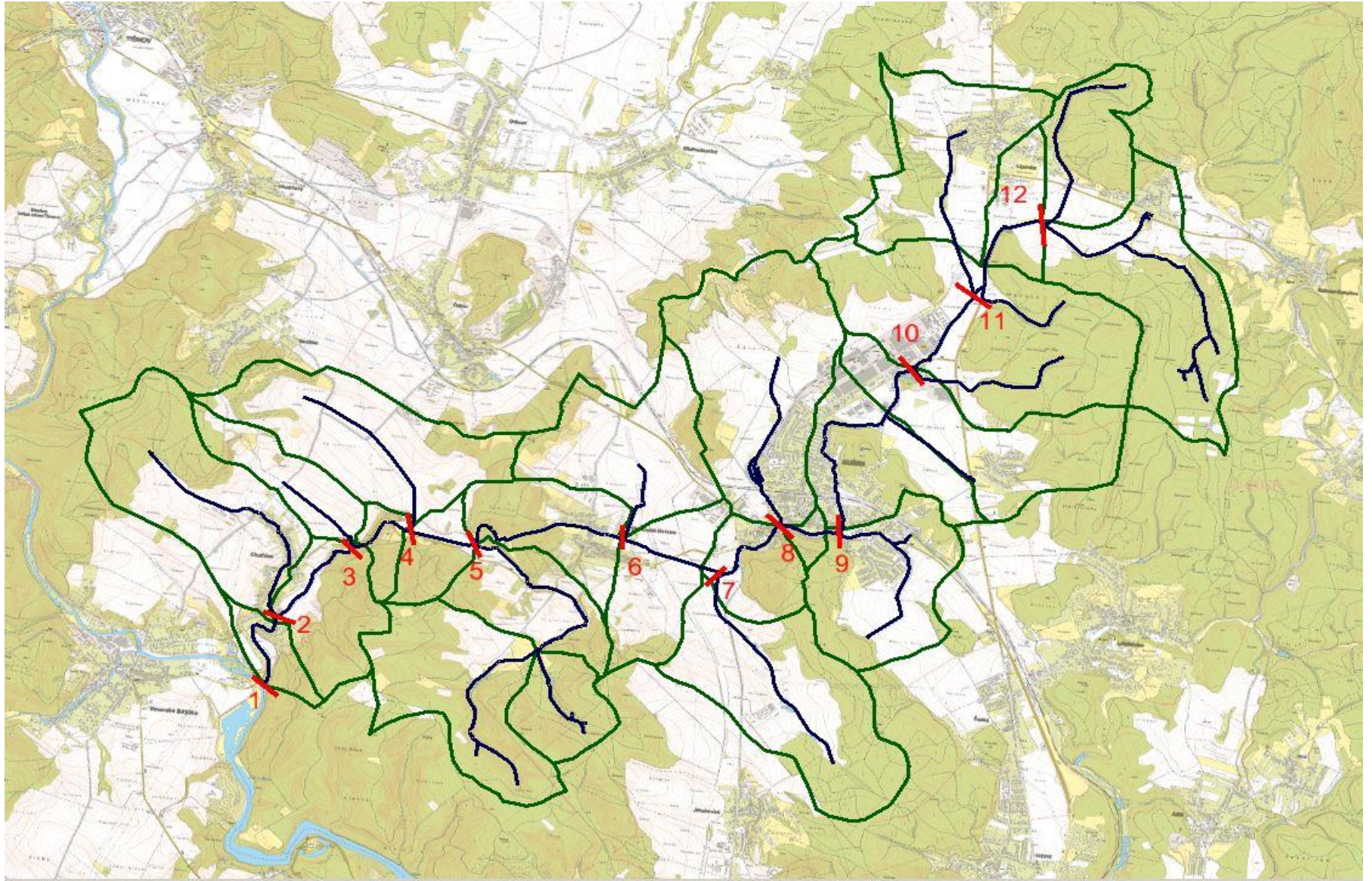


# Třetí fáze – simulace SOP

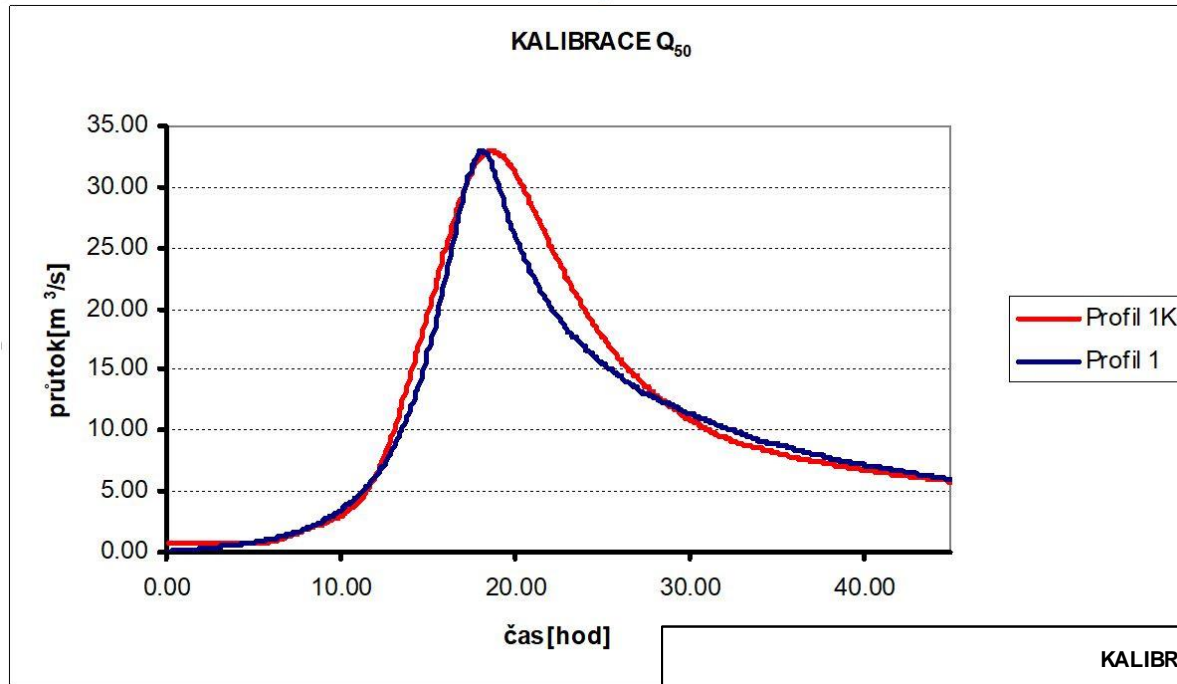
- Kalibrace modelu – tvary teoretických hydrogramů dle ČHMÚ (N=50 a 100 let)
- Posouzení variant
  - VAR1 – pouze dvě nádrže dle ÚP
  - VAR2 – devět nádrží (DN=300 mm - předpouštění)
  - VAR3 – uzavřené výpusti – maximální retence



