

Kvalita ovzduší v zóně Jihovýchod

Radek Vít

Líšeňská 33a, Brno, 636 00
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

8. 10. 2024

MOTIVACE

- **Návaznost na projekt podpořený z výzvy 2A „Tromso“ z programu „Životní prostředí, ekosystémy a změna klimatu“ financovaného z Norských fondů**
- Polycyklické aromatické uhlovodíky mají závažné dopady na zdraví člověka
- Zdrojem jsou spalovací procesy – lokální topeniště, průmysl, doprava
- **Benzo[a]pyren je prokázaný lidský karcinogen**
- Jeho koncentrace na mnoha měřicích stanicích imisního monitoringu v České republice překračují imisní limit daný zákonem č. 201/2012 Sb.

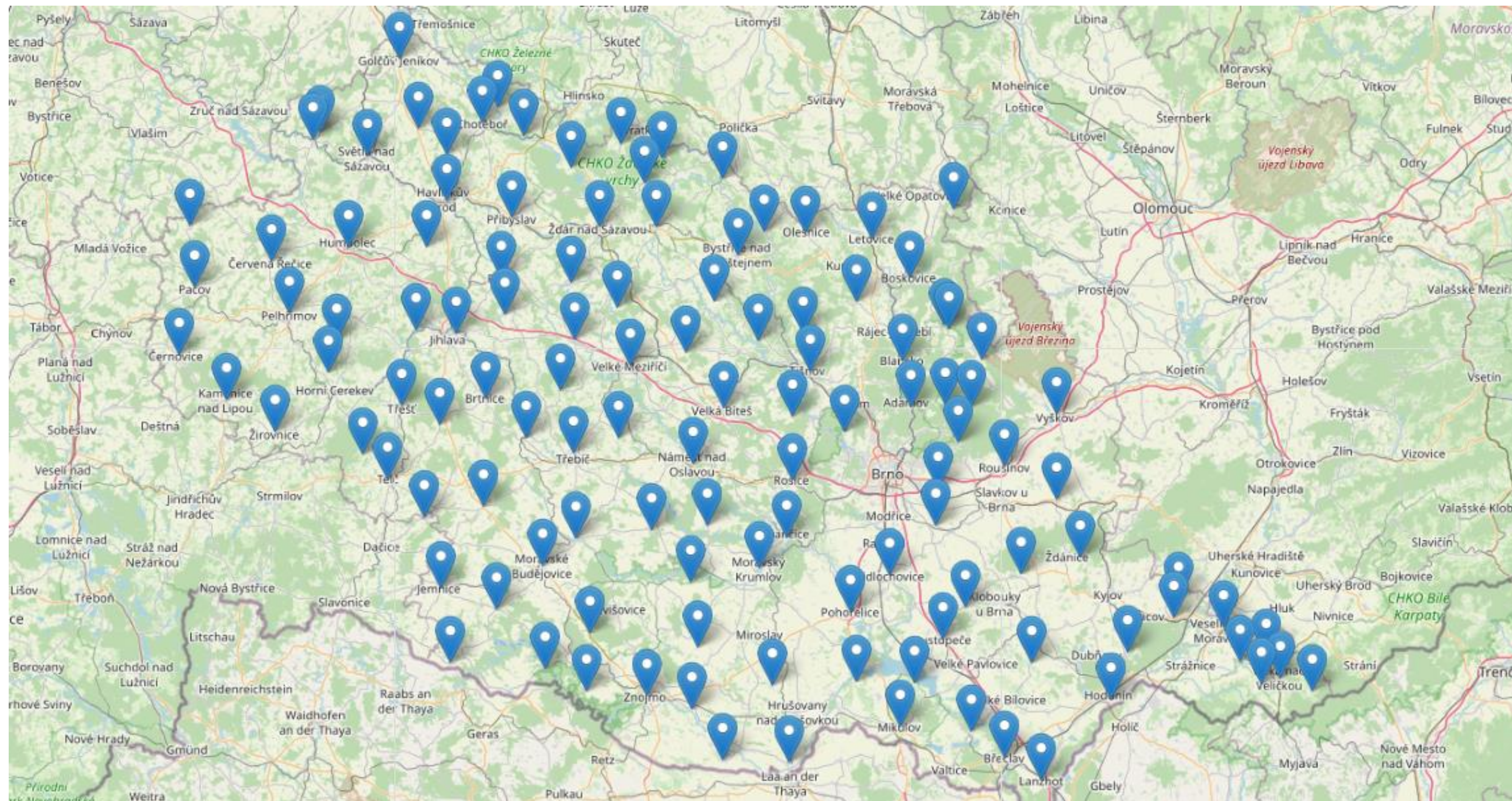


CÍL

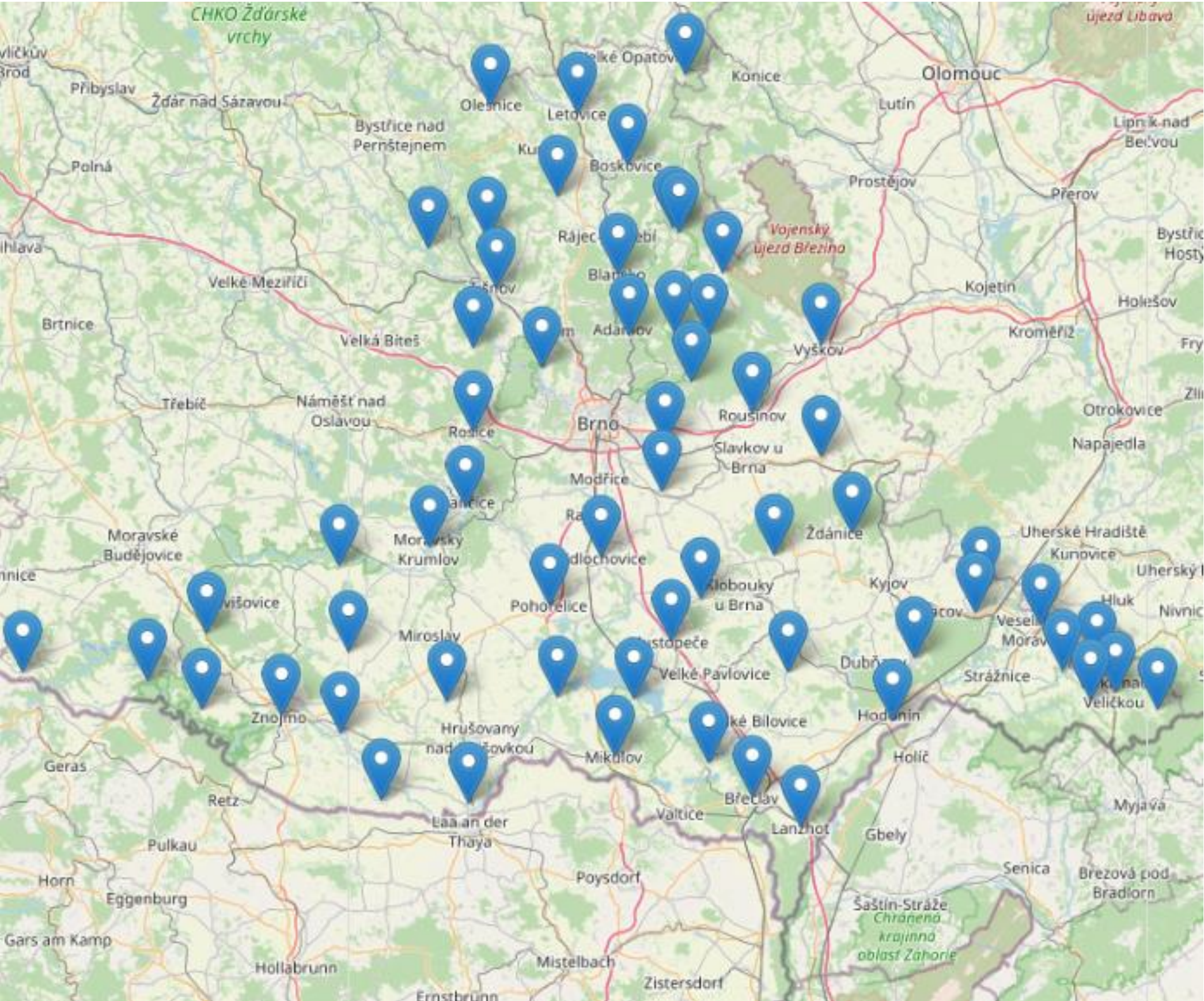
- Detailní zpracování výsledků projektu PAUPZKO s využitím statistických metod
 - Vzorky odebrány ze 120 lokalit na území VYS a JMK
 - Celkem odebráno v průběhu dvou let 2160 vzorků (PM_{10} , BaP, 16 EUPAH, meteo)
 - Identifikace potencionálních zdrojů znečištění ovzduší



LOKALITY

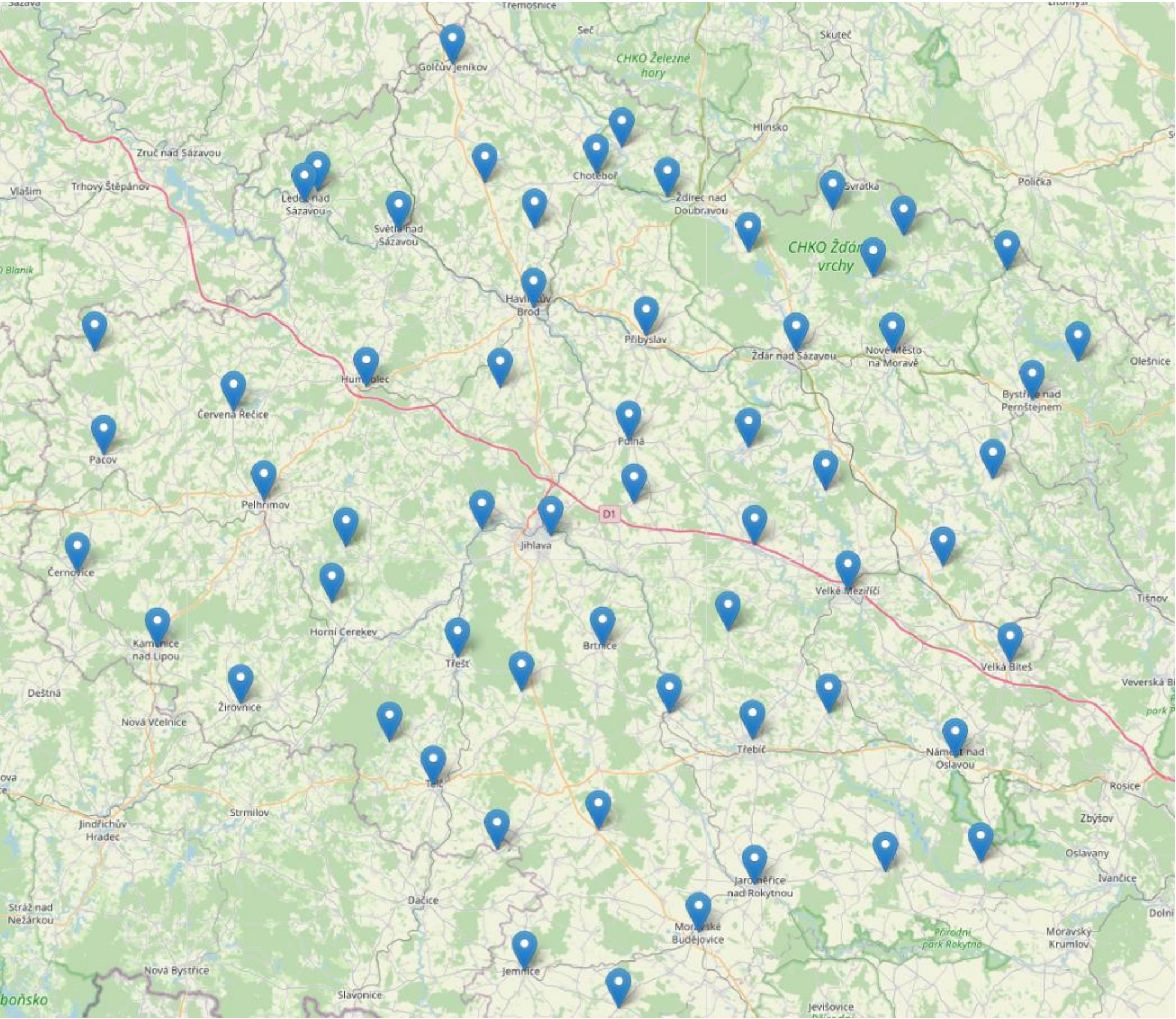


LOKALITY JIHOMORAVSKÝ KRAJ



1	Veselí nad Moravou	21	Vyškov	41	Lukov - NP
2	Bučovice	22	Blansko	42	Znojmo
3	Domanín	23	Tišnov	43	Mikulov
4	Hrubá Vrbka	24	Skryje	44	Šlapanice
5	Nová Lhota	25	Boskovice	45	Moravský Krumlov
6	Tasov	26	Rousínov	46	Rosice
7	Louka	27	Letovice	47	Ivančice
8	Velká nad Veličkou	28	Sloup	48	Pohořelice
9	Hodonín	29	Bukovinka - EVL	49	Židlochovice
10	Čejkovice	30	Adamov - EVL	50	Vranov nad Dyjí - EVL
11	Lovčice	31	Křtiny - CHKO	51	Jaroslavice
12	Dambořice	32	Lomnice	52	Hevlín
13	Ratíškovice	33	Lažánky	53	Žerotice
14	Bzenec	34	Úsobrno	54	Břežany
15	Břeclav	35	Šošůvka	55	Brod nad Dyjí
16	Lanžhot - CHOPAV	36	Krásensko	56	Vratěnín
17	Diváky	37	Rozdrojovice	57	Horní Kounice
18	Lednice - CHOPAV	38	Olešnice	58	Sokolnice
19	Hustopeče	39	Lysice	59	Tasovice
20	Pavlov - CHKO	40	Hostěnice	60	Vranovská Ves

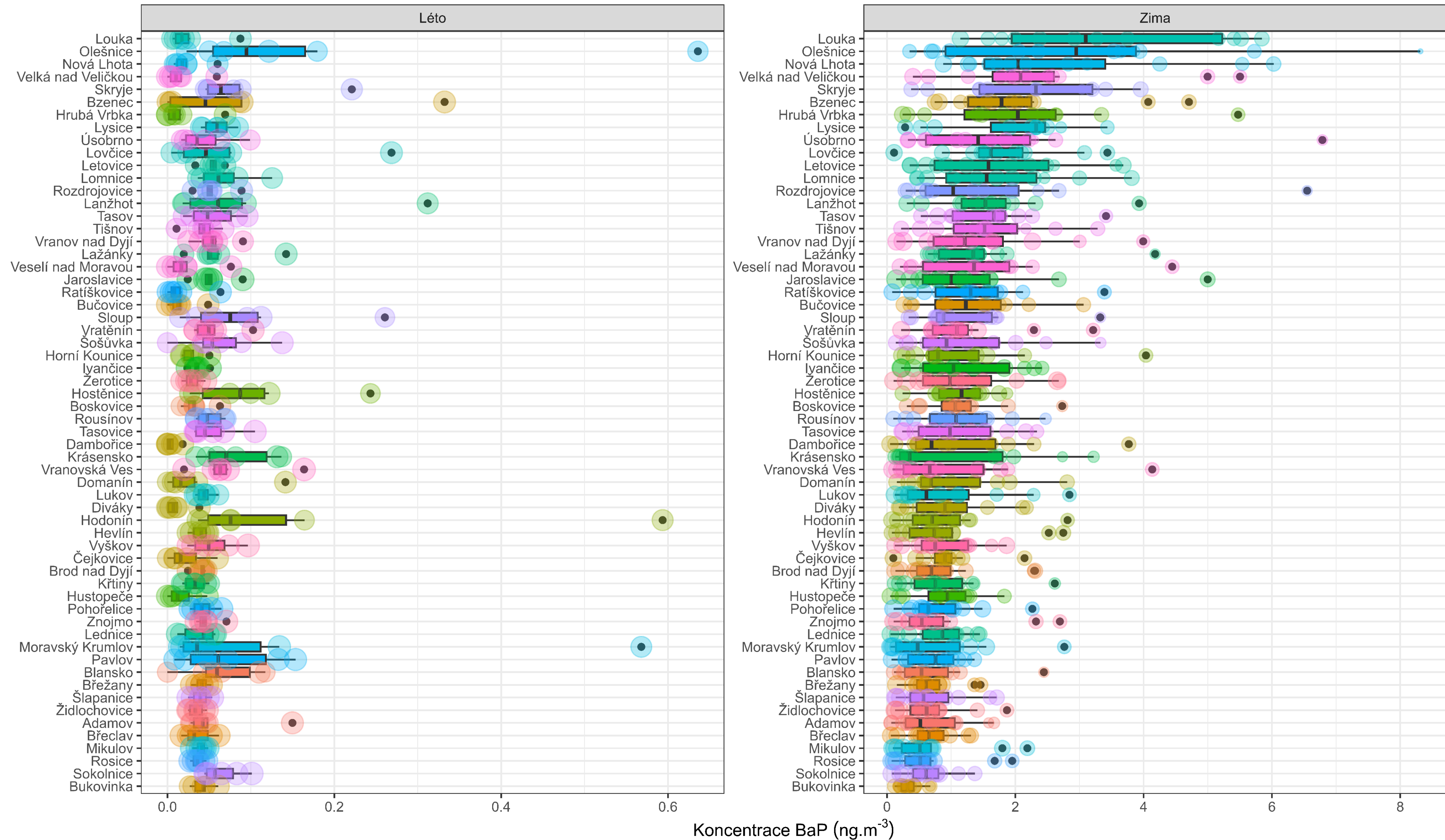
LOKALITY KRAJ VYSOČINA



1	Třebíč	21	Humpolec	41	Golčův Jeníkov
2	Telč	22	Pacov	42	Spálava - CHKO
3	Velké Meziříčí	23	Červená Řečice	43	Horní Krupá
4	Moravské Budějovice	24	Kamenice nad Lipou	44	Kámen
5	Hrotovice	25	Hradec	45	Přibyslav
6	Náměšť nad Oslavou	26	Ledeč nad Sázavou	46	Bystřice nad Pernštejnem
7	Velká Bíteš	27	Rantířov	47	Vír
8	Jemnice	28	Havlíčkův Brod	48	Žďár nad Sázavou
9	Mohelno - EVL	29	Pelhřimov	49	Nové Město na Moravě
10	Okříšky	30	Světlá nad Sázavou	50	Chotěboř
11	Jaroměřice nad Rokytnou	31	Černovice	51	Mílovy - EVL
12	Želetava	32	Žirovnice	52	Sobíňov - EVL
13	Brtnice	33	Černov	53	Fryšava pod Žákovou horou - CHKO
14	Měřín	34	Kochánov	54	Herálec pod Žákovou horou - CHKO
15	Řásná	35	Sázava	55	Jimramov - CHOPAV
16	Dolní Vilímeč	36	Lukavec	56	Radostín - CHOPAV
17	Dešov	37	Jihlava	57	Bohdalov
18	Svatoslav	38	Polná	58	Horní Rozsíčka
19	Valdík	39	Jamně	59	Kadolec
20	Otín	40	Třešť	60	Krásnéves

