

# Metodika mapování povodňového rizika



**Karel Drbal**

Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 v ČR  
Praha – 8.2. 2010

# Řešitelský tým

**Odpovědný řešitel:** Ing. Karel Drbal, Ph.D.

**Řešitelé:**  
VÚV T.G.M., v.v.i.

FAST VUT Brno

ÚHUL Brno

Mgr. Jana Ošlejšková  
Ing. Miriam Dzuráková  
Mgr. Pavla Štěpánková, Ph.D.

Doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.  
Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.  
Ing. Aleš Dráb, Ph.D.  
Ing. Veronika Sobotková

Ing. Jaromír Macků, Ph.D.

# Metodika mapování povodňového rizika vyplývajícího z přívalových srážek

## Obecná definice rizika

Riziko – spřažení *nebezpečí, zranitelnosti, expozice*

$$RI(D) = \int_0^{\infty} C(u/D) \cdot g(u) \cdot du$$

$$RI = C \cdot P$$

*RI*    *riziko*  
*C*    funkce následků  
*D*    vektor opatření a rozhodnutí  
*g(u)* hustota pravděpodobnosti  
výskytu události *u*  
(scénáře nebezpečí)  
s následky *C(u/D)*

*C*    následky (škody)  
*P*    pravděpodobnost výskytu  
nežádoucí události

# Metodika mapování povodňového rizika vyplývajícího z přívalových srážek

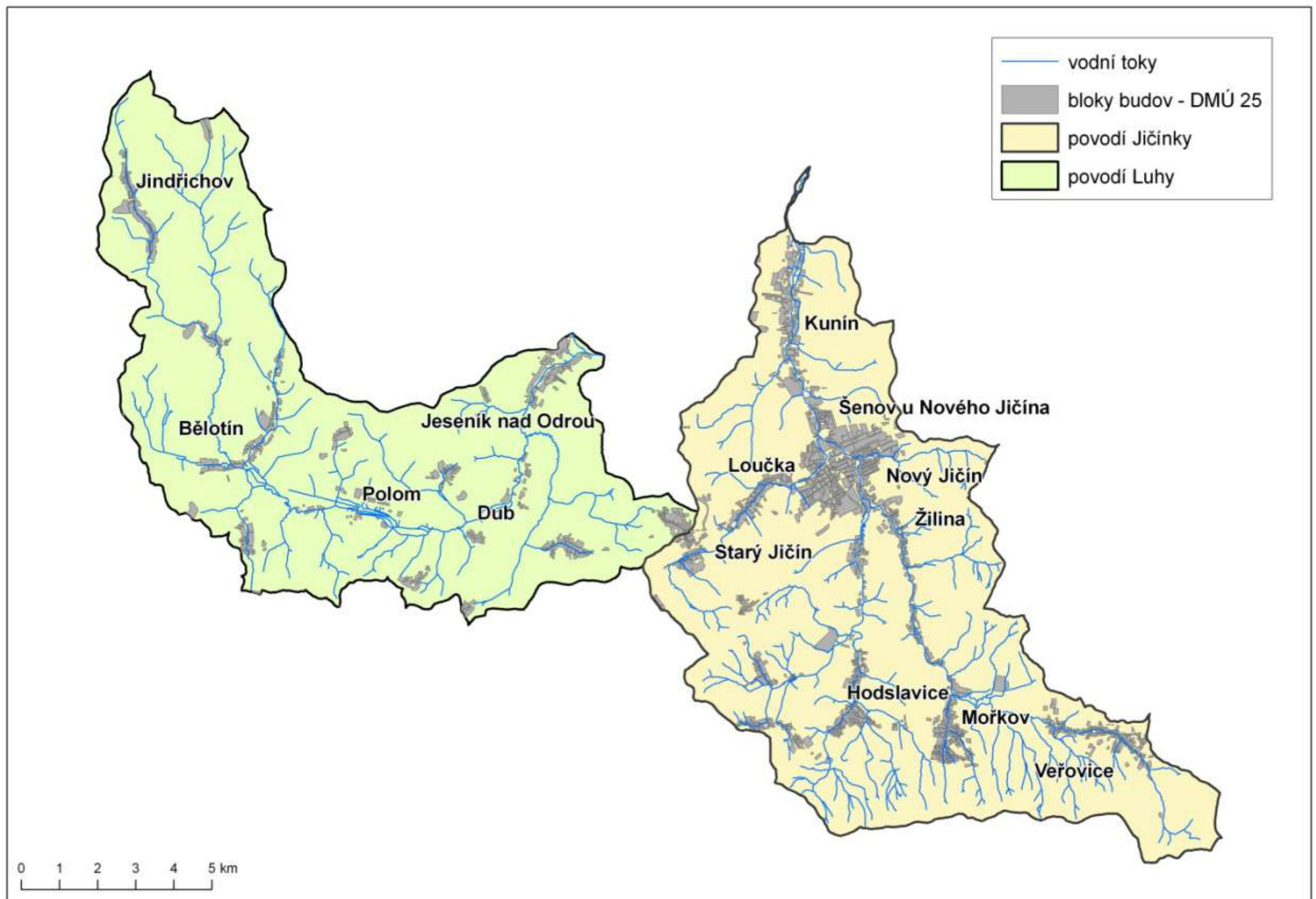
## Řešení problematiky:

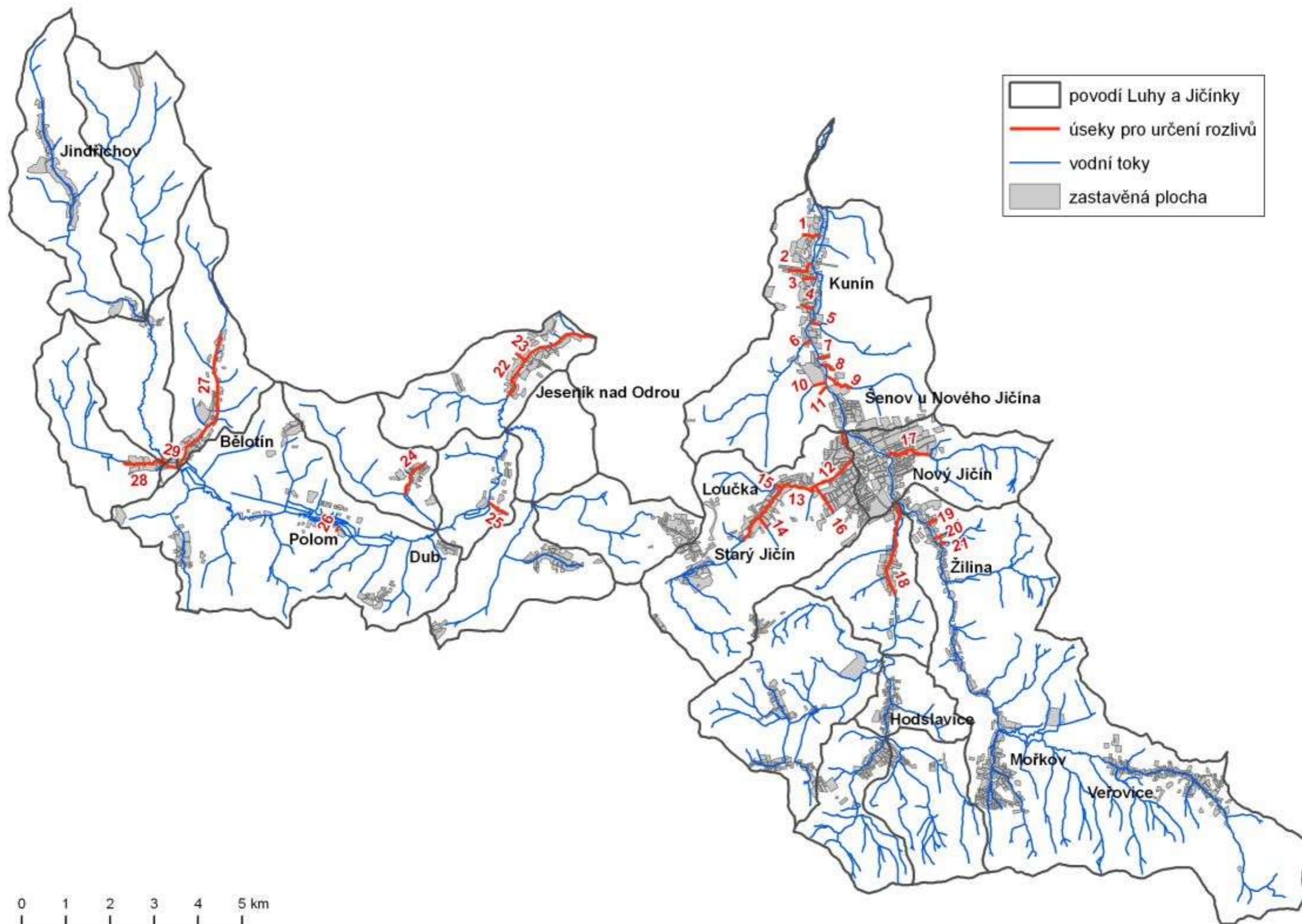
Identifikace ploch rozhodujících z hlediska tvorby  
povrchového odtoku s nepříznivými účinky pro zastavěné  
části obcí

