

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Sekce zemědělských vstupů



**ZÁVISLOST OBSAHŮ POPs V ROSTLINÁCH
NA OBSAZÍCH POPs V PŮDĚ**

Závěrečná zpráva (2010 – 2013)

Zpracovali: Mgr. Šárka Poláková, Ph.D.
Ing. Dušan Reininger, Ph.D.
Ing. Tomáš Samek, Ph.D.

Schválil: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, červen 2014

Obsah

Úvod.....	5
Metodika	6
Odběr vzorků rostlin	6
Odběr vzorků půd	7
Analyzované parametry.....	7
Způsob vyhodnocení.....	8
Výsledky	9
Obsahy POPs v půdních vzorcích	9
Obsahy POPs v pěstovaných plodinách	10
Obsahy POPs v plodinách z hlediska potravinářské a krmivářské legislativy	11
Vzájemné vztahy mezi obsahy POPs v rostlině a půdě.....	12
Sledování zeměpisných souvislostí.....	17
Shrnutí.....	19
Právní předpisy	20
Seznam zkratk	21
Přílohy	23

Úvod

Perzistentní organické polutanty (Persistent Organic Pollutants, POPs) jsou látky dlouhodobě setrvávající v prostředí. Mají několik typických vlastností – vyznačují se vysokou lipofilitou, vysokou schopností bioakumulace, vysokým stupněm chemické a biologické stability a tendencí k dálkovému přenosu. Díky těmto vlastnostem se mohou šířit tisíce kilometrů od zdroje a kontaminovat tak celou biosféru, včetně potravního řetězce člověka.

Perzistentní organické látky vznikají přírodními procesy (např. sopečnou činností, požáry), avšak převážná část jejich zdrojů je antropogenního původu. Výrobu a použití vybraných látek reguluje Stockholmská úmluva o perzistentních organických polutantech.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) dlouhodobě sleduje obsahy vybraných POPs (7 kongenerů PCB, organochlorové pesticidy: HCB, 4 izomery HCH a látky skupiny DDT) v zemědělských půdách.

Zdravotní rizika spojená s expozicí POPs

POPs se vyznačují širokou škálou negativních vlivů na zdraví lidí a ostatních organismů. V tělech živých organismů se kumulují především v tukové tkáni, odkud mohou být za určitých podmínek zpětně uvolněny do krevního řečiště. Látky skupiny DDT jsou velmi toxické pro vodní organismy, způsobují významný pokles reprodukční schopnosti rybožravých a vodních ptáků, ale i pěvců a suchozemských šelem. Při akutní expozici člověka dojde k ovlivnění nervového systému. Chronická expozice poškozuje játra, narušuje metabolismus a funkci steroidních hormonů. Lze předpokládat, že dochází k negativnímu ovlivnění reprodukčního systému a zdravého vývoje plodu. HCH je škodlivý pro hmyz a ryby. U člověka zvyšuje pravděpodobnost onemocnění rakovinou, podráždění dýchacích cest, poškození jater a ledvin a poškození funkce štítné žlázy. HCB je pro zdraví lidí velmi nebezpečný. Po expozici touto látkou může u zasažených osob dojít k extrémnímu zvýšení rizika onemocnění rakovinou, ohrožení vývoje plodu, podráždění očí, nosu, dýchacích cest i kůže, k poškození jater a ledvin a k poškození funkce štítné žlázy. PCB mohou v lidském organismu způsobovat změny na kůži, změny spojené s indukci enzymů, estrogenní aktivitou, dochází k imunosupresi (všeobecnému snížení obranyschopnosti organismu), poruchám reprodukce a zvětšení štítné žlázy. Jsou podezřelé z karcinogenních a teratogenních účinků.

Důvody pro stanovení POPs v zemědělských plodinách

POPs se stávají součástí potravního řetězce a jelikož člověk stojí na vrcholu potravní pyramidy, je zde riziko ohrožení lidského zdraví prostřednictvím požití kontaminovaných potravin. Zájem veřejnosti o tuto problematiku roste, což dokazují i dotazy týkající se kvality plodin pěstovaných na půdách zatížených POPs. Objevují se případy, kdy ÚKZÚZ musí řešit otázky spojené s obsahy POPs v zemědělských plodinách.

Za účelem získání informací o reálném transferu POPs do pěstovaných plodin bylo v rámci Bazálního monitoringu půd (BMP) přistoupeno k dočasnému rozšíření monitoringu rostlin o stanovení POPs.

Metodika

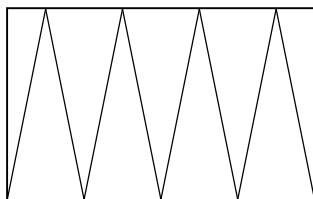
Ke vzorkování byly vybrány plochy stálého souboru 40 monitorovacích ploch zaměřených na dlouhodobé a pravidelné sledování POPs v půdě. Na těchto lokalitách jsou každoročně odebírány vzorky půd.

V první fázi bylo z tohoto souboru vybráno 14 ploch s trvale zvýšenými obsahy organických polutantů, na kterých proběhly také odběry pěstovaných plodin zaměřené na stanovení vybraných POPs. Při statistickém zpracování dat (2010 - 2011) se projevil vliv opakovaného vzorkování na vybraných plochách, díky kterému vznikaly v souboru nežádoucí korelace. Na základě tohoto zjištění bylo přistoupeno ke změně odběrového schématu: odběr vzorků plodin v letech 2012 a 2013 proběhl na zbývajících plochách souboru tak, aby z každé plochy byl odebrán jeden vzorek plodiny.

Odběr vzorků rostlin

Z každé monitorovací plochy byl odebrán jeden směsný vzorek pěstované plodiny (pouze hlavní produkt, jedlá část, plodiny pro píci, siláž) podle níže uvedeného schématu.

Obrázek 1 Odběrové schéma vzorkování



Vzorky plodin byly tvořeny min. 10 individuálními odběry z jedné plochy. Odběr vzorků se prováděl čistým nerezovým nožem nebo nůžkami. Nadzemní části rostlin se neomývaly. Byl odebrán vzorek o minimální hmotnosti 500 g – 2000 g, ten se zvážil, vložil do mikrotenového (popř. PE nebo papírového) sáčku a označil. Transport vzorků probíhal v chladicích boxech. Vzorky se uchovávaly v chladu při 0 - 6 °C až do okamžiku předání vzorku příslušnému pracovníkovi. V případě odběru vzorků zrna a semen (obiloviny, mák, řepka) se vzorek dosušil, zrno/semeno vydrolilo a teprve poté se vzorek zvážil. Tyto vzorky nebylo nutné chladit.

Vzorky byly co nejdříve odeslány do laboratoře ke zpracování; při předávce vzorek nesměl vykazovat významné změny oproti čerstvému stavu. Vzorky se označily podle platné metodiky („Závislost obsahů POPs v rostlinách na obsahu POPs v půdě“) a s předepsanými dokumenty předaly do laboratoře.

Odběry se prováděly těsně před sklizní, společně s odběry vzorků rostlin na prvkovou analýzu, a pokud to bylo možné, společně s odběry půdních vzorků na stanovení organických polutantů.

Odběr vzorků půd

V roce 2010 a 2011 byly vzorky půd odebírány ze dvou horizontů, přičemž do statistického hodnocení byly použity pouze obsahy z orničních/svrchních horizontů. V letech 2012 a 2013 byl vzorkován pouze orniční/svrchní horizont půdy, a to především z úsporných důvodů.

Odběr se prováděl podle schématu na obrázku 1.

Hloubka odběru svrchního horizontu z orné půdy se řídila mocností ornice, maximálně však činila 0 - 25 cm; podorničí se odebíralo z hloubky 26 - 60 cm. V případě trvalých travních porostů se nejdříve odstranila svrchní drnová vrstva a poté se odebral vzorek z hloubky 0 - 10 cm; druhý horizont z hloubky 11 - 25 cm. V roce 2013 byl odebrán vzorek ornice také z chmelnice, a to z hloubky 10 - 40 cm.

