

# FARMAKA POD DROBNOHLEDEM

## specifická denní produkce, vliv hotspots a úrovně čištění OV

VÚV  
TGM



Daniel Fiala, Pavel Rosendorf, Miroslav Váňa, Lada Stejskalová a Lenka Matoušová

[daniel.fiala@vuv.cz](mailto:daniel.fiala@vuv.cz)

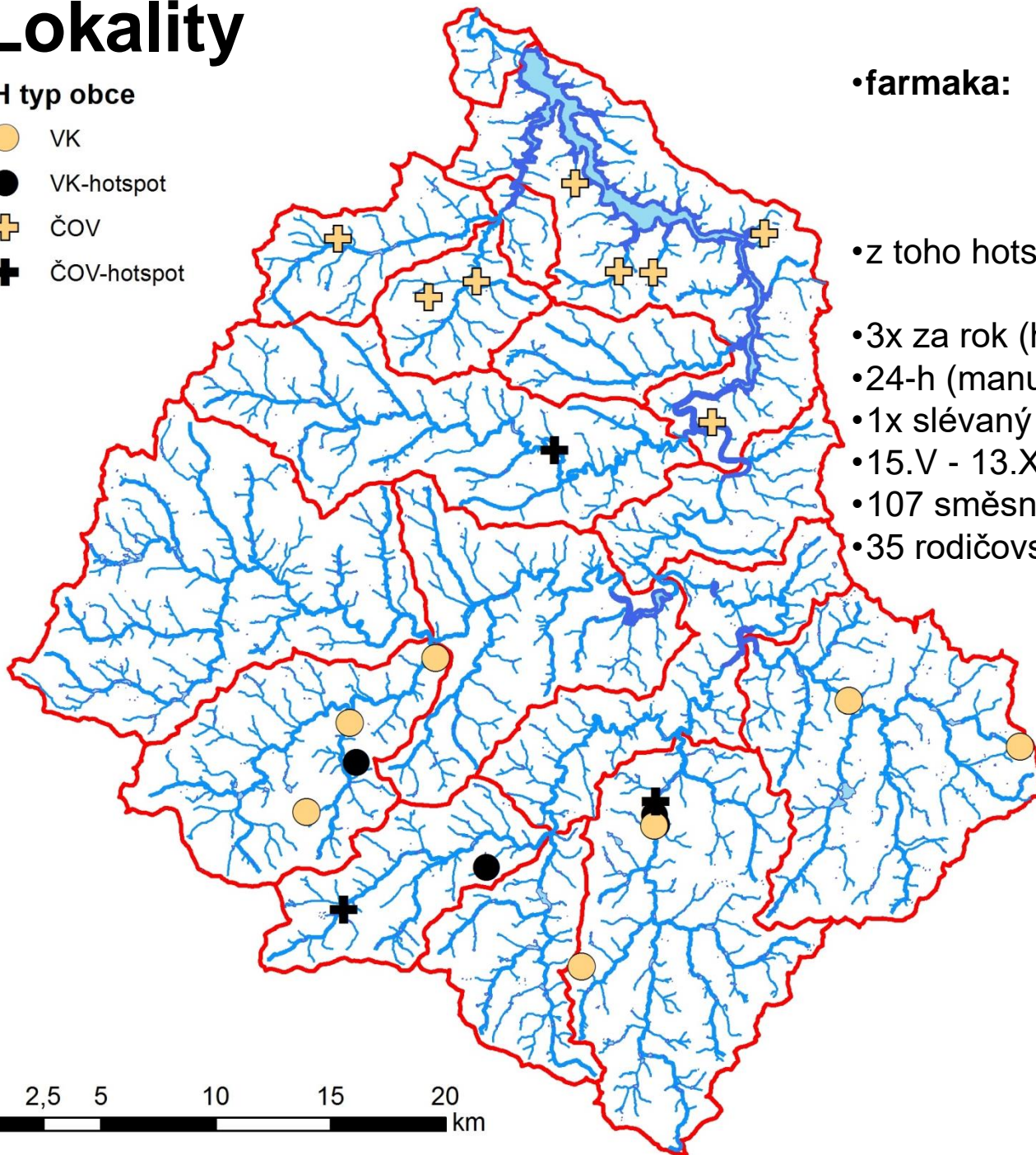
# Úvod

- Hlavním výstupem projektu MV ČR „Ochrana kritické infrastruktury - vodního zdroje Želivka - před účinky **PPCP** a pesticidů v podmínkách dlouhodobého sucha“ je **bilanční model povodí**.
- Proto bylo v první fázi „měření zdrojů“ hlavním cílem zjistit:
  - i. závislost denní produkce  $F$  na počtu obyvatel
  - ii. vztah a míru redukce  $F$  v závislosti na typu ČOV a nakládání s OV (VK vs. ČOV)
  - iii. zda přítomnost hot-spots systematicky ovlivňuje emise  $F$  v dané obci

# Lokality

## VH typ obce

- VK
- VK-hotspot
- ⊕ ČOV
- ⊕ ČOV-hotspot



# Metody

## •farmaka:

8 obcí VK  
11 obcí ČOV in/out  
Pelhřimov +3 profily  
**celkem 30+3 profily**

## •z toho hotspots:

1x nemocnice (PE)  
5x DD

- 3x za rok (hydrologická sezóna)
- 24-h (manuálně VK, autosampler ČOV)
- 1x slévání (PPCP LC/MS-MS)
- 15.V - 13.XII 2017 (23 odběr. dnů)
- 107 směsných vzorků (**90 dataset**)
- 35 rodičovských látek a 10 metabolitů

## ČOV Dolní Kralovice (713 obyvj.)



0 2,5 5 10 15 20 km

# Výsledky & diskuse



Profil/kolo	1. (27. VI)	2. (8. VIII)	3. (23. X)	4. (14. XI)	Průměr [%]
A – přítok ČOV	75	100	100	92	92
B – odtok ČOV	100	100	100	100	100
C – Domov pro seniory	80	100	100	100	95
D – nemocnice	100	42	42	0	46
E – město	0	75	30	100	51
<b>Celkem [%]</b>	<b>355</b>	<b>417</b>	<b>372</b>	<b>392</b>	

# Výsledky & diskuse



Tomice (136 obyvv.)

0) vyřazení vzorků



odtok z ČOV – 21.XI 2017 únik kalu z DN do odtoku

# Obecné hodnocení:

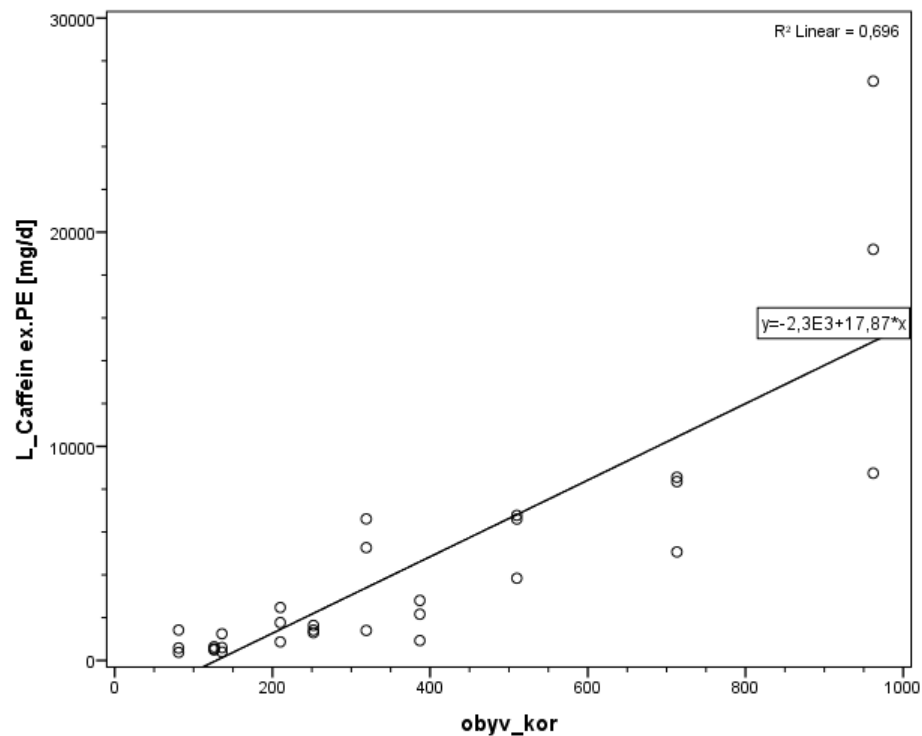
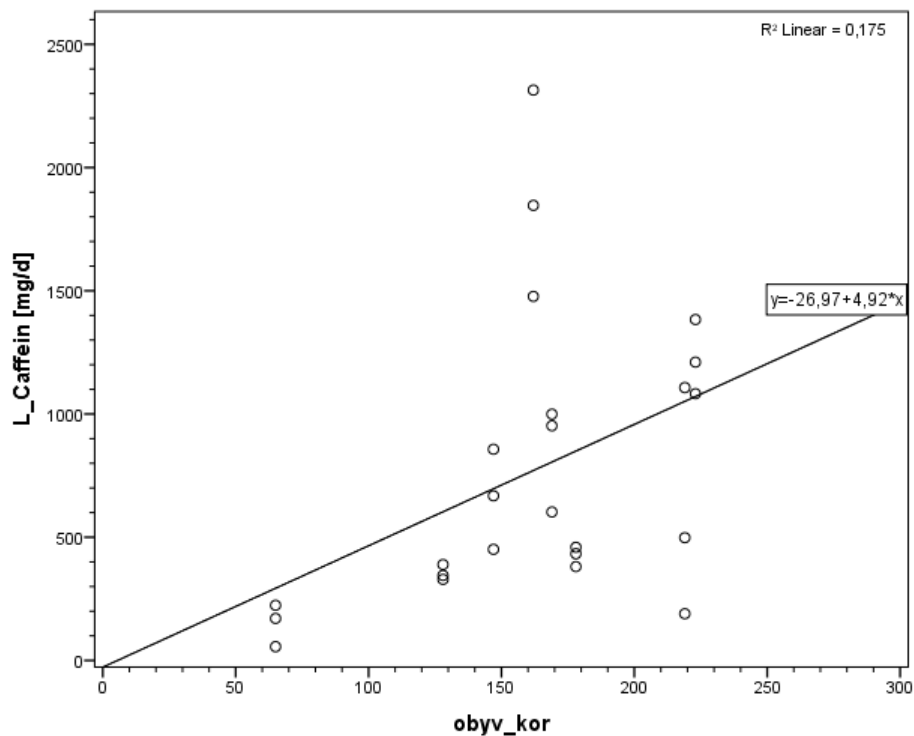
## 1) počty látek