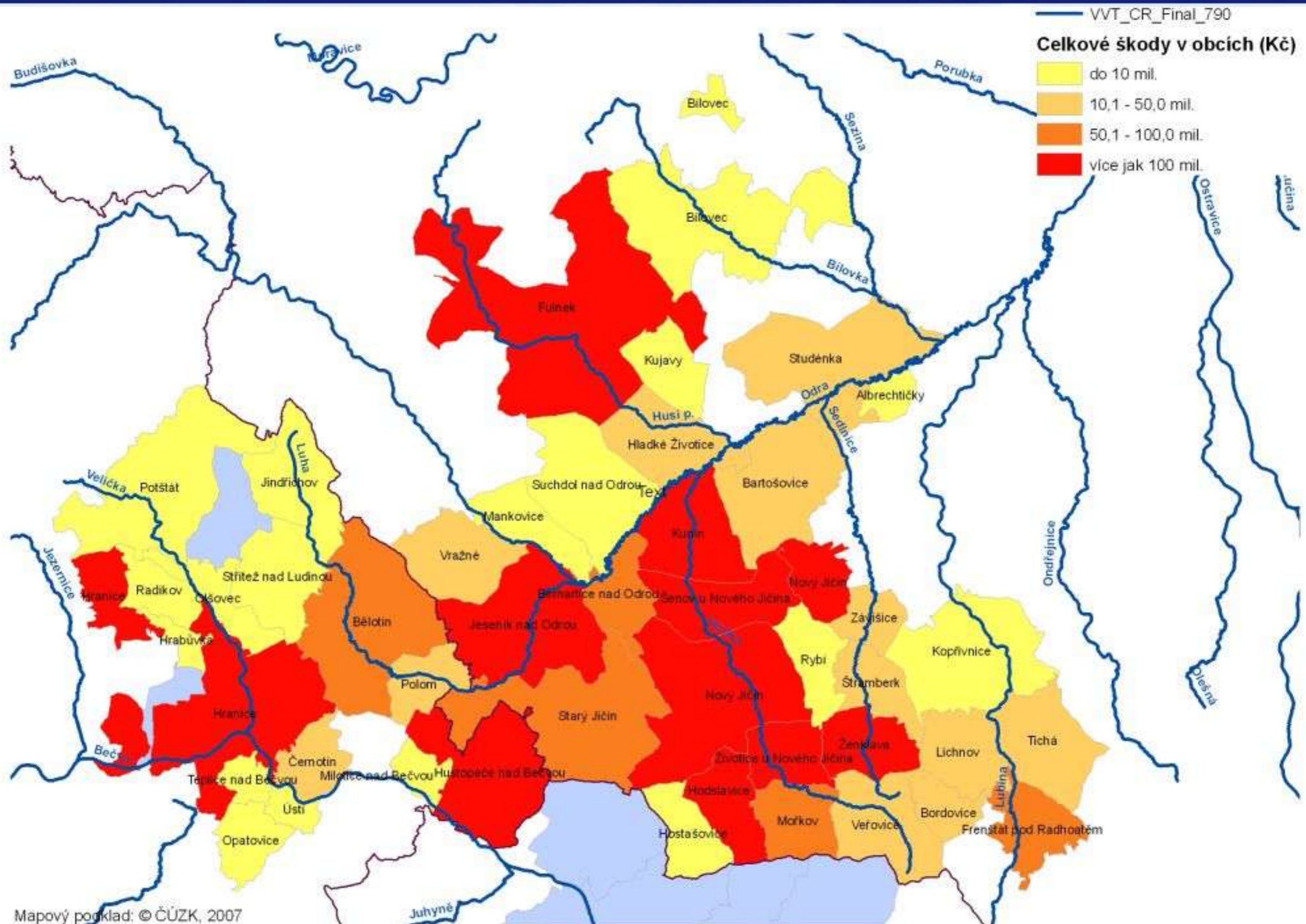
– výskyt možný teoreticky na celém území státu

**Cíl:** Návrh postupů pro vizualizaci stupně potenciálních  
dopadů povodňového nebezpečí z přívalových  
srážek a umožnit tak semikvantitativní vyjádření míry  
rizik pro zastavěná území obcí.

# Pilotní oblast: povodí Luhy a Jičínky







# Doporučený metodický postup

## 1. Tvorba digitálního modelu terénu a vygenerování drah soustředěného odtoku

- Hydrologicky korektní digitální model terénu (DMT) vytvořený na základě vrstevnic ZABAGED
- Odvození mapy směrů odtoku
- Generování akumulace odtoku a následné odvození hydrografické mikrosítě drah soustředěného povrchového odtoku (DSO) v závislosti na velikosti přispívající plochy 0,3 km<sup>2</sup>.

## 2. Vymezení kritických bodů a jejich první výběr

- Kritický bod (KB) je určen průsečíkem dané hranice zastavěného území obce (intravilánu) s linií dráhy soustředěného odtoku s velikostí přispívající plochy  $\geq 0,3$  km<sup>2</sup>.

Z hlediska plošného rozsahu příčinného jevu přívalových srážek a primárně lokálních důsledků následných povodní se dále uvažují ty kritické body, jejichž přispívající plocha nepřesáhne velikost rozlohy 10 km<sup>2</sup>.

## Doporučený metodický postup

### 3. Stanovení rozvodnic a sběrných ploch kritických bodů

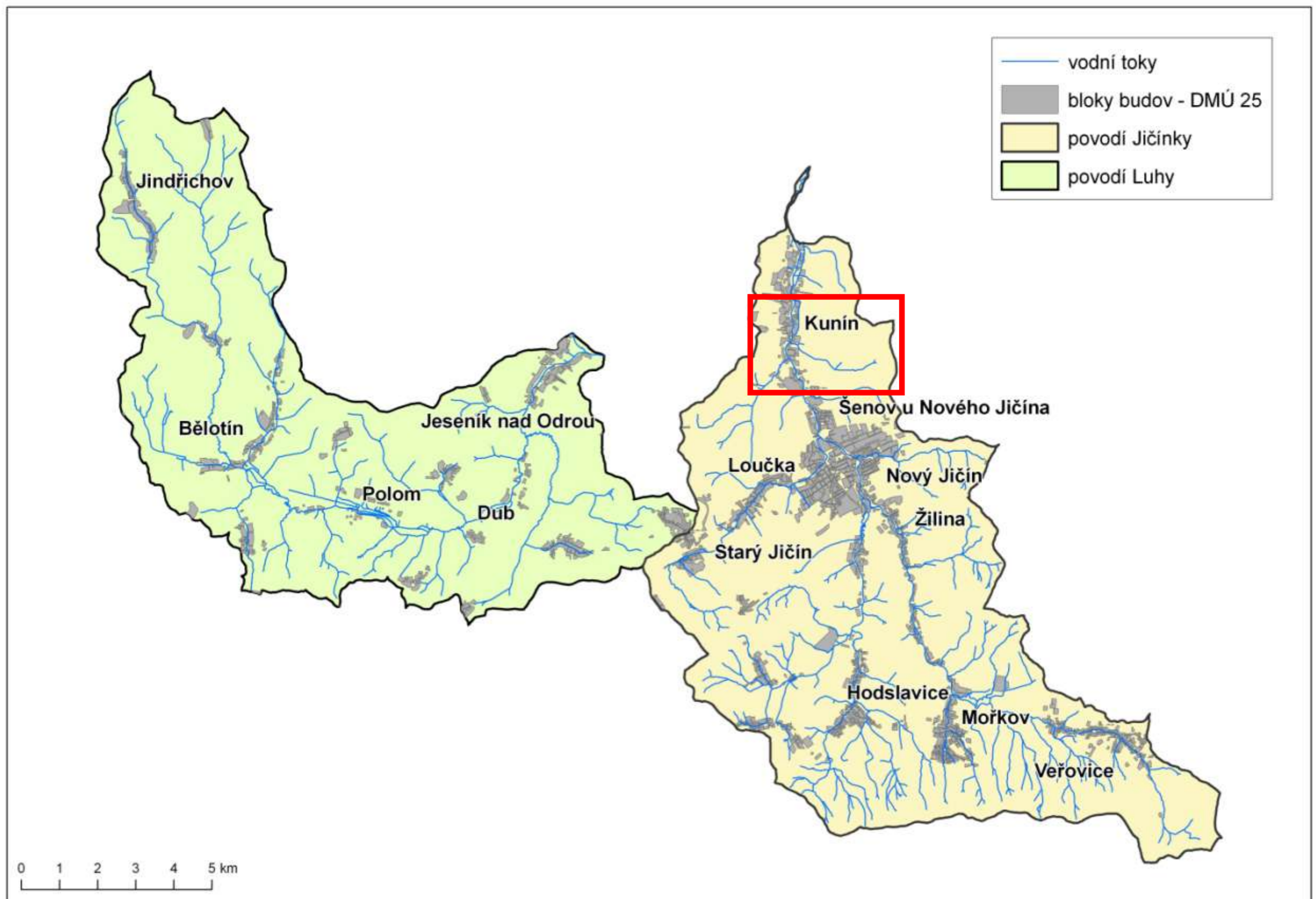
K identifikovaným KB jsou na základě DMT generovány orografické rozvodnice a polygony sběrných ploch.

### 4. Stanovení fyzicko-geografických charakteristik sběrných ploch kritických bodů

- velikost sběrné (přispívající) plochy,
- průměrný sklon,
- druhy pozemku a procentické zastoupení orné půdy.