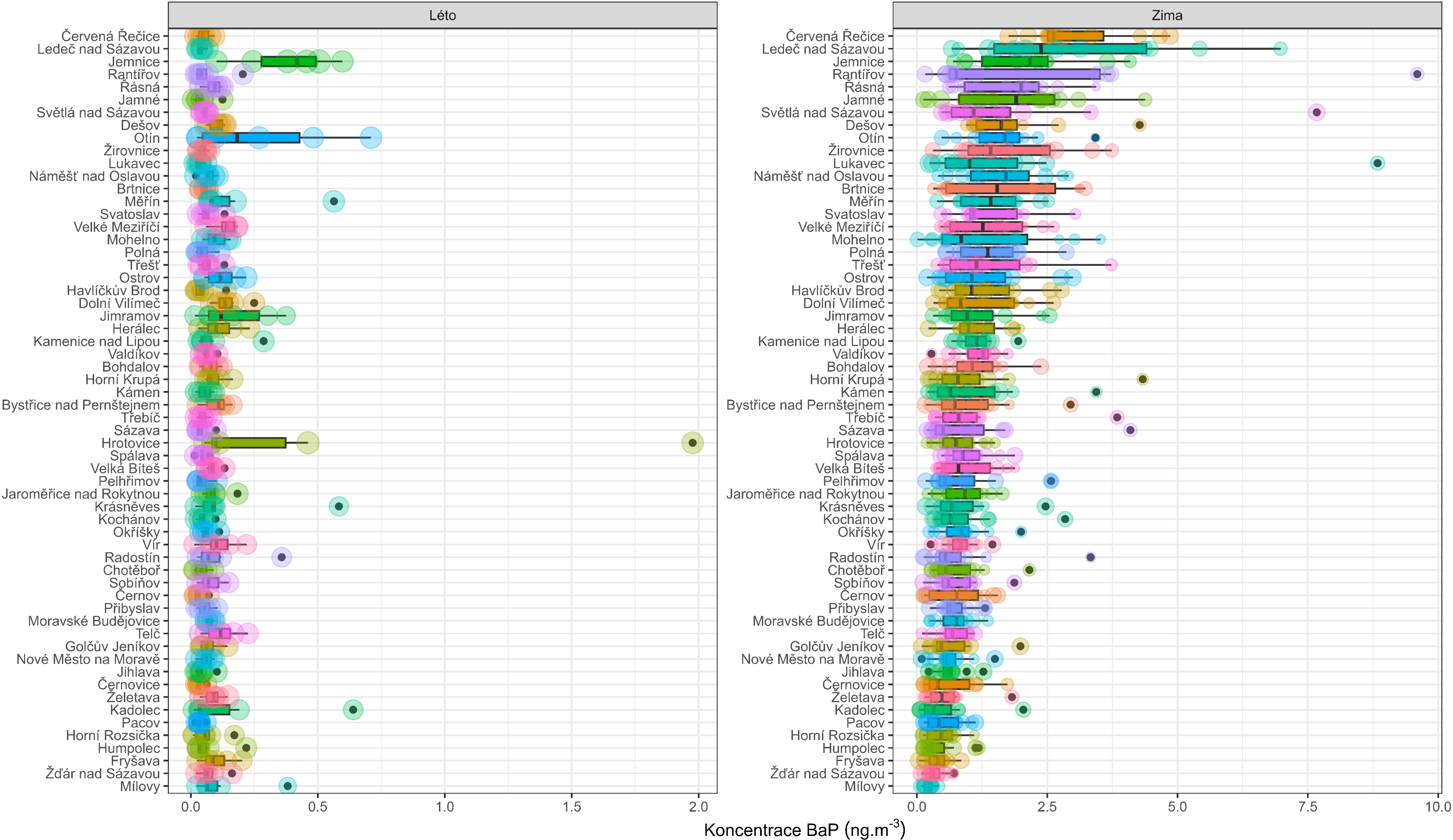
Koncentrace BaP - Jihomoravský kraj

Porovnání jednotlivých lokalit Léto/Zima_Jihomoravský kraj



Koncentrace BaP - Kraj Vysočina

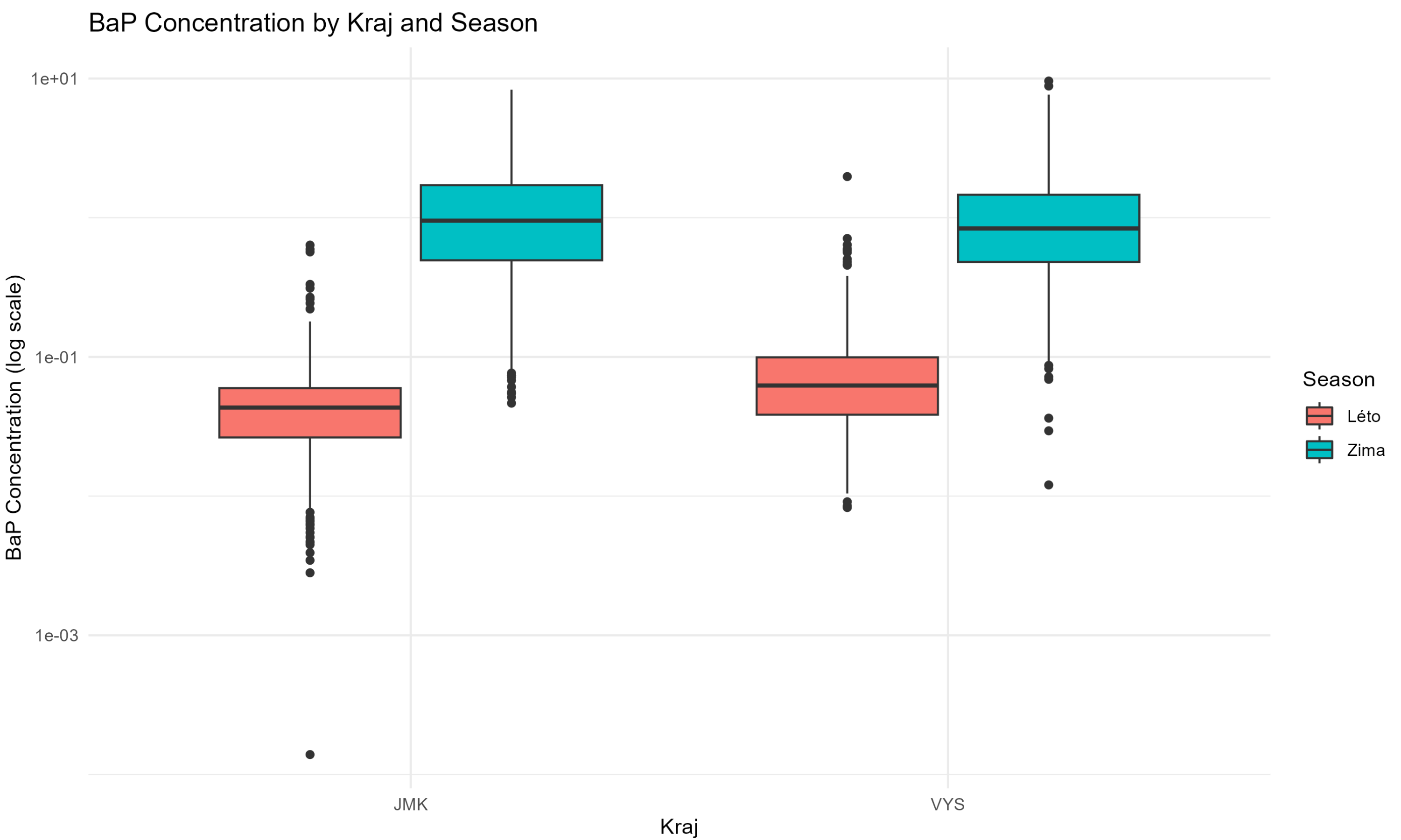
Porovnání jednotlivých lokalit Léto/Zima_Kraj Vysočina



Koncentrace BaP

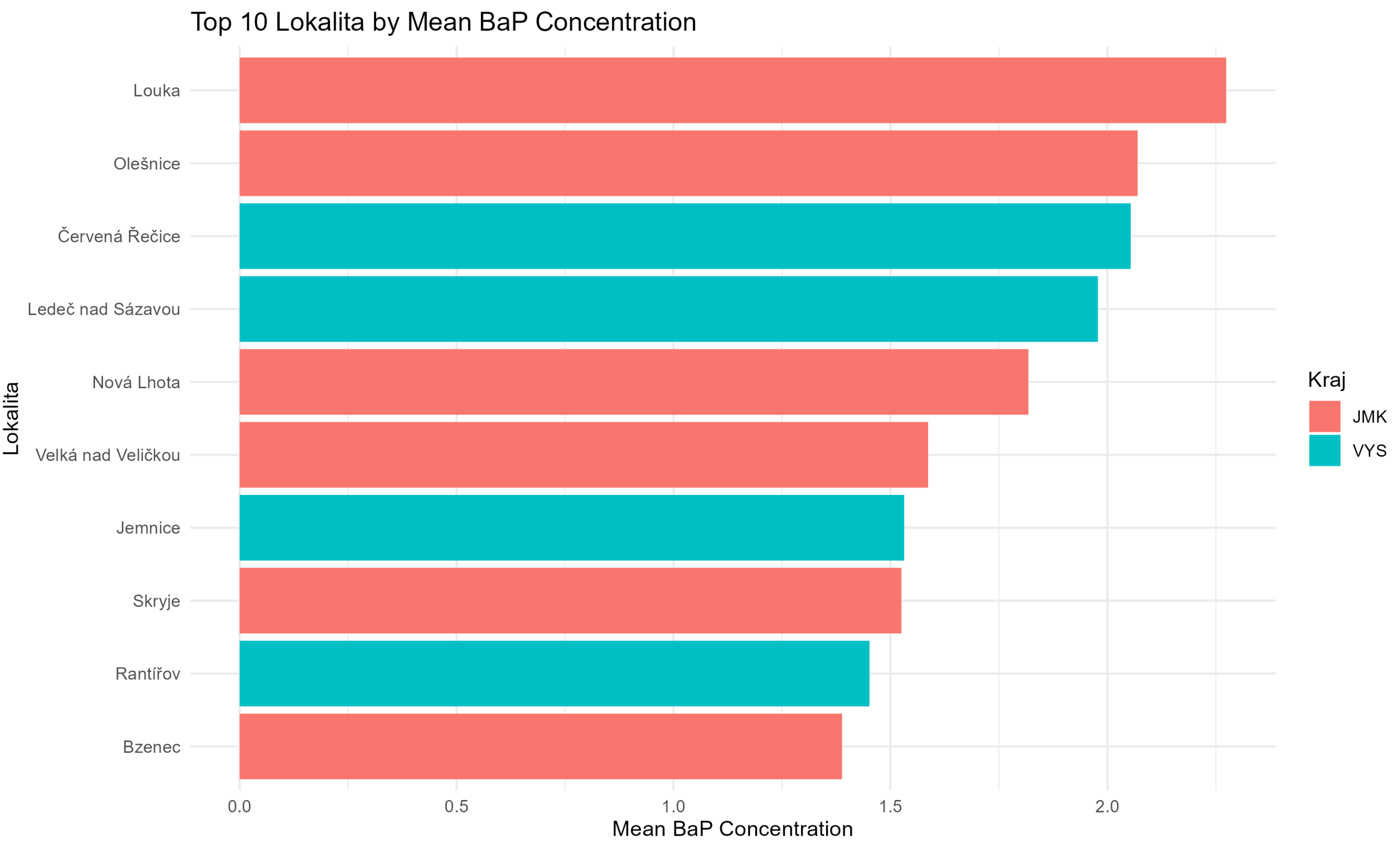
Srovnání jednotlivých krajů a ročních období

Kraj	Variable	mean	median	min	max	Kraj_Season	Variable	mean	median	min	max
JMK	t	9.98	5.75	-7.70	30.70	JMK L22	t	22.33	22.30	13.70	30.70
JMK	BaP	0.87	0.50	0.00	8.31	JMK L22	BaP	0.05	0.04	0.00	0.64
VYS	t	10.69	8.68	-1.70	27.50	VYS L22	t	20.30	20.43	10.78	27.50
VYS	BaP	0.79	0.50	0.01	9.60	VYS L22	BaP	0.09	0.06	0.01	1.98
JMK_Zima	t	3.81	3.40	-7.70	14.60	JMK Z22	t	4.37	4.00	-1.80	13.10
JMK_Zima	BaP	1.27	0.95	0.05	8.31	JMK Z22	BaP	1.07	0.79	0.05	6.03
VYS_Zima	t	5.89	6.43	-1.70	18.20	VYS Z22	t	5.54	6.45	-1.70	18.20
VYS_Zima	BaP	1.14	0.84	0.01	9.60	VYS Z22	BaP	1.36	1.06	0.01	9.60
JMK_Léto	t	22.33	22.30	13.70	30.70	JMK Z23	t	3.25	2.20	-7.70	14.60
JMK_Léto	BaP	0.05	0.04	0.00	0.64	JMK Z23	BaP	1.47	1.20	0.07	8.31
VYS_Léto	t	20.30	20.43	10.78	27.50	VYS Z23	t	6.23	6.15	-1.00	14.80
VYS_Léto	BaP	0.09	0.06	0.01	1.98	VYS Z23	BaP	0.92	0.68	0.10	8.84

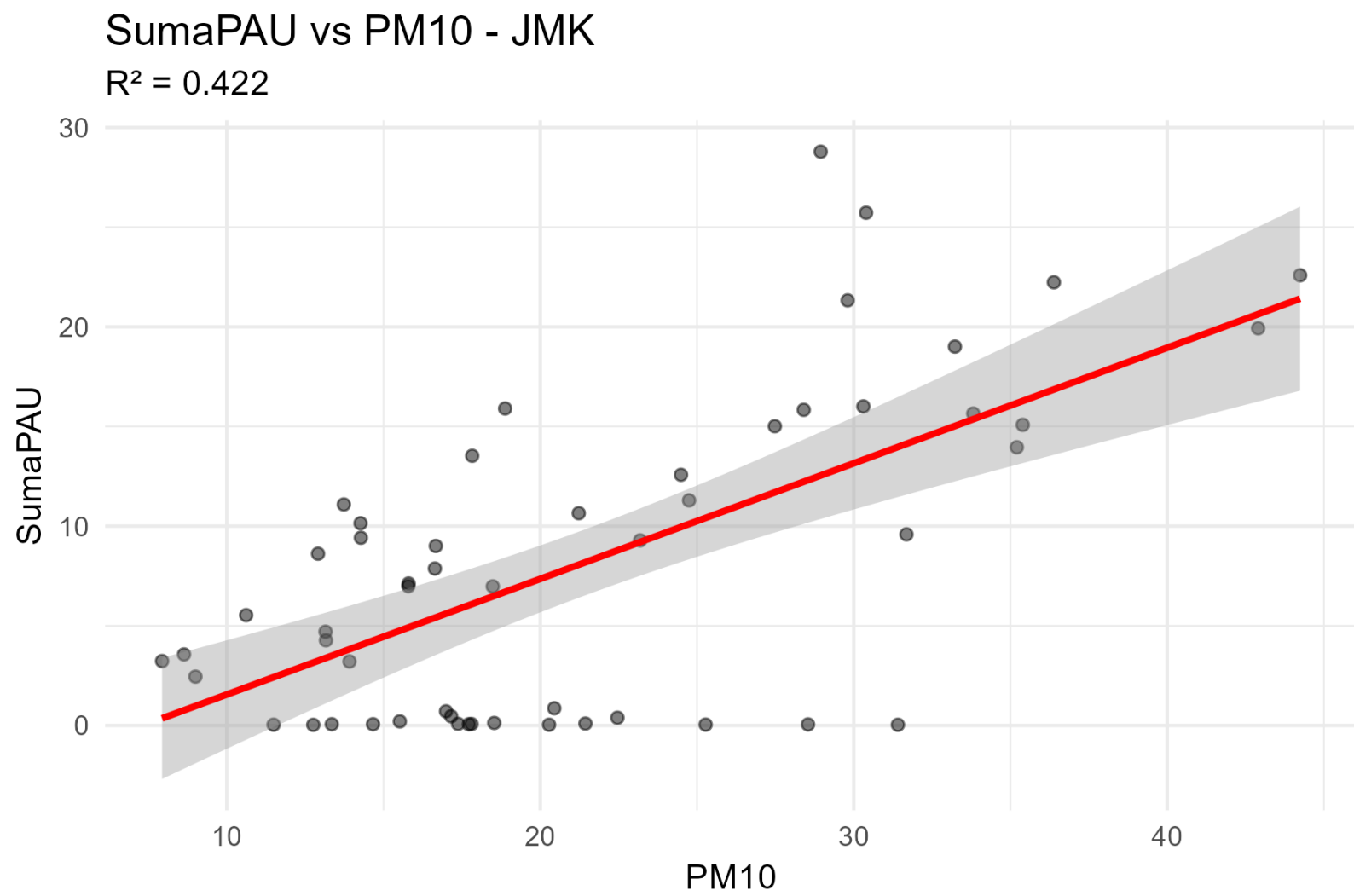
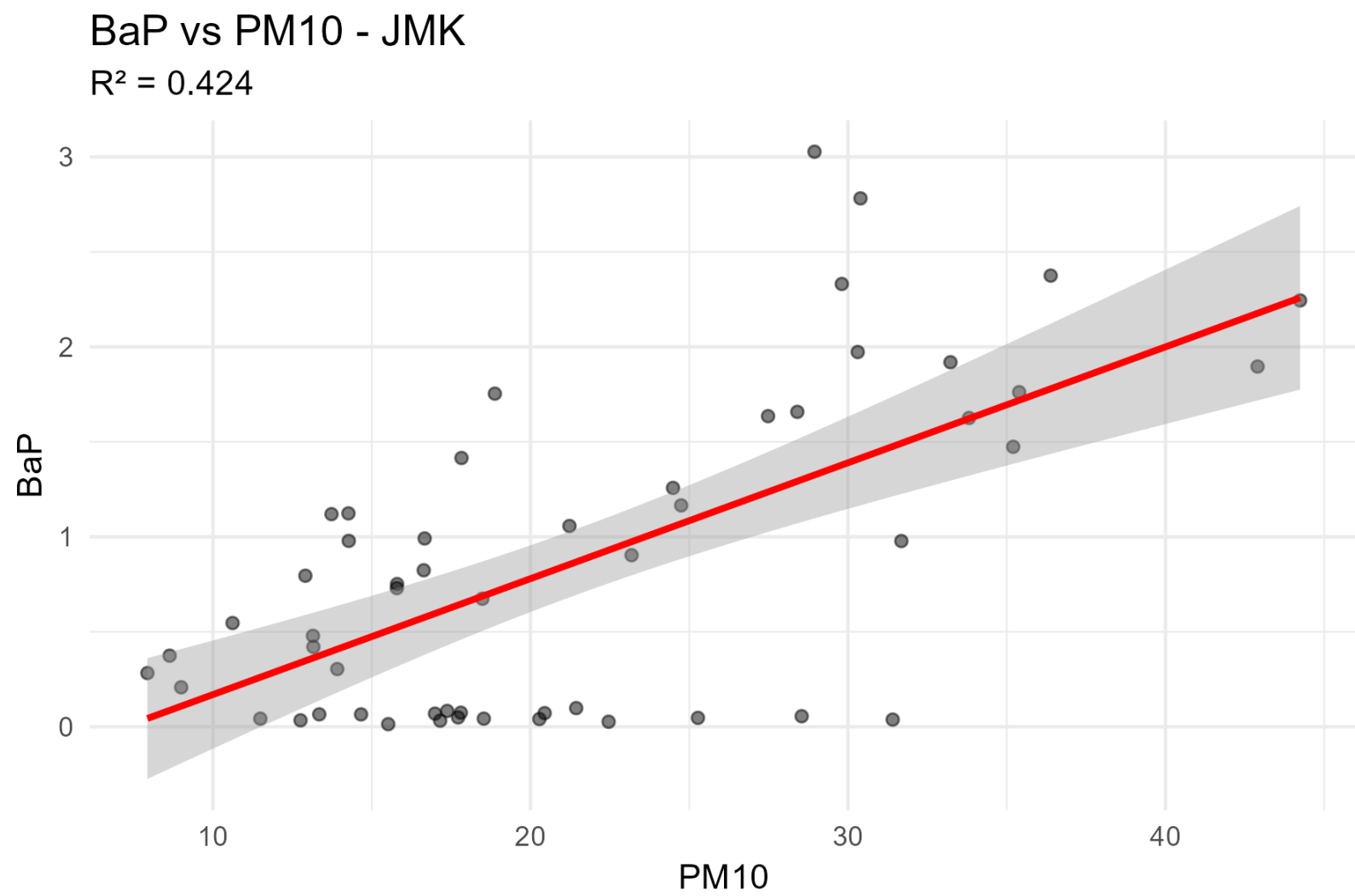
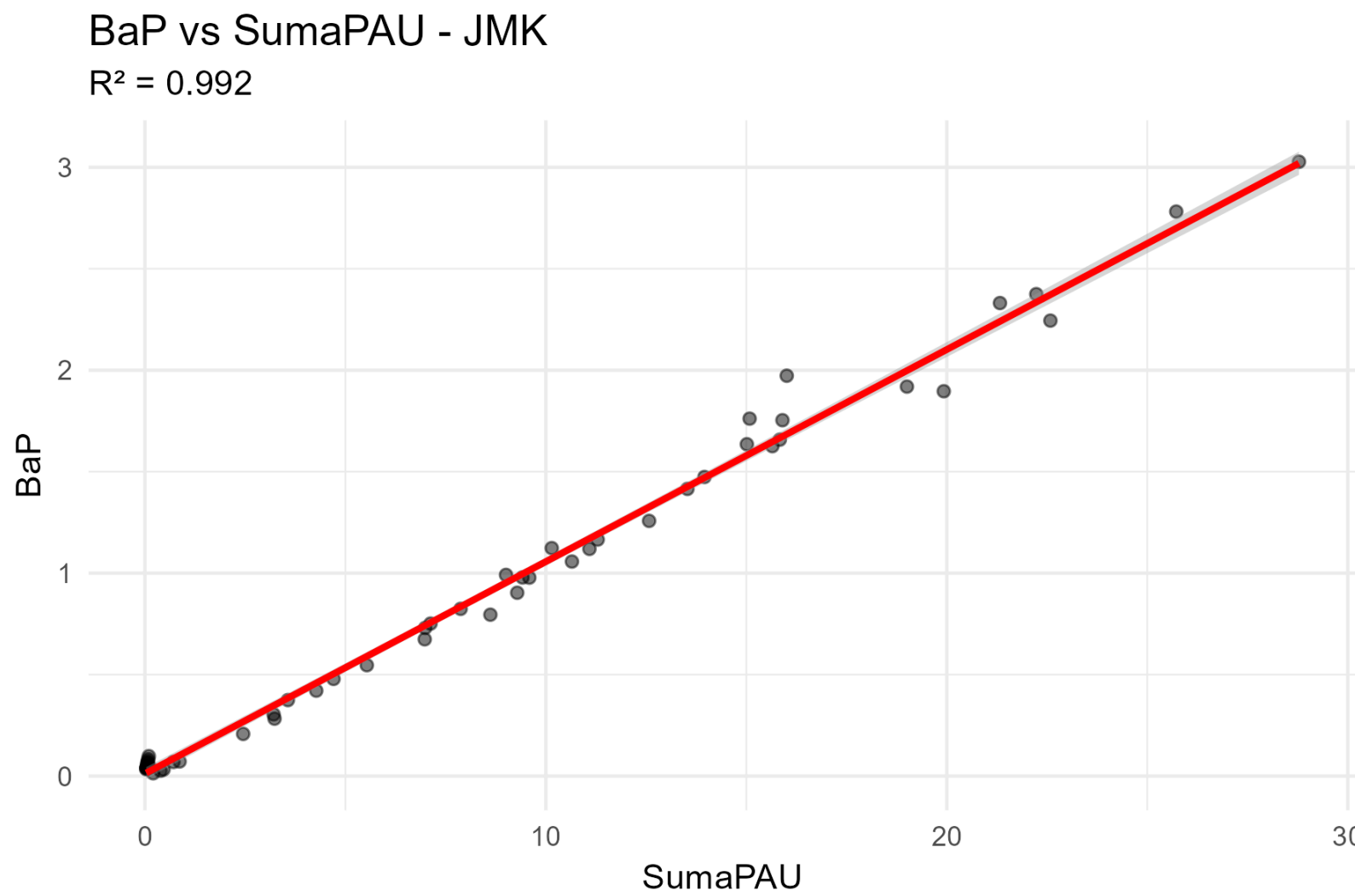
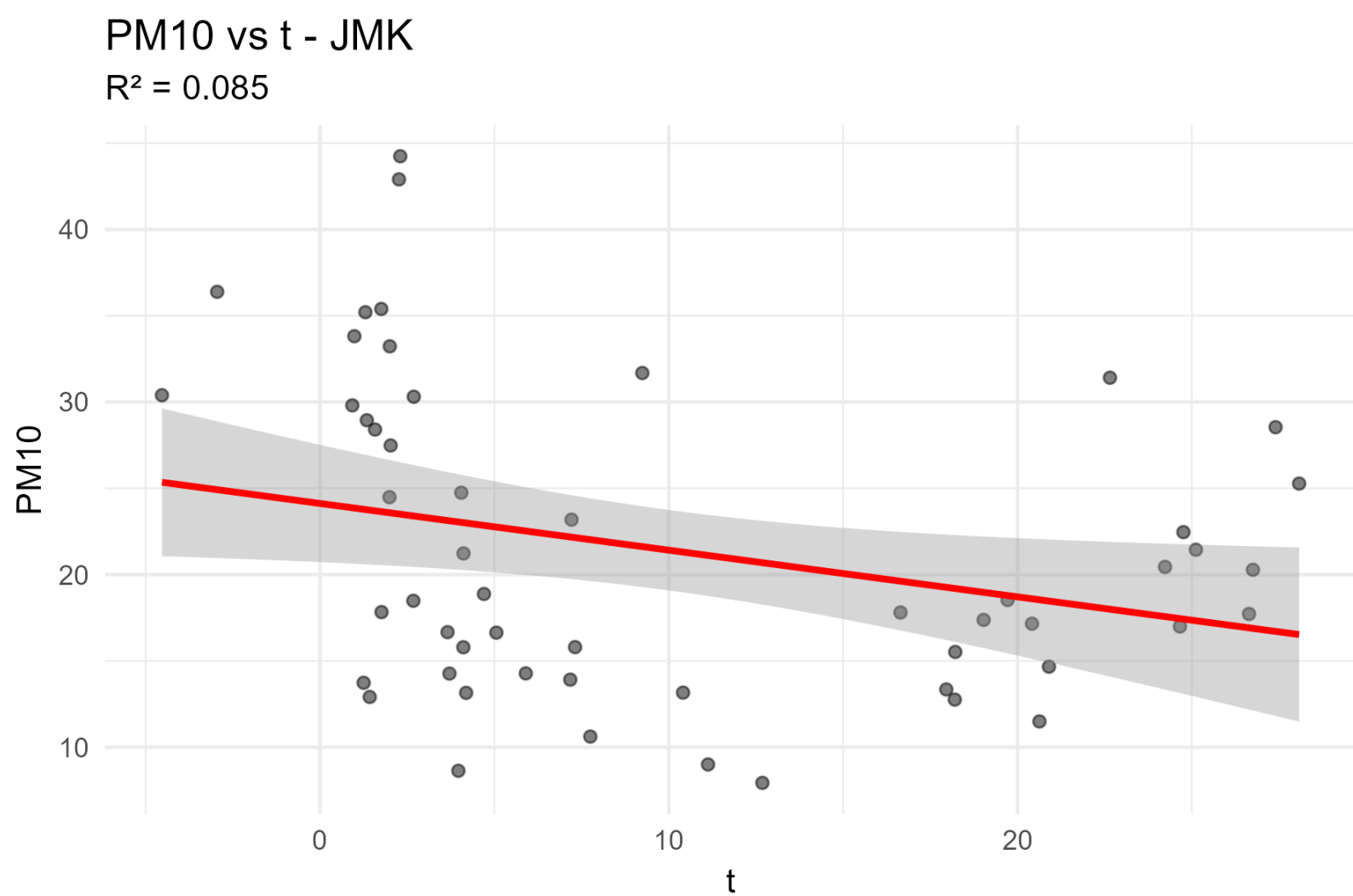
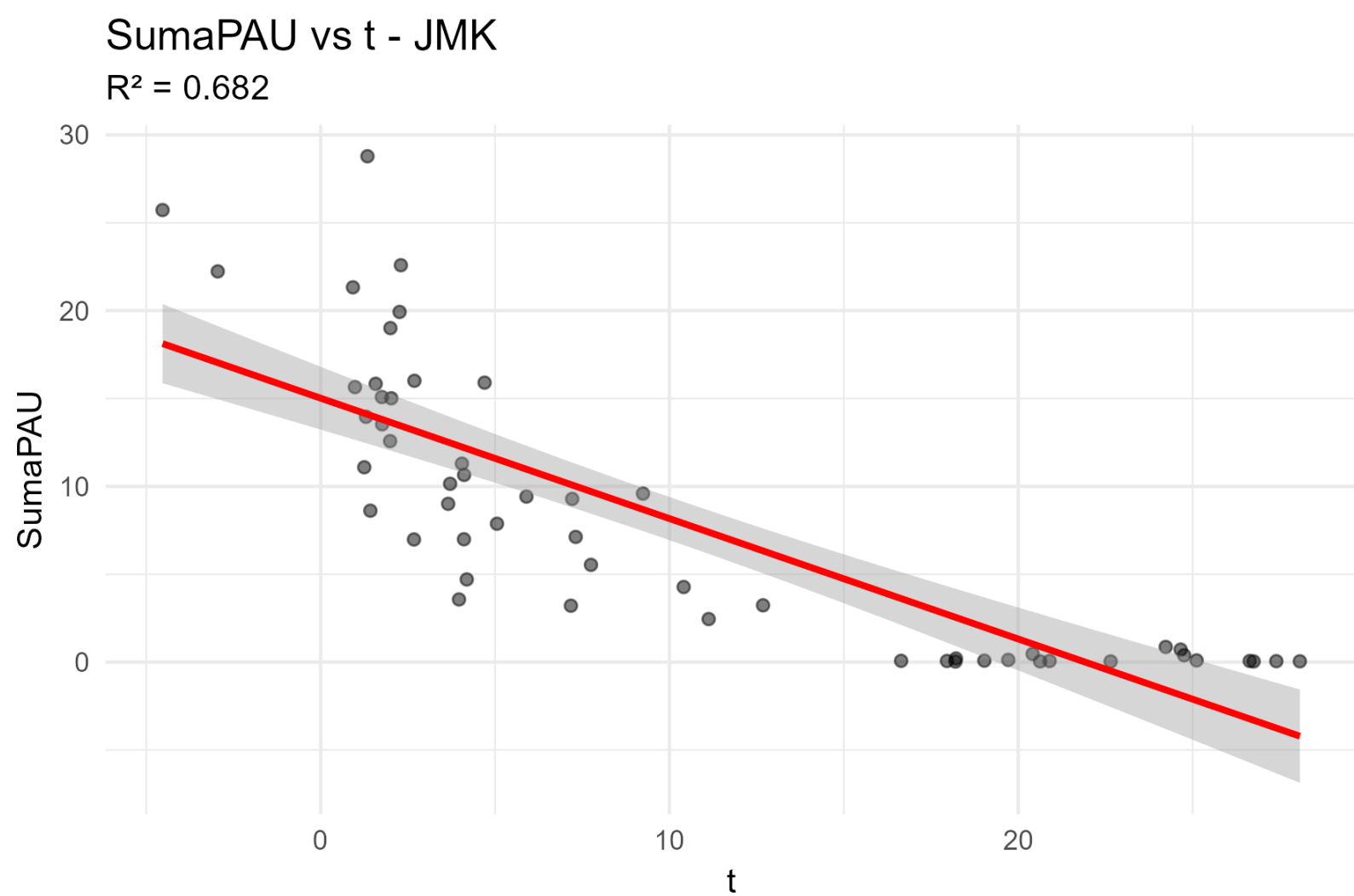
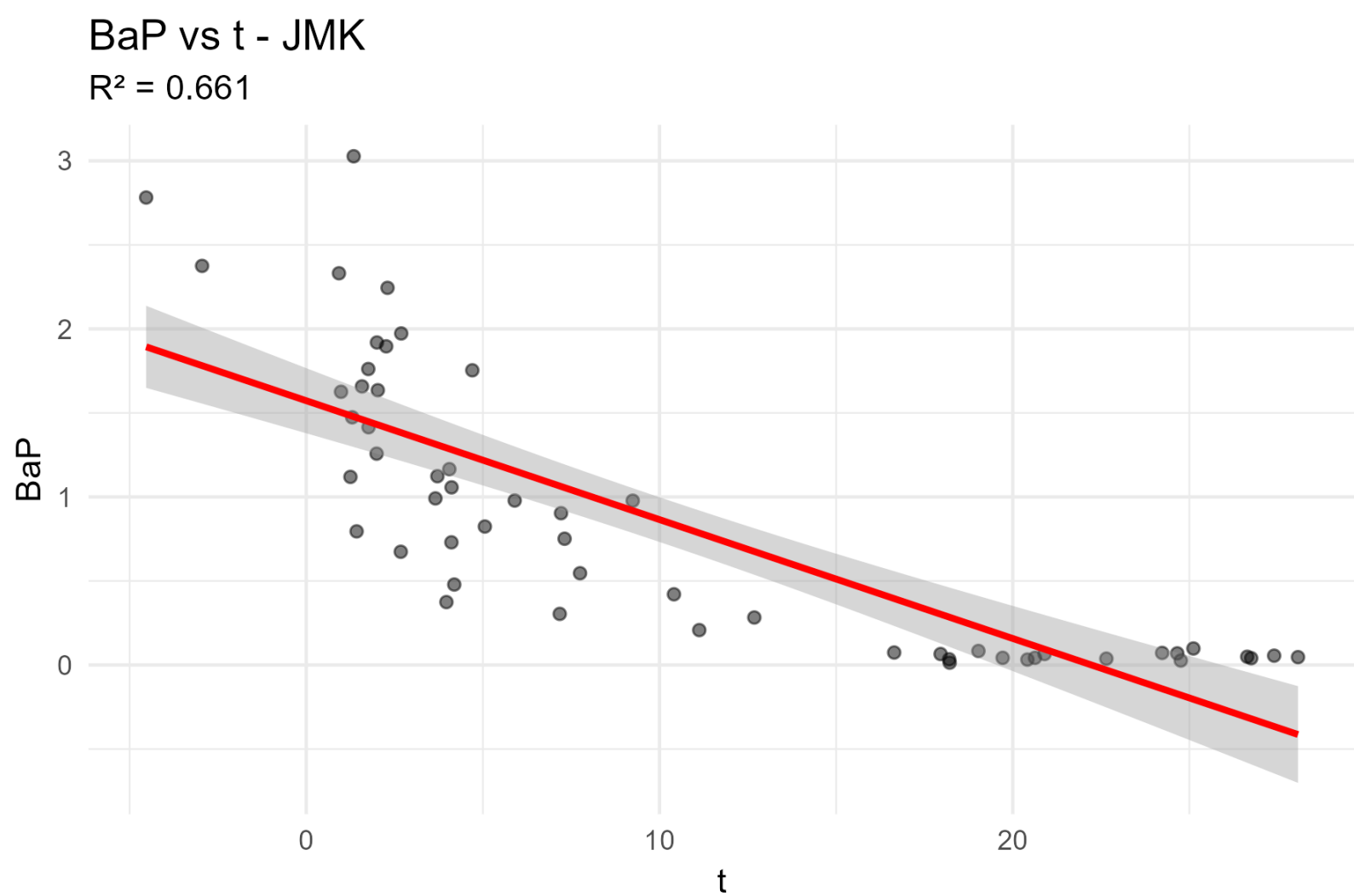