K odběru se používala odběrová souprava zn. EIJKEKAMP s vrtákem typu EDELMAN. Během odběru vzorků nesmělo dojít k jakékoli kontaminaci odebíraných vzorků. Na zájmové ploše a v nejbližším okolí bylo zakázáno kouřit a pracovní vozidlo muselo být zaparkováno ve vzdálenosti minimálně 30 m, aby se vyloučil vliv výfukových plynů a jiných provozních hmot. Při vzorkování se používalo jen čisté nářadí zhotovené z vhodných materiálů (např. nerez ocel s atestem, sklo). Pokud nebylo možné vyhnout se kontaktu odebíraného materiálu s rukama, ruce musely být umyté vodou a mýdlem a nebyly ošetřené prostředky na ochranu proti slunci nebo hmyzu.

Odebíralo se 0,75 kg půdy z jednoho horizontu. Toto množství se přímo v terénu ručně zhomogenizovalo promísením na vhodné podložce v latexových (mikrotenových) rukavicích (ne však od benzínových čerpadel). Při homogenizaci se odstranil hrubší skelet.

Po provedené homogenizaci se vzorek vložil do mikroténového sáčku, který se vložil do PE sáčku. Každý vzorek byl označen podle platných metodických pokynů („Bazální monitoring půd“) a s předepsanými dokumenty předán do laboratoře.

Odběry proběhly těsně před sklizní nebo při ní, pokud to bylo možné společně s odběry vzorků rostlin.

Analyzované parametry

- 7 indikátorových kongenerů PCB (28, 52, 101, 138, 153, 180, 118),
- organochlorové pesticidy: (α -, β -, γ -, δ - izomery HCH, HCB, o',p'- a p',p'-izomery DDT, DDE, DDD),
- sušina

Způsob vyhodnocení

Zjištěné obsahy sledovaných látek v půdě a plodinách byly posouzeny podle platných legislativních předpisů.

Numerické výsledky analýz byly dále podrobeny následujícímu statistickému zkoumání:

- Grafická analýza dat pomocí ikonových grafů
- Korelační analýza
- Analýza hlavních komponent (PCA – principal component analysis)

Soubor dat určený ke studiu vzájemných vztahů mezi obsahy POPs v půdě a rostlině byl rozšířen o další půdní charakteristiky: výměnné a aktuální pH, obsah oxidovatelného uhlíku (Cox, stanovení metodou NIR), aktuální sorpční kapacitu (CEC) a vybrané zrnitostní frakce půdy (částice menší než 0,01 mm, 0,001 mm, 0,002 mm, 0,006 mm). Dále byla databáze doplněna o zeměpisné souřadnice pro hodnocení vlivu polohy na sledované parametry v půdě a rostlině.

Data byla nejprve vyhodnocena všechna společně formou ikonových grafů. Podrobnější hodnocení (korelační analýza, analýza hlavních komponent) je uvedena pouze pro ty skupiny plodin, ve kterých byly nejčastější nálezy POPs - kukuřice na siláž a řepkové semeno. PCA byla použita také pro hodnocení zeměpisných souvislostí.

Z analýz byly vypuštěny proměnné, které pro danou hodnocenou skupinu nevykazovaly rozptyl. Hodnoty nižší než mez stanovitelnosti (LOQ) byly položeny rovno ½ LOQ. Do hodnocení vlivu geografické polohy byla zahrnuta každá monitorovací plocha právě jednou. Tzn., že ze statistického hodnocení byly odstraněny plochy s méně kontaminovanými vzorky rostlin.

Pro statistické zpracování byl použit program StatSoft, Inc. (2013) STATISTICA (data analysis software systém), version 12. www.statsoft.com.

Výsledky

Obsahy POPs v půdních vzorcích

Současné sledování obsahů POPs v půdách a rostlinách bylo provedeno v rámci stálého souboru ploch zaměřených na dlouhodobé sledování obsahů POPs v půdách. Během období 2010 - 2013 bylo odebráno celkem 52 půdních vzorků, z toho z 12 ploch opakovaně. Obsahy sledovaných POPs v příslušných půdních vzorcích jsou uvedeny v příloze 1. Základní statistický přehled o naměřených koncentracích uvádí tabulka 1.

Tabulka 1. Popisná statistika obsahů POPs v půdních vzorcích (52 vzorků; 2010 - 2013; $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.; suma 7 kongenerů PCB, suma 4 izomerů HCH, suma o',p'- a p',p'- izomerů DDE, DDD, DDT a suma o',p'- a p',p'- izomerů DDE + DDD + DDT)

	PCB	HCH	HCB	DDE	DDD	DDT	DDT _{tot}
Průměr	7,08	1,23	5,26	35,9	2,80	39,6	78,4
Medián	2,27	1,00	3,21	12,4	1,03	16,7	33,5
Minimum	1,75	1,00	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
Maximum	58,5	6,65	22,1	296	28,6	413	722

Vyhláška č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, uvádí jako hodnotu přípustného znečištění PCB 0,01 mg/kg suš.; pro organické chlorované (jednotlivé) pesticidy hodnotu 0,01 mg/kg suš.; pro organické chlorované (celkem) pesticidy hodnotu 0,1 mg/kg suš.

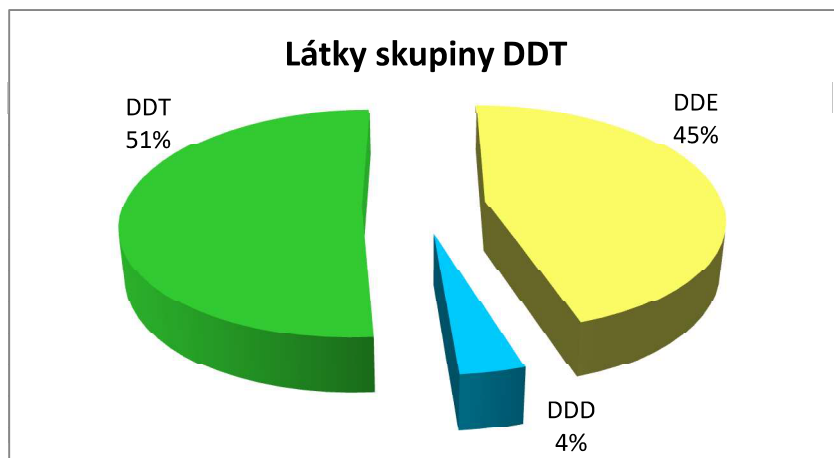
Z odebraných 52 vzorků nevyhovuje požadavkům uvedené vyhlášky z hlediska obsahu **PCB** sedm vzorků - 5 monitorovacích ploch. Z těchto pěti ploch jsou tři typické výrazně vyššími obsahy PCB a odlišným procentuálním zastoupením jednotlivých kongenerů v celkové sumě PCB. Dvě plochy se nachází v Jihomoravském kraji, jedna ve Zlínském kraji. Všechny tyto lokality leží v blízkosti průmyslových zón.

Obsahy jednotlivých izomerů **HCH** jsou ve většině případů pod mezí stanovitelnosti ($\text{LOQ} = 0,5 \mu\text{g.kg}^{-1}$); HCH byl detekován pouze v 10 vzorcích. Maximálním obsah sumy 4 izomerů HCH činil $6,65 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Hodnota přípustného znečištění nebyla překročena. V šesti vzorcích byl detekován γ -izomer HCH (4 plochy), ve dvou β -izomer a jedenkrát byl detekován α -izomer HCH.

Rozsah obsahů **HCB** v odebraných půdních vzorcích činí <0,5 - 22,1 $\mu\text{g.kg}^{-1}$. Osm vzorků (pět ploch) nevyhovuje požadavkům vyhlášky č. 13/1994 Sb. na obsah organických chlorovaných pesticidů.

Stanovení **látek skupiny DDT** zahrnuje stanovení tří látek (DDD, DDE, DDT) ve dvou izomerních variantách (o',p'- a p',p'- izomery). Obecně platí, že o',p'-izomery se v půdě vyskytují v nižších koncentracích než příslušné p',p'-izomery. Dále platí, že koncentrace těchto látek v půdě stoupají v řadě $\text{DDD} < \text{DDE} \leq \text{DDT}$. (Průměrné procentuální zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT uvádí graf 1.)