### 5. Finální výběr kritických bodů

# Pilotní oblast: povodí Luhy a Jičínky



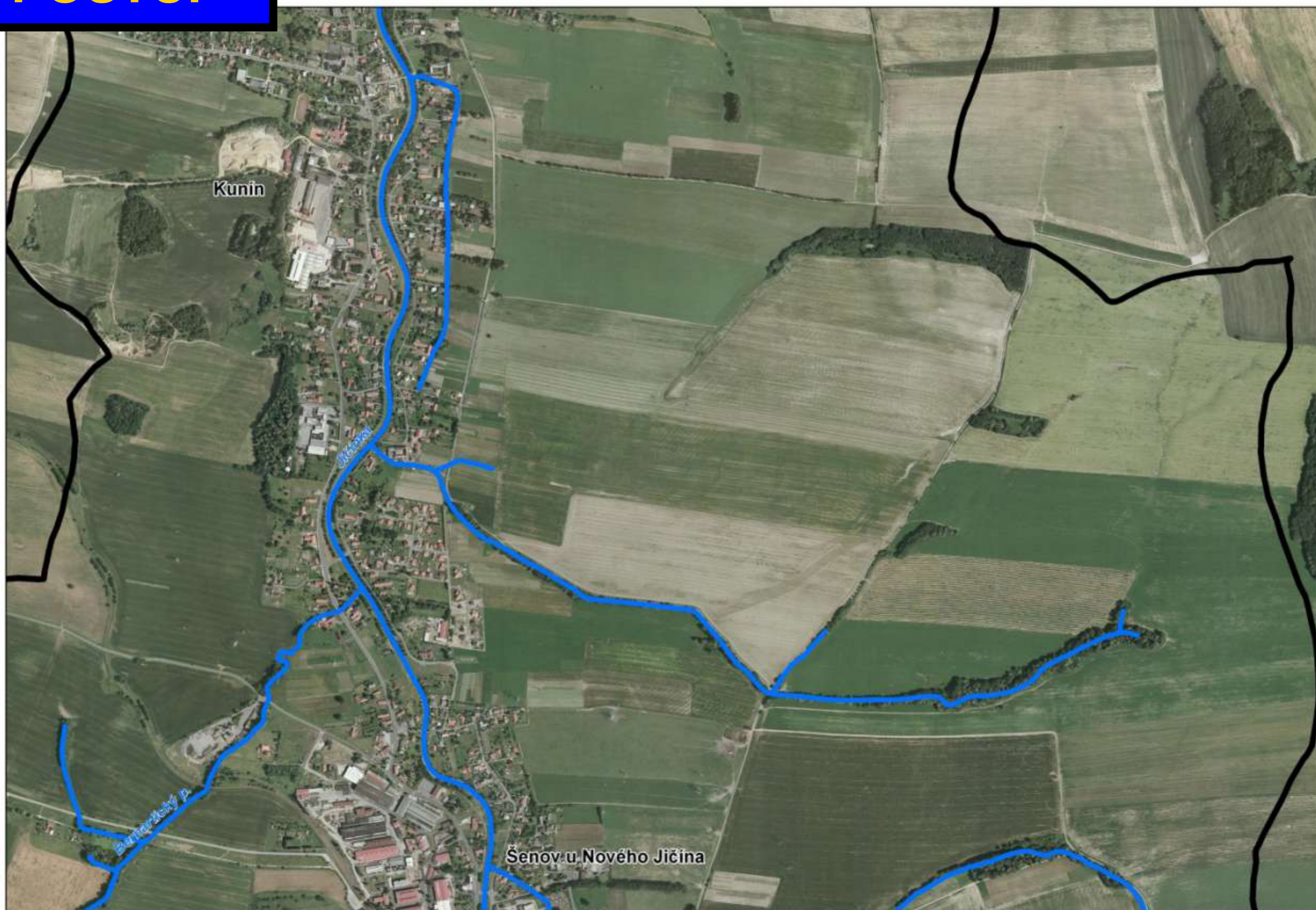
# NAVRŽENÝ POSTUP

## ZÚJ Kunín - rozvodnice



# NAVRŽENÝ POSTUP

## vodní toky



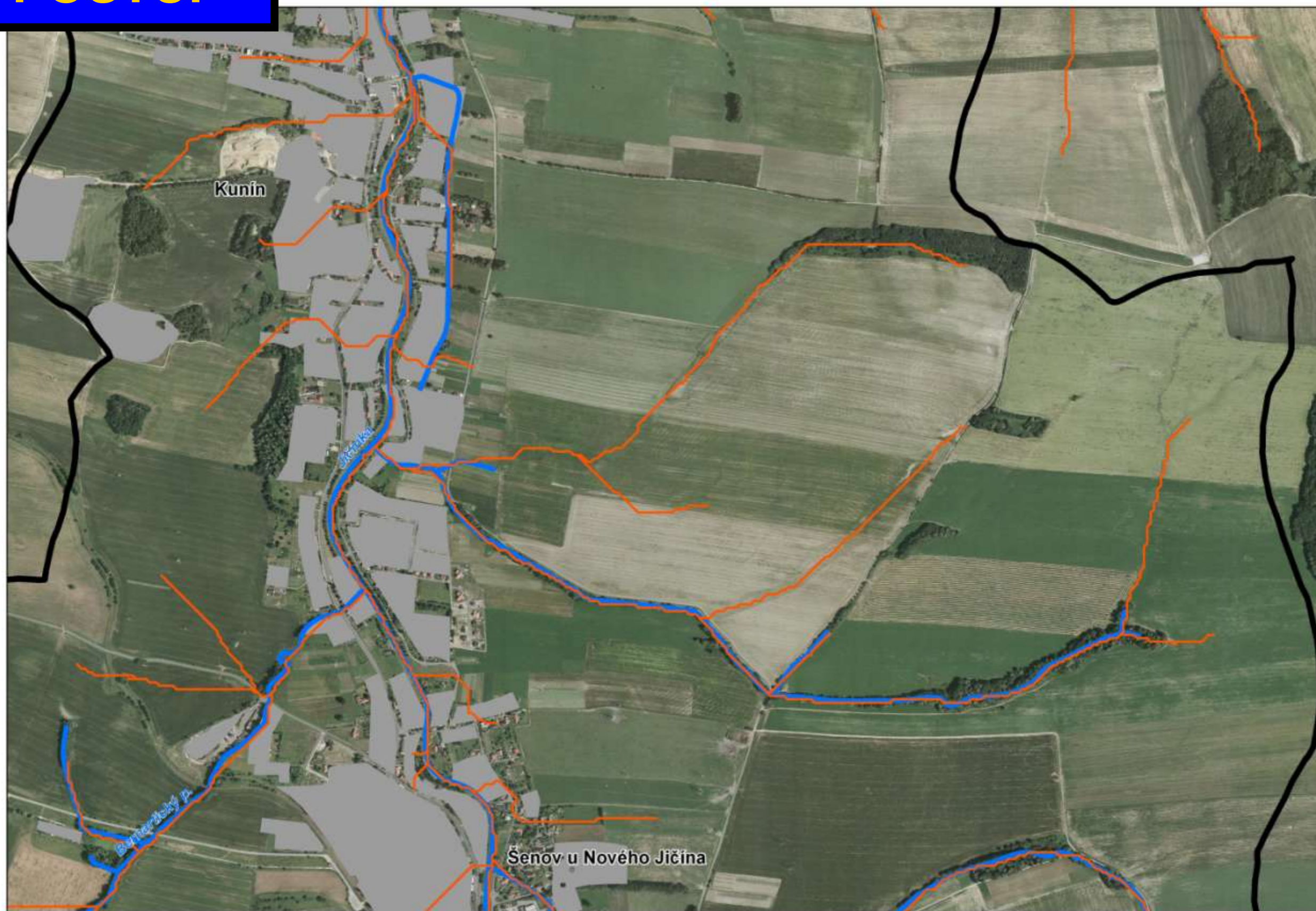