Koncentrace BaP

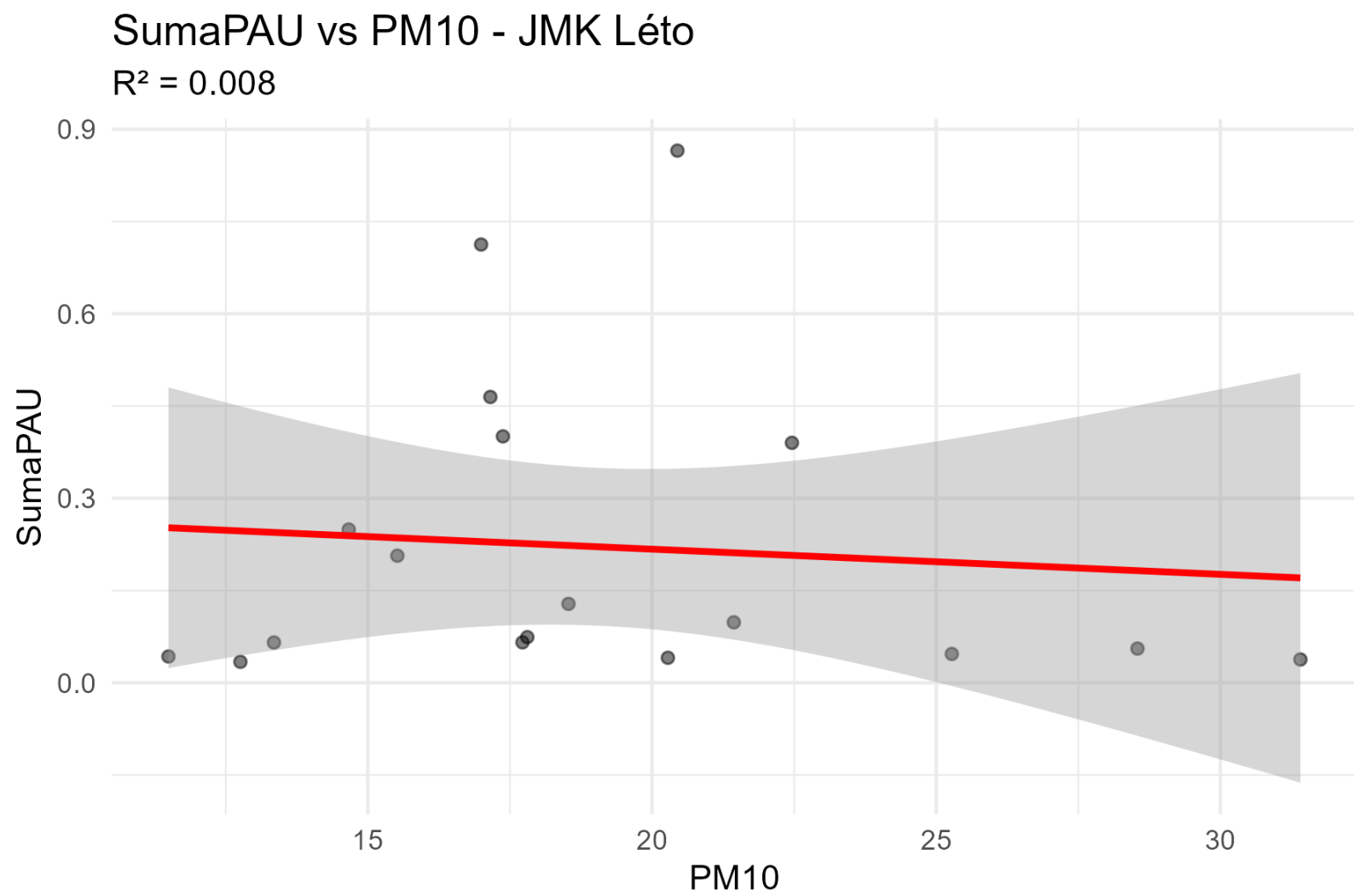
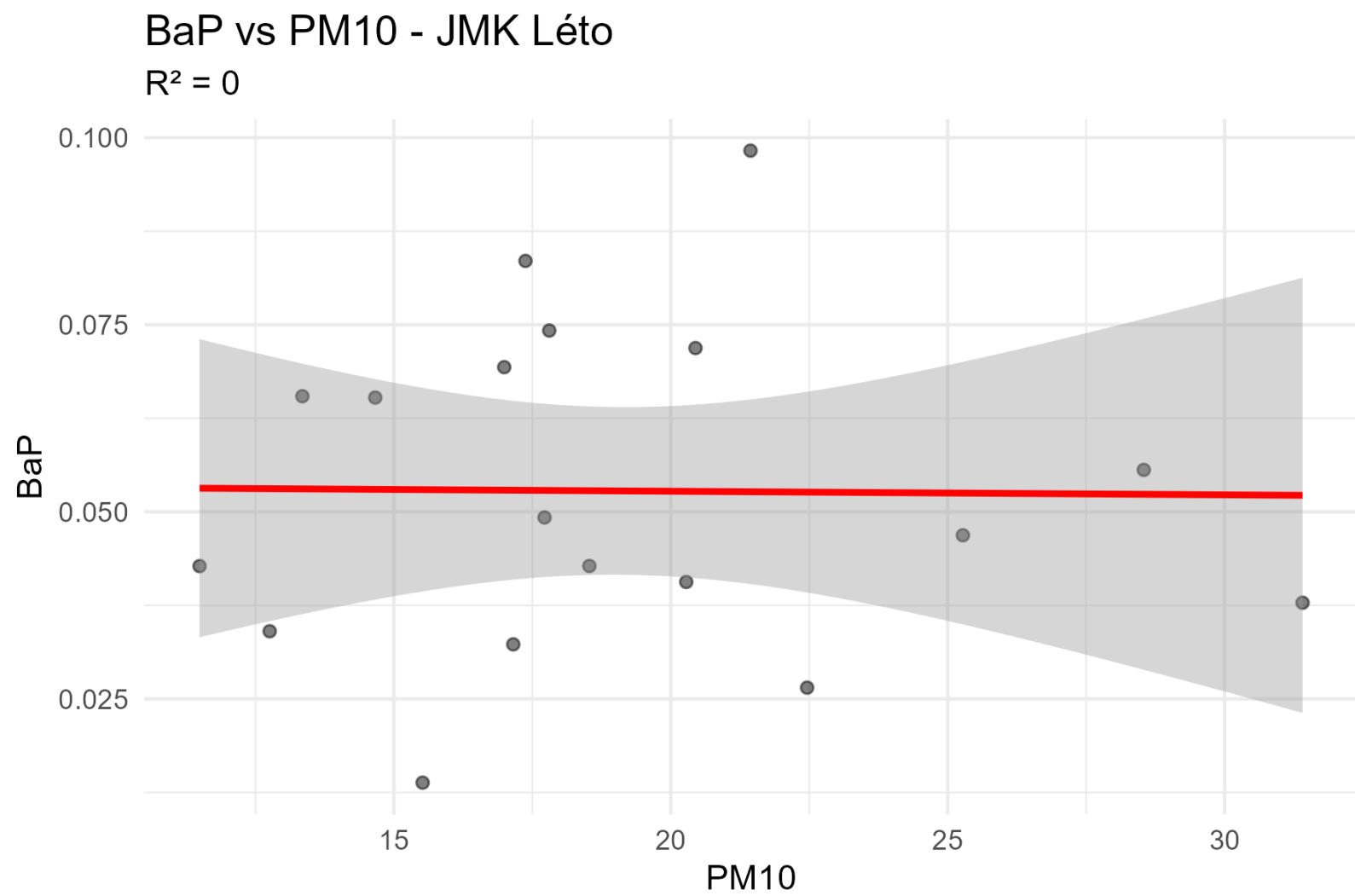
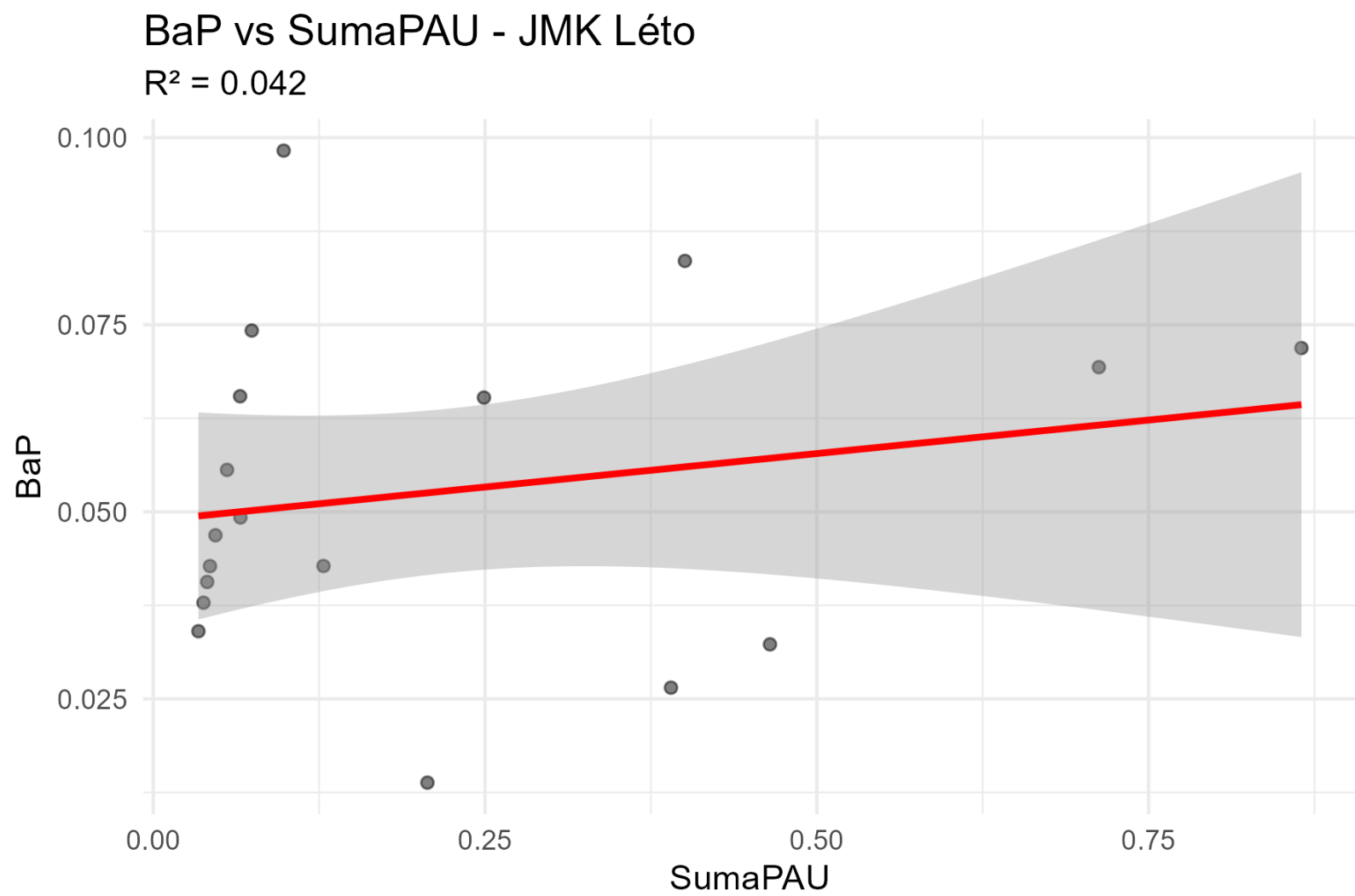
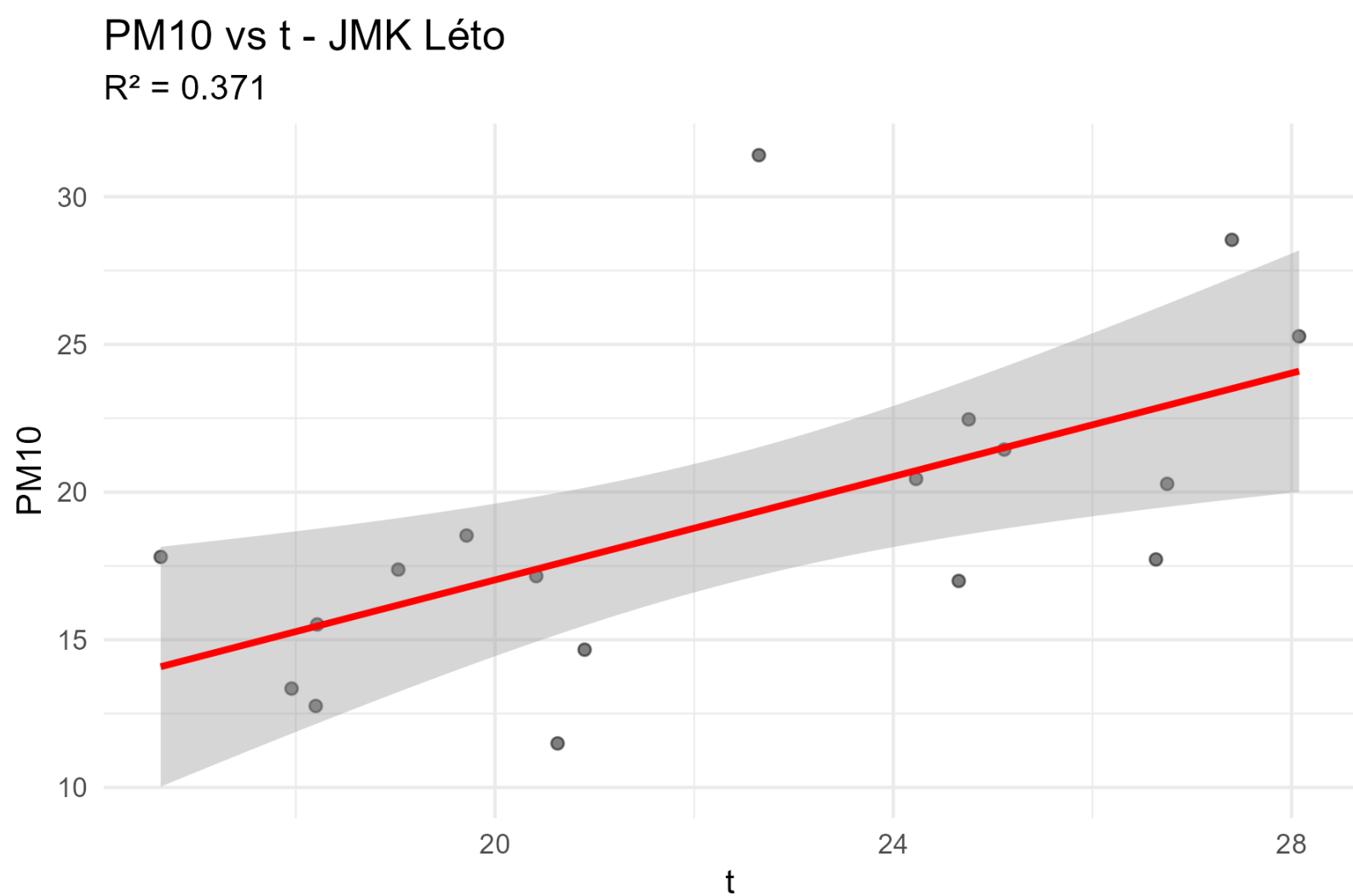
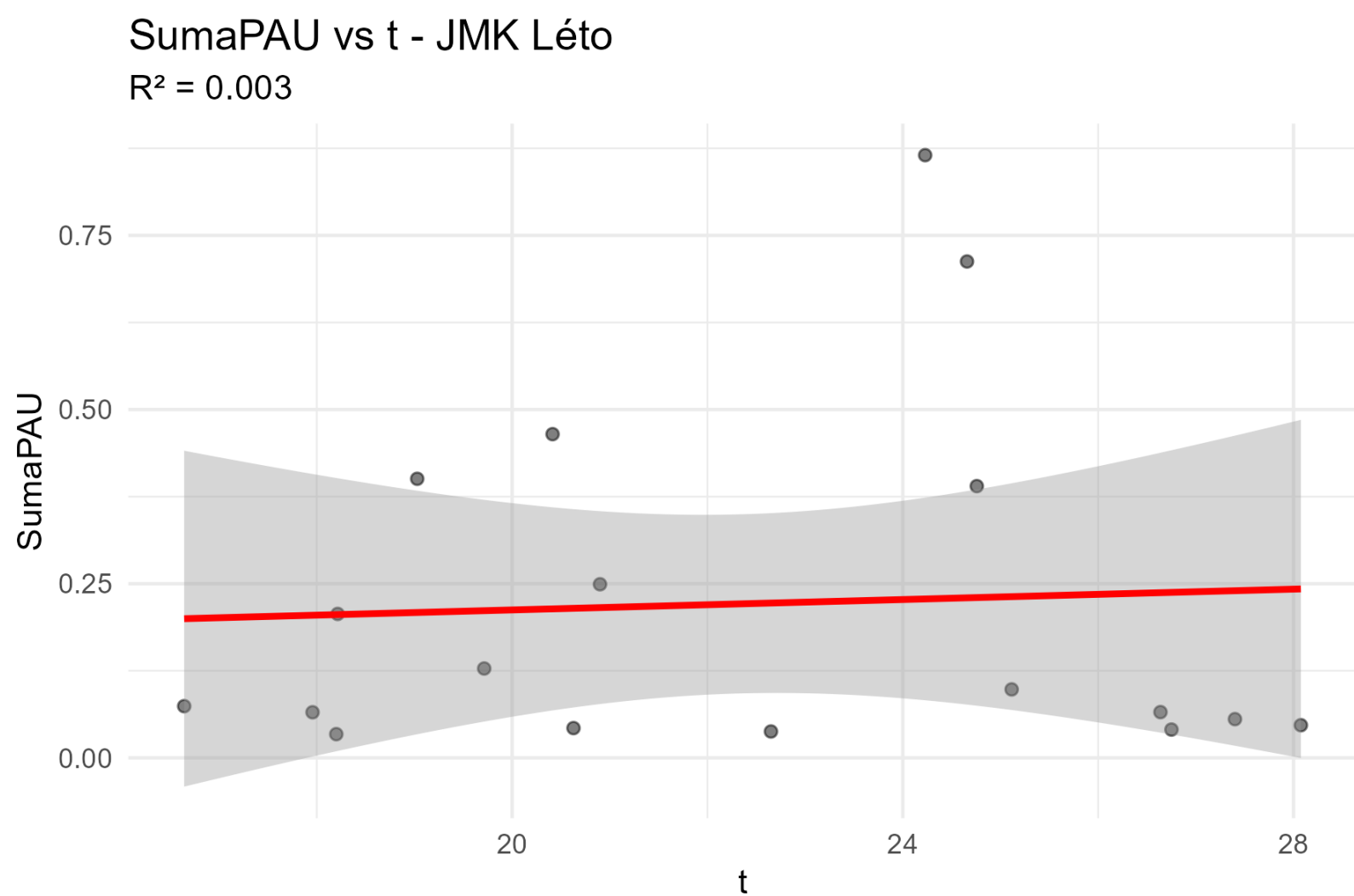
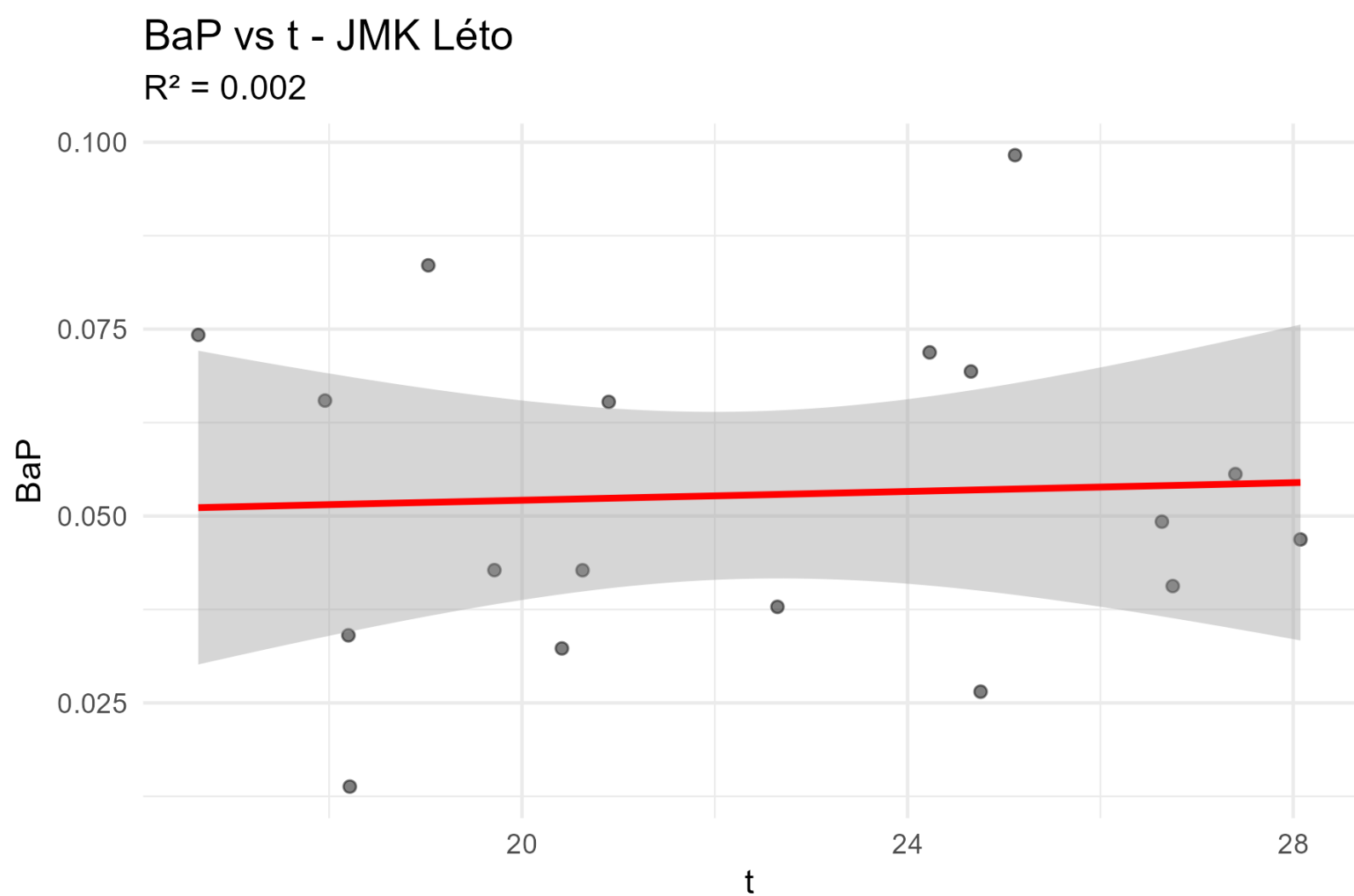
10 lokalit s nejvyššími průměrnými koncentracemi BaP