K překročení hodnot přípustného znečištění dochází u této skupiny látek často. Čtyři vzorky (2 plochy) nevyhověly z hlediska obsahu DDD, dvacet devět vzorků (23 ploch) nevyhovělo z hlediska obsahu DDE a třicet čtyři (25 ploch) z hlediska DDT. Deset půdních vzorků (7 ploch) překročilo hodnotu přípustného znečištění 100 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.

Graf 1. Poměrné zastoupení jednotlivých látek skupiny DDT v odebraných půdních vzorcích**Obsahy POPs v pěstovaných plodinách**

V letech 2010 - 2013 bylo odebráno celkem 55 vzorků rostlin ze 40 monitorovacích ploch. V příloze 2 jsou uvedeny výsledky stanovení sledovaných POPs. Většina stanovovaných parametrů je pod mezí stanovitelnosti (limit of quantification, LOQ = 0,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.).

Odebrané plodiny do značné míry odrážejí strukturu hospodaření na zemědělském půdním fondu. Na vybraných plochách byla v uvedených letech nejčastěji pěstována pšenice (17x); následuje kukuřice (9x) a řepka (7x). Dále byly odebrány 4 vzorky ječmene a 7 vzorků travních porostů. Travní porosty tvoří nedílnou součást souboru ploch zaměřených na monitorování obsahu organických polutantů.

Nad mezí stanovitelnosti jsou nejčastěji nalézány obsahy **látek skupiny DDT**, zejména p',p'-DDE. Maximální obsah sumy látek DDT (DDT_{tot}) byl zjištěn v řepce (semeno, rok odběru 2012); hodnota DDT_{tot} činila 7,43 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Těsně následuje ječmen (zrno, rok odběru 2012) s obsahem DDT_{tot} 6,96 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Měřitelné obsahy (vyšší než LOQ) látek skupiny DDT byly zjištěny v silážní kukuřici (4x), řepce (2x), slámě pšenice a ječmene (2x), po jednom nálezů v zrnu ječmene, v ječmeni na GPS, chmelových šiškách a travním porostu.

Celkem v šesti vzorcích byly nalezeny stopy **PCB** (2x řepka, 2x TTP, pšenice, kukuřice na píce). Nejčastěji se jedná o kongenery 153 a 101, následují 138 a 52. Obsahy zbývajících kongenerů jsou vždy pod mezí stanovitelnosti. Nejvyšší obsah sumy 7 kongenerů PCB byl stanoven ve vzorku travního porostu (rok odběru 2013); hodnota činila 5,12 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. Ve čtyřech případech je obsah PCB v rostlině vyšší než obsah PCB v půdě.

Celkem v pěti vzorcích byly nalezeny obsahy **HCH** vyšší než LOQ (γ -HCH, β -HCH), ačkoli v příslušných půdních vzorcích byly obsahy všech stanovovaných izomerů pod mezí stanovitelnosti. Jednalo se o 2 vzorky slámy (pšenice, ječmen), 2 vzorky řepky (semeno) a vzorek travního porostu. Maximální zjištěný obsah HCH činil 9,27 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. ve slámě ječmene (rok odběru 2011), což je vysoké číslo, přihlídneme-li k nepřítomnosti této látky v půdě a k hodnotě přípustného znečištění půdy (10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.).

Vyšší obsahy **HCB** byly zjištěny pouze ve 2 vzorcích slámy (rok odběru 2011) a činily 2,42 a 0,53 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.

Celkem v 15 vzorcích byly detekovány hodnoty POPs vyšší, než mez stanovitelnosti.

Obsahy vybraných POPs v půdních a rostlinných vzorcích, odebraných v roce 2011 - 2013, jsou graficky znázorněny v příloze 3.

Obsahy POPs v plodinách z hlediska potravinářské a krmivářské legislativy

Maximální limity reziduí (MLR) pesticidů v potravinách a krmivech jsou ošetřeny následujícími legislativními předpisy:

- Nařízení komise (ES) č. 1881/2006,
- Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 396/2005 (a jeho změna 149/2008),
- Nařízení komise (EU) č. 574/2011 (a jeho změna 277/2012).

V příloze I Nařízení č. 396/2005 jsou ve skupině „Zelenina, čerstvá nebo zmrazená“ uvedeny brambory, ve skupině „Olejnata semena, olejnate plody“ jsou uvedena slunečnicová semena, semena řepky a hořčice a sojové boby; ve skupině „Obiloviny“ pšenice, ječmen, oves a kukuřice. Tritikale není uvedeno jmenovitě, výsledky lze hodnotit pomocí kódu pro „ostatní“ obiloviny.

Obsahy HCH, HCB, DDT upravuje příloha II Nařízení č. 149/2008. Obsah PCB v potravinách upravuje Nařízení č. 1881/2006. Nařízení č. 1881/2006 hodnotí obsahy PCB jako „sumu dioxinů a PCB s dioxinovým efektem“ a vypočtenou hodnotu vztahuje na obsah tuku v potravinách, přičemž v příloze jsou uvedeny v podstatě pouze potraviny živočišného původu, výjimkou jsou „rostlinné oleje a tuky“.

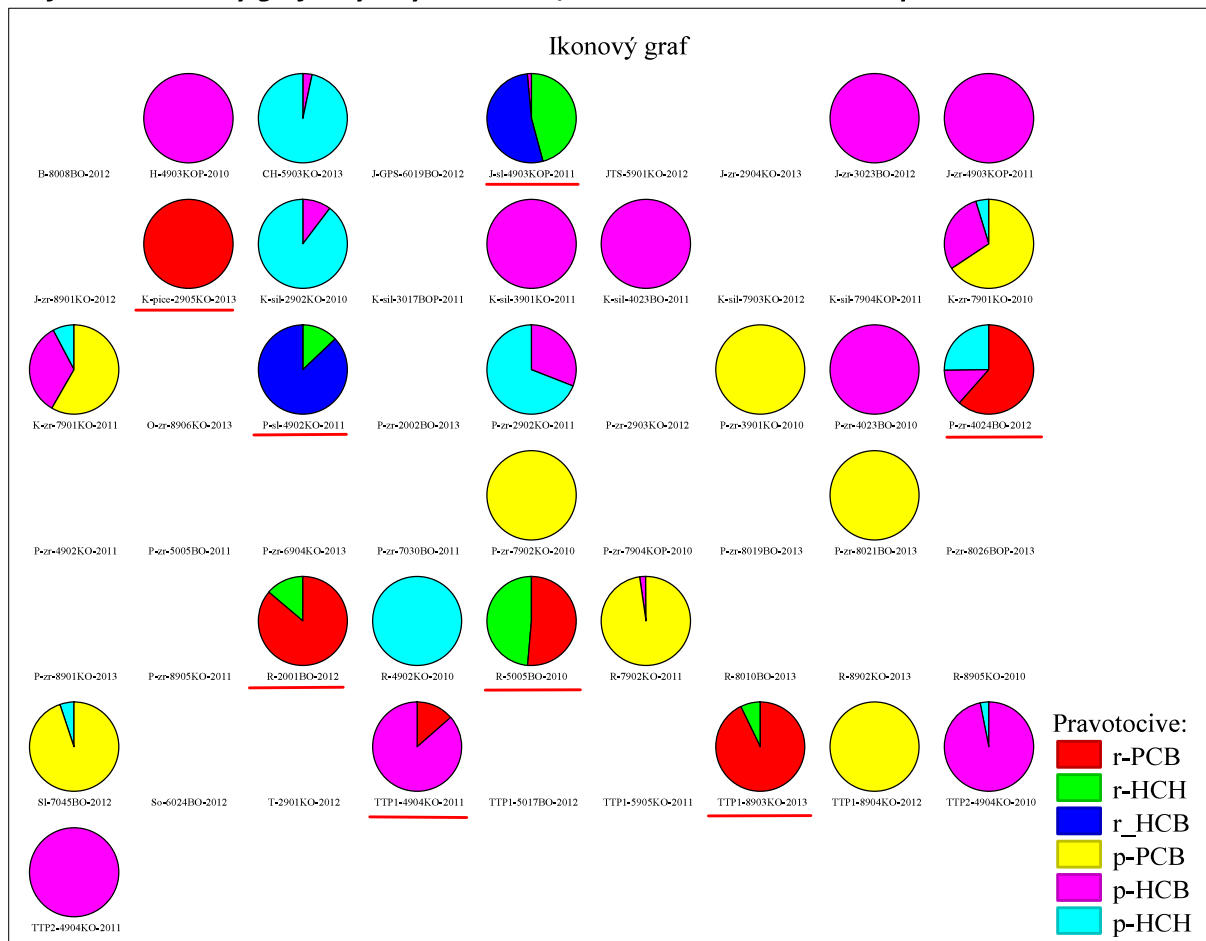
Maximální obsahy organochlorových sloučenin v **produktech ke krmení** jsou stanoveny v příloze I Nařízení č. 574/2001, obsahy PCB bez dioxinového efektu v příloze Nařízení č. 277/2012.