# Kalibrace modelu - profil



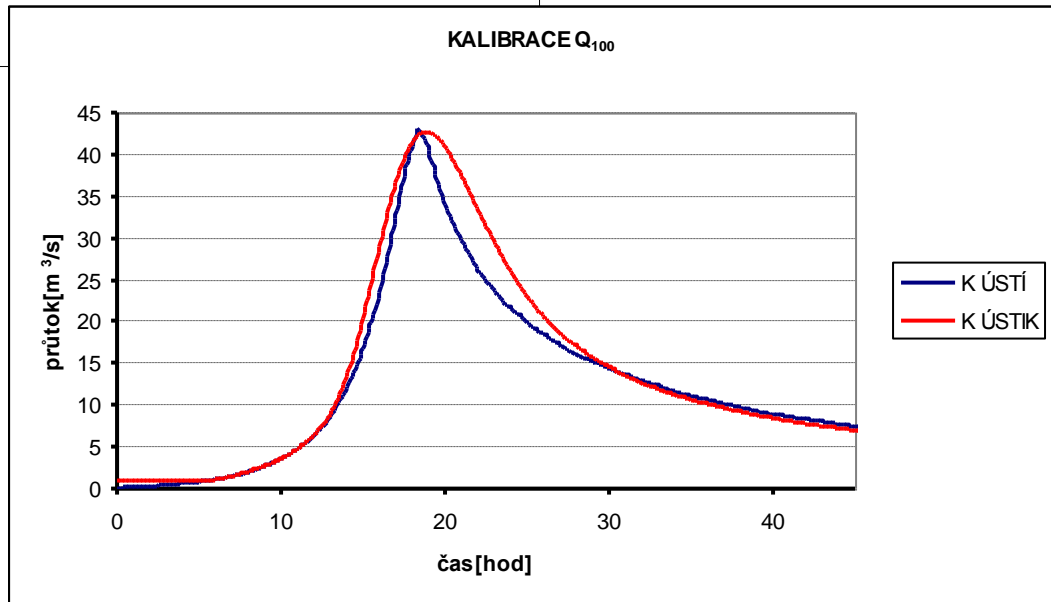
# Výsledek kalibrace – uzávěrový profil



Hodnoty kritéria Nash-Sutcliffe

Profil č.	$Q_{50}$	$Q_{100}$
1	0.962	0.941
2	0.962	0.940
3	0.964	0.937
4	0.966	0.943
5	0.971	0.939
6	0.973	0.950
7	0.985	0.964
8	0.976	0.950
9	0.966	0.946
10	0.967	0.964
11	0.952	0.956
12	0.959	0.974

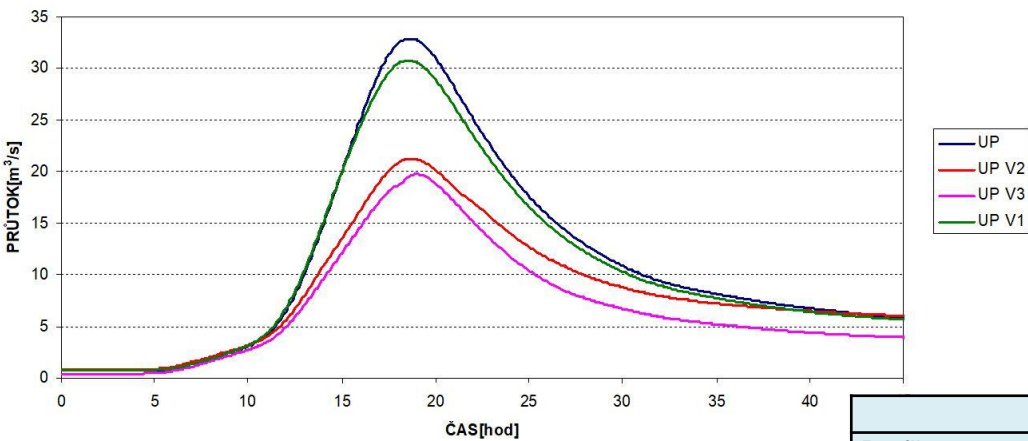
Červená barva – simulace  
Modrá barva - ČHMÚ





# Srovnání variant – uzávěrový profil

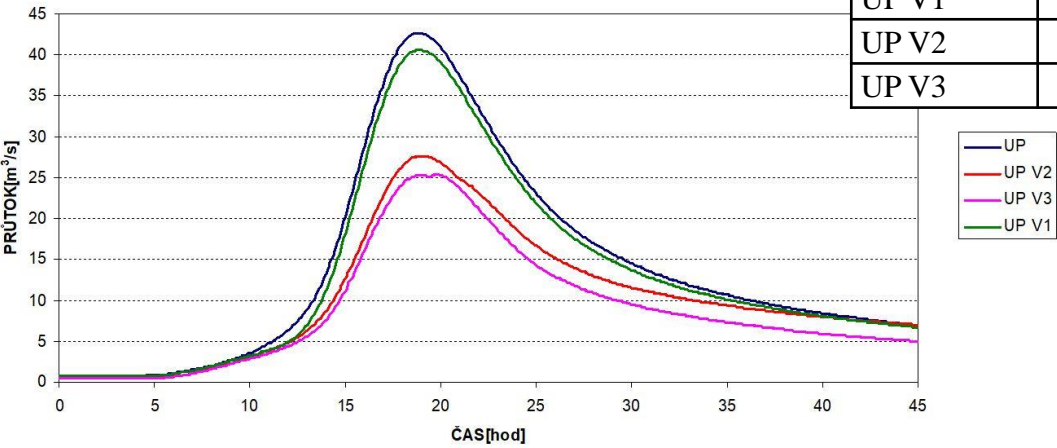
TRANSFORMACE Q<sub>50</sub> KUŘIMKA UZÁVĚROVÝ PROFIL