# NAVRŽENÝ POSTUP

## dráhy soustředěného odtoku (DSO)



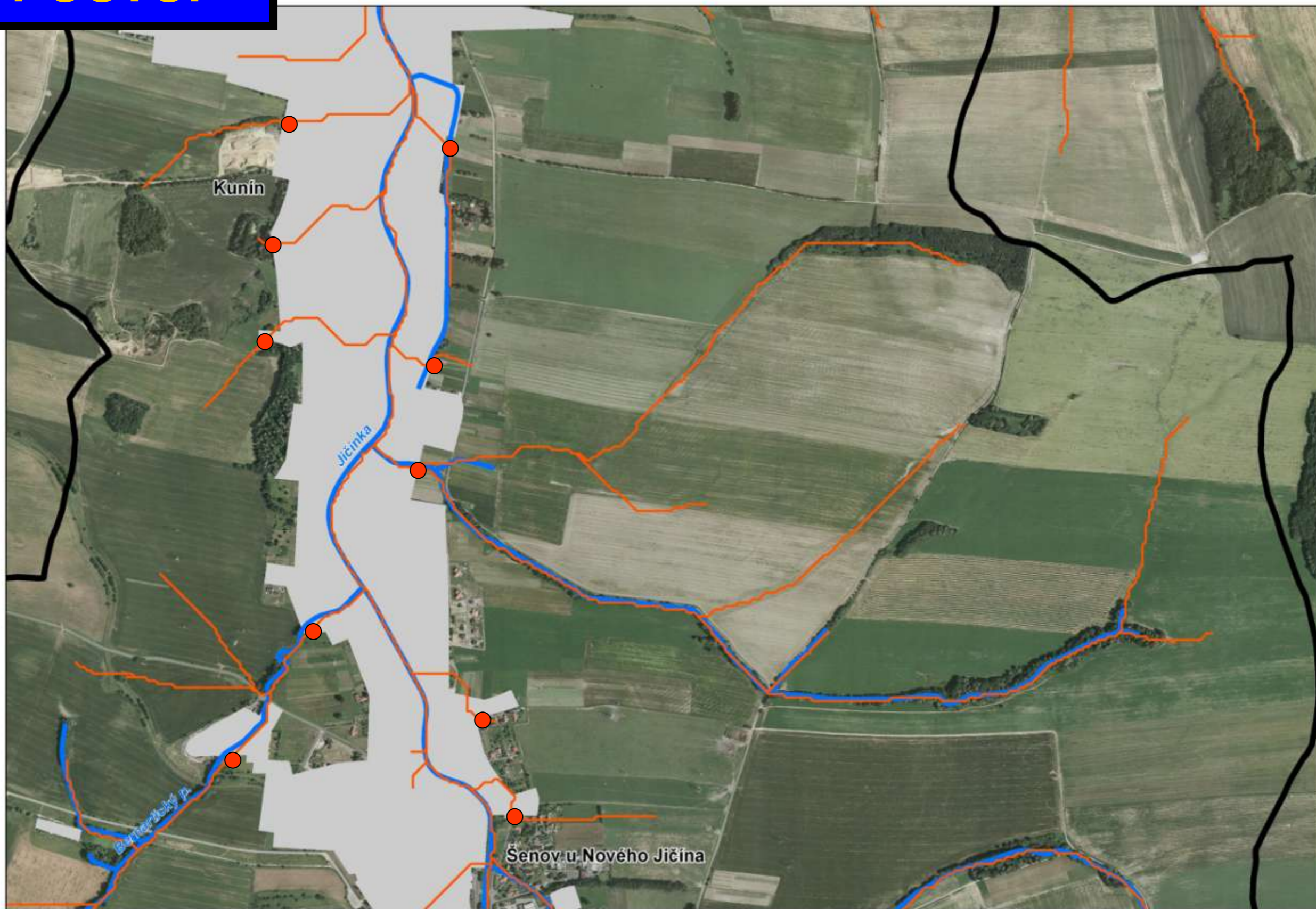
# NAVRŽENÝ POSTUP

## bloky budov



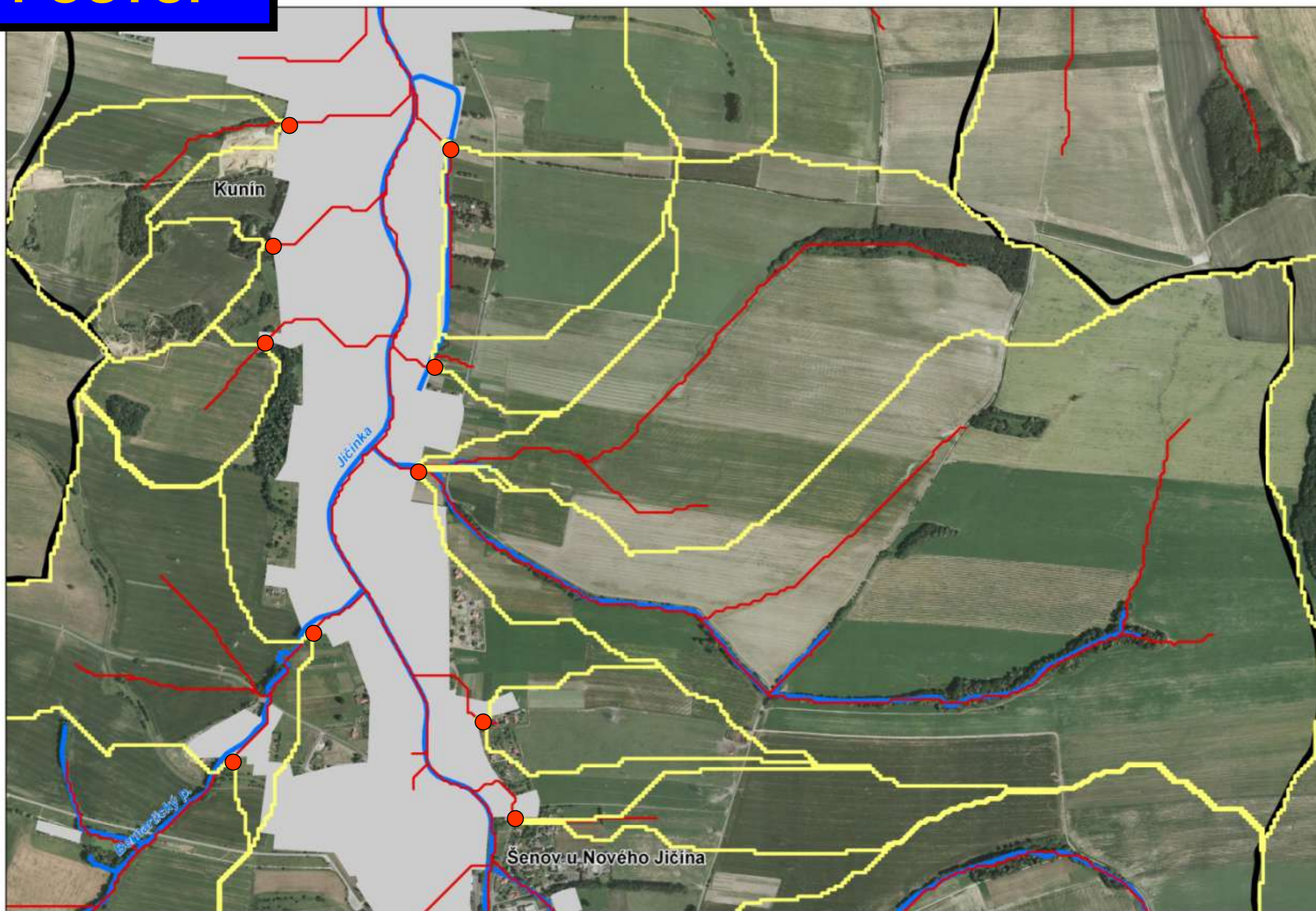
# NAVRŽENÝ POSTUP

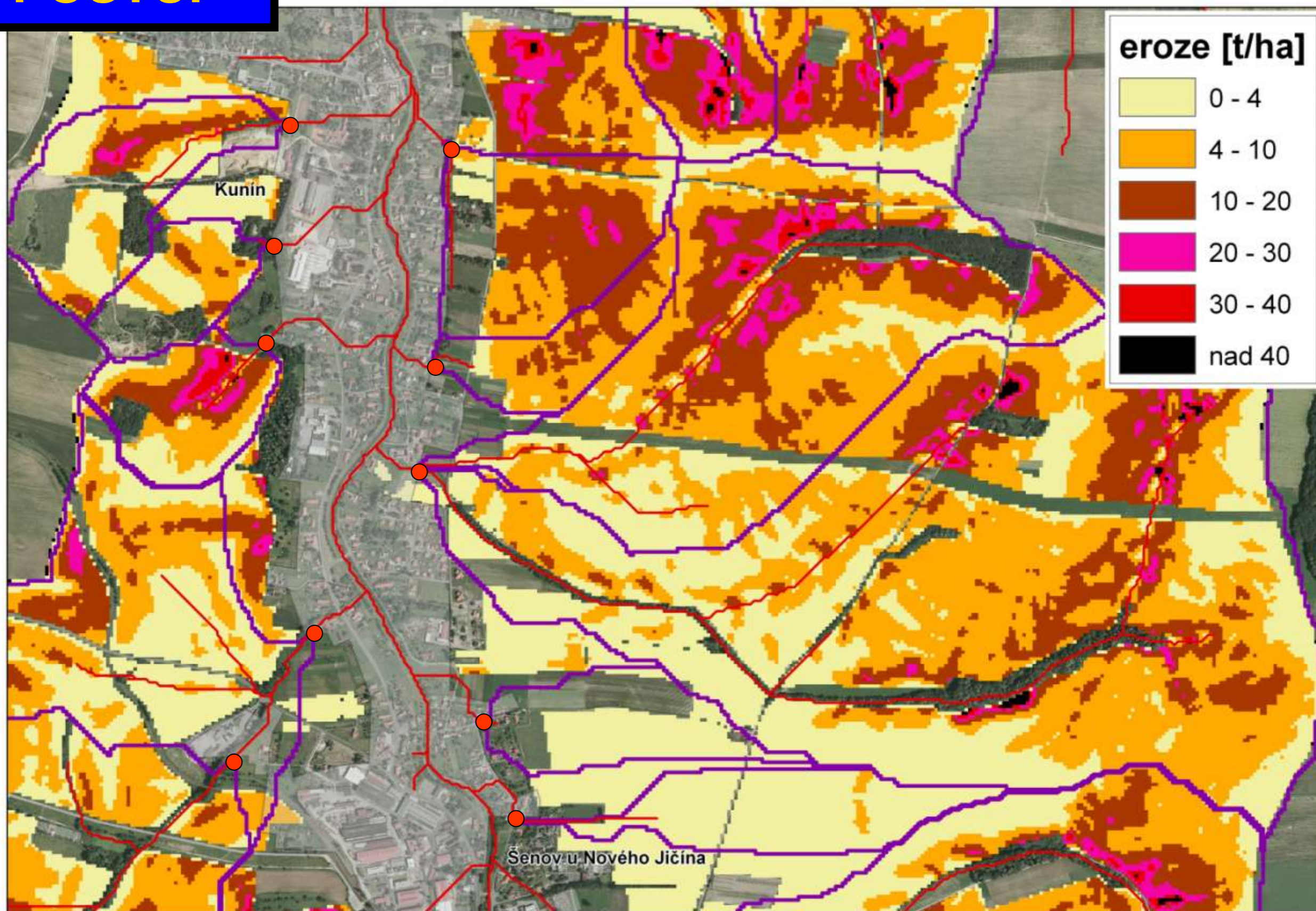
## kritické body (KB)