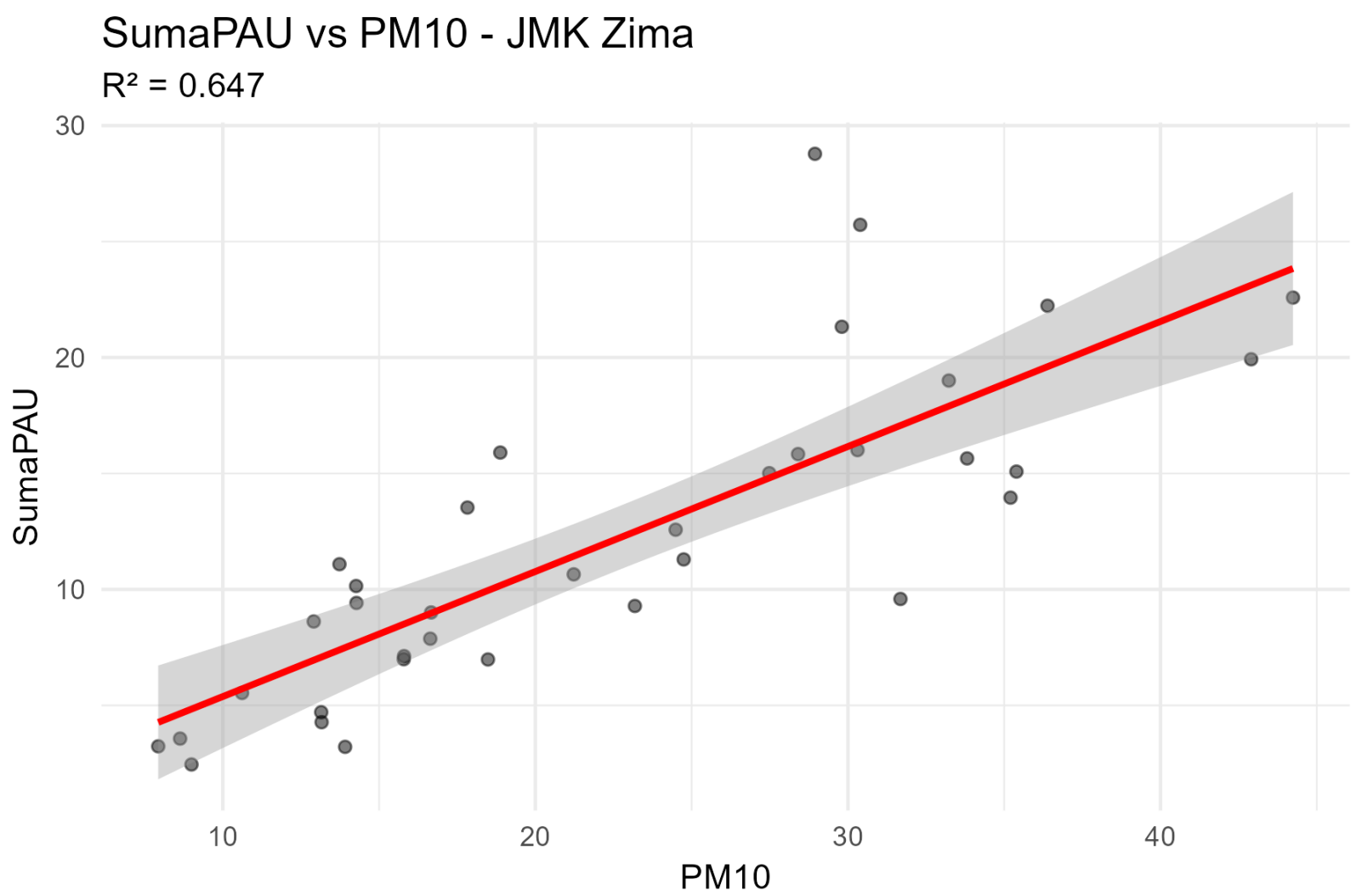
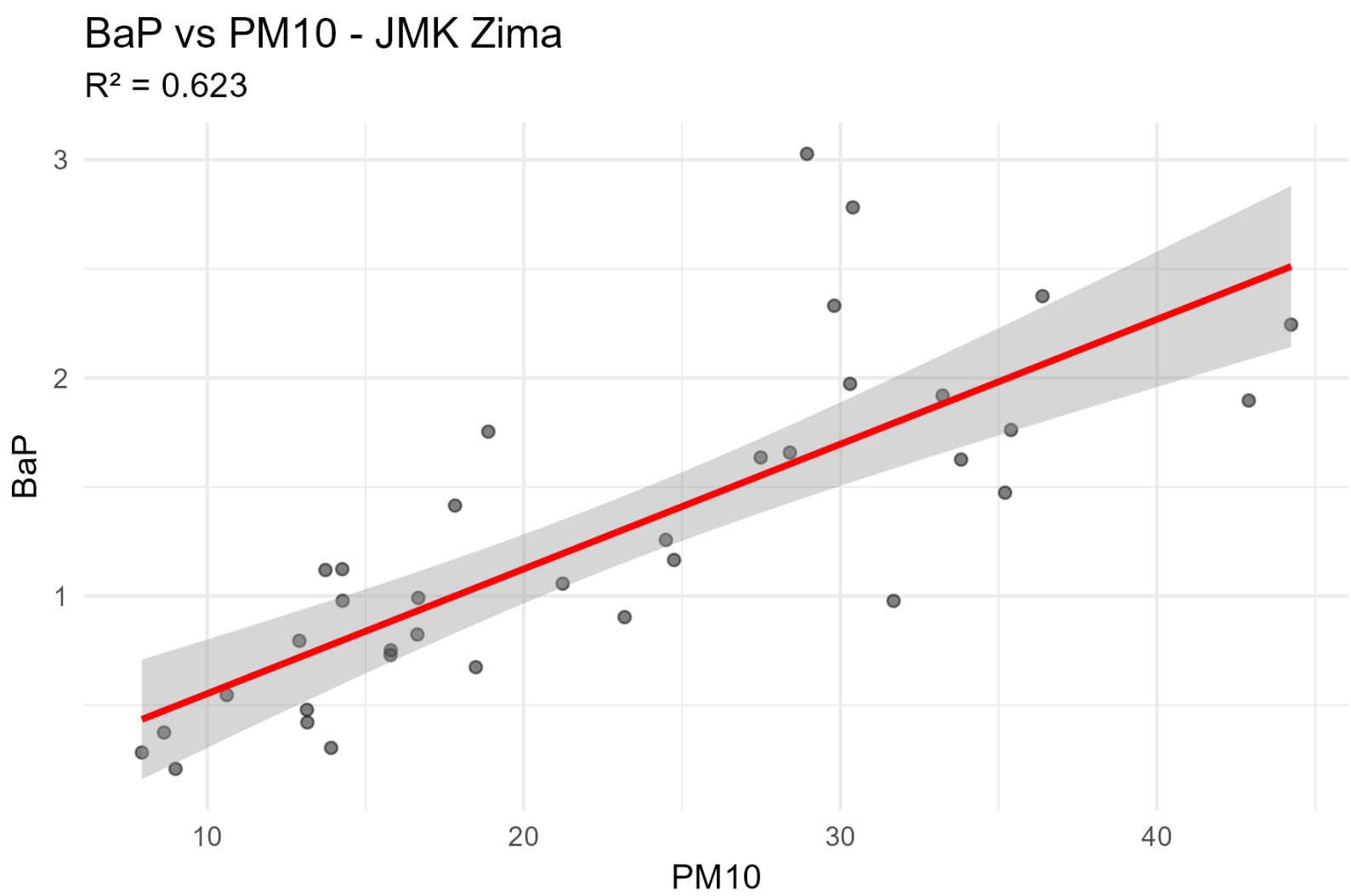
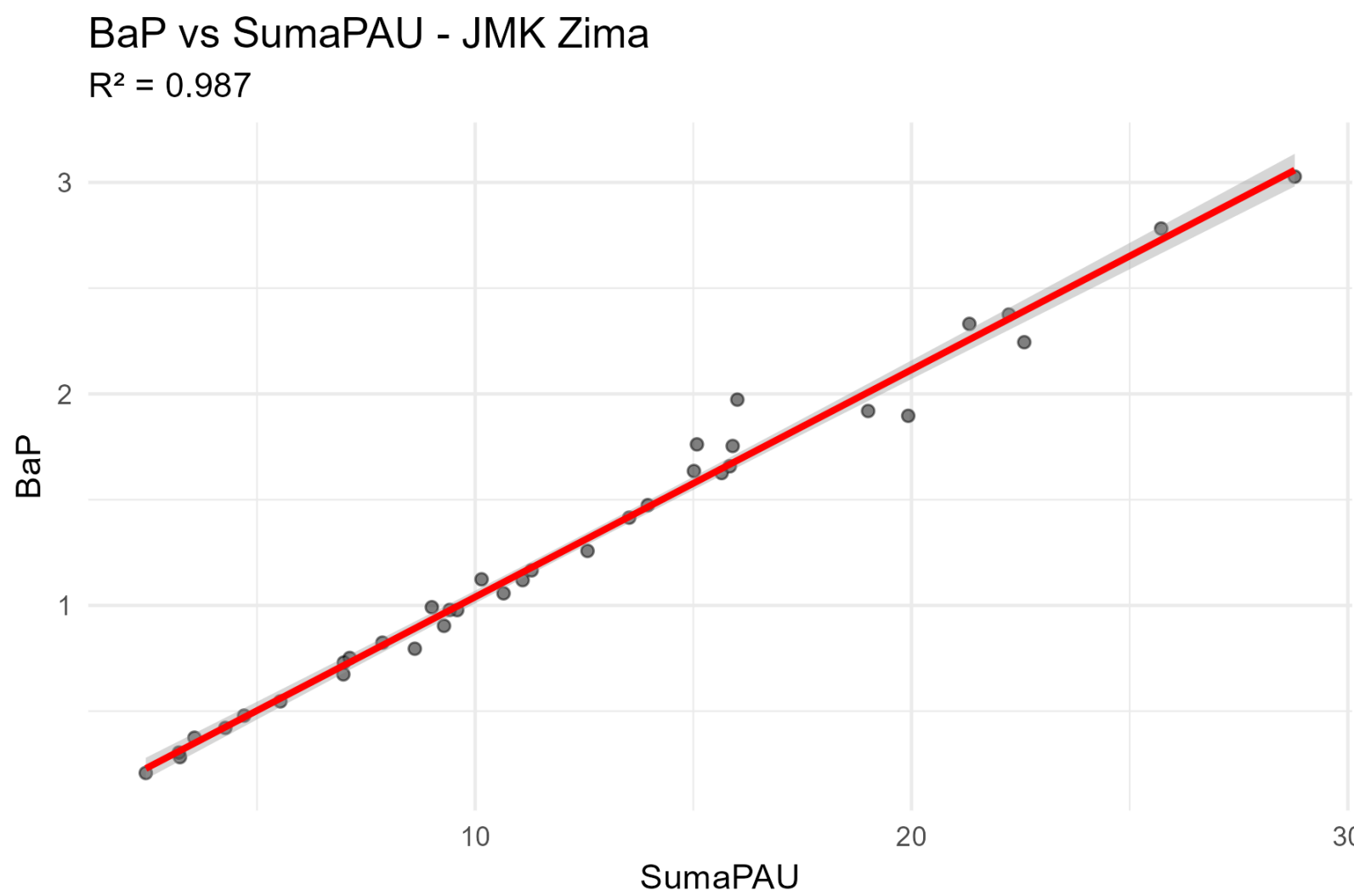
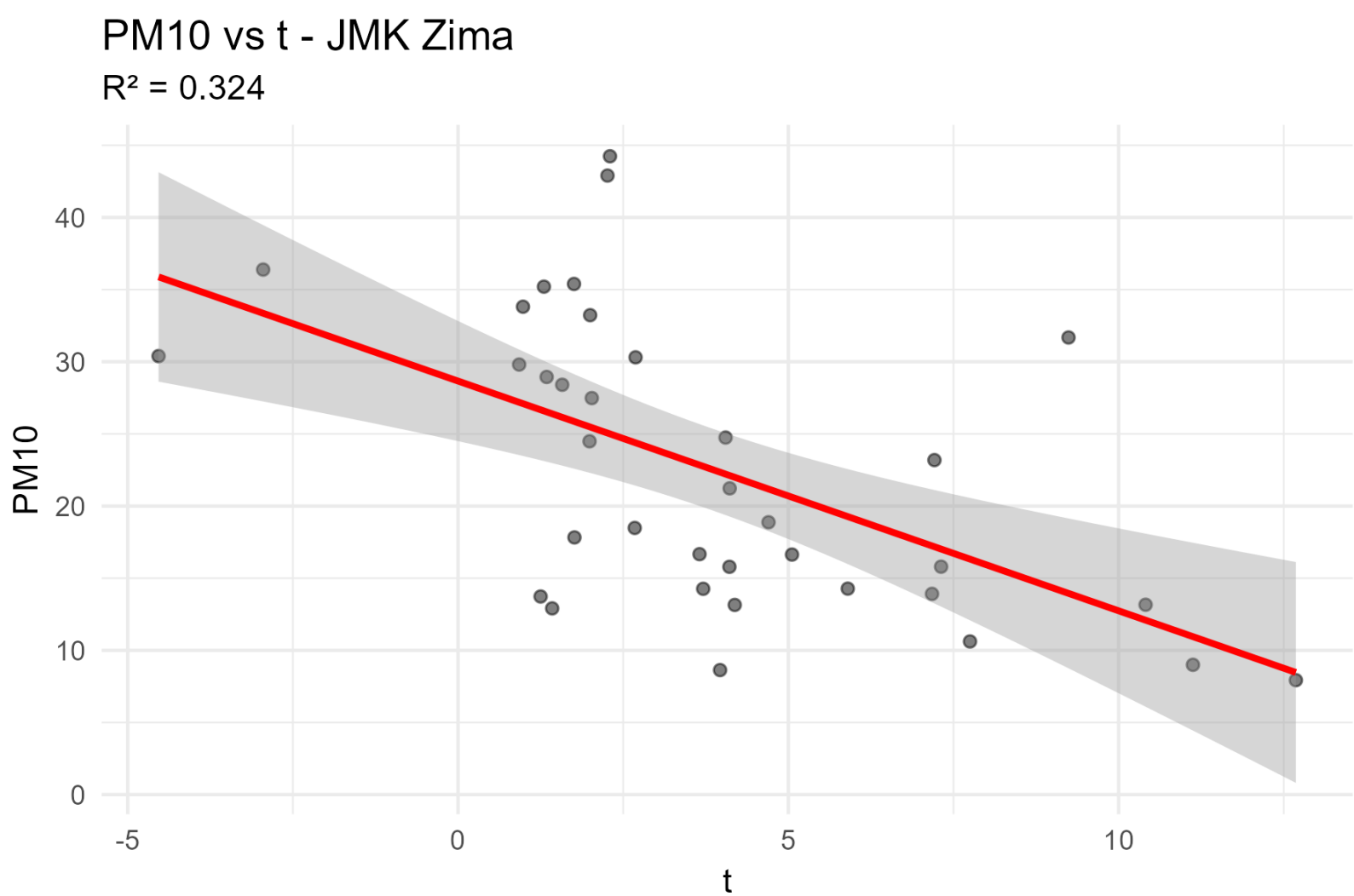
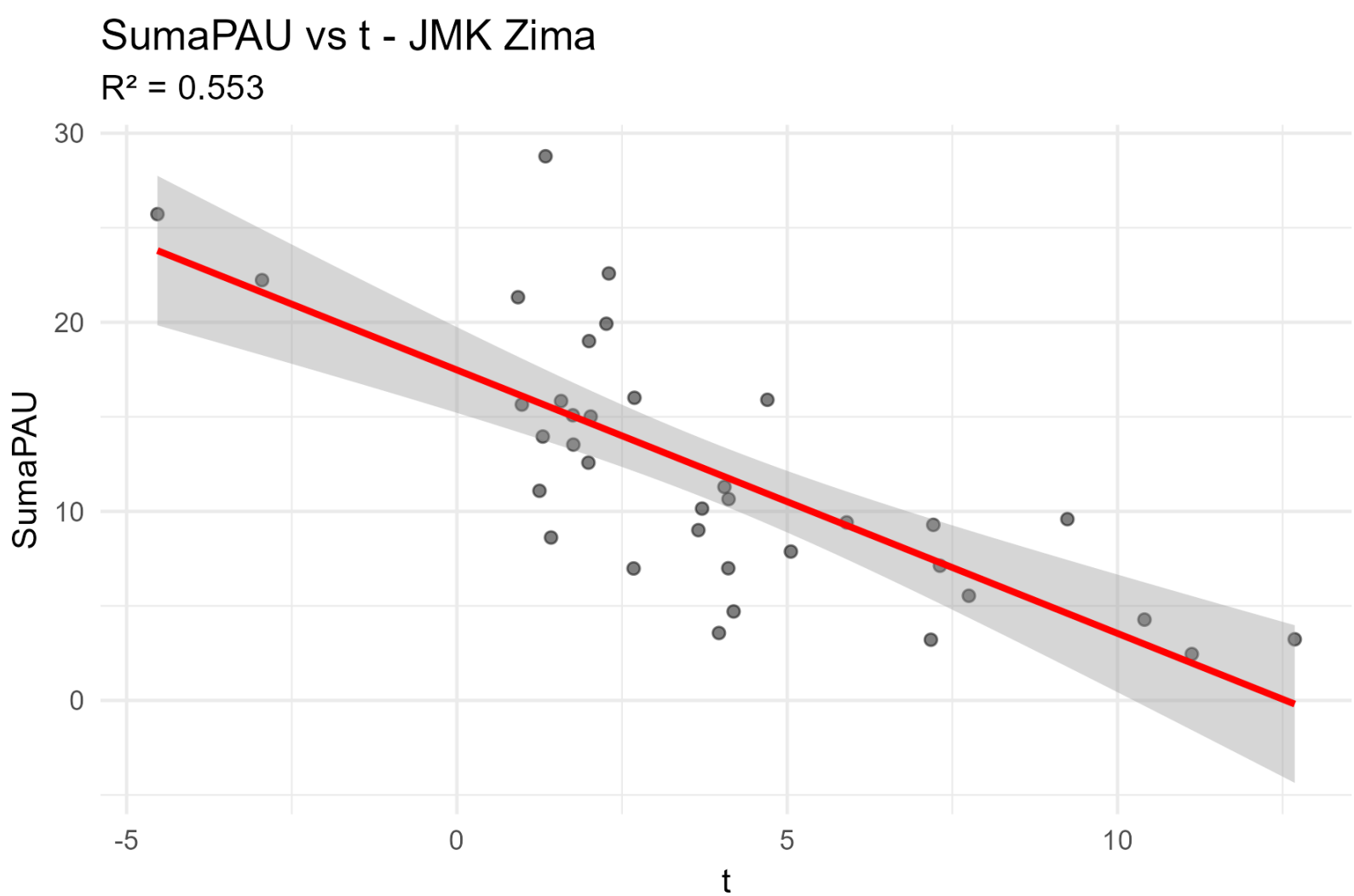
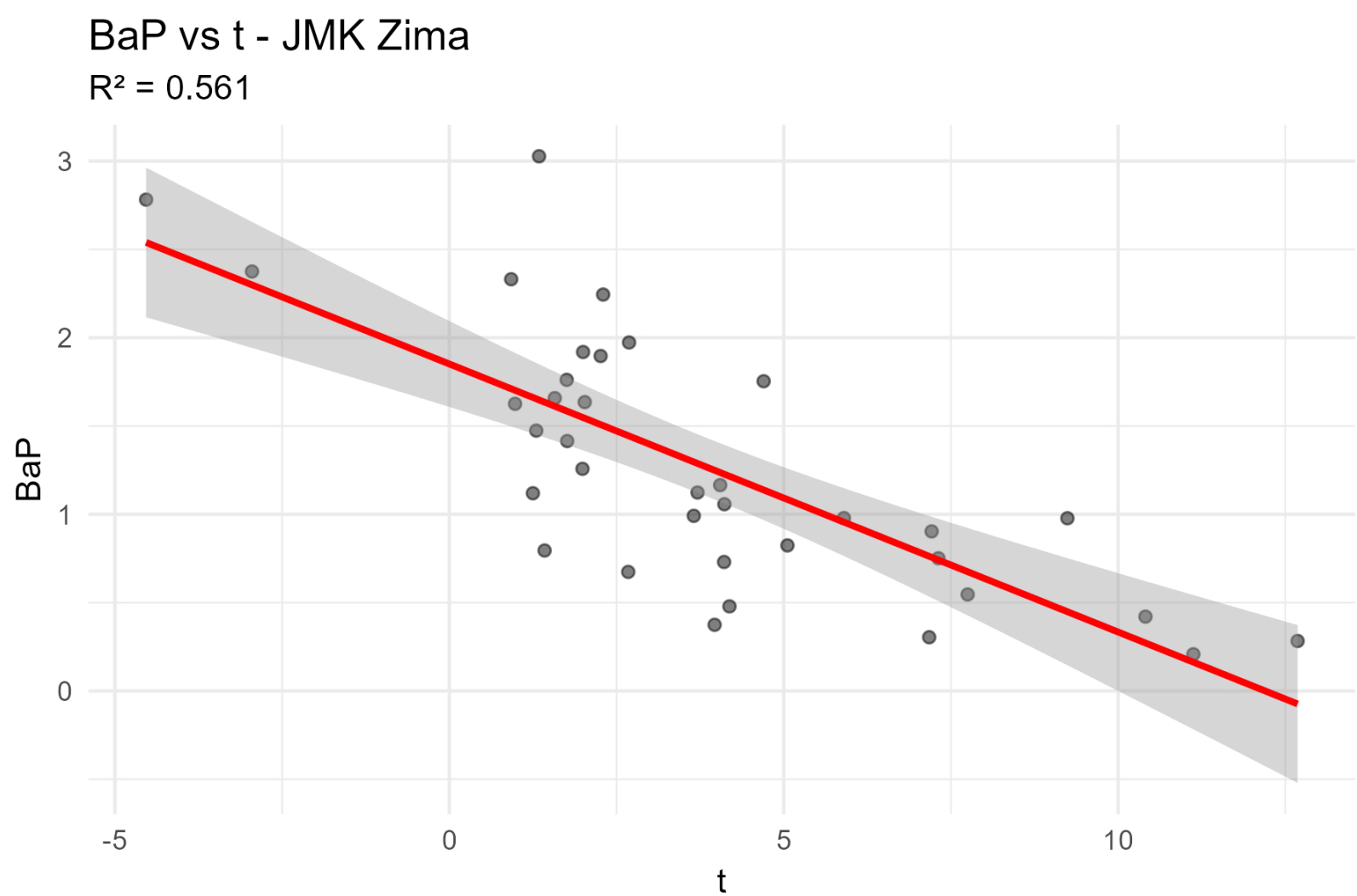
Regresní grafy – Jihomoravský kraj