UP – teoretický hydrogram ČHMÚ  
UP V1 - VAR1  
UP V2 - VAR2  
UP V3 - VAR3

N=50 let			N=100 let		
Profil, varianta	Kulminační průtok [m³/s]	Dosažená kulminace [%]	Profil, varianta	Kulminační průtok [m³/s]	Dosažená kulminace [%]
UP	32.88	100	UP	42.69	100
UP V1	30.78	93.6	UP V1	40.61	95.1
UP V2	21.24	64.6	UP V2	27.65	64.8
UP V3	19.76	60.1	UP V3	25.38	59.4

TRANSFORMACE Q<sub>100</sub> KUŘIMKA UZÁVĚROVÝ PROFIL

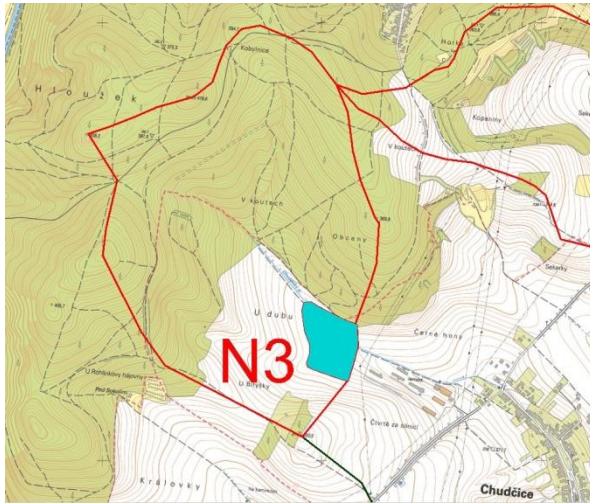


VAR1- 7%  
VAR2 – 35%  
VAR3 – 40%

# ZÁVĚR

- Prezentovaná metoda umožní s využitím moderních programových prostředků a veřejně dostupných dat vybrat profily malých vodních nádrží s retenčním účinkem.
- Poskytne podklad pro analýzy z pohledu ekonomické efektivnosti.
- Umožní rámcově připravit profily hrází pro potřeby územního plánování tak, že se bude jednat o profily využitelné vzhledem k morfologii území a omezení zastavěností a druhem pozemku.
- Retenční funkce může být nahrazena funkcí zásobní. Pokud budeme nádrže uvažovat jako zásobní, je potřeba u vybraných profilů posoudit hydrologickou bilanci. Pokud není prokázáno dostatečné množství vody (kladná hydrologická bilance) je návrh takové nádrže neopodstatněný.

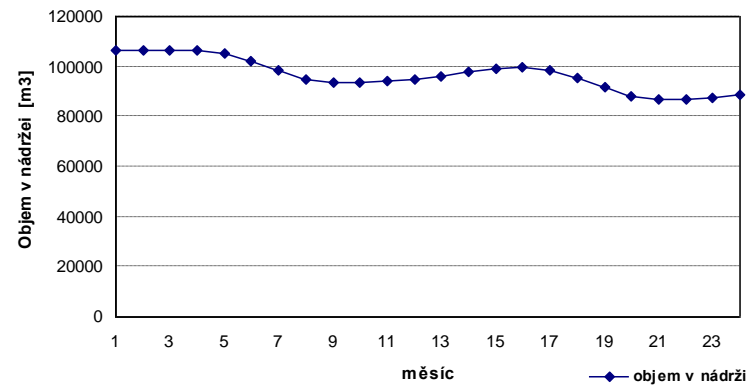
# Ukázka změny účelu – krajinotvorná nádrž



Plocha povodí	1.629	km <sup>2</sup>
Plocha nádrže	4.4	ha
Roční úhrn srážek	576	mm
$q_a$ - dlouhodobý průměrný spec. roční průtok	1.8	l/(s.km <sup>2</sup> )
$Q_a$ - dlouhodobý průměrný roční průtok	0.0029	m <sup>3</sup> /s
Pravděpodobnost překročení $Q_r$	80	%
Suchý rok $Q_{r,80}$	0.001	m <sup>3</sup> /s



Změna objemu v suchém roce



Uvažovaný zásobní objem byl cca 106500 m<sup>3</sup>

DĚKUJI ZA POZORNOST