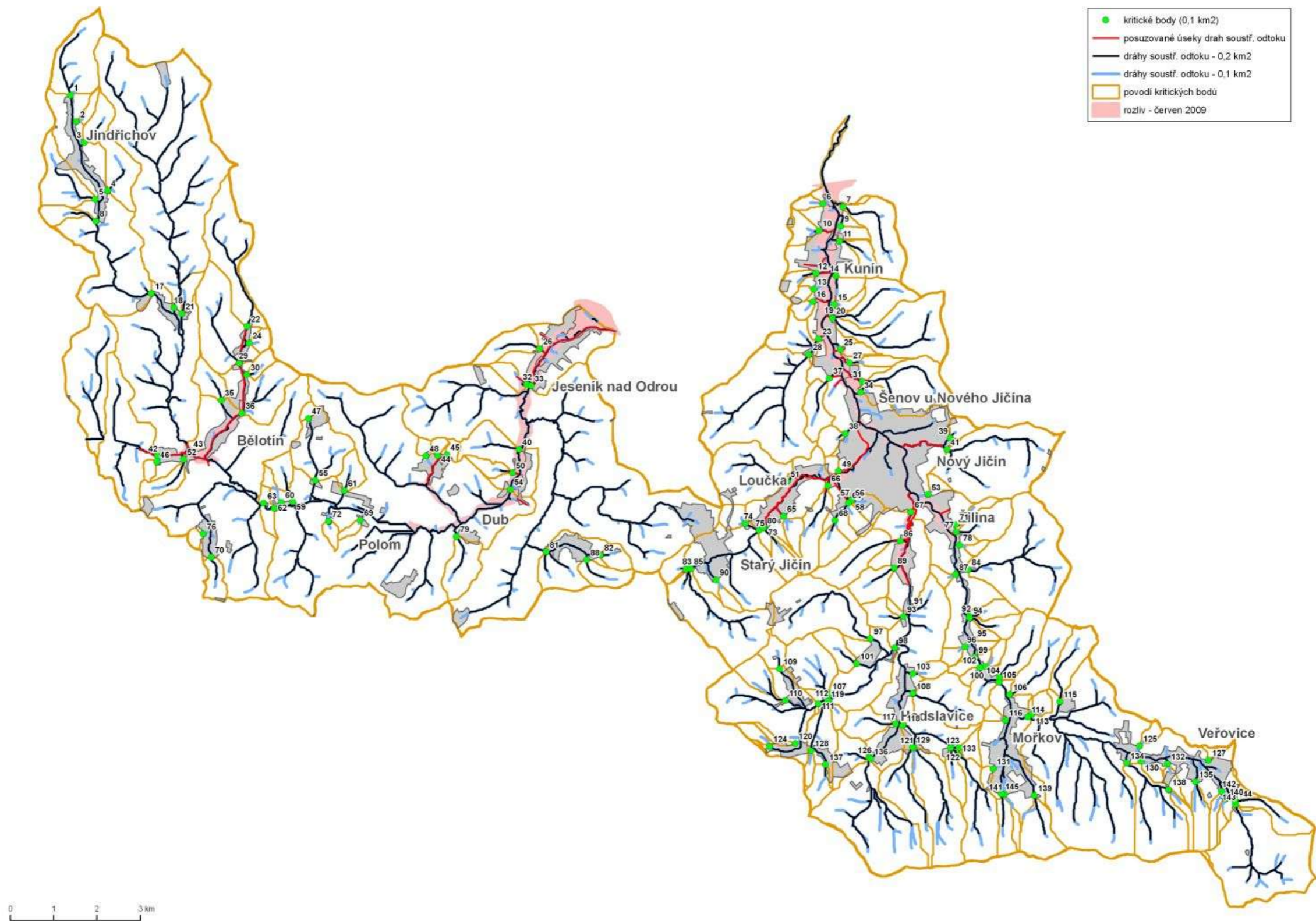


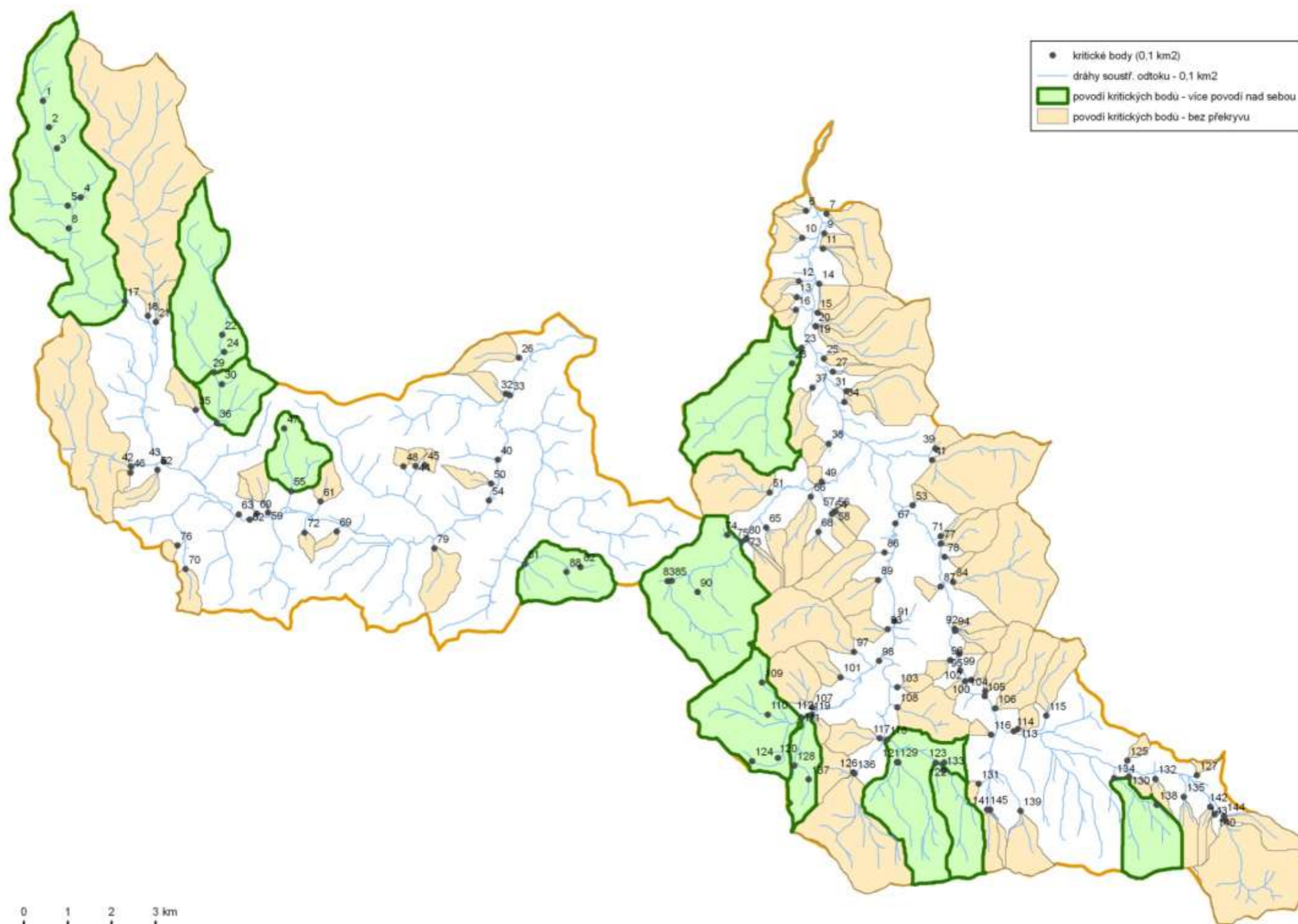
# NAVRŽENÝ POSTUP

## přispívající plochy KB









ID_KB	Povodí	Plocha	CN	Hs	H0	Oph	Hs_model	H0_model	Oph_model	Sklon	Smyv_model	Smyv_suma_model	Qh_model	Zastoupení orné půdy
		[km <sup>2</sup> ]	[-]	[mm]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[mm]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[%]	[t/ha.rok]	[t/rok]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]
1	Luha	1,59	76,69	27,48	1,62	2575,85	100	44,21	70140,32	7,66	3,86	39555,7	12	0,56
2	Luha	0,17	71,73	34,35	1,8	297,86	100	35,53	5894,1	9	8,54	13239,1	1,67	0,77
3	Luha	0,5	69,8	35,81	1,55	780,69	100	32,4	16358,69	10,69	5,82	24078,4	3,56	0,73
4	Luha	0,92	77,98	44,83	9,1	8355,77	100	46,62	42828,59	9,19	13,38	115373	9,06	1
5	Luha	1,12	75,14	54,93	11,9	13379,04	100	41,4	46532,73	8,59	12,78	127549	8,19	0,82
6	Jičínka	0,16	85,04	60,29	27,46	4380,46	100	61,1	9744,78	8,03	18,95	30135,6	3,27	1
7	Jičínka	1,44	82,38	73,9	33,85	48774,19	100	55,37	79783,74	5,16	10,1	132737	16,3	1
8	Luha	0,34	73,62	59,23	12,75	4284,23	100	38,72	13011,1	8,65	5,91	10386,2	3,25	0,48
9	Jičínka	0,2	79,79	75,94	31,22	6310,33	100	50,12	10129,25	3,69	7,52	12434,8	1,88	0,93
10	Jičínka	0,35	84,09	71,45	34,8	12042,3	100	59,02	20421,75	4	7,05	22259,4	3,62	0,96
KB10 - Levostranný přítok vodního toku Jičínka Uvedený přítok Jičínky, staničení 3,098 km, který byl řešen v délce 420 m, nezpůsobil větších rozlivů, a to i přesto, že část přítoku je zatrubněná. Hladina Jičínky dosahovala až k areálu zemědělského družstva u zámku Kunín, kde hranice rozlivu se dotýkaly objektů na západní straně.														
11	Jičínka	0,37	80,84	77,57	34,15	12563,35	100	52,21	19209,16	6,26	10,46	36796,4	4,94	1
12	Jičínka	0,27	83,02	84,07	43,21	11765,84	100	56,72	15445,39	3,52	6,09	11088,2	4,03	0,61
KB12 - Svodnice, levostranný přítok vodního toku Jičínka Ve vazbě na svodnici, která ve staničení 4,130 km ústí do vodního toku Jičínka, nebyly prokázány zaznamenatečné rozlivy a významnější škody.														
13	Jičínka	0,13	80,14	84,39	38,26	5007,66	100	50,82	6651,7	5,17	5,11	4145,8	1,89	0,42
14	Jičínka	0,31	81,64	90,45	45,86	14052,81	100	53,84	16496,81	6,53	10,3	24756	3,38	0,75
15	Jičínka	0,15	80,73	95,5	48,27	7220,84	100	51,99	7778,27	4,51	8,49	11064,3	2,25	0,91
16	Jičínka	0,18	79,33	87,42	39,21	6955,2	100	49,22	8731,53	6,63	10,03	15474,7	2,4	0,86
KB16- Svodnice, levostranný přítok vodního toku Jičínka, Svodnice ve staničení 4,860 km vodního toku Jičínka je délky 315 m. V důsledku povrchového odtoku ze zemědělsky obdělávaných pozemků došlo k zaplavení přilehlých objektů a zarad														
17	Luha	10,06	75,49	47,91	8,66	87141,34	100	42,01	422501,02	12,35	9,05	585317	67,4	0,56
18	Luha	10,47	74,65	43,05	5,94	62242,5	100	40,52	424456,83	14,34	4,82	239169	54,4	0,45
19	Jičínka	1,07	81,12	81,85	37,96	40609,48	100	52,78	56461,35	5,38	8,57	81051	11,6	0,99
KB19-Pravostranný přítok vodního toku Jičínka, Řešená část pravostranného přítoku (staničení 5,178 km) je délky 213 m. V celé délce úseku je přítok zatrubněn. K rozlivu v této části došlo z důvodu ucpaní vtoku do zatrubnění při plošném přítoku z extravilánu														
20	Jičínka	2,38	77,33	69,59	23,16	55055,74	100	45,39	107887,08	3,89	6,84	144505	15,6	0,99
21	Luha	0,27	79,99	64,5	23,26	6394,57	100	50,52	13889,04	15,64	7,8	10702,2	4,3	0,46
22	Luha	2,17	76,9	54,06	13,08	28376,74	100	44,59	96749,07	8,98	6,29	84805,4	19,6	0,62