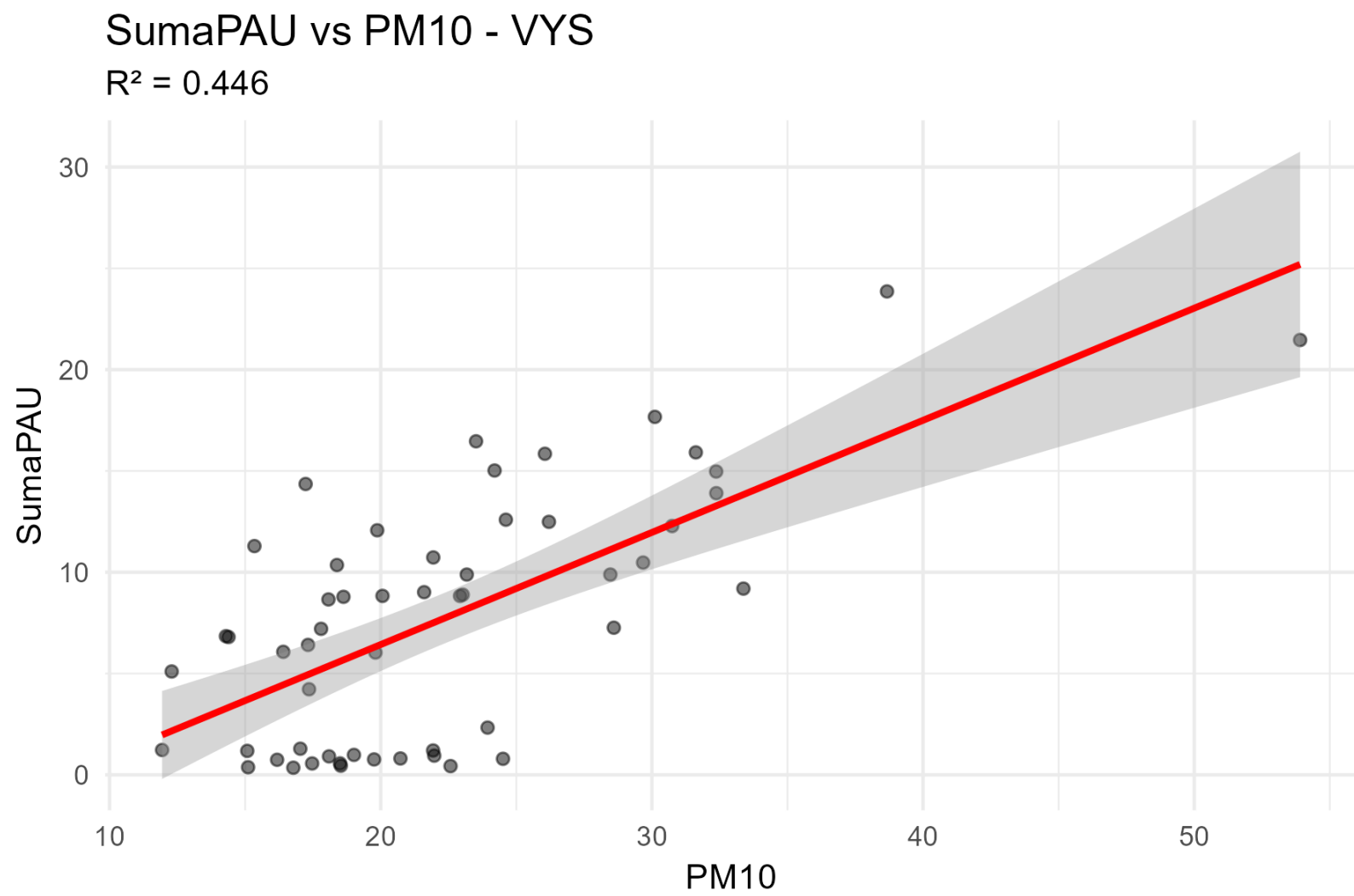
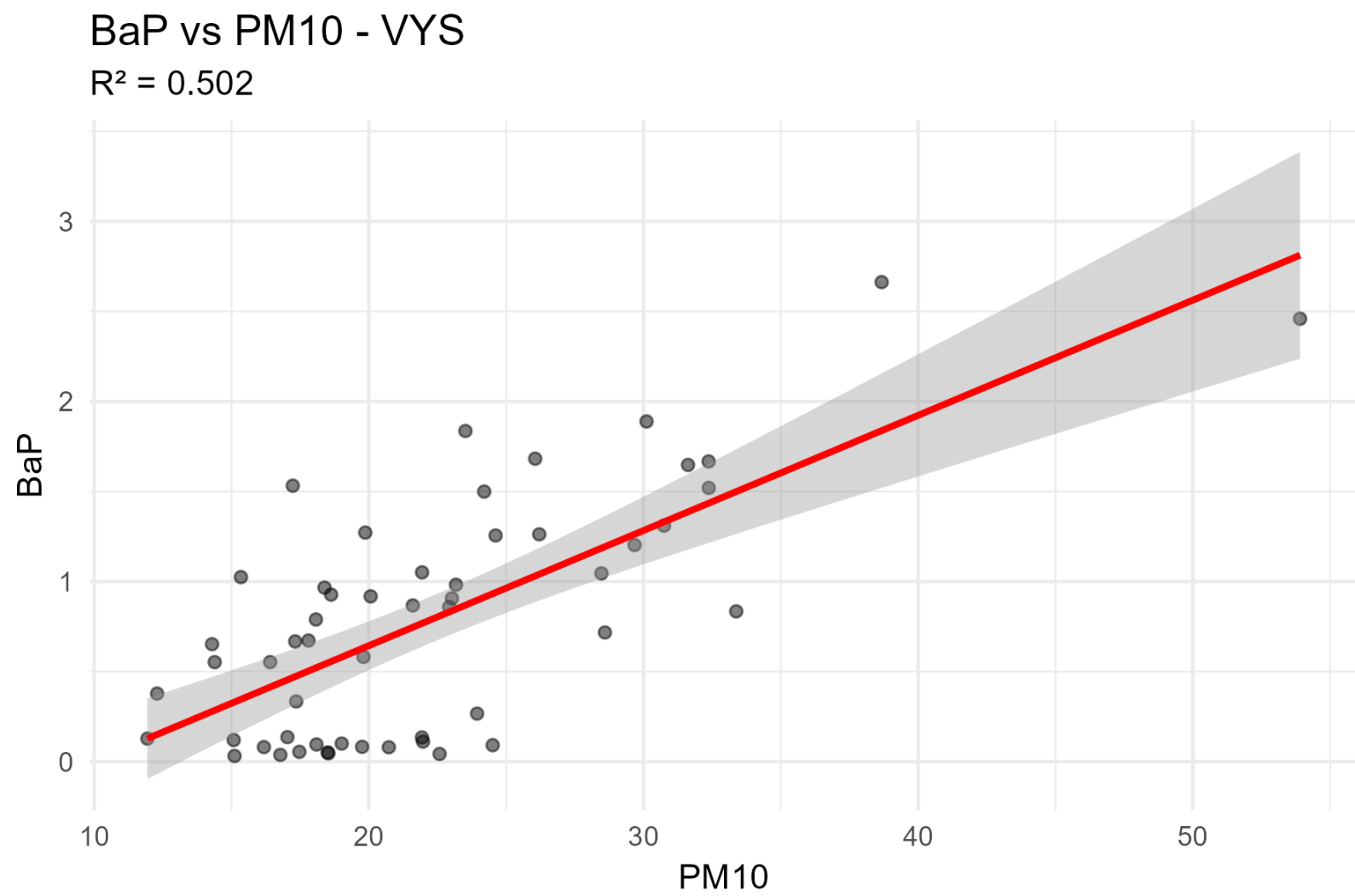
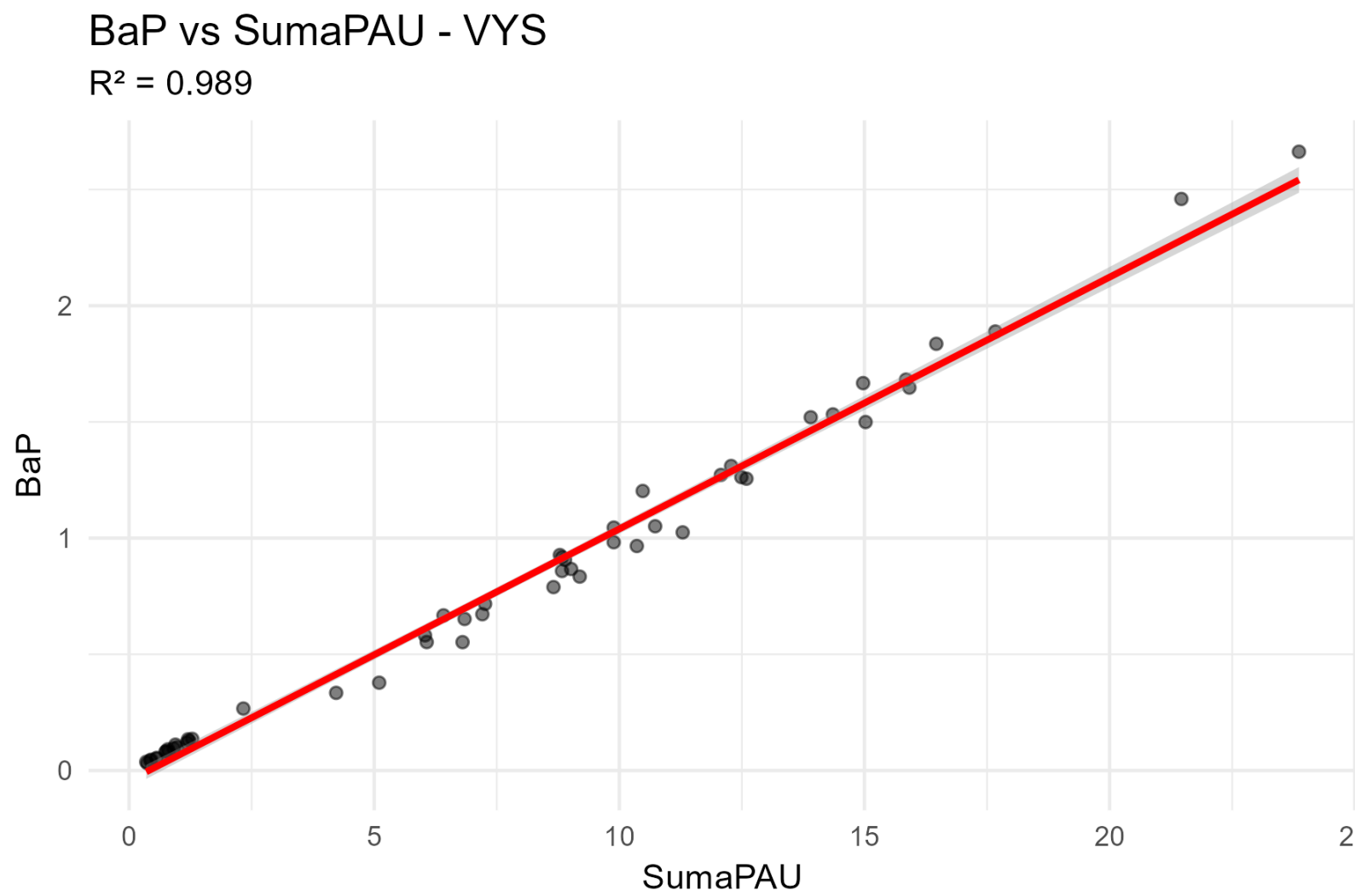
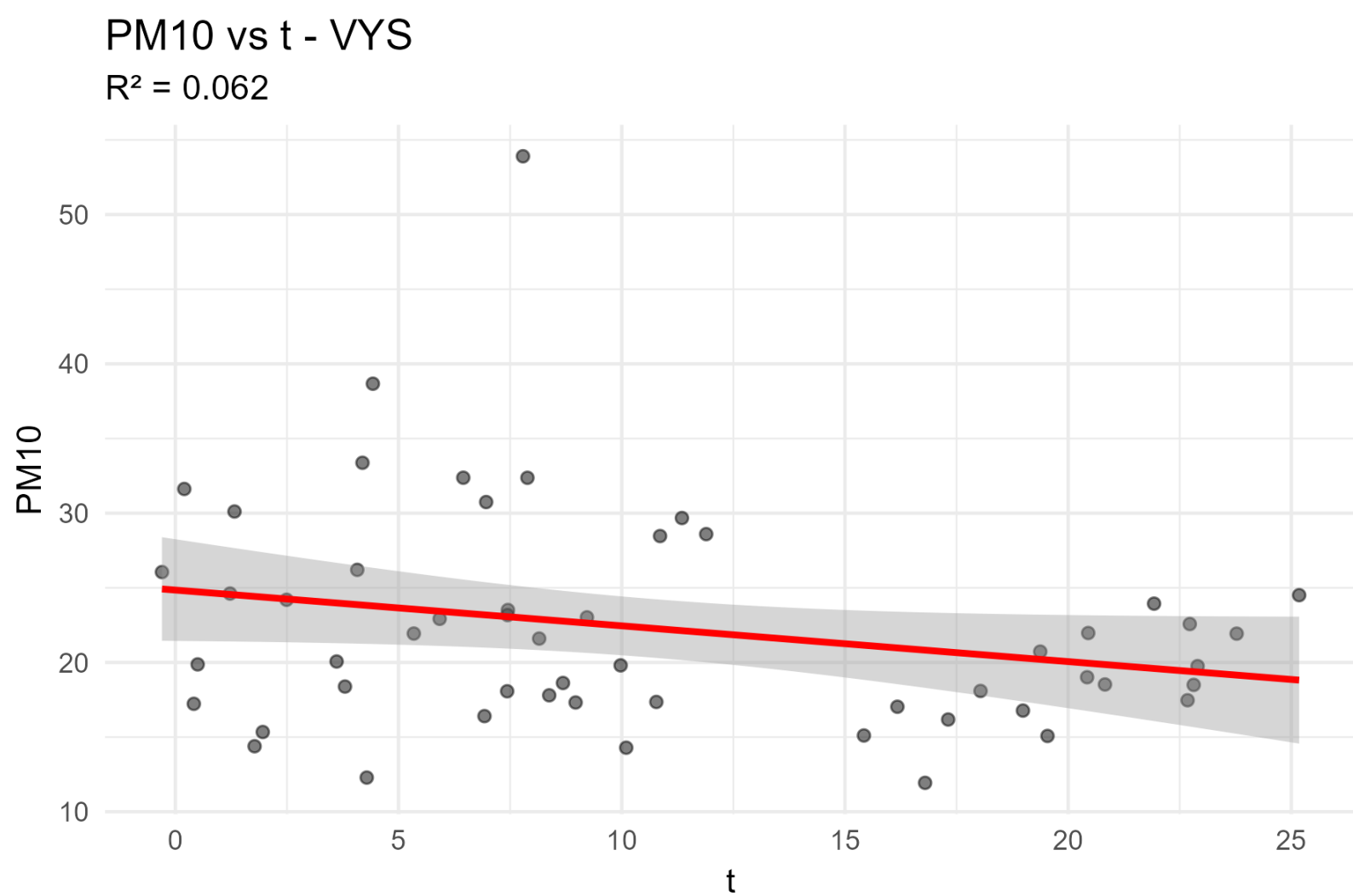
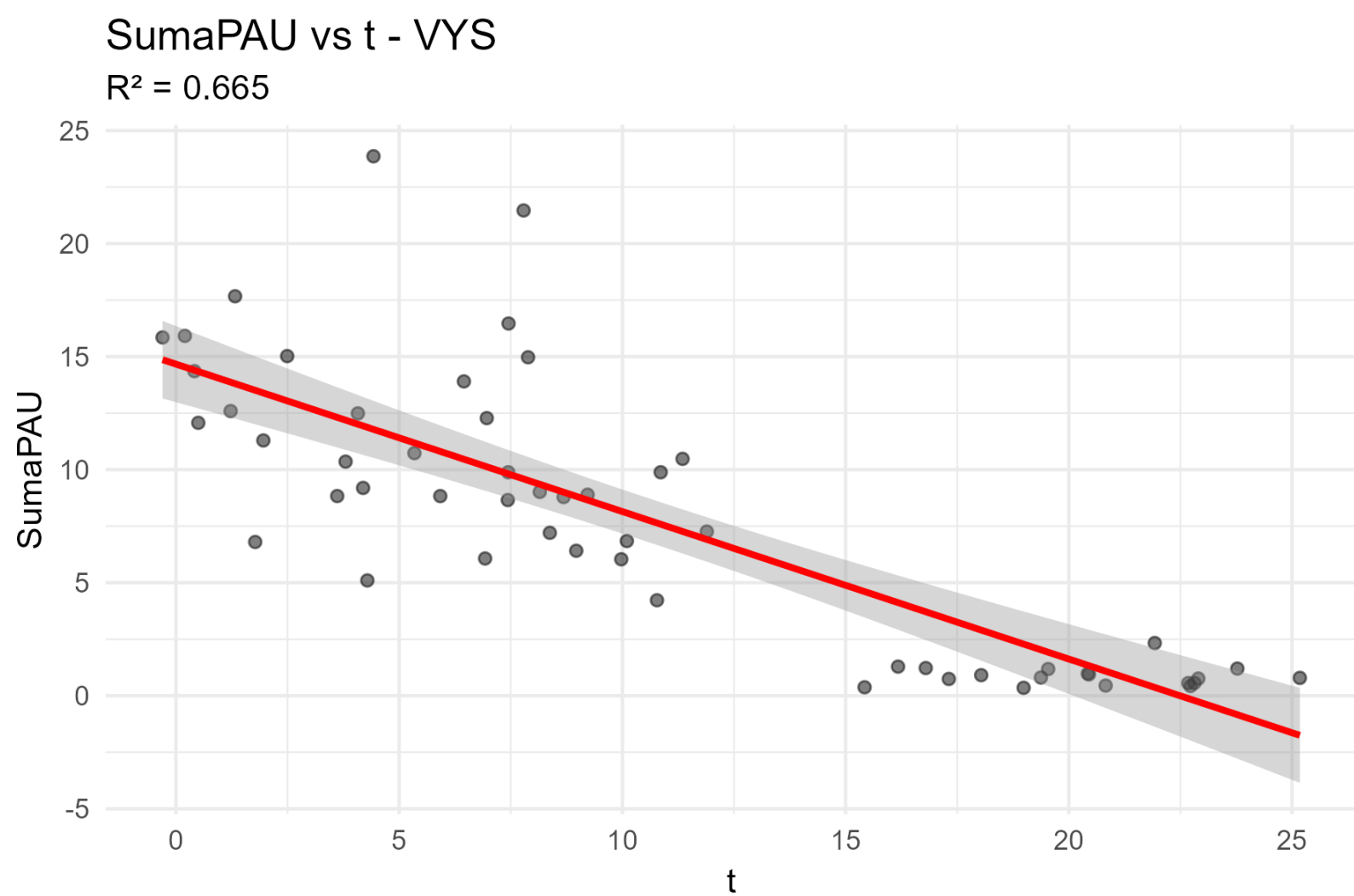
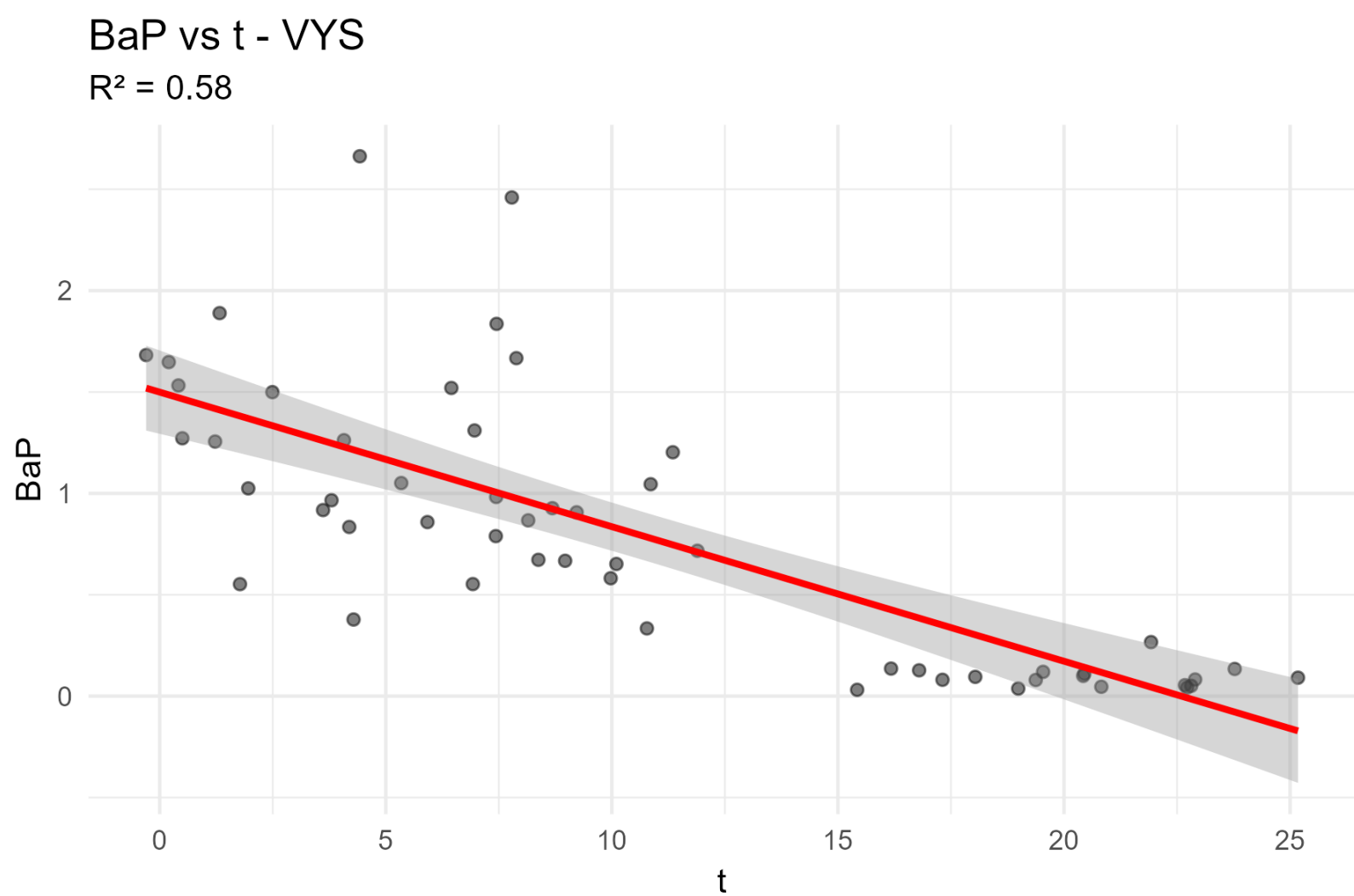
Regresní grafy – Jihomoravský kraj