## 2) koncentrace (ng/L)

35 farmak (90 vzorků) profil	m.s. ng/L	počet			median			max		
		ČOV in	ČOV out	VK	ČOV in	ČOV out	VK	ČOV in	ČOV out	VK
Hydrochlorothiazide	50	33	33	24	<b>2 400</b>	<b>2 400</b>	1 550	11 000	16 000	4 400
Metoprolol	10	33	33	24	1 130	583	821	4 570	2 120	12 300
Furosemide	50	33	33	23	1 200	750	1 000	7 200	4 600	11 000
Tramadol	10	33	33	23	1 200	<b>1 300</b>	500	4 600	5 400	3 900
Diclofenac	20	33	32	23	1 400	1 200	880	10 000	7 300	4 200
Ibuprofen	20	33	31	24	<b>8 300</b>	550	<b>4 750</b>	<b>56 000</b>	4 100	<b>79 000</b>
Gabapentin	10	32	32	21	2 300	1 200	<b>4 600</b>	<b>97 000</b>	<b>35 000</b>	<b>93 000</b>
Paracetamol	10	33	29	23	<b>14 000</b>	110	<b>2 500</b>	40 000	2 800	<b>75 000</b>
Atenolol	10	32	31	15	735	110	100	6 500	2 100	1 500
<b>Clarithromycin</b>	10	27	25	22	71	95	73	10 000	3 300	7 700
Venlafaxine	10	27	27	19	400	310	450	2 100	1 800	9 800
Karbamazepin	10	26	25	17	265	350	120	<b>51 000</b>	<b>46 000</b>	810
Ketoprofen	10	28	22	14	180	34	92	4 400	770	1 300
<b>Azithromycin</b>	10	23	26	14	85	78	39	5 100	780	550
<b>Trimetoprim</b>	10	22	24	14	150	79	33	2 000	1 500	410
Naproxene	50	22	18	18	1 100	200	1 500	29 000	2 600	15 000
Sulfapyridin	10	19	20	14	380	240	185	3 800	2 900	9 900
Sertraline	10	20	18	14	27	15	34	62	50	530
Warfarin	10	23	16	7	21	15	18	75	31	64
<b>Sulfamethoxazol</b>	10	18	17	7	275	130	65	3 500	2 300	1 200
Metformin	20	0	33	0	NA	<b>1 900</b>	NA	NA	<b>50 000</b>	NA
Ranitidine	10	13	11	7	230	29	31	1 200	390	370
<b>Sulfamethazin</b>	10	13	9	8	21	16	24	66	98	890
<b>Erythromycin</b>	10	9	10	2	26	19	94	130	110	170
<b>Chloramphenicol</b>	20	9	8	4	100	71	84	340	280	170
<b>Sulfanilamide</b>	50	1	13	5	62	100	170	62	290	610
Oxcarbazepine	10	8	6	3	28	48	57	1 000	2 200	63
Iohexol	50	9	1	2	120	75	90	390	75	110
<b>Roxithromycin</b>	10	5	3	3	38	28	48	65	130	1 000
Iopromide	50	5	3	2	250	610	2 426	680	780	4 800
<b>Peniciline G</b>	10	3	4	0	16	20		50	150	
Gemfibrozil	10	2	0	2	28		13	33		14
Iopamidol	50	1	1	0	310	150		310	150	
Bezafibrate	10	1	0	0	11			11		
<b>Sulfamerazine</b>	10	0	0	0						

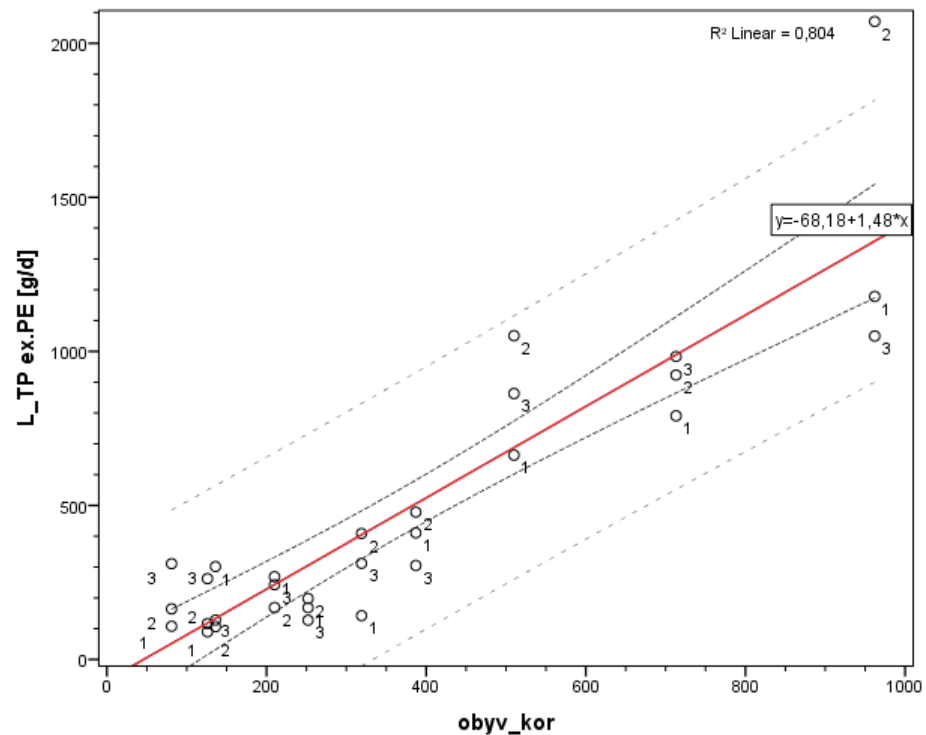
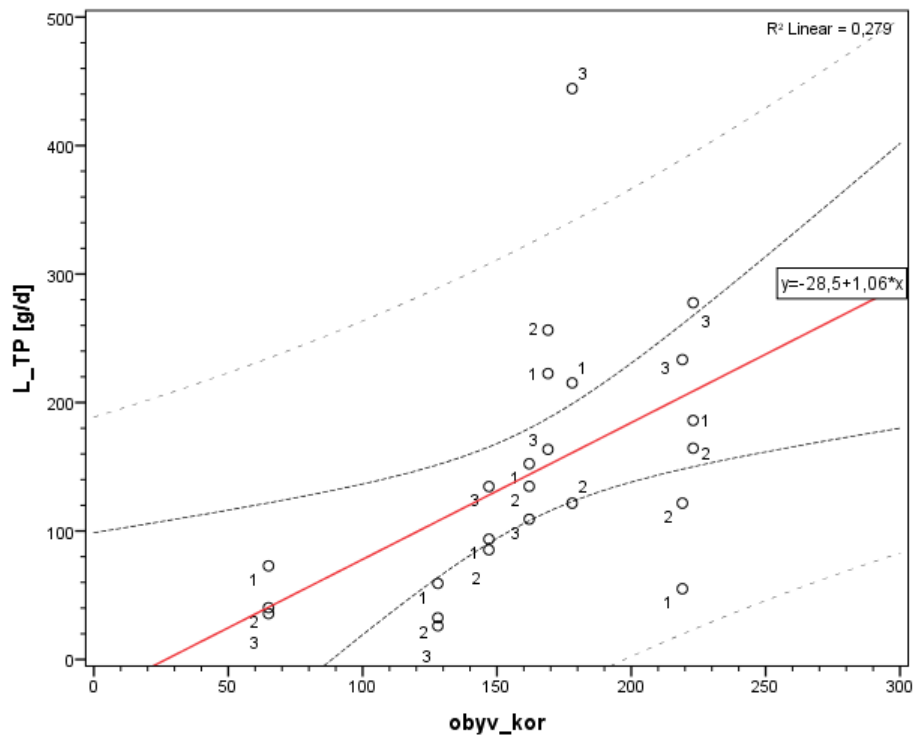
### 3) denní ‚produkce‘ v závislosti na velikosti sídla (mg/den) VK x ČOV