V žádném z odebraných vzorků nebyla překročena limitní hodnota stanovená výše uvedenými právními předpisy.

Vzájemné vztahy mezi obsahy POPs v rostlině a půdě

Statistická analýza všech dat dohromady je provedena pouze graficky pomocí ikonových grafů.

Graf 2 Ikonový graf - zvýšený obsah PCB, HCH a HCB v rostlinách a v půdě



Vysvětlivky:

r-PCB	suma 7 kongenerů PCB v rostlinném vzorku
r-HCH	suma 4 izomerů HCH v rostlinném vzorku
r-HCB	obsah HCB v rostlinném vzorku
p-PCB	suma 7 kongenerů PCB v půdním vzorku
p-HCB	obsah HCB v půdním vzorku
p-HCH	suma 4 izomerů HCH v půdním vzorku

Označení vzorků: kód plodiny - číslo plochy - rok odběru vzorku (B-8008BO-2012)

Brambory	B	Pšenice (sláma)	P-sl
Hořčice (semeno)	H	Pšenice (zrno)	P-zr
Chmel (šíšky)	CH	Řepka	R
Ječmen (sláma)	J-sl	Slunečnice (semeno)	Sl
Ječmen (zrno)	J-zr	Sója (semeno)	So
Ječmen (GPS)	J-GPS	Triticale (zrno)	T
Kukuřice (na píce)	K-pice	TTP (1.seč)	TTP1
Kukuřice (na siláž)	K-sil	TTP (2.seč)	TTP2
Kukuřice (zrno)	K-zr		
Oves (zrno)	O-zr		

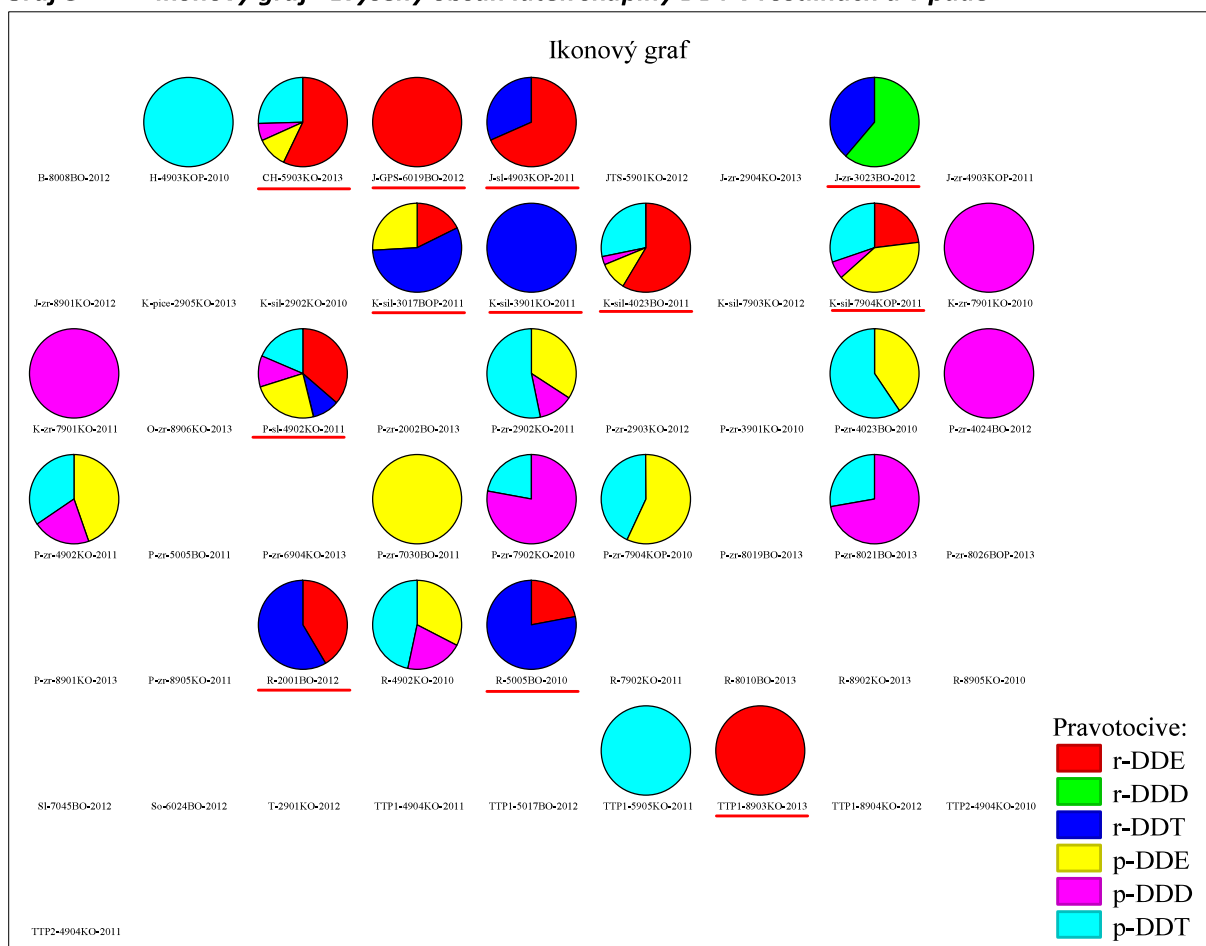
Ikonové grafy umožňují identifikovat případy se stejným chováním, rozdělovat do skupin, ale také nalézt případy s chováním výrazně odlišným od ostatních. Možná nejdůležitější je, že prostřednictvím ikonového grafu lze vizuálně odhalit odlehlé případy (tj. případy s výrazně

odlišnými hodnotami, než má většina dat). Jednotlivé barvy v grafu nevyjadřují procentuální zastoupení příslušných sloučenin, ale „míru“ odlišnosti vzorku a příslušné sloučeniny vzhledem k ostatním vzorkům. Prázdná zobrazení jsou na místech nevýrazných, ničím nevybočujících vzorků.

Z grafu 2 vyplývá, že z hlediska obsahu sledovaných látek v zemědělských plodinách byly zvýšené hodnoty PCB, HCH, popř. HCB (tzn. vyšší než mez stanovitelnosti) nalezeny v 8 rostlinných vzorcích (podtrženo). U šesti vzorků byly obsahy POPs v rostlině vyšší než obsahy v půdě: obsah PCB v jednom vzorku pšenice (4024BO); obsahy PCB a HCH ve vzorcích řepky (2001BO, 5005BO) a TTP (8903KO); obsah HCH ve vzorcích ječně (4903KOP) a pšeničné (4902KO) slámy.

Obsahy PCB, HCH a HCB v odebraných vzorcích plodin se pohybují v jednotkách ppb. Případné zvýšené obsahy těchto sloučenin v půdě (desítky ppb) se neodráží v nálezech těchto látek v rostlinných vzorcích.