# Výběr KB v pilotních povodích

## Rozhodující charakteristiky a kritéria:

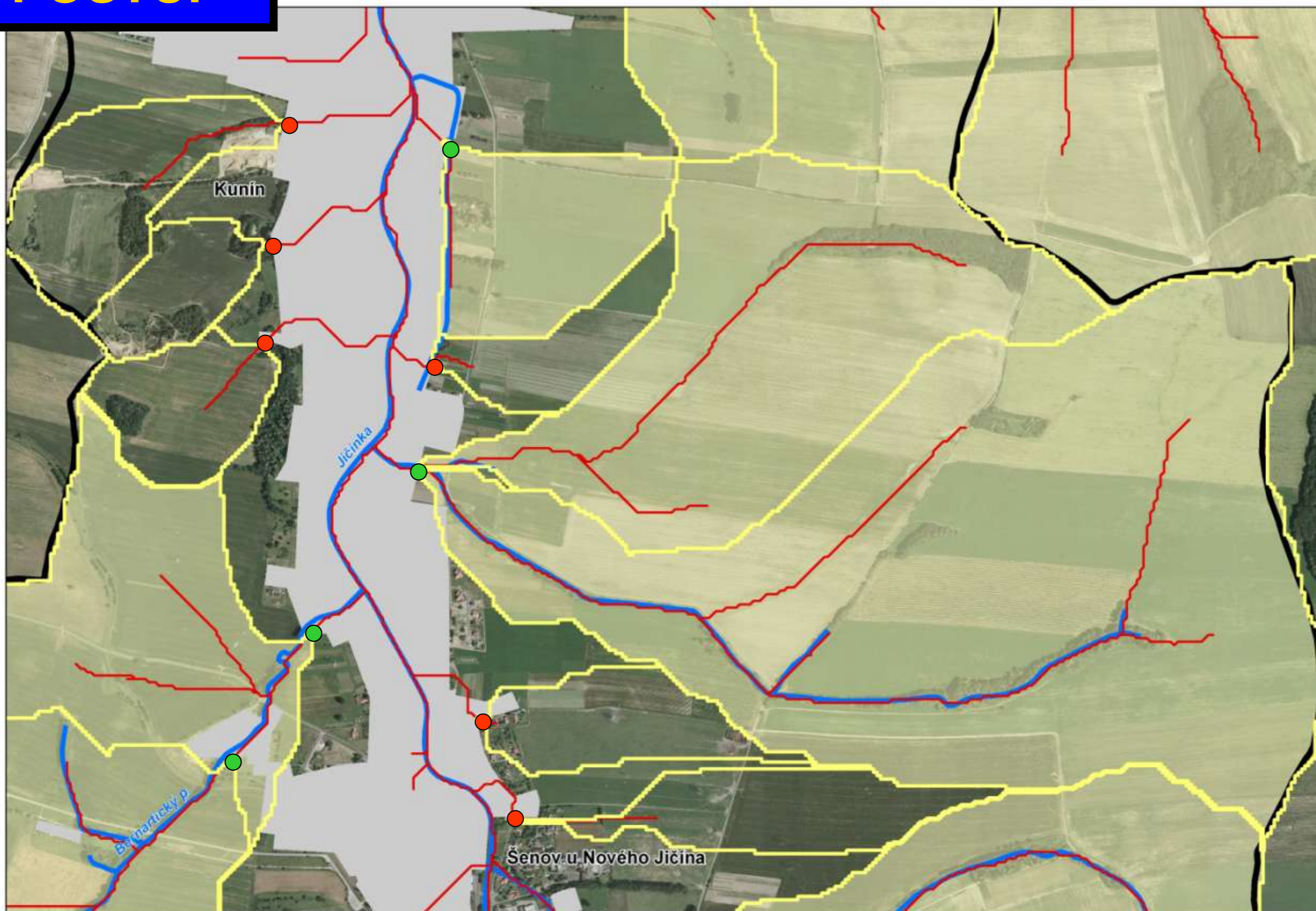
- velikost přispívající plochy 0,3 – 10,0 km<sup>2</sup>,
- průměrný sklon přispívající plochy  $\geq 3,5\%$ ,
- podíl plochy orné půdy v povodí  $\geq 40\%$ .

V případě ploch povodí se zastoupením orné půdy nižším než 40%, případně ploch zcela zalesněných

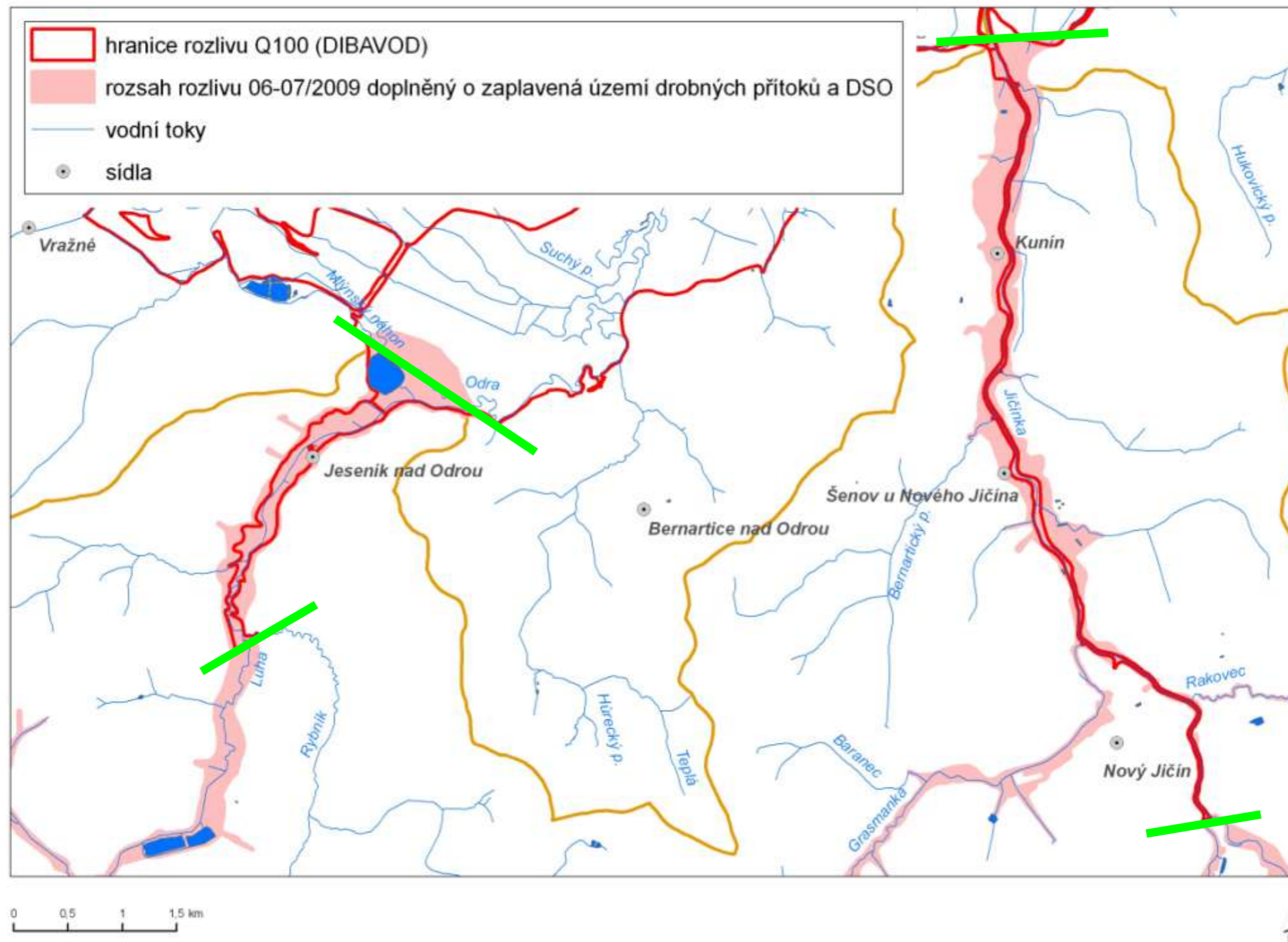
- velikost přispívající plochy 1,0 – 10,0 km<sup>2</sup>,
- průměrný sklon přispívající plochy  $\geq 5\%$ ,

# NAVRŽENÝ POSTUP

## výběr přispívajících ploch KB



Povodí	Kód obce	Obec	Kritické body / vybrané kritické body										
Luha	512231	Bělotín	17	18	21	22	24	29	30	35	36	42	46
			47	52	70	76							
Jičínka	599409	Hodslavice	103	108	112	117	118	119	121	126	129	136	
Jičínka	568511	Hostašovice	120	124	128	137							
Luha	599468	Jeseník nad Odrou	26	32	44	45	48	50					
Luha	513873	Jindřichov	1	2	3	4	5	8					
Jičínka	568546	Kunín	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	19
			20										
Jičínka	599689	Mořkov	116	122	123	131	133	139	141	145			
Jičínka	599191	Nový Jičín	39	41	49	51	53	58	64	65	66	68	71
			73	77	78	80	84	86	87	89	93	97	101
			107	109	110	111							
Luha	516911	Polom	55	59	60	61	69	72					
Jičínka	599905	Starý Jičín	74	75	79	81	82	83	85	88	90		
Jičínka	554171	Šenov u Nového Jičína	23	25	27	28	31	34	37	38			
Jičínka	500259	Veřovice	125	127	130	132	134	135	138	140	142	143	144
Jičínka	547000	Životice u Nového Jičína	92	94	95	96	100	102	104	106	113	115	



# Nastavení kategorizace

## Ukazatel $F$ :

Kombinace fyzicko-geografických podmínek, způsobů využití území, regionální rozdílů krajinného pokryvu a potenciálního výskytu srážek extrémních hodnot (ve vazbě na synoptické podmínky) pro konkrétní přispívající plochy vyjadřuje **ukazatel kritických podmínek** vzniku negativních projevů povodní z přívalových srážek  $F$  [-].

Navržen je ve tvaru doplněný vahami relevantních veličin, neboť např. zesilující účinek podílu orné půdy v povodí se očekává obecně vyšší než v případě průměrného sklonu přispívající plochy.