statistické faktory ovlivňující korelaci a jejich interpretace

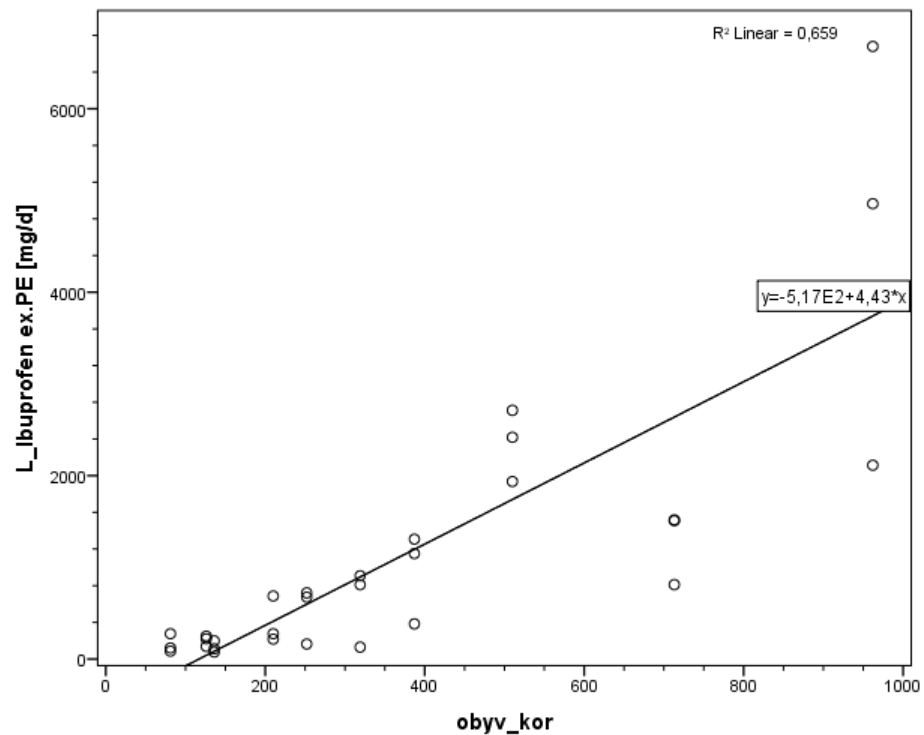
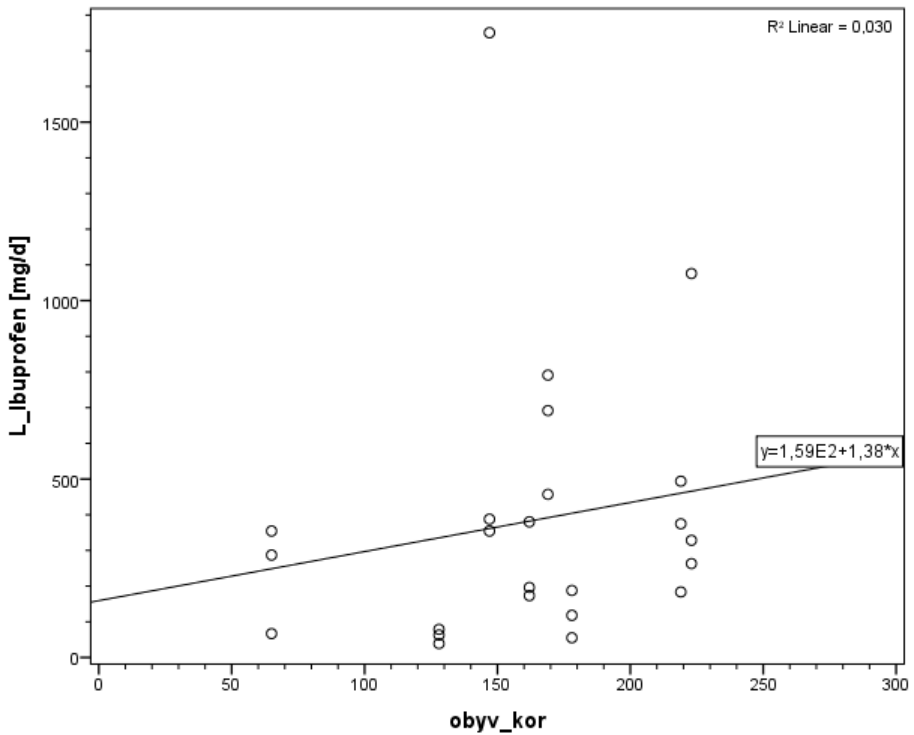
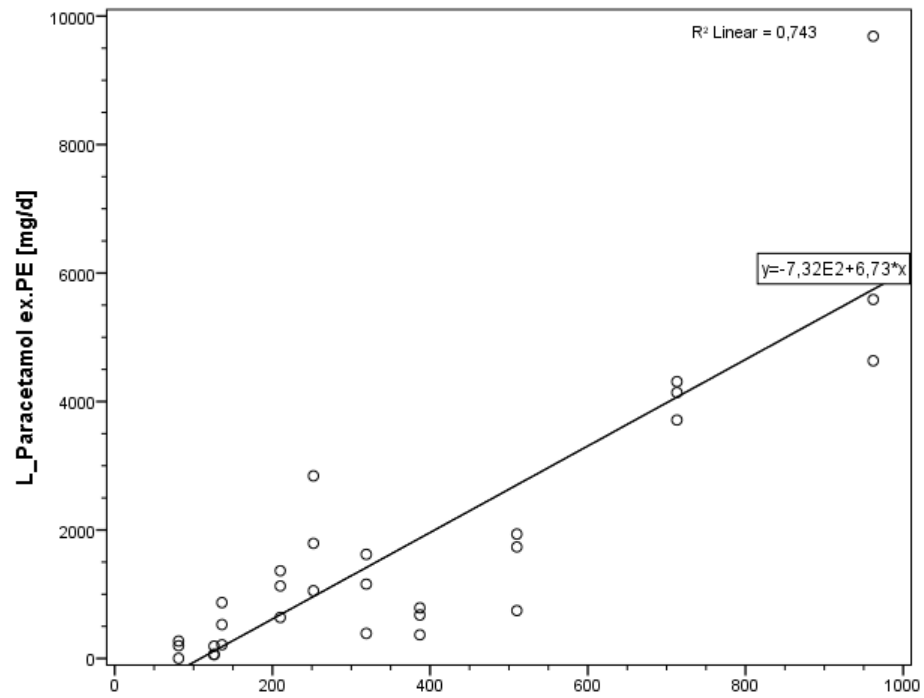
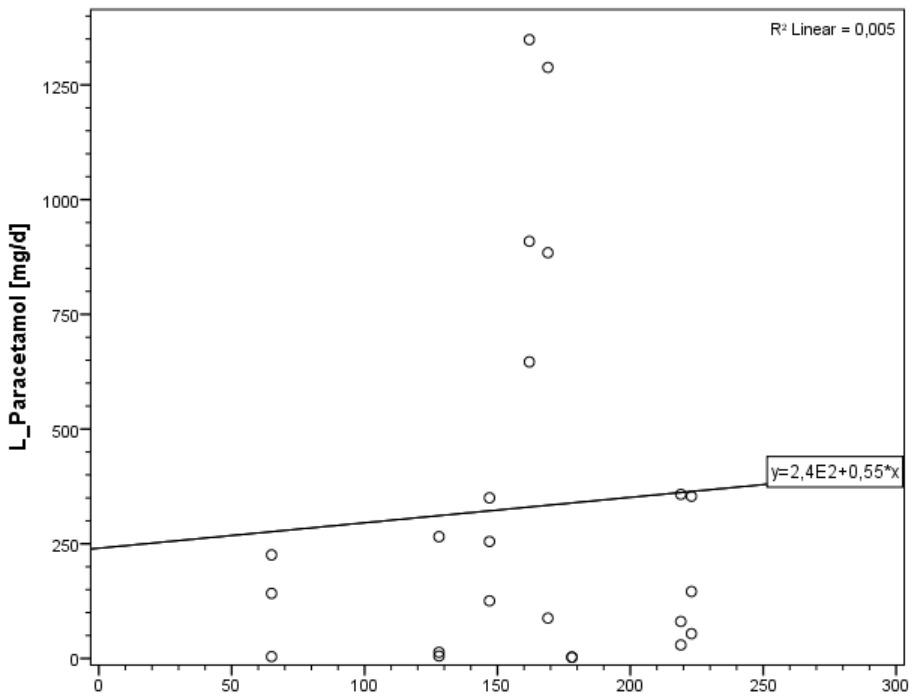