Graf 3 Ikonový graf - zvýšený obsah látek skupiny DDT v rostlinách a v půdě



Vysvětlivky:

r-DDE	suma o',p'- a p',p'- izomerů DDE v rostlinném vzorku
r-DDD	suma o',p'- a p',p'- izomerů DDD v rostlinném vzorku
r-DDT	suma o',p'- a p',p'- izomerů DDT v rostlinném vzorku
p-DDE	suma o',p'- a p',p'- izomerů DDE v půdním vzorku
p-DDD	suma o',p'- a p',p'- izomerů DDD v půdním vzorku
p-DDT	suma o',p'- a p',p'- izomerů DDT v půdním vzorku

Z grafu 3 je zřejmé, že obsahy látek skupiny DDT nad mezí stanovitelnosti byly v rostlinách nalezeny ve 12 případech. Jednalo se o chmel (5903KO), ječmen GPS (6019BO), pšeničnou

(4902KO) a ječnou (4903KOP) slámu, kukuřici na siláž (3017BOP, 3901KO, 4023BO, 7904KO), řepkové semeno (2001BO, 5005BO), TTP (8903KO) a zrno ječmene (3023BO).

V případě látek skupiny DDT byly vyšší obsahy v rostlinném materiálu ve srovnání s půdním vzorkem detekovány pouze v jednom případě. Jednalo se o zrno ječmene (3023BO), ve kterém byl - jedenkrát v celém souboru - detekován obsah DDD a (nejvyšší) obsah DDT ($5,47 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.); obsah DDT v půdě činil pouze $1,36 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.

Rozdíly mezi obsahy látek skupiny DDT v půdě a rostlině mohou být až stonásobné. Zatímco obsahy v rostlinném materiálu se pohybují v rozmezí $1,54 - 5,47 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. v případě DDT a $0,76 - 2,69 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš. v případě DDE, u půd činí rozsah hodnot v adekvátních vzorcích $5,02 - 242 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš., resp. $1,45 - 295 \mu\text{g.kg}^{-1}$ suš.

Na základě ikonových grafů je tedy možné konstatovat, že zvýšené obsahy POPs v zemědělských plodinách (tzn. nad mezí stanovitelnosti) lze předpokládat v zelených částech rostlin (chmelové šišky, ječmen GPS, obilná sláma, kukuřice na siláž nebo píci, TTP) a v řepkovém semeni; výjimečně v obilném zrne.

Podrobnější hodnocení korelační analýzou a analýzou hlavních komponent je zobrazeno pro plodiny s nejčastějšími nálezy POPs - kukuřici na siláž a řepku.

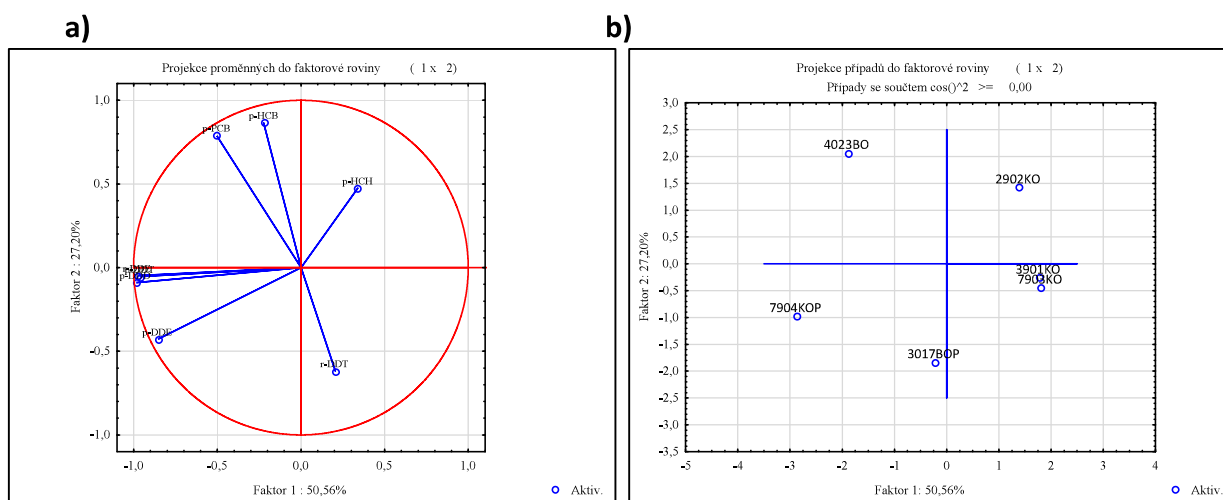
Kukuřice na siláž

V průběhu sledování bylo odebráno 6 vzorků kukuřice na siláž. Z podrobnější analýzy těchto vzorků byly vypuštěny proměnné, které neměly rozptyl - vesměs se jednalo o obsahy POPs v rostlinách: r-PCB, r-HCH, r-HCB, r-DDD.

Z korelační analýzy vyplynulo, že obsah DDE v rostlině významně koreluje s obsahem DDE, DDD a DDT v půdě. Korelace mezi obsahy látek skupiny DDT v kukuřici a dalšími půdními charakteristikami nebyly nalezeny, a proto tyto půdní charakteristiky nebyly zahrnuty do analýzy hlavních komponent (graf 4).

Pozitivní korelace mezi obsahem DDE v kukuřici a látkami skupiny DDT v půdě byla potvrzena také prostřednictvím PCA. Dále se projevila negativní korelace mezi obsahem DDT v kukuřici a obsahy PCB a HCB v půdě.

Graf 4 *Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – kukuřice na siláž, zahrnuty pouze POPs*

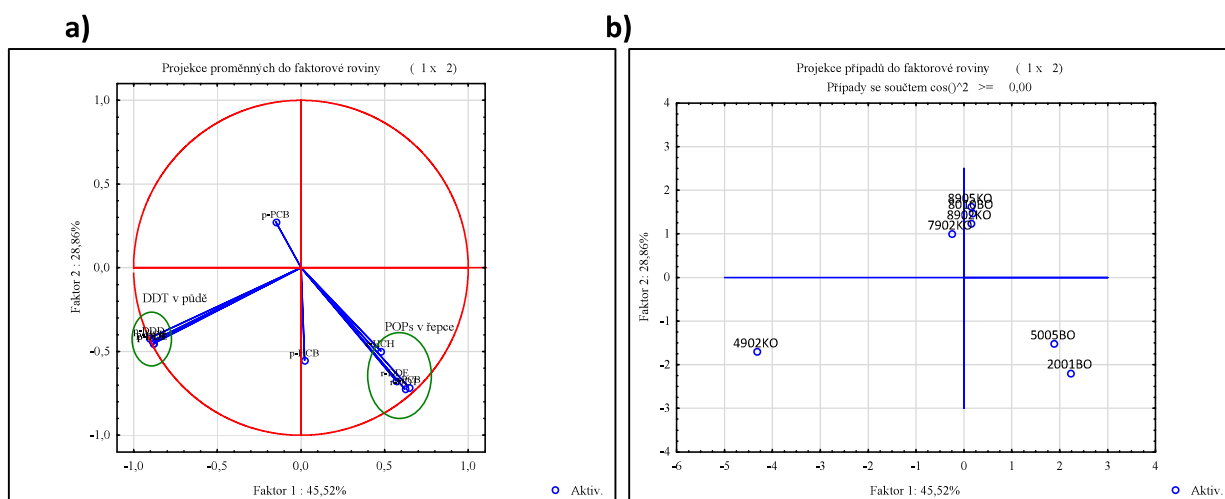


Řepka

Do statistické analýzy řepkového semene bylo zahrnuto 7 vzorků odebraných v období 2010 - 2013. Z analýzy musely být vypuštěny proměnné r-HCB a r-DDD (obsah HCB a DDD v řepce), protože nevykazovaly žádný rozptyl. Korelační analýza, do které byly zahrnuty všechny parametry, prokázala silnou vzájemnou korelaci mezi obsahy všech POPs v řepce a na druhé straně vzájemnou korelaci mezi látkami skupiny DDT a HCH v půdě. Z této analýzy byl pro neúplnost údajů vypuštěn vzorek z plochy 2001BO. Jelikož se nepotvrdily žádné vztahy mezi obsahy POPs v řepce a půdními parametry, byla provedena analýza hlavních komponent pouze pro obsahy POPs v řepce a půdě (graf 5).