# Nastavení kategorizace

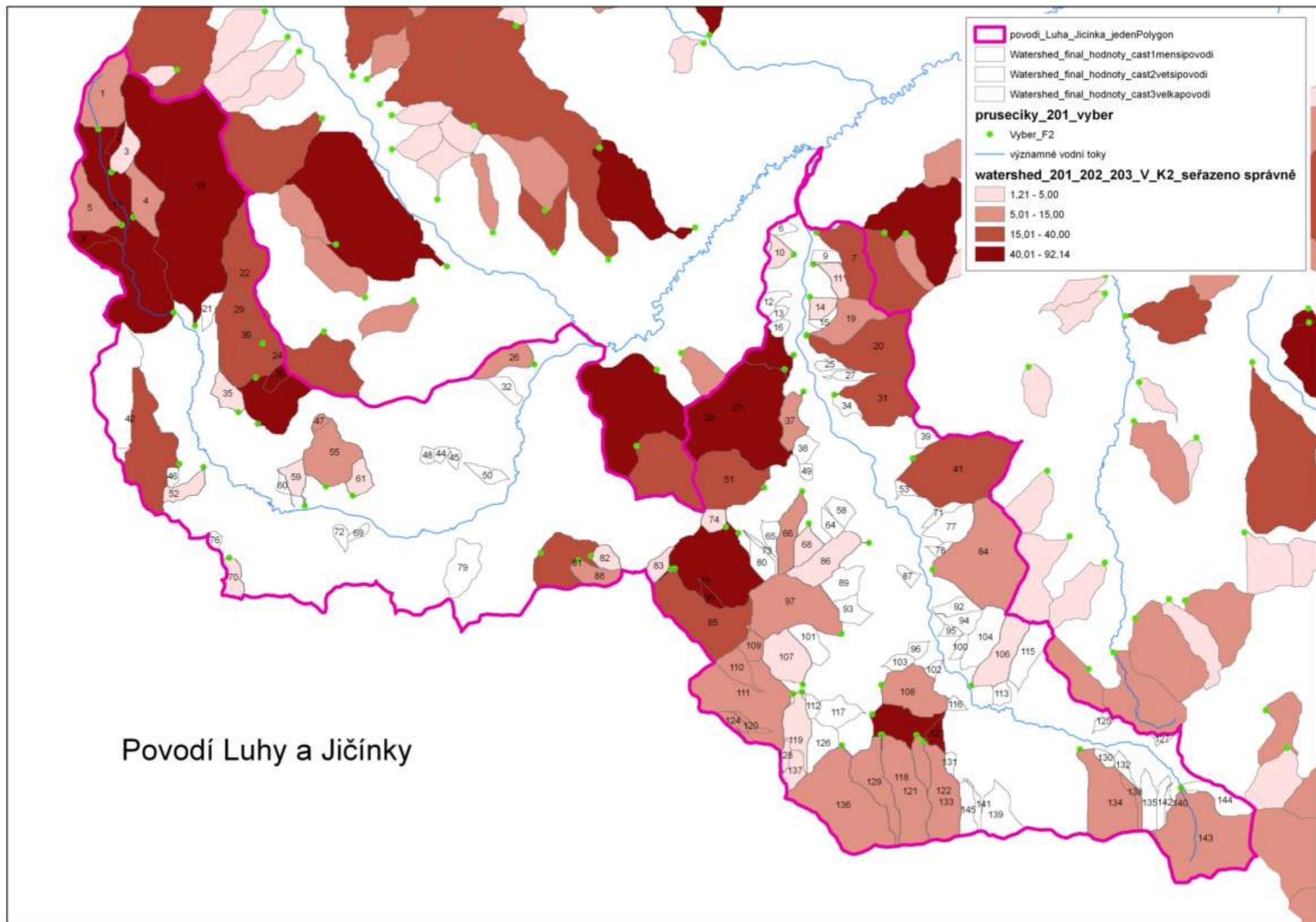
## Ukazatel $F$ :

$$F = P_{p,r} \cdot H_{m,r} \cdot (a_1 I_p + a_2 ORP + a_3 CNII)$$

kde

- $F$  – ukazatel kritických podmínek [-],
- $a$  – vektor vah [1,48876; 3,09204; 0,467171],
- $P_{p,r}$  – relativní hodnota velikosti přispívající plochy (vzhledem k max. 10 km<sup>2</sup>) [-],
- $I_p$  – hodnota průměrného sklonu přispívající plochy [%],
- $ORP$  – podíl plochy orné půdy [%],
- $CNII$  – hodnoty CNII pro území ČR,
- $H_{m,r}$  – relativní hodnota úhrnu jednodenních srážek s dobou opakování 100 let pro území ČR (vzhledem k max. 285,7 mm) [-].

Poskytovatelem dat pro stanovení CNII a  $H_{m,r}$  ve formátu ESRI GRID pro území ČR je Český hydrometeorologický ústav.



## Zpracování dat za ČR

Do výpočtu vstoupilo 37 952 ploch, které vyjadřují intravilán jednotlivých obcí (celkem: 6 248 obcí v ČR).

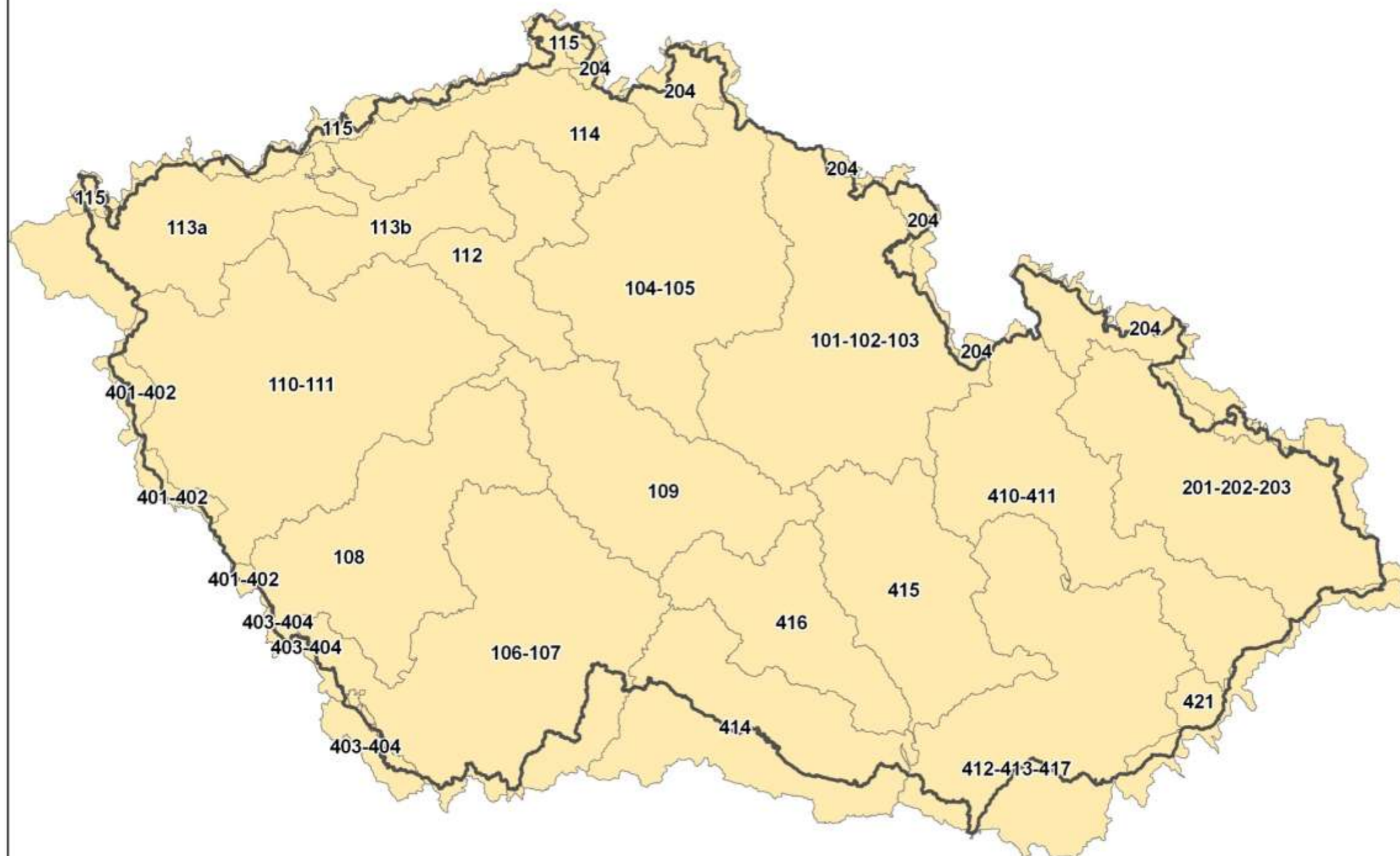
Definováno 35 437 kritických bodů s přispívající plochou  $\leq 10 \text{ km}^2$ .