Regresní grafy – Jihomoravský kraj

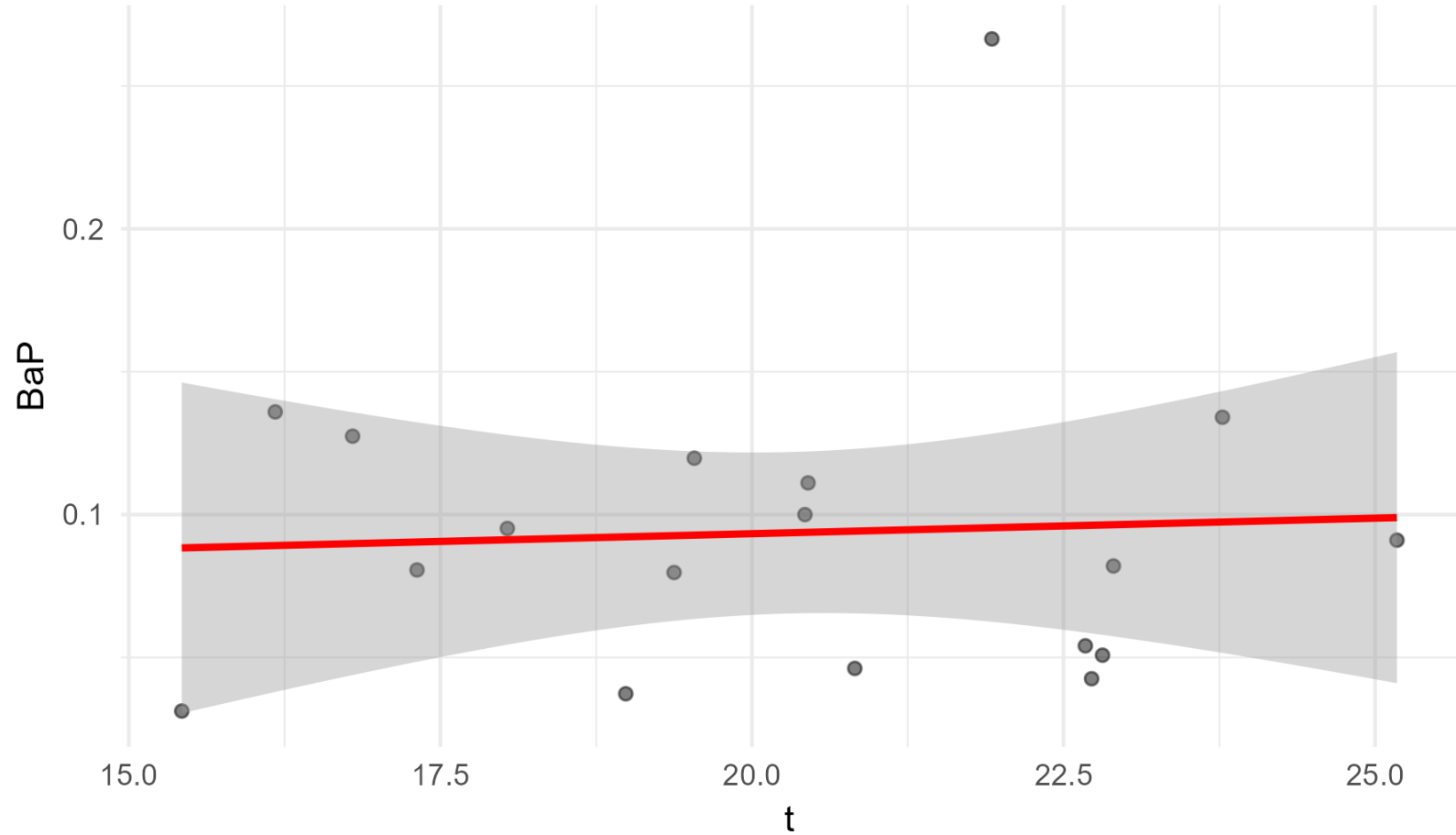


Regresní grafy – Kraj Vysočina

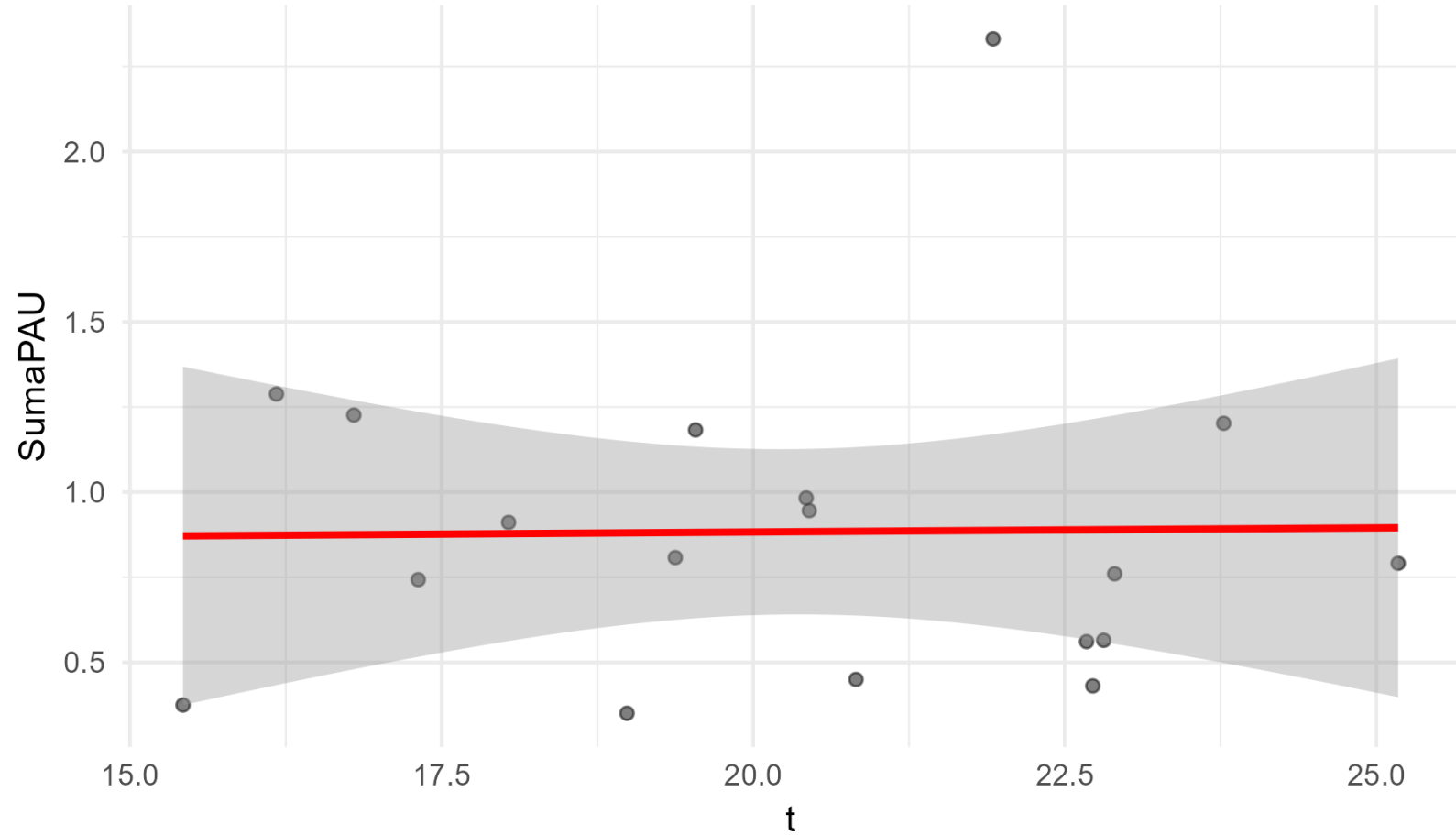


Regresní grafy – Kraj Vysočina

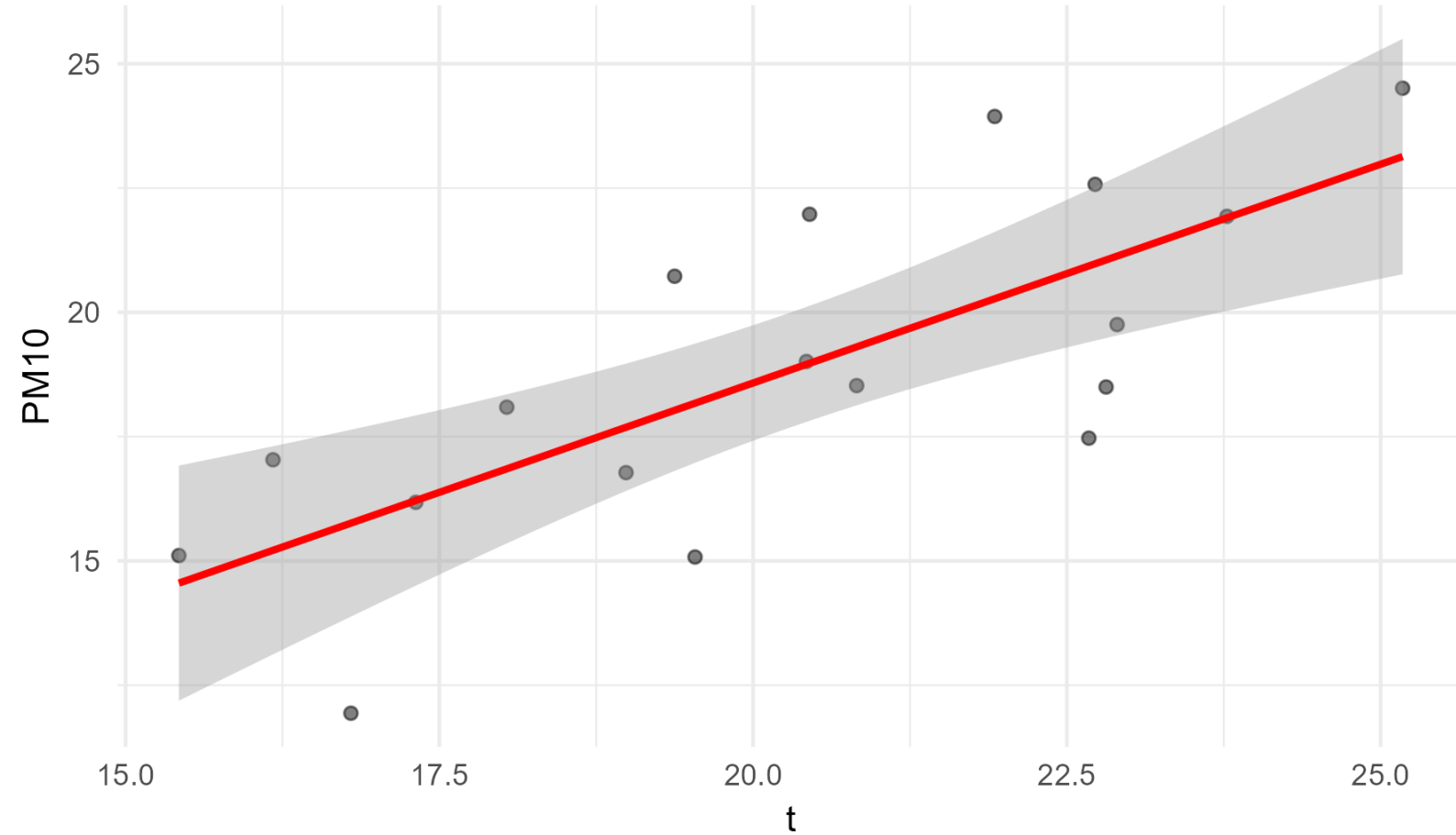
BaP vs t - VYS Léto
 $R^2 = 0.003$



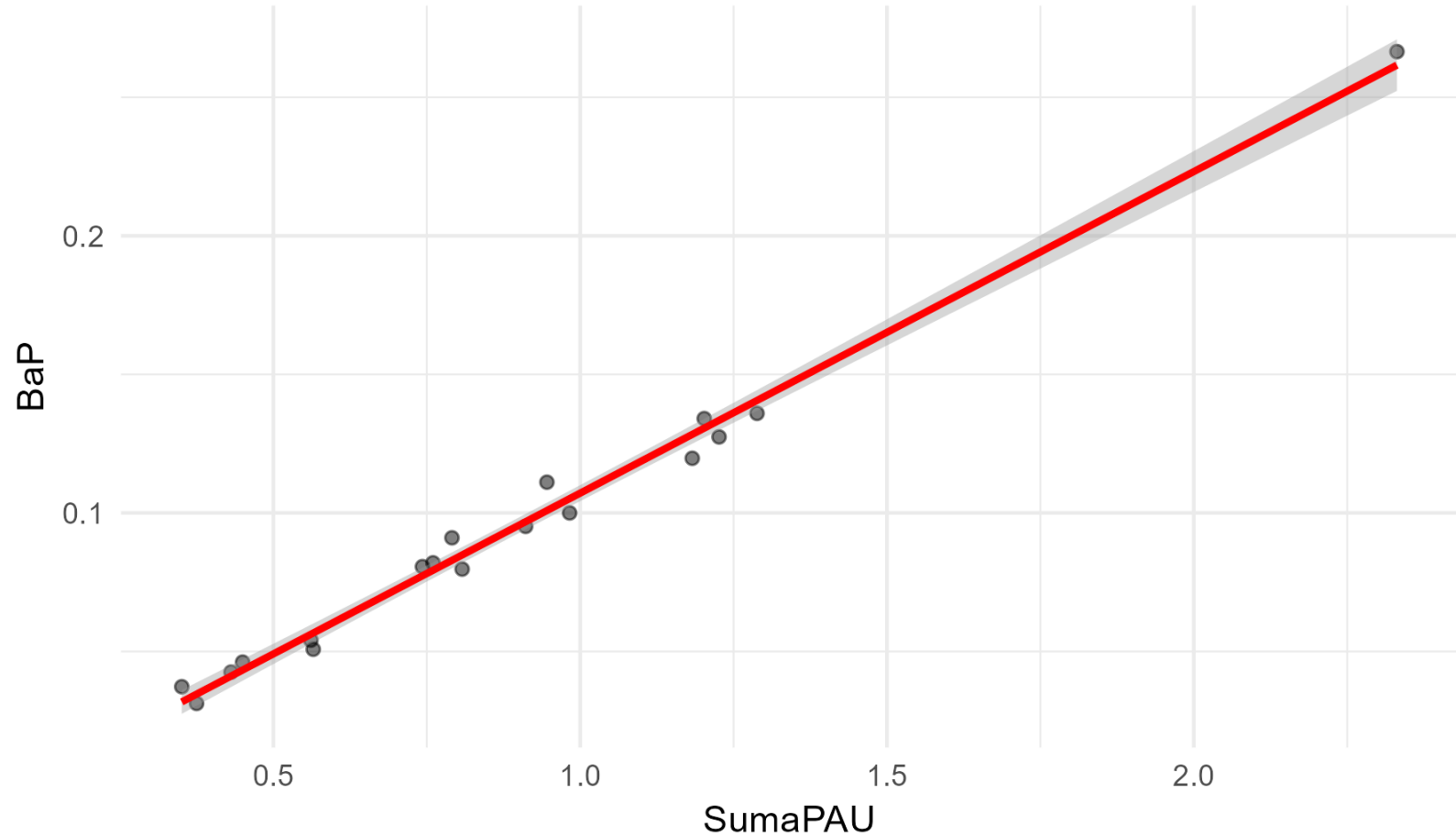
SumaPAU vs t - VYS Léto
 $R^2 = 0$



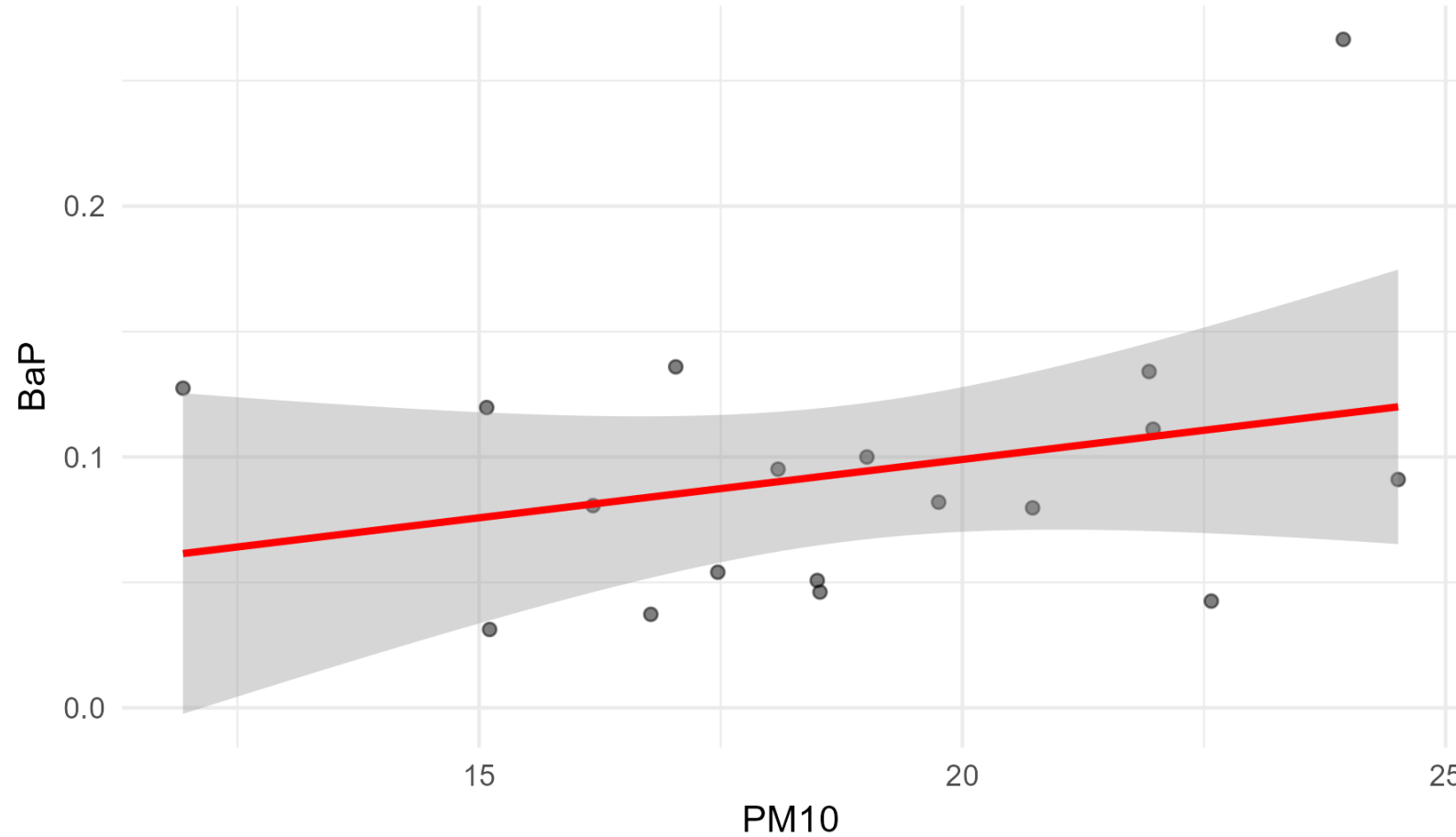
PM10 vs t - VYS Léto