Prostřednictvím PCA se jasně vyprofilovaly dvě skupiny: obsahy látek skupiny DDT v půdě a obsahy POPs v řepce. Potvrdila se silná korelace mezi obsahy PCB, HCH, DDT a DDE v řepkovém semeni.

Graf 5 *Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – řepkové semeno, zahrnuty pouze POPs*



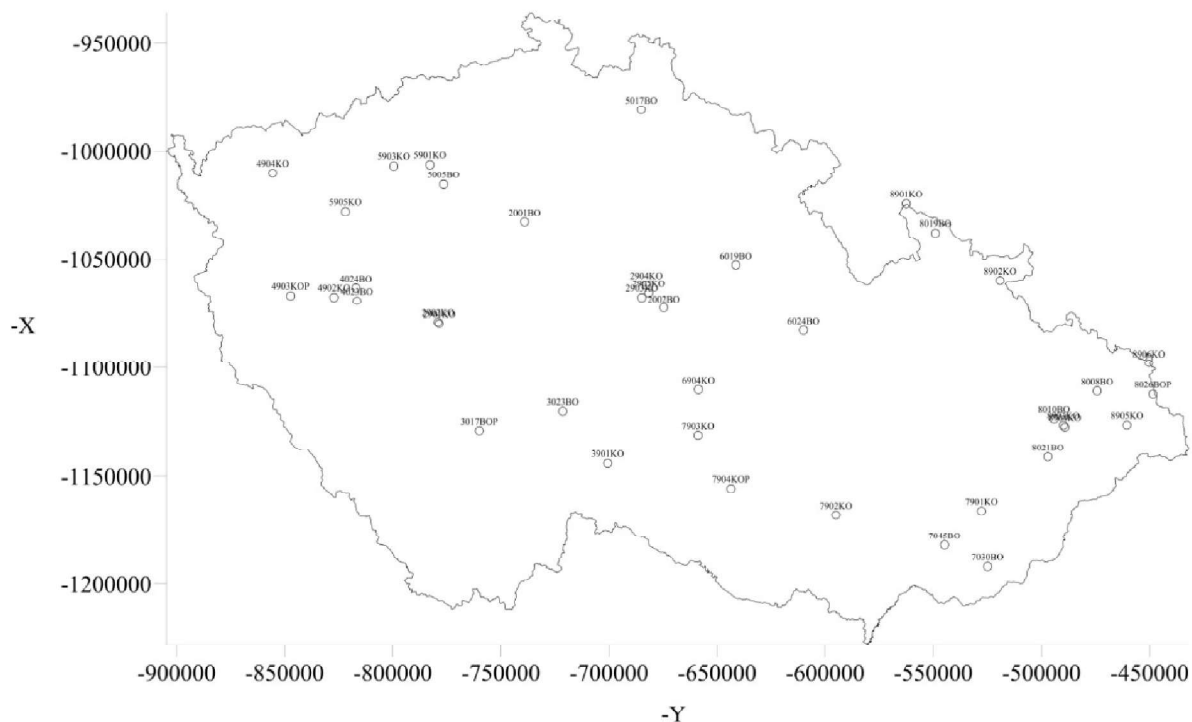
Sledování zeměpisných souvislostí

Do hodnocení souvislostí mezi obsahy POPs v půdě a rostlině a zeměpisnou polohou odběrového místa byly zahrnuty všechny plochy právě jednou. Tzn., že ze souboru hodnocených dat byla odstraněna část vzorků odebraných v letech 2010 - 2012; odstraněny byly méně kontaminované vzorky rostlin.

Tabulka 2. Seznam vzorků rostlin, které nebyly zahrnuty do hodnocení zeměpisných souvislostí

Kukuřice na siláž	2902KO	2010
Pšenice - zrno	3901KO	2010
Pšenice - zrno	4023BO	2010
Pšenice - zrno	4902KO	2011
Řepka - semeno	4902KO	2010
Hořčice - semeno	4903KOP	2010
Ječmen - zrno	4903KOP	2011
Trvalý travní porost 2. seč	4904KO	2010
Trvalý travní porost 2. seč	4904KO	2011
Pšenice - zrno	5005BO	2011
Kukuřice - zrno	7901KO	2010
Řepka - semeno	7902KO	2011
Pšenice - zrno	7904KOP	2010
Ječmen - zrno	8901KO	2012
Řepka - semeno	8905KO	2010

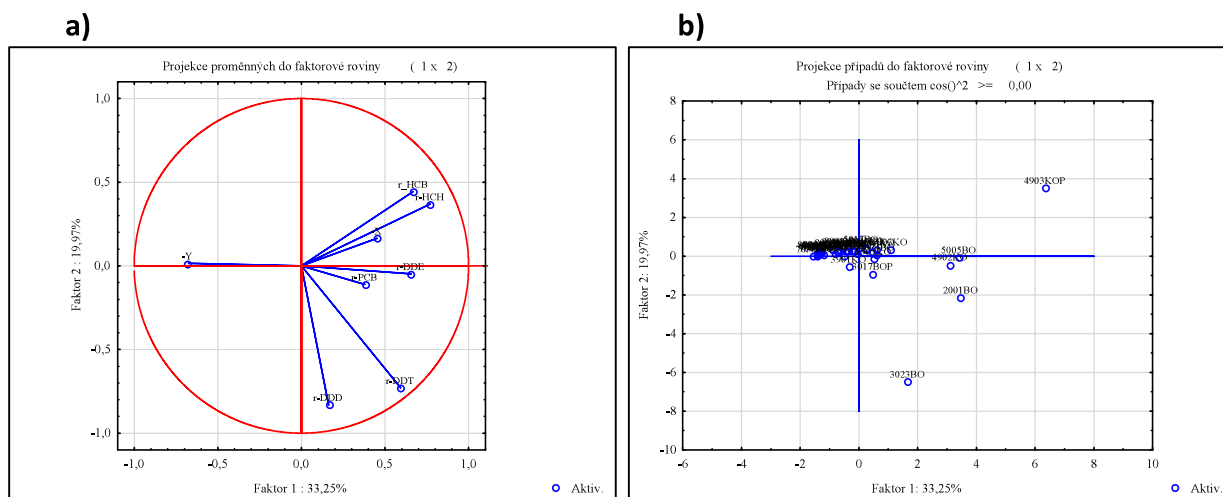
Obrázek 2. Přehled ploch zahrnutých do analýzy



Pops v rostlinách

Výsledky analýzy hlavních komponent jsou zobrazeny grafem 6. První hlavní komponenta negativně koreluje s proměnou $-Y$ (zeměpisná orientace $Z \rightarrow V$) a pozitivně koreluje s obsahem HCH, HCB a DDE v rostlině. To znamená, že vyšší obsah HCH, HCB a DDE v rostlinách byl zjištěn v Z části republiky.

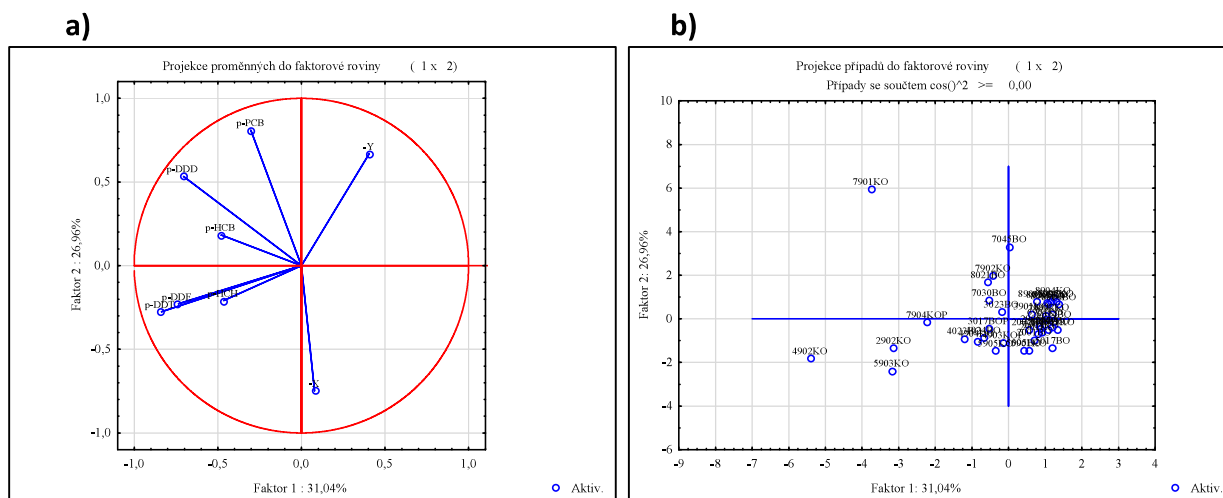
Graf 6 **Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – POPs v rostlinách**