### Uplatněny výběry KB podle kritérií:

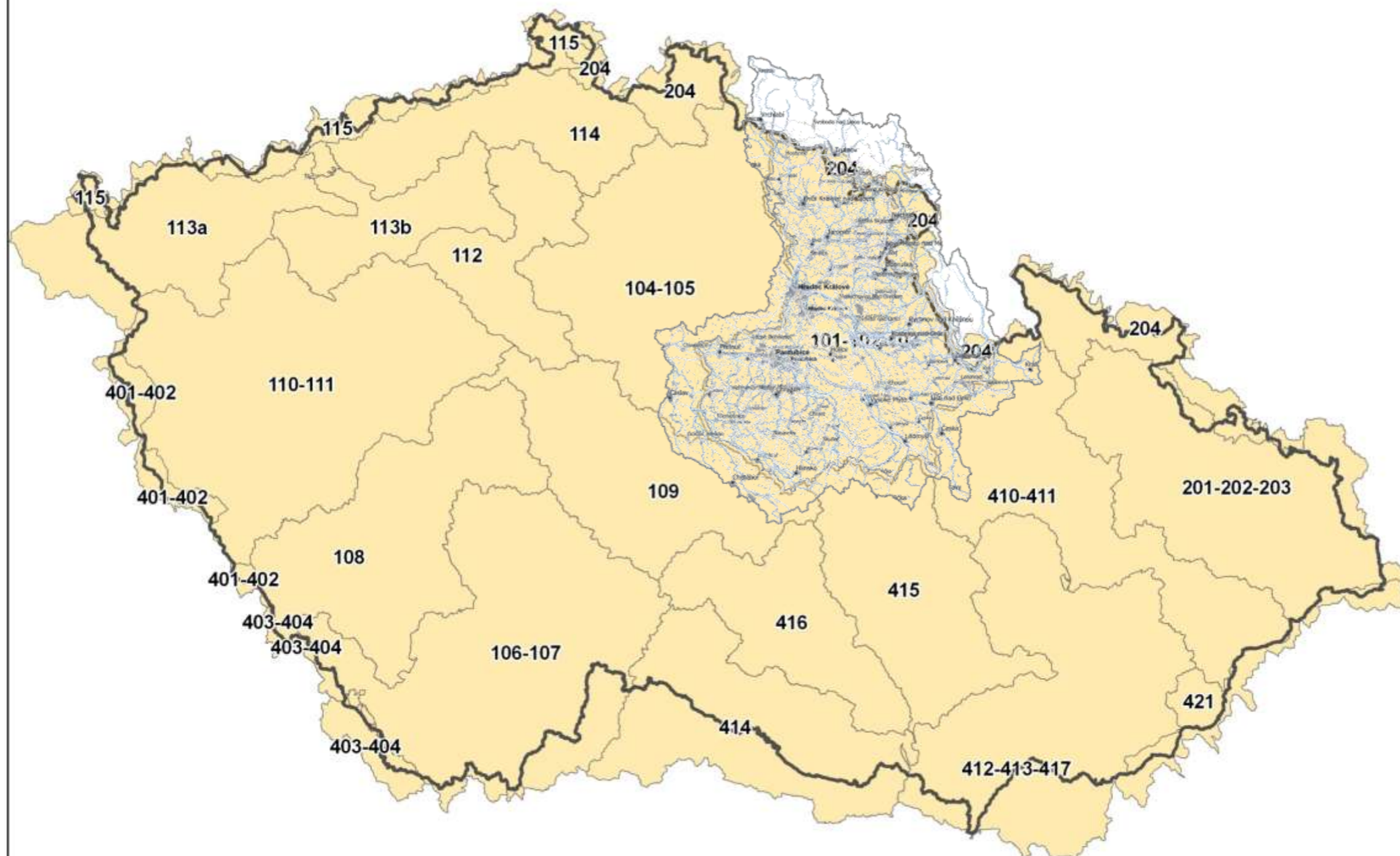
K1	velikost přispívající plochy	0,3 – 10,0 km <sup>2</sup> ,
K2	průměrný sklon přispívající plochy	$\geq 3,5 \%$ ,
K3	podíl plochy orné půdy v povodí	$\geq 40 \%$ ,
K4	ukazatel kritických podmínek	$\geq 1,85$ ,

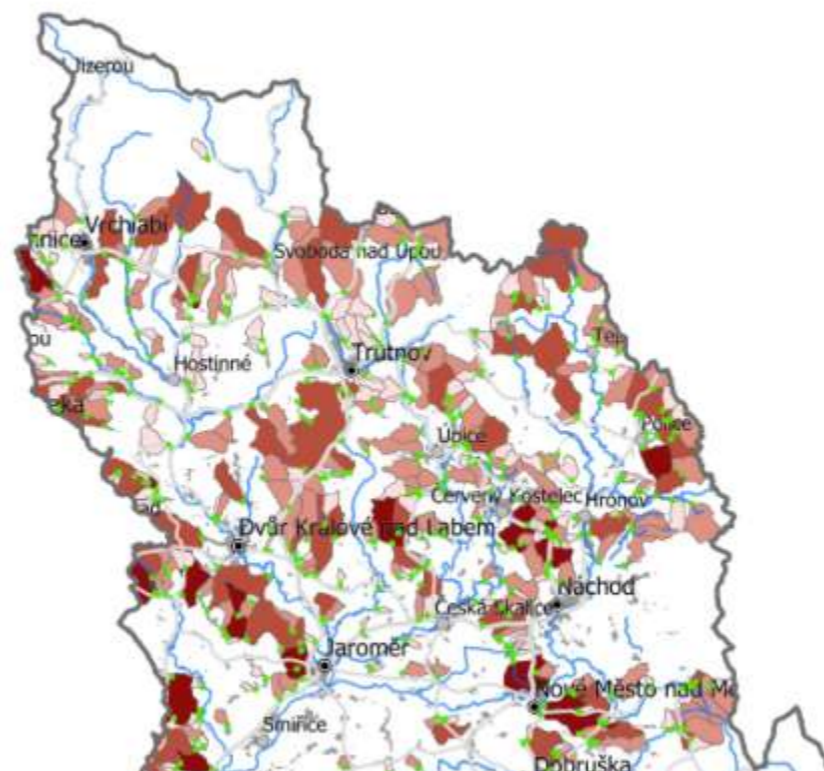
resp.

K1A.	velikost přispívající plochy	1,0 – 10,0 km <sup>2</sup> ,
K2A.	průměrný sklon přispívající plochy	$\geq 5 \%$ .



Povodí (skupiny povodí)	Plocha povodí (skupiny)	Počet KB celkem (sběrná plocha ≤ 10 km <sup>2</sup> )	Výběr podle kombinovaného kritéria - počet KB	Podíl vybraných KB	Rozloha sběrných ploch vybraných KB celkem	Podíl rozlohy vybraných sběrných ploch k celkové ploše povodí	Maximální hodnota ukazatele kritických podmínek
	[km <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[%]	[km <sup>2</sup> ]	[%]	[-]
101-102-103	7 254.002	3 895	1 046	26,9	1 827,036	25,2	83,6
104-105	6 459.578	3 332	672	20,2	1 157,396	17,9	87,5
106-107	8 098.831	1 964	492	25,1	1 015,297	12,5	79,9
108	5 164.765	2 053	602	29,3	1 162,898	22,5	63,1
109	4 521.317	2 042	675	33,1	1 141,299	25,2	80,7
110-111	8 854.220	3 545	955	26,9	1 751,520	19,8	81,6
112	2 290.779	1 566	311	19,9	609,679	26,6	93,7
113a	3 618.096	892	200	22,4	548,418	15,2	40,4
113b	2 240.885	1 013	249	24,6	491,543	21,9	99,5
114	2 849.422	1 732	405	23,4	888,440	31,2	61,8
115	1 481.821	222	54	24,3	144,399	9,7	18,5
201-202-203	5 833.159	2 777	717	25,8	1 352,605	23,2	92,1
204	3 464.952	1 030	323	31,4	697,257	20,1	59,6
401-402	785.050	50	9	18,0	48,438	6,2	23,6
403-404	618.124					0,0	
410-411	5 196.280	2 482	751	30,3	1 492,283	28,7	66,8
412-413-417	7 183.986	2 733	750	27,4	1 360,110	18,9	91,9
414	4 602.328	768	226	29,4	417,311	9,1	80,8
415	4 117.911	2 059	667	32,4	1 284,354	31,2	92,1
416	2 997.686	1 070	386	36,1	735,809	24,5	67,2
421	1 175.717	212	59	27,8	151,380	12,9	25,6
<b>Celkem</b>	88 808.909				18 277,472		
<b>Celkem za ČR</b>	78 867.810	35 437	9 549	26,9	18 277,472	23,2	99,5





Povodí (skupiny povodí)		101-102-103
Plocha povodí (skupiny)	[km <sup>2</sup> ]	7 254,002
Počet KB celkem (sběrná plocha $\leq 10$ km <sup>2</sup> )	[-]	3 895
Výběr podle kombinovaného kritéria - počet KB	[-]	1 046
Podíl vybraných KB	[%]	26,9
Rozloha sběrných ploch vybraných KB celkem	[km <sup>2</sup> ]	1 827,04
Podíl rozlohy vybraných sběrných ploch k celkové ploše povodí	[%]	25,2
Maximální hodnota ukazatele kritických podmínek	[-]	83,6

## ZÁVĚRY a doporučení

### Dílčí závěry – terénní šetření v pilotních povodích:

1. Neprokázala se přítomnost erozně nebezpečných plodin ve výrazném plošném zastoupení
  - tento stav je možno považovat za víceméně náhodný vzhledem k posledním trendům pěstování širokořádkových plodin, způsobený zřejmě vlivem osevní rotace, kdy kukuřice na těchto pozemcích byla pěstována v předchozích letech, a vzhledem k cenám na trhu komodit;
  - je nezbytné klást důraz na důsledné uplatňování optimálně nastavených zásad správné zemědělské praxe (GAYEC).
2. Odtokové poměry v povodí zhoršovala nekoncepční zatrubnění hydrolinií na vstupu do intravilánu spolu s nedostatečně nadimenzovanými vtokovými objekty, které byly navíc opatřeny nevhodně situovanými česly.
3. V posuzovaných kritických bodech byl dotčen majetek zaplavením, příp. poškozen transportovanými splaveninami, nicméně k destrukci objektů došlo v dolních úsecích toků Luny a Jičínky, tj. po koncentraci povrchového odtoku.
4. S výjimkou pozemků s erozně nebezpečnými plodinami nebylo zjištěno výrazné poškození půdy vodní erozí ani v drahách soustředěného odtoku.
5. Ke zmírnění dopadů povodňové situace v pilotních oblastech přispělo zejména nízké procento ploch zemědělské půdy využívaných k pěstování širokořádkových erozně nebezpečných plodin.

## ZÁVĚRY a doporučení

**Postup vizualizace stupně potenciálních dopadů povodňového nebezpečí z přívalových srážek** ~ semikvantitativní vyjádření míry rizik pro zastavěná území obcí.

**Podstata metodického návodu** - návrh postupu identifikace tzv. kritických bodů (KB) a ploch rozhodujících z hlediska tvorby soustředěného povrchového odtoku z přívalových srážek a s nepříznivými účinky pro zastavěné části obcí.

### **Vymezení kritických míst v rámci celé ČR**

- výchozí materiál pro hledání vhodné „národní“ strategie vedoucí ke zmírnění ohrožení,
- využití v prognózní praxi,
- podklad pro tvorbu povodňových a krizových plánů a pro návrhy dalších opatření,
- informace pro zpracovatele územně plánovacích dokumentací, pozemkových úprav a plánů povodí.

Nastavení kategorizace KB pro doplnění metodiky předběžného vymezení významných povodňových rizik...



**Děkuji za pozornost!**

Ing. Karel Drbal, Ph.D.  
karel\_drbal@vuv.cz