 $R^2 = 0.548$



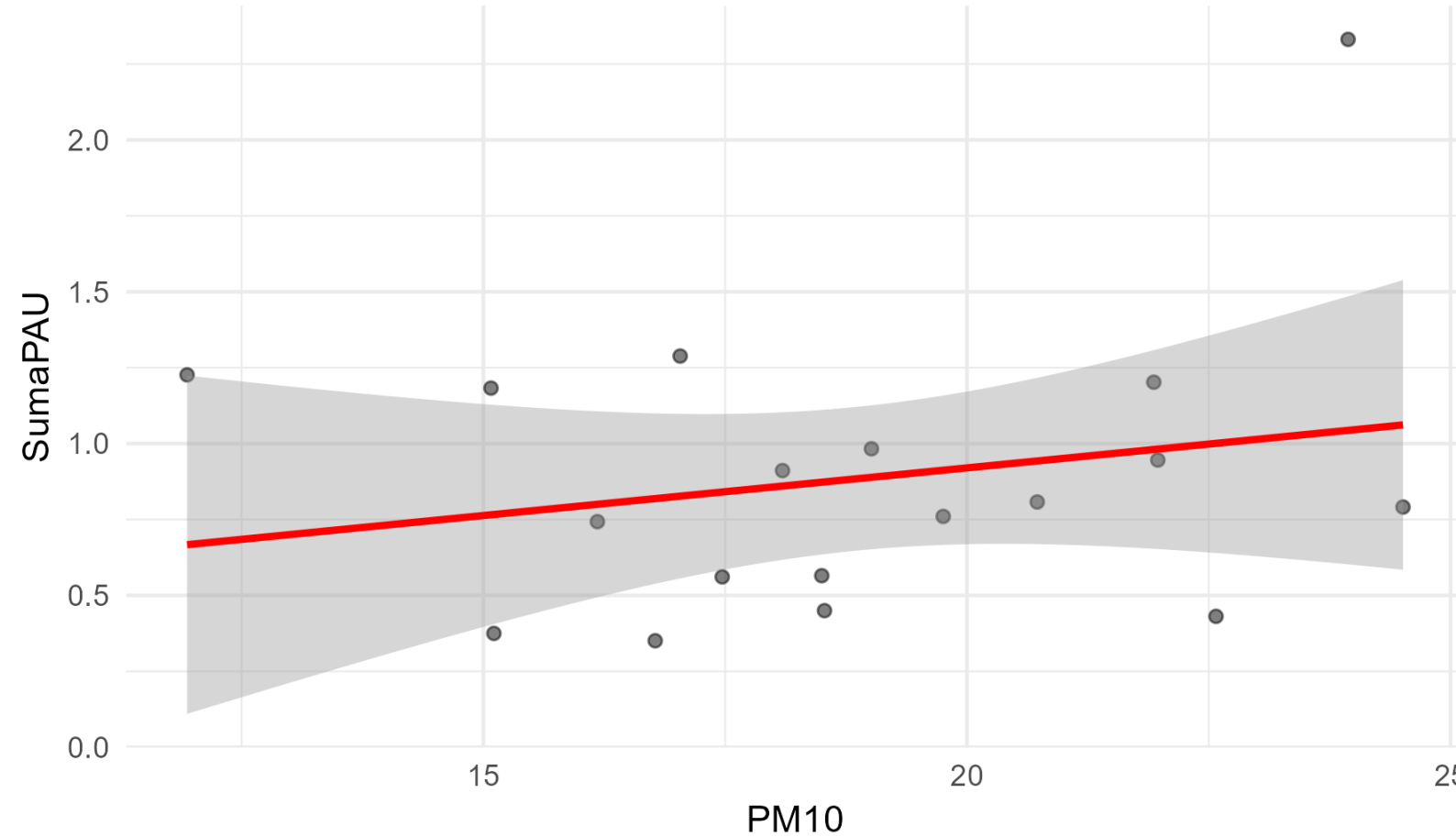
BaP vs SumaPAU - VYS Léto
 $R^2 = 0.99$



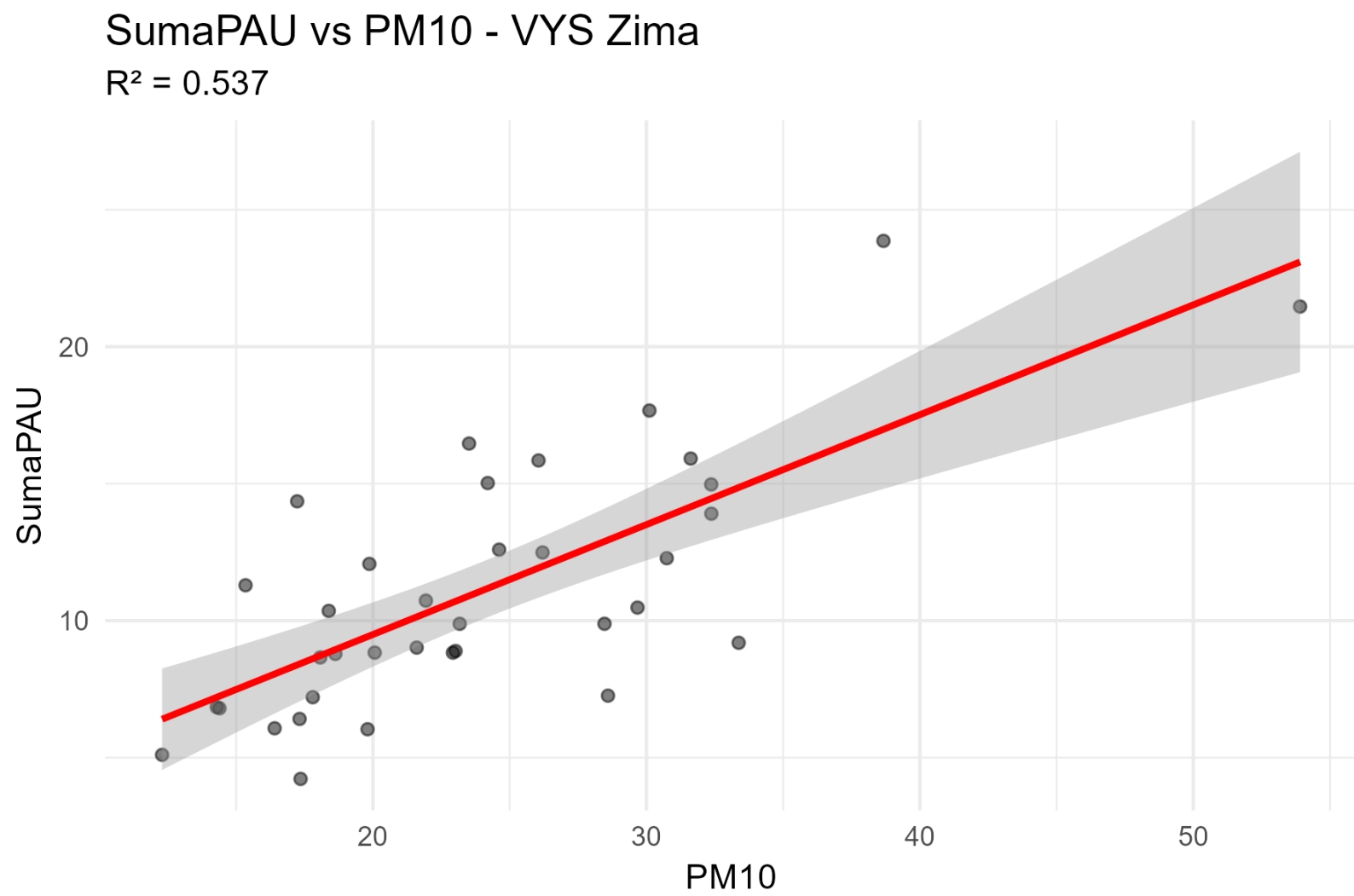
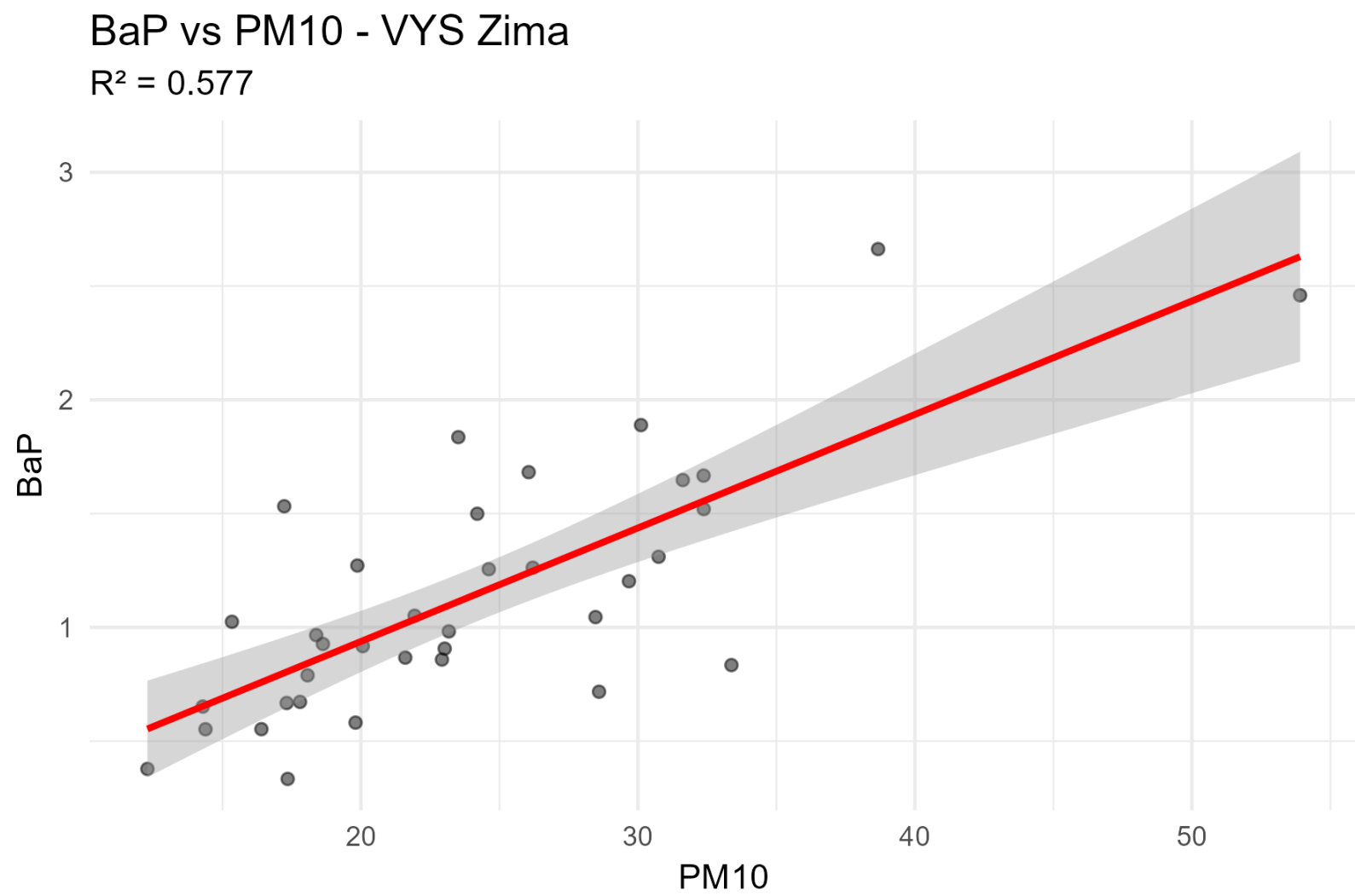
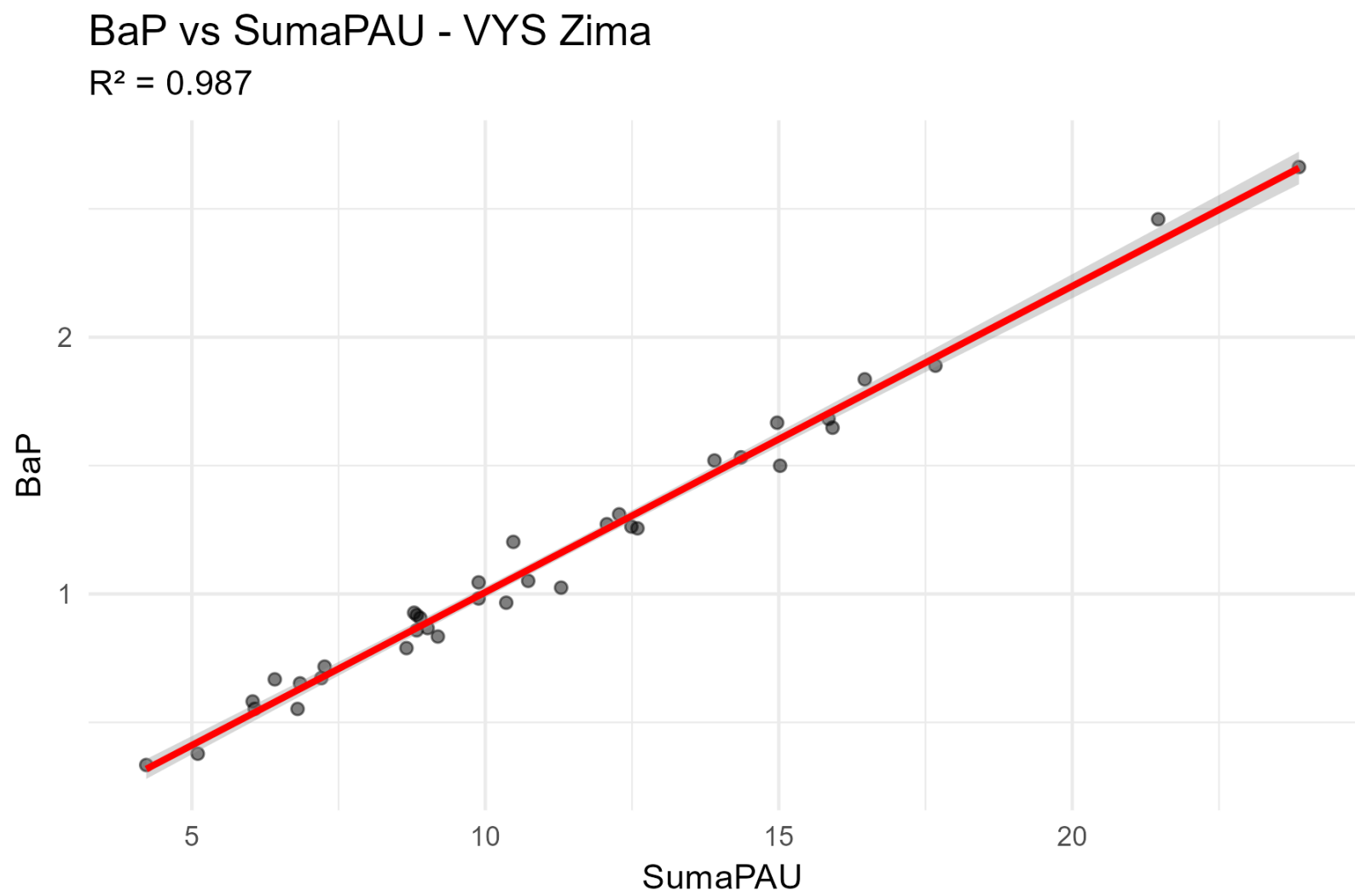
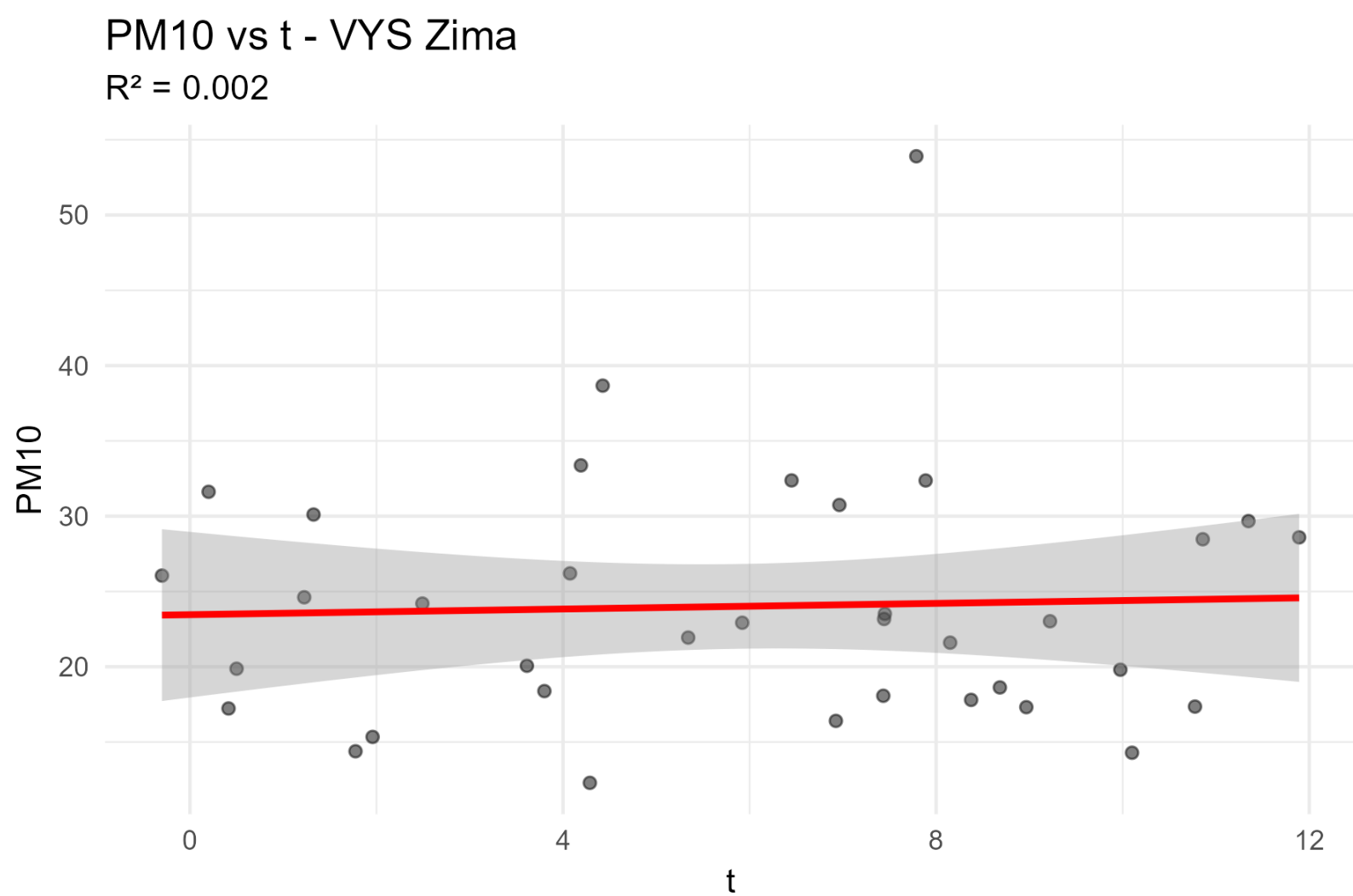
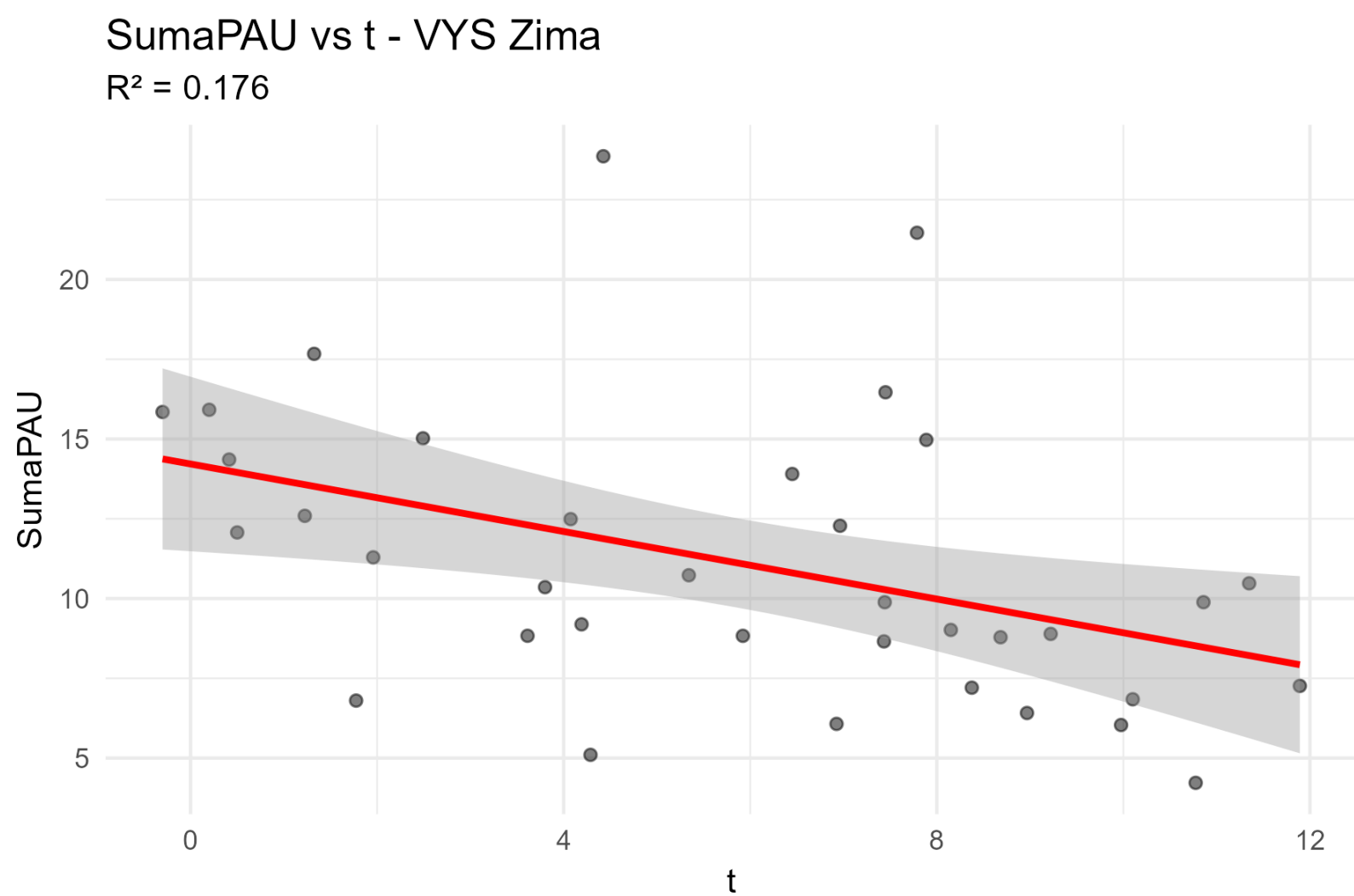
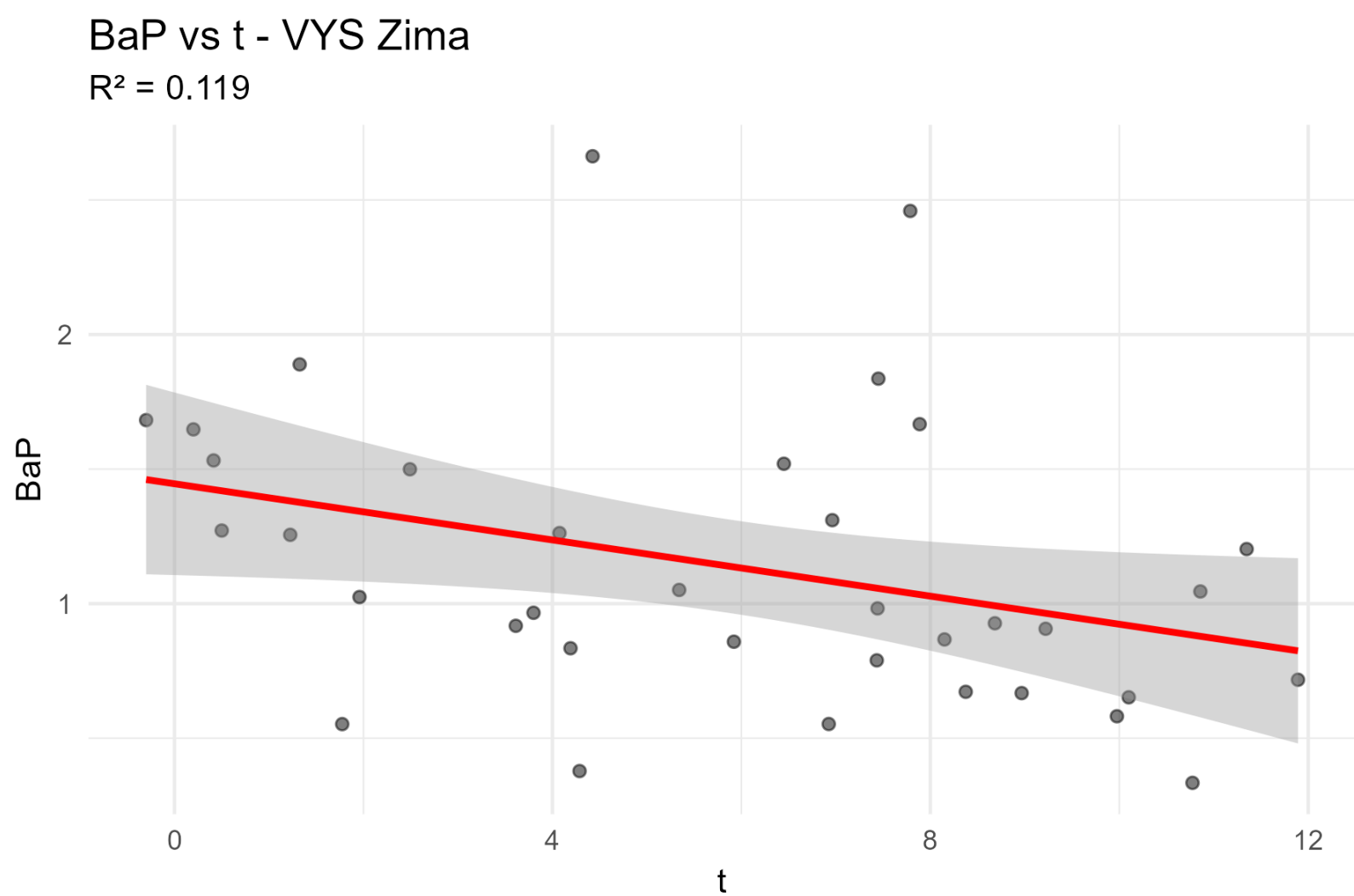
BaP vs PM10 - VYS Léto
 $R^2 = 0.08$