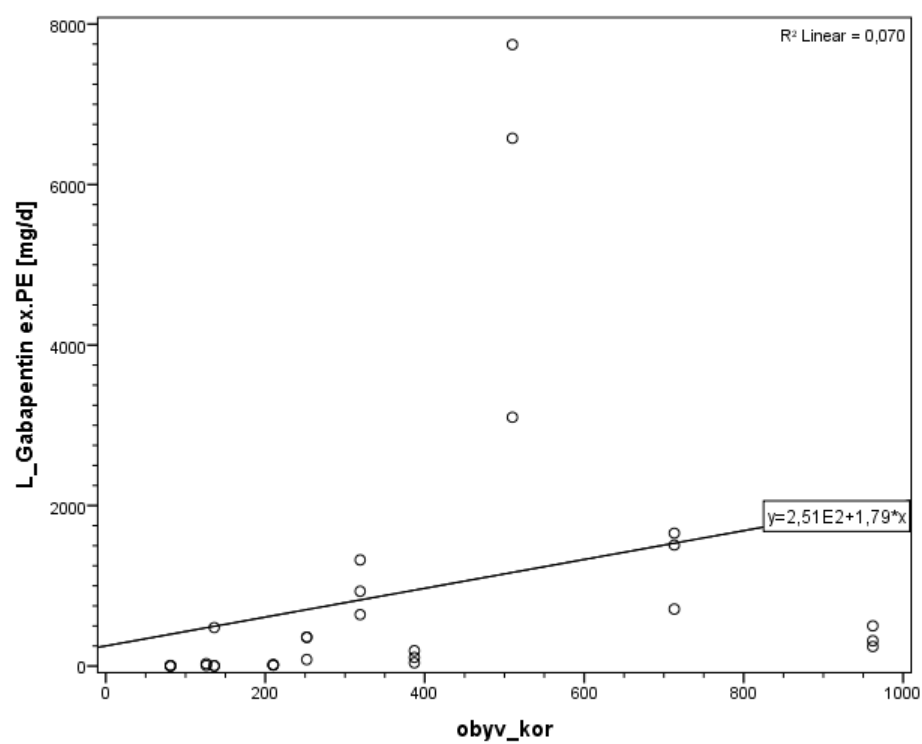
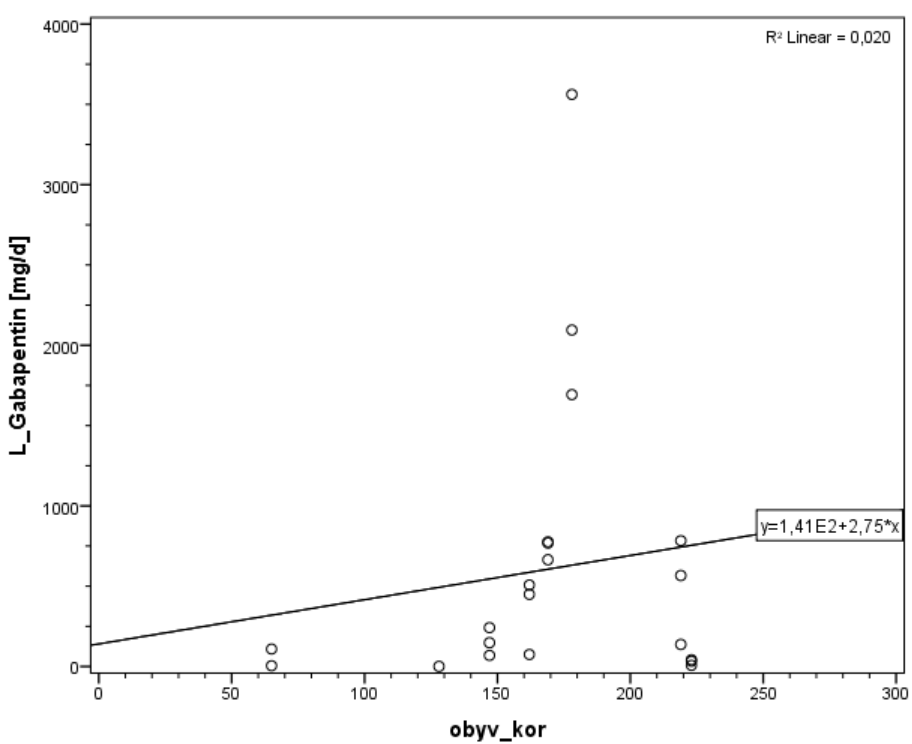
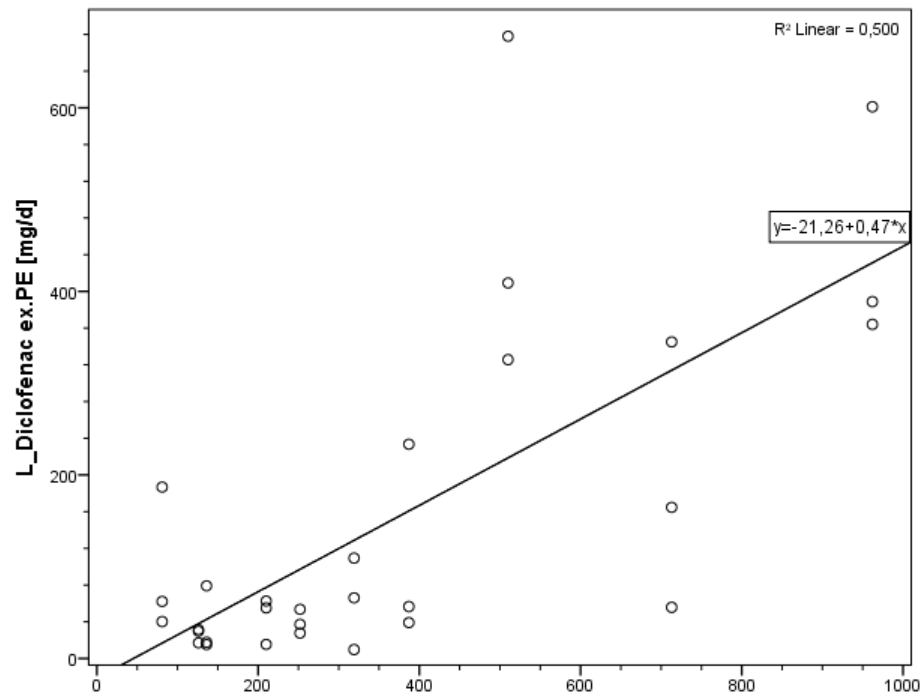
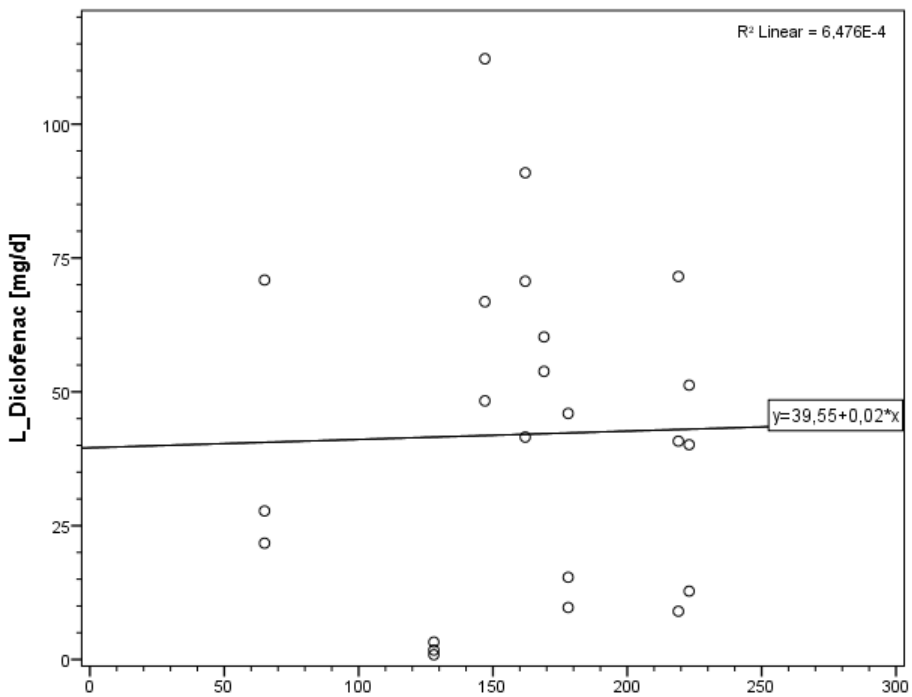
### 3) denní ‚produkce‘ v závislosti na velikosti sídla (mg/den) VK x ČOV