Pops v půdě

V případě obsahů POPs v půdě lze vyzorovat negativní korelaci druhé hlavní komponenty s proměnnou $-X$ (orientace $J \rightarrow S$) a pozitivní korelaci s proměnnou $-Y$ a obsahem PCB v půdě (graf 7). To znamená, že vyšší obsah PCB lze očekávat na JV republiky. Proměnná $-Y$ negativně koreluje s obsahem DDT a DDE v půdě, což znamená, že vyšší obsahy těchto látek lze očekávat na západě republiky. Proměnná $-X$ negativně koreluje s obsahem DDD v půdě, a vyšší obsahy DDD lze tedy očekávat na jihu republiky.

Graf 7 **Projekce proměnných (a) a případů (b) do faktorové roviny (1. a 2. komponenta) – POPs v půdě**



Shrnutí

V letech 2010 - 2013 bylo odebráno 52 půdních vzorků (z toho z 12 ploch opakovaně) a 55 vzorků rostlinných. V prvních dvou letech probíhaly odběry na 14 monitorovacích plochách s trvale vysokými obsahy organických polutantů. Při statistickém hodnocení dat z let 2010 a 2011 se projevil nežádoucí vliv opakovaného vzorkování na stejných plochách a proto bylo přistoupeno ke změně metodiky - odběr vzorků plodin v letech 2012 a 2013 proběhl na zbývajících plochách souboru tak, aby z každé plochy byl odebrán jeden vzorek plodiny.

Obsahy POPs v rostlinných vzorcích byly ve většině případů pod mezí stanovitelnosti (LOQ = $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suš). Obsah sledované látky vyšší než LOQ byl nalezen pouze u 15 vzorků. Nejčastěji se jednalo o nálezy látek ze skupiny DDT (12 vzorků). Zarážející je relativně vysoký obsah γ -HCH detekovaný ve vzorcích řepkového semene (5005BO-2010) a ječné slámy (4903KOP-2011), přičemž v odpovídajících půdních vzorcích nebyly zjištěny obsahy žádného z izomerů HCH nad mezí stanovitelnosti.

Obsahy látek, stanovené v odebraných vzorcích, nepřekročily limitní hodnoty legislativně stanovené pro potraviny a krmiva.

Ze statistického hodnocení dat pomocí ikonových grafů vyplynulo, že zvýšené obsahy POPs v zemědělských plodinách (tzn. nad mezí stanovitelnosti) lze předpokládat především v zelených částech rostlin a v řepkovém semeni; výjimečně v obilném zrně.

Podrobnější hodnocení bylo provedeno pro plodiny s nejčastějšími nálezy POPs v rostlinných pletivech - kukuřici na siláž a řepku. Z korelační analýzy vyplynula závislost obsahu DDE v kukuřici a obsahů látek skupiny DDT v půdě. Tato závislost byla potvrzena také prostřednictvím PCA. Analýza hlavních komponent zároveň poukázala na negativní korelaci mezi obsahem DDT v kukuřici a obsahy PCB a HCB v půdě. V případě řepky se jak prostřednictvím korelační analýzy, tak prostřednictvím analýzy hlavních komponent projevila silná korelace mezi obsahy PCB, HCH, DDT a DDE v řepkovém semeni.

Právní předpisy

Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 396/2005 ze dne 23. února 2005, o maximálních limitech reziduí pesticidů v potravinách a krmivech rostlinného původu a na jejich povrchu a o změně směrnice Rady 91/414/EHS v platném znění

Nařízení komise (ES) č. 149/2008 ze dne 29. ledna 2008, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 386/2005 vytvořením příloh II, III a IV, které stanoví maximální limity reziduí u produktů uvedených v příloze I uvedeného nařízení

Nařízení komise (EU) č. 574/2011 ze dne 16. června 2011, kterým se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální limity dusitanů, melaminu, Ambrosia spp. a o křížovou kontaminaci určitými kokcidiostatiky a histomonostatiky, a kterým se konsolidují přílohy I a II uvedené směrnice

Nařízení komise (EU) č. 277/2012 ze dne 28. března 2012, kterým se mění přílohy I a II směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES, pokud jde o maximální obsahy a akční prahy dioxinů a polychlorovaných bifenyly

Nařízení komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách

Seznam zkratk

POPs	Persistent Organic pollutants (perzistentní organické polutanty)
PCB	Polychlorinated biphenyl (polychlorované bifenyly)
HCH	Hexachlorocyclohexane (hexachlorcyklohexan)
HCB	Hexachlorobenzene (hexachlorbenzen)
DDT	Dichlorodiphenyltrichloroethane (dichlordifenyiltrichlorethan)
DDE	Dichlorodiphenyldichloroethylene (dichlordifenyldichlorethen)
DDD	Dichlorodiphenyldichloroethane (dichlordifenyldichlorethan)
DDT _{tot}	Suma o',p'- a p',p'- izomerů DDT, DDE, DDD
TTP	Trvalý travní porost
LOQ	Limit of quantification (mez stanovitelnosti)
Ječmen na GPS	Ječmen pícninářský, určený ke sklizni celé rostliny v mléčně-voskové zralosti

Přílohy

Příloha 1. Obsahy sledovaných POPs v adekvátních půdních vzorcích BMP (ppb; žlutě vyznačeny nadlimitní hodnoty pro sumu 7 kongenerů PCB, sumu 4 izomerů HCH a látky skupiny DDT - sumy o'p' - a p'p' - izomerů a sumy všech izomerů DDT - DDTtot)