SumaPAU vs PM10 - VYS Léto
 $R^2 = 0.049$



Regresní grafy – Kraj Vysočina



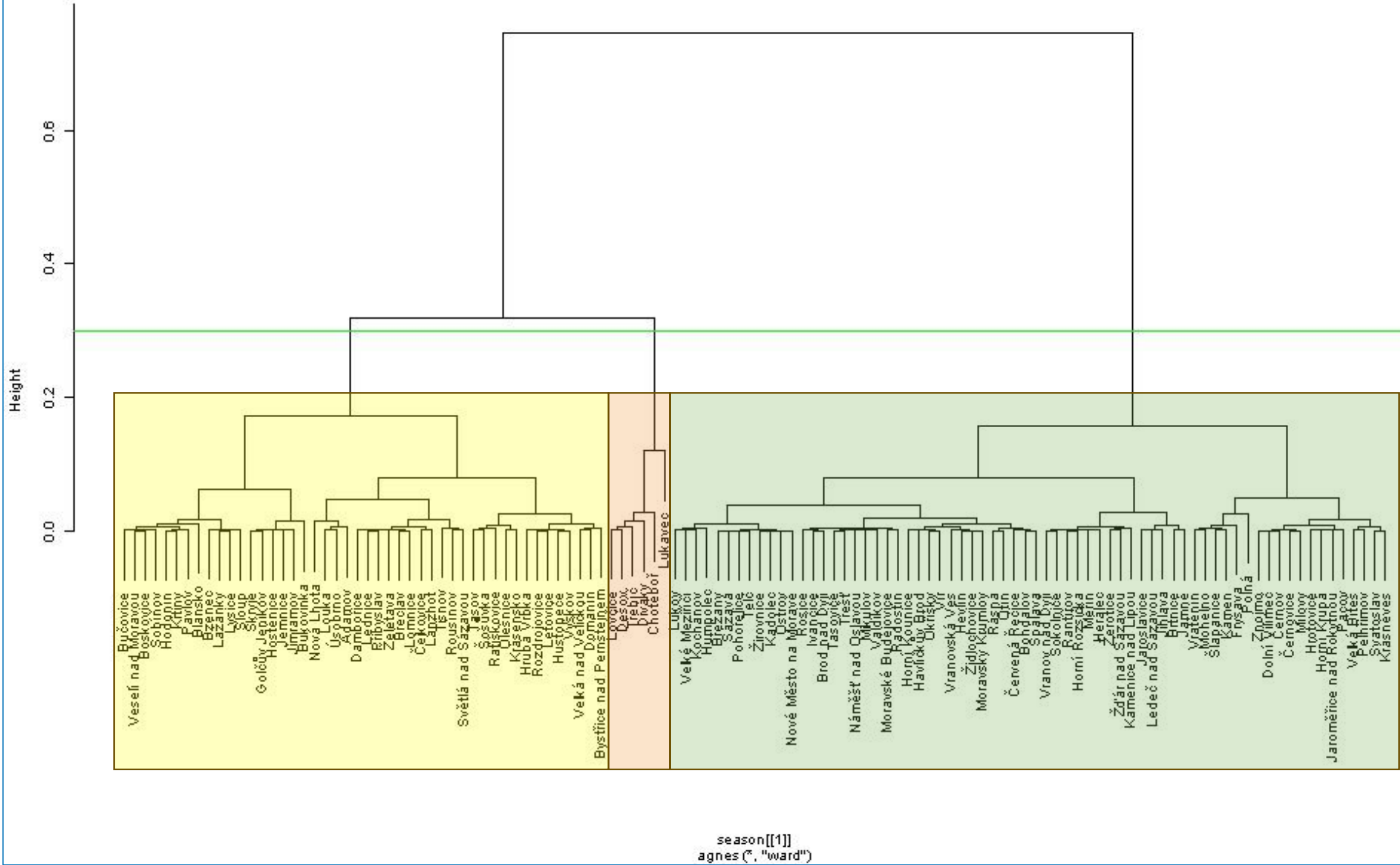
Posouzení zdrojů PAU

- Posouzení realizováno pro oba dva kraje současně rozdělené na chladné a teplé období
- Identifikace zdrojů na základě diagnostických poměrů vybraných PAU:
 - indeno[1,2,3-cd]pyren (IPy) a benzo[ghi]perylene (BPe)
 - Diagnostické poměry sjednoceny ve formě: $[IPy, BPe] = \frac{IPy - BPe}{IPy + BPe}$
- Pro jednotlivé lokality byla provedena shluková analýza naměřených hodnot. Pro analýzu byly použity průměrné hodnoty koncentrací jednotlivých PAU pro každou lokalitu zvlášť a pro každé období (teplejší – chladnější) zvlášť
- Na základě diagnostických poměrů, byly pro jednotlivé skupiny lokalit provedeny odhady zdrojů podílejících se na znečištění ovzduší PAU vázanými na aerosolové částice

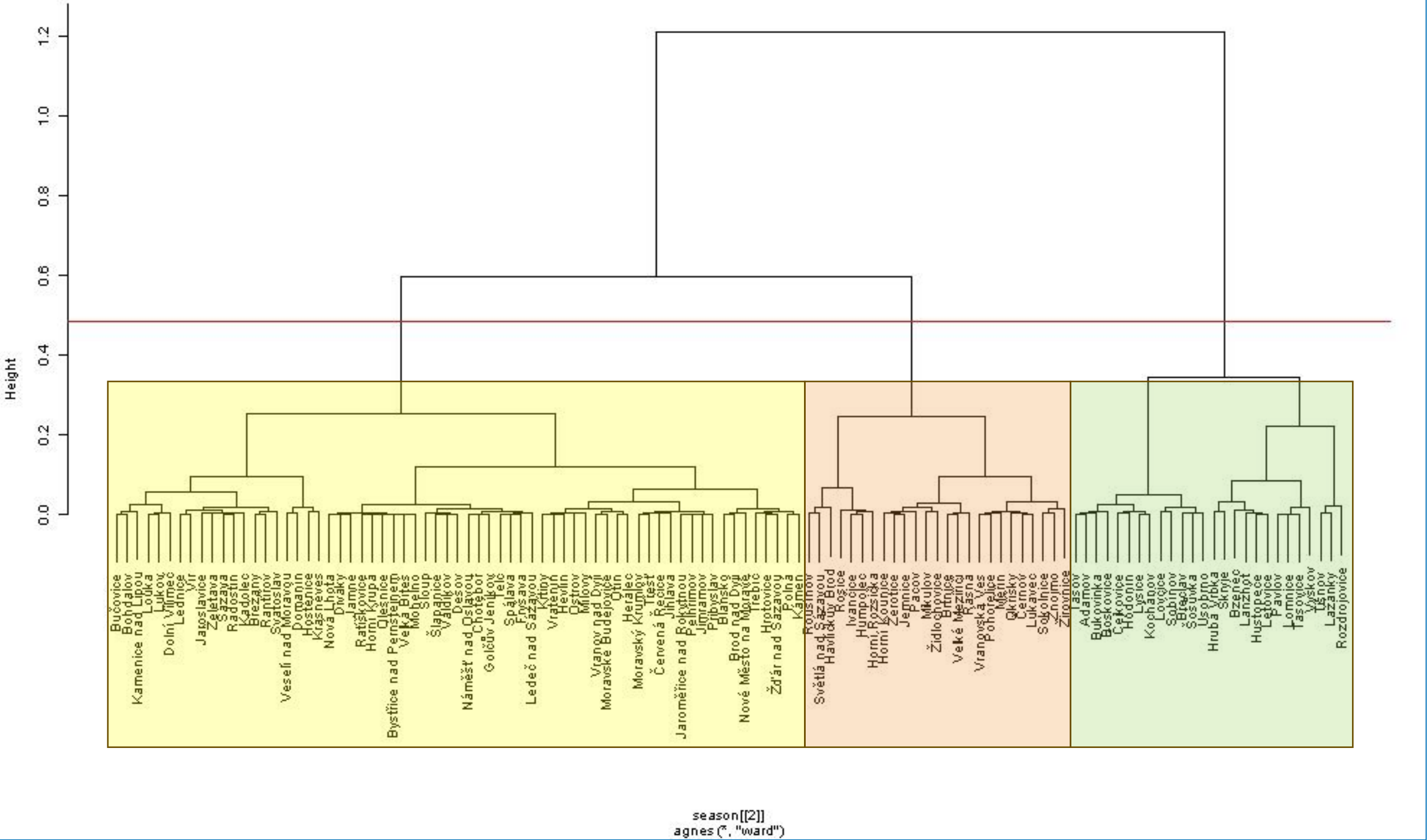
Posouzení zdrojů PAU – Shluková analýza

Zdroj znečištění	Chladné období		Teplé období		Rozmezí shluků
	Cluster1	[IPy,BPe]	Cluster2	[IPy,BPe]	
Spalování dřeva, uhlí, trávy	3	0,1722	3	0,3402	max
	3	0,0910	3	0,1330	min
Smíšené zdroje	1	0,0823	1	0,1101	max
	1	-0,0110	1	-0,0054	min
Spalování nafty, spalování benzínu	2	-0,0334	2	-0,0131	max
	2	-0,1394	2	-0,1379	min

Dendrogram of agnes(x = season[[1]], diss = FALSE, metric = "euclidean", stand = FALSE, method = "ward



Dendrogram of agnes(x = season[[2]], diss = FALSE, metric = "euclidean", stand = FALSE, method = "ward



Posouzení zdrojů PAU

- V chladnějším období převládaly zdroje se spalováním tuhých paliv, případně smíšené zdroje, zdroje ze spalování nafty a benzínu převládaly na minimu lokalit
 - 68 lokalit s původem PAU ze spalování dřeva, uhlí a trávy
 - 46 lokalit s původem PAU ze smíšených zdrojů
 - 6 lokalit s původem PAU ze spalování paliv (dopravy).
- V teplejším období přibýlo lokalit se znečištěním ovzduší ze spalování nafty a benzínu a snížil se počet lokalit znečišťovaných spalováním tuhých paliv
 - 26 lokalit s původem PAU ze spalování dřeva, uhlí a trávy (z toho 24 na území JMK)
 - 65 lokalit s původem PAU ze smíšených zdrojů
 - 25 lokalit s původem PAU ze spalování paliv (dopravy)
- V průběhu měření v teplejším období byly na některých lokalitách koncentrace PAU pod limitem stanovení, a tudíž nebylo možné stanovit jejich diagnostické poměry

ZÁVĚRY

- Oba kraje vykazují sezonní výkyvy
 - Vyšší koncentrace PAU (BaP) byly v průběhu zimy ve srovnání s létem
 - Negativní korelace mezi teplotou a BaP/SumaPAU je významnější zejména v JMK
- Některé lokality vykazovaly silnější korelace než jiné
 - V JMK na lokalitě Hostěnice byla nejsilnější negativní korelace mezi teplotou a BaP (-0,83), nejslabší na lokalitě Moravský Krumlov (-0,57)
 - Na VYS na lokalitě Červená Řečice byla nejsilnější negativní korelace mezi teplotou a BaP (-0,85), nejslabší na lokalitě Hrotovice (-0,33)
- Výsledky identifikace zdrojů PAU na základě diagnostických poměrů ukazují na významný vliv lokálních topenišť na kvalitu ovzduší
 - Více než polovina lokalit je ovlivňována v zimních měsících PAU původem z procesu spalování dřeva, uhlí a trávy
 - V průběhu letních měsíců převládají smíšené zdroje a dochází k nárůstu počtu lokalit se spalováním nafty/benzínu

Děkuji za pozornost

Radek Vít

Líšeňská 33a, Brno, 636 00
Centrum dopravního výzkumu v.v.i.

8. 10. 2024