referenční hodnoty pro fosfor

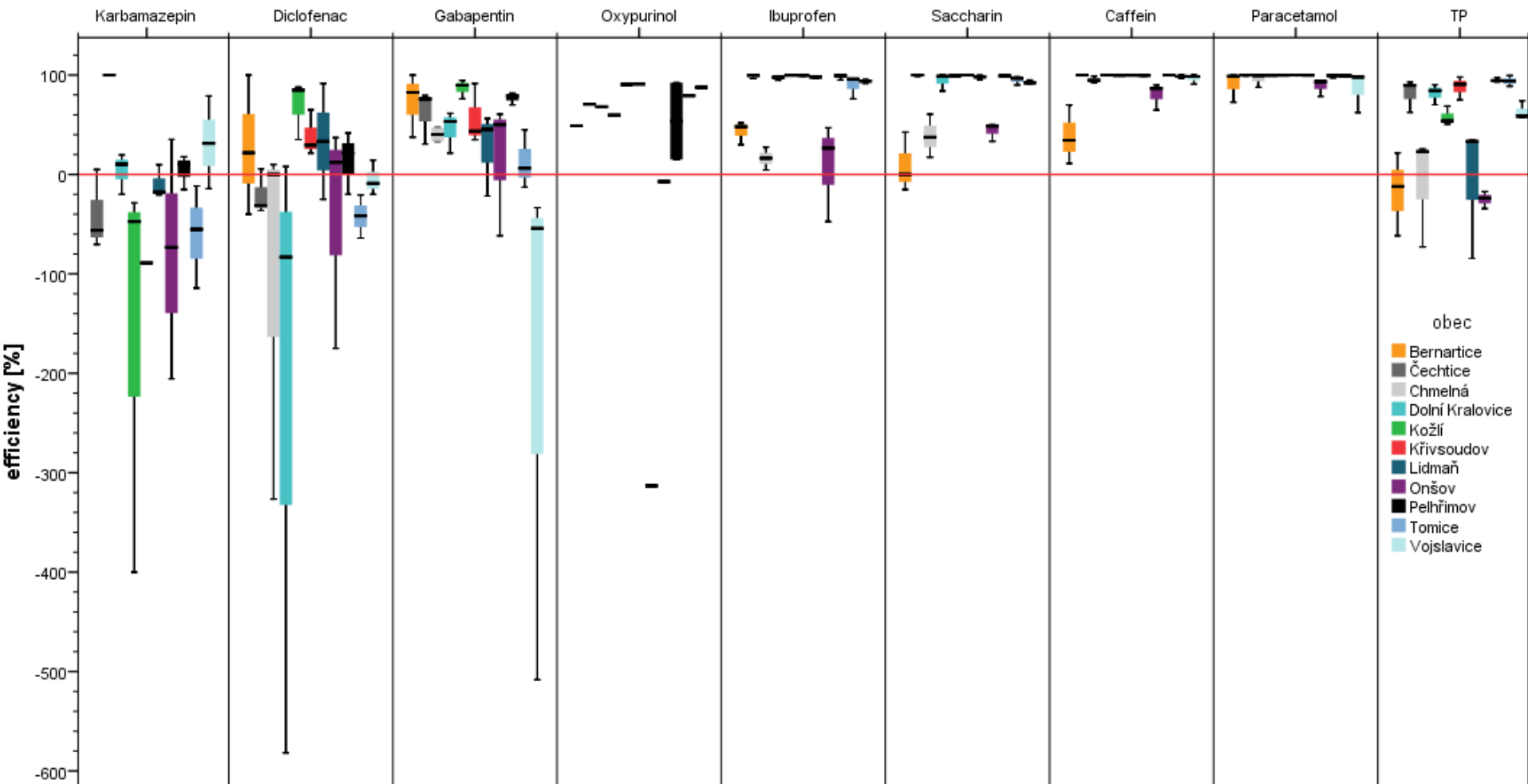




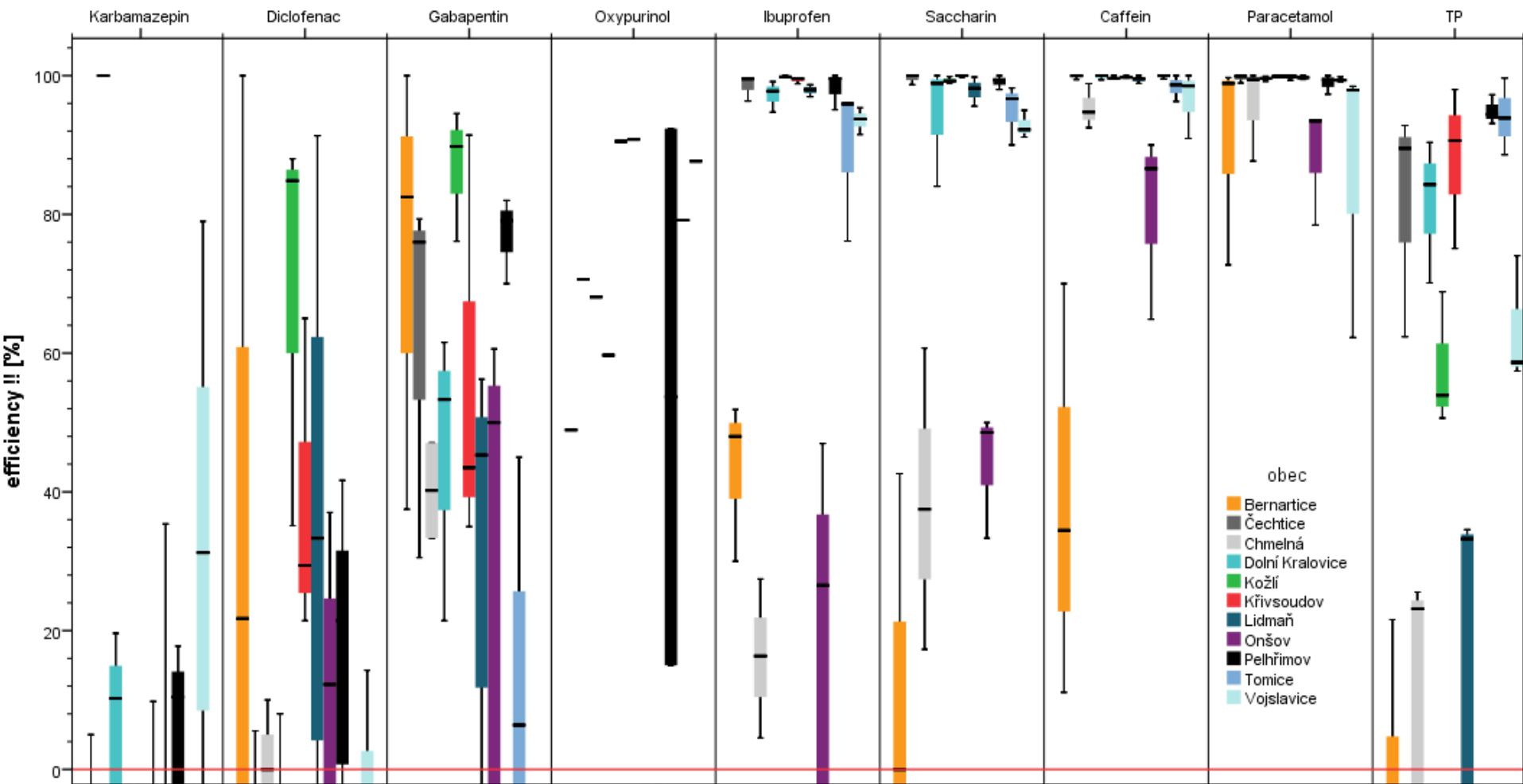




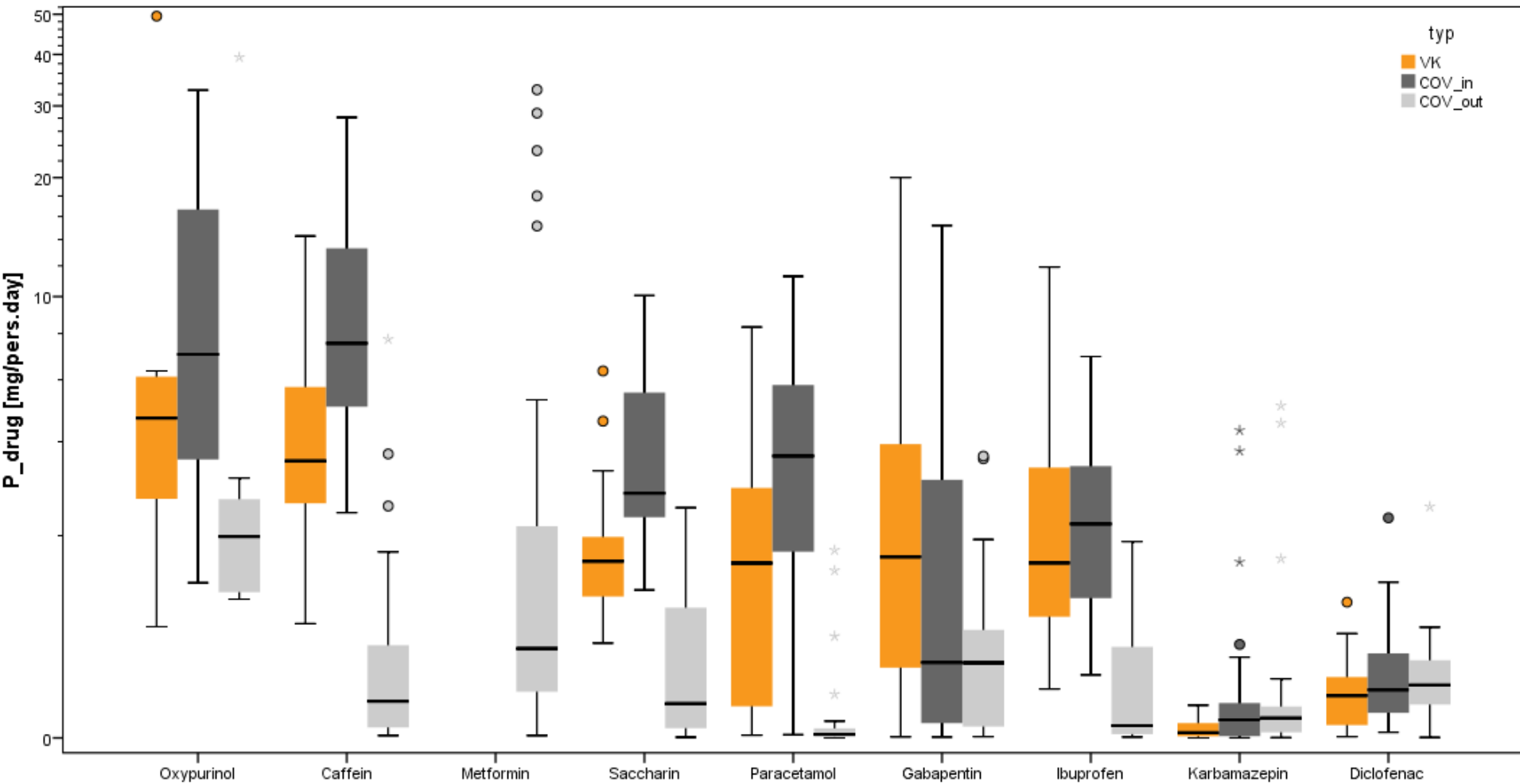