Číslo lok.	Rok	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	PCB	HCH	HCB	opDDD	ppDDD	opDDE	ppDDE	opDDT	ppDDT	DDD	DDE	DDT	DDTtot
2902KO	2010	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,68	< 0,5	2,18	2,23	6,40	< 0,5	0,88	< 0,5	23,80	2,75	21,40	1,13	24,05	24,15	49,33
3901KO	2010	< 0,5	< 0,5	1,40	< 0,5	3,51	5,50	2,43	13,59	1,00	2,22	< 0,5	< 0,5	< 0,5	11,80	1,84	10,40	0,50	12,05	12,24	24,79
4023BO	2010	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,11	1,77	1,24	5,12	1,00	10,40	< 0,5	1,53	0,56	52,80	6,99	55,70	1,78	53,36	62,69	117,83
4902KO	2010	< 0,5	< 0,5	0,77	< 0,5	0,88	1,54	0,65	4,59	1,29	3,85	3,11	11,30	5,25	290,00	43,60	369,00	14,41	295,25	412,60	722,26
4903KOP	2010	< 0,5	< 0,5	0,65	< 0,5	0,65	1,34	0,58	3,97	1,00	9,15	< 0,5	1,16	< 0,5	30,90	3,70	43,80	1,41	31,15	47,50	80,06
4904KO	2010	< 0,5	< 0,5	0,74	< 0,5	1,22	1,97	1,16	5,84	1,29	21,80	0,65	1,34	< 0,5	11,10	3,49	19,10	1,99	11,35	22,59	35,93
5005BO	2010	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	3,62	< 0,5	< 0,5	< 0,5	16,10	3,87	23,90	0,50	16,35	27,77	44,62
7901KO	2010	< 0,5	< 0,5	1,00	< 0,5	9,90	12,90	20,10	44,65	1,40	13,80	0,65	18,20	6,53	18,20	1,54	25,40	18,85	24,73	26,94	70,52
7902KO	2010	0,51	< 0,5	0,75	< 0,5	8,04	8,61	8,53	26,94	1,00	4,23	0,98	2,97	< 0,5	26,20	3,00	44,10	3,95	26,45	47,10	77,50
7904KOP	2010	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,56	< 0,5	2,06	1,00	2,95	0,57	0,99	1,17	127,00	20,50	90,10	1,56	128,17	110,60	240,33
8905KO	2010	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,03	< 0,5	10,30	0,50	1,28	10,55	12,33
2902KO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,54	< 0,5	2,04	2,88	10,90	0,71	3,95	0,59	107,00	7,28	142,00	4,66	107,59	149,28	261,53
3017BOP	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	2,07	0,58	1,96	< 0,5	95,00	4,33	36,50	2,54	95,25	40,83	138,62
3901KO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	5,94	< 0,5	< 0,5	< 0,5	7,83	0,67	4,35	0,50	8,08	5,02	13,60
4023BO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,87	0,95	0,76	3,58	1,00	10,40	0,50	2,65	0,55	51,40	7,10	68,80	3,15	51,95	75,90	131,00
4902KO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,60	0,75	< 0,5	2,60	1,00	4,01	2,91	8,45	4,82	291,00	37,60	205,00	11,36	295,82	242,60	549,78
4903KOP	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	6,82	< 0,5	1,04	< 0,5	20,60	2,26	31,10	1,29	20,85	33,36	55,50
4904KO	2011	< 0,5	< 0,5	0,55	< 0,5	1,68	1,96	1,58	6,52	1,00	22,10	< 0,5	1,11	< 0,5	12,40	3,18	18,00	1,36	12,65	21,18	35,19
5005BO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5905KO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	4,00	< 0,5	2,36	< 0,5	35,30	4,03	49,50	2,61	35,55	53,53	91,69
7030BO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,57	< 0,5	2,07	1,00	2,61	< 0,5	1,73	0,78	150,00	6,57	31,00	1,98	150,78	37,57	190,33
7901KO	2011	< 0,5	< 0,5	1,04	< 0,5	13,00	16,30	27,40	58,49	1,68	20,10	7,28	21,30	0,69	7,07	1,13	16,40	28,58	7,76	17,53	53,87
7902KO	2011	0,68	< 0,5	1,15	< 0,5	7,89	8,43	9,56	28,21	1,00	5,81	0,64	2,21	< 0,5	8,73	1,70	21,00	2,85	8,98	22,70	34,53
7904KOP	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,51	< 0,5	2,01	1,00	3,21	1,16	3,15	1,56	164,00	24,20	114,00	4,31	165,56	138,20	308,07
8905KO	2011	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	< 0,5	2,00	1,00	2,18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4,96	< 0,5	9,83	0,50	5,21	10,08	15,79

Příloha 1. (pokračování) Obsahy sledovaných POPs v adekvátních půdních vzorcích BMP (ppb; žlutě vyznačeny nadlimitní hodnoty pro sumu 7 kongenerů PCB, sumu 4 izomerů HCH a látky skupiny DDT - sumy o'p' - a p'- izomerů a sumy všech izomerů DDT - DDTtot)

Číslo lok.	Rok	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	PCB	HCH	HCB	opDDD	ppDDD	opDDE	ppDDE	opDDT	ppDDT	DDD	DDE	DDT	DDTtot
2001BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	5,02	< 0,5	0,67	< 0,5	3,13	0,62	5,48	0,92	3,38	6,10	10,40
2901KO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,58	< 0,5	2,08	1,00	2,68	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,92	0,93	1,45	0,50	2,17	2,38	5,05
2903KO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,53	0,64	< 0,5	2,42	1,00	3,03	< 0,5	0,76	< 0,5	3,09	0,55	3,74	1,01	3,34	4,29	8,64
3023BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	21,30	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,91	< 0,5	1,11	0,50	2,16	1,36	4,02
4024BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,52	0,65	< 0,5	2,42	2,04	8,65	0,58	3,44	< 0,5	16,20	4,84	24,10	4,02	16,45	28,94	49,41
5017BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,60	0,75	< 0,5	2,60	1,00	0,54	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,79	< 0,5	1,13	0,50	1,04	1,38	2,92
5901KO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,57	< 0,5	2,07	1,00	1,54	< 0,5	1,24	< 0,5	13,20	1,99	15,50	1,49	13,45	17,49	32,43
6019BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	3,09	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,20	< 0,5	2,34	0,50	1,45	2,59	4,54
6024BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	0,64	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2,18	< 0,5	2,54	0,50	2,43	2,79	5,72
7045BO	2012	< 0,5	0,52	5,36	1,49	12,90	18,40	12,80	51,72	1,38	1,98	< 0,5	1,45	< 0,5	11,60	0,79	10,10	1,70	11,85	10,89	24,44
7903KO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	1,25	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4,50	0,72	3,58	0,50	4,75	4,30	9,55
8008BO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	3,82	< 0,5	1,10	< 0,5	7,18	0,85	11,60	1,35	7,43	12,45	21,23
8901KO	2012	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	1,39	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2,61	< 0,5	1,21	0,50	2,86	1,46	4,82
8904KO	2012	< 0,5	< 0,5	0,53	< 0,5	1,64	2,46	2,04	7,42	1,00	1,31	< 0,5	< 0,5	< 0,5	6,73	0,78	6,72	0,50	6,98	7,50	14,98
2002BO	2013	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	4,57	< 0,5	< 0,5	< 0,5	17,50	0,92	21,50	0,50	17,75	22,42	40,67
2904KO	2013	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,54	< 0,5	0,57	2,36	1,00	1,19	< 0,5	< 0,5	< 0,5	13,60	0,73	9,31	0,50	13,85	10,04	24,39
2905KO	2013	< 0,5	< 0,5	0,87	< 0,5	1,79	0,96	2,05	6,42	1,00	2,72	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5,53	0,50	8,68	0,50	5,78	9,18	15,46
5903KO	2013	< 0,5	< 0,5	0,62	< 0,5	1,20	1,64	1,15	5,36	6,65	6,89	1,87	2,07	18,30	47,40	53,20	49,10	3,94	65,70	102,30	171,94
6904KO	2013	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	1,99	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4,64	0,56	3,88	0,50	4,89	4,44	9,83
8010BO	2013	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	1,13	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,86	< 0,5	4,38	0,50	4,11	4,63	9,24
8019BO	2013	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,68	< 0,5	2,18	1,00	0,63	< 0,5	< 0,5	< 0,5	12,50	1,10	11,90	0,50	12,75	13,00	26,25
8021BO	2013	< 0,5	< 0,5	1,65	0,50	3,70	2,08	4,47	12,90	1,00	4,16	0,52	7,54	< 0,5	19,40	2,84	68,30	8,06	19,65	71,14	98,85
8026BOP	2013	< 0,5	< 0,5	0,60	< 0,5	0,69	< 0,5	0,60	2,89	1,00	3,21	< 0,5	0,71	< 0,5	18,60	1,04	14,60	0,96	18,85	15,64	35,45
8901KO	2013	< 0,5	< 0,5	0,66	< 0,5	< 0,5	0,73	< 0,5	2,89	1,00	0,90	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5,62	< 0,5	2,63	0,50	5,87	2,88	9,25
8902KO	2013	< 0,5	< 0,5	0,73	< 0,5	1,39	1,80	1,32	5,99	1,00	3,01	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5,99	0,80	4,22	0,50	6,24	5,02	11,76
8903KO	2013	< 0,5	< 0,5	0,68	< 0,5	0,70	0,90	0,55	3,58	1,00	2,60	< 0,5	< 0,5	< 0,5	14,90	0,91	6,73	0,50	15,15	7,64	23,29
8906KO	2013	< 0,5	< 0,5	1,12	< 0,5	2,02	1,08	1,70	6,67	1,00	5,27	< 0,5	0,80	< 0,5	7,89	1,50	33,20	1,05	8,14	34,70	43,89

Příloha 2. Obsahy sledovaných POPs ve vzorcích plodin pěstovaných na plochách BMP v letech 2010 - 2013 (ppb; žlutě jsou vyznačeny hodnoty nad mezí stanovitelnosti)