#### 4) koeficient ‚redukce‘ v závislosti na čištění OV (%)



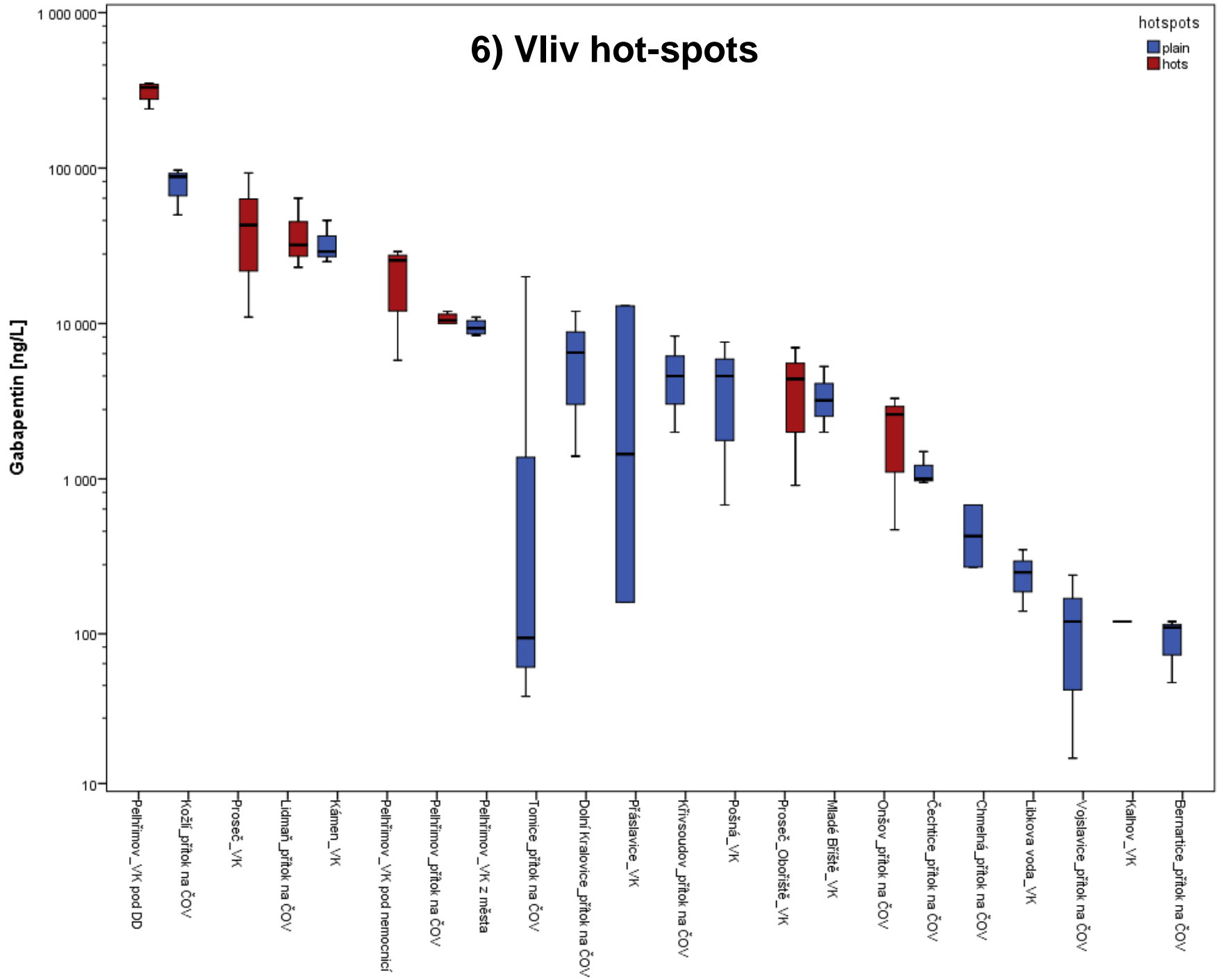
# 4) koeficient ‚redukce‘ v závislosti na technologii ČOV (%) - detail



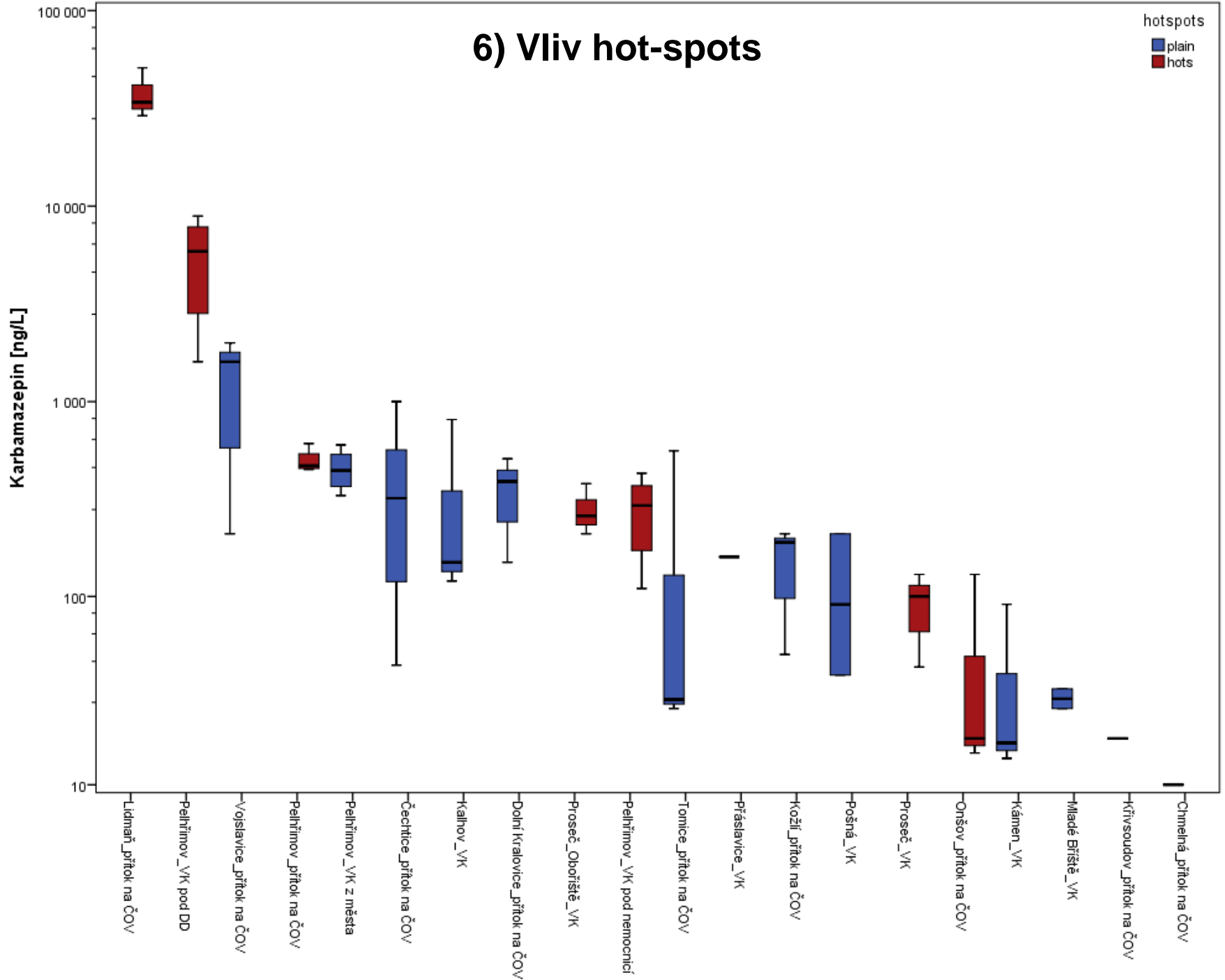
## 5) koeficient ‚redukce‘ v závislosti na nakládání s OV (mg/os.den) VK x ČOV



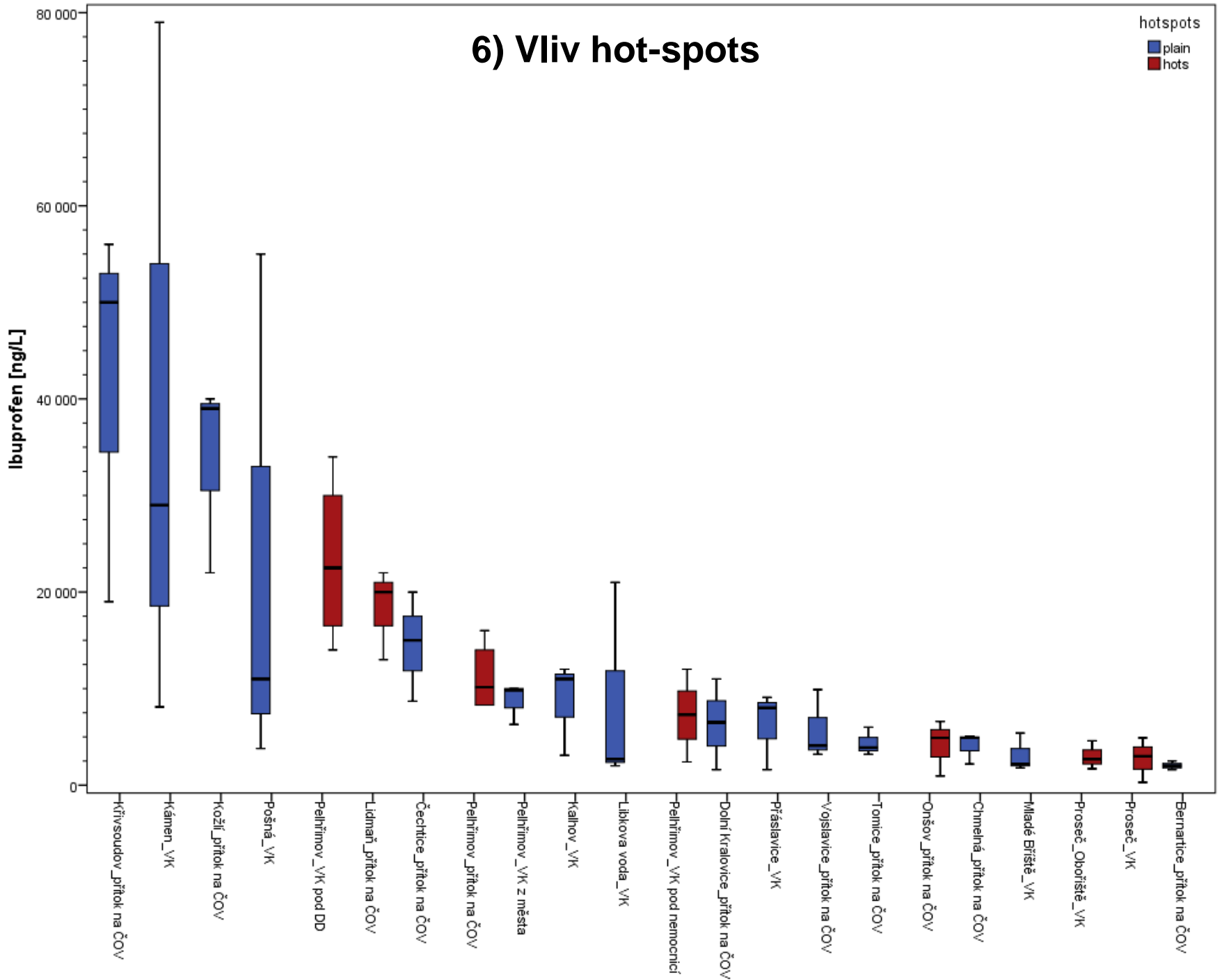
# 6) Vliv hot-spots



# 6) Vliv hot-spots

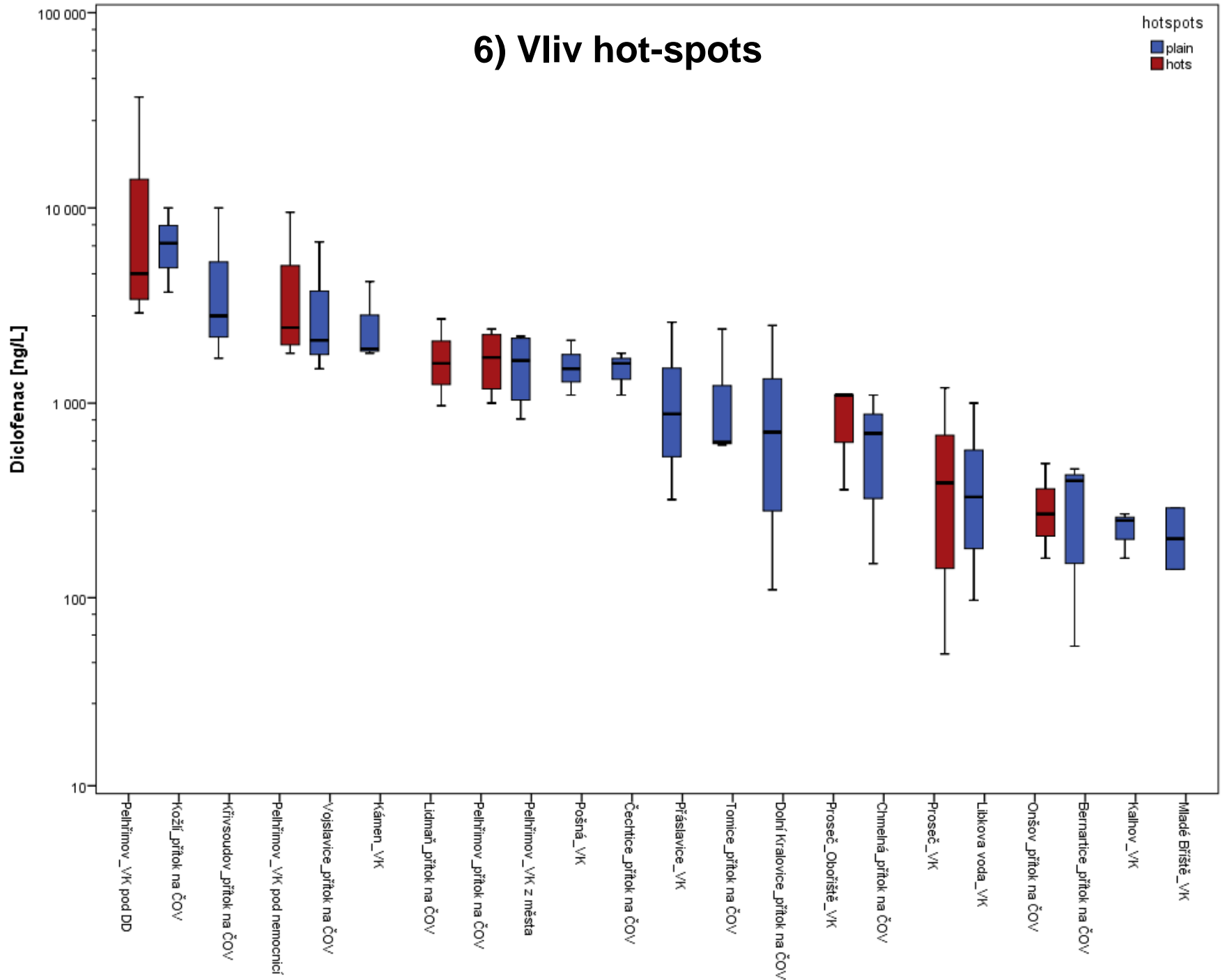


## 6) Vliv hot-spots

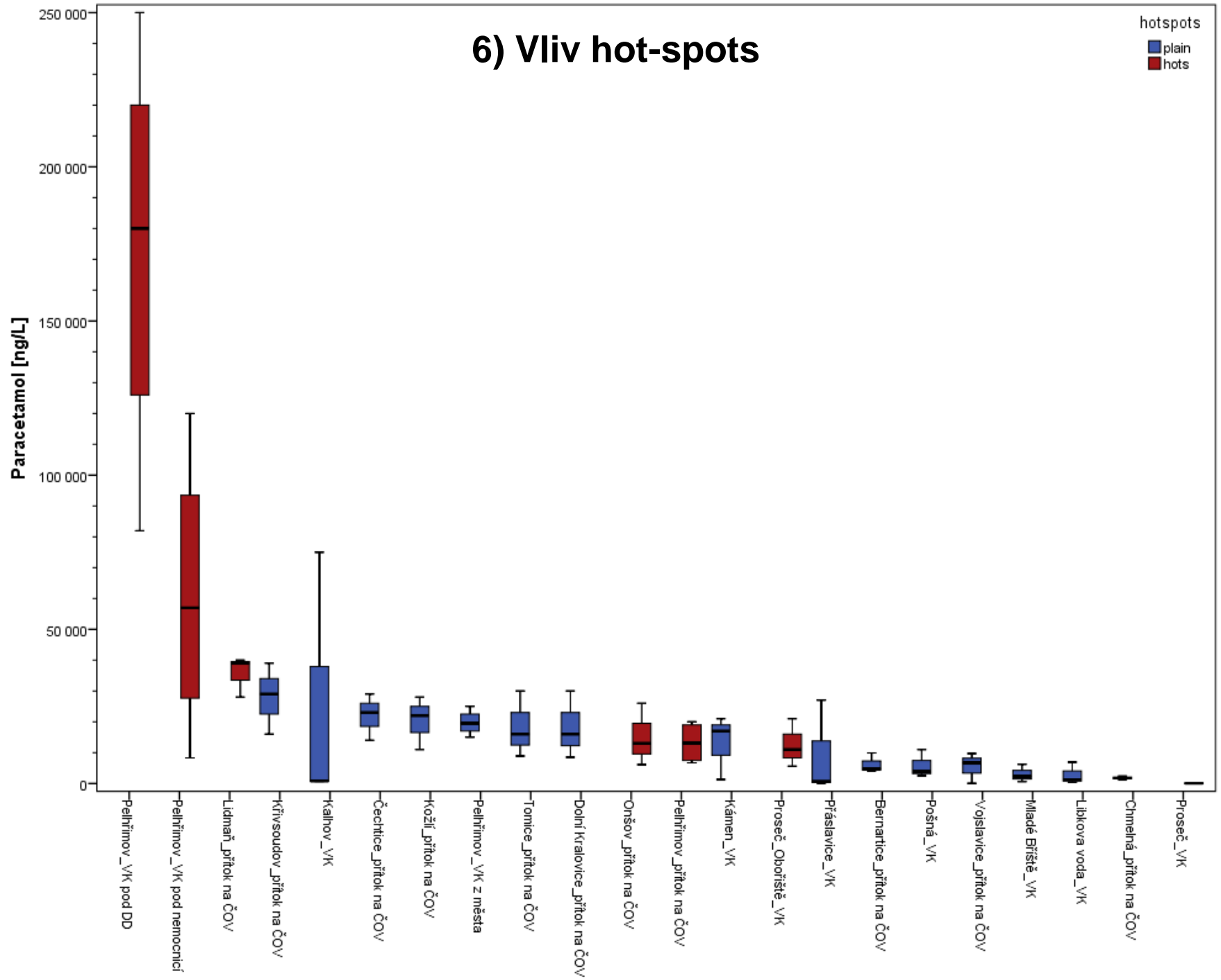




## 6) Vliv hot-spots



## 6) Vliv hot-spots



# Závěry

- V obcích vybavených **ČOV** platí prediktivní závislost odnosu vybraných farmak (paracetamol, ibuprofen, diklofenak) na počtu obyvatel
- Obce s volnou výustí (**VK**) se zásadním způsobem liší, proto nelze spolehlivě predikovat ani emise nejčastějších F
- Pro vybraná farmaka (paracetamol, ibuprofen, oxypurinol) byla potvrzena vysoká **účinnost odstranění** na běžné mechanicko-biologické ČOV, resp. zjištěny jejich **charakteristické hodnoty**
- Farmaka vykazující nízké či negativní účinnosti nelze bez detailní znalosti sorpce a osudu metabolitů hodnotit (de-konjugace)
- Mezi **hot-spots** a běžnými obcemi jsme nenalezli predikovatelný ani charakteristický rozdíl, ale jejich známost zlepšuje interpretaci vysokých hodnot tam zaznamenaných
- Vzhledem k reprezentativnímu výběru obcí jsou kvantitativní výsledky zobecnitelné pro větší celky v rámci ČR

# Děkuji za pozornost



VÚV  
TGM

**Poděkování:** Mgr. Milanu Koželuhovi a kolegům z Povodí Vltavy, s.p. za analýzu farmak. Vojtovi Mrázkovi a ing. Jiřímu Kučerovi děkujeme za pomoc v terénu a personálu našich laboratoří za osobní nasazení. Zpracováno za podpory MV ČR „Ochrana kritické infrastruktury - vodního zdroje Želivka - před účinky PPCP a pesticidů v podmínkách dlouhodobého sucha“ (projekt VI20172020097).

VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
VODOHOSPODÁŘSKÝ  
T.G. MASARYKA

**Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.**

Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6 | +420 220 197 111 | info@vuv.cz, www.vuv.cz,

**Pobočka Brno** | Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno-Královo Pole | +420 541 126 311 | info\_brno@vuv.cz,

**Pobočka Ostrava** | Macharova 5, 702 00 Ostrava | +420 595 134 800 | info\_ostrava@vuv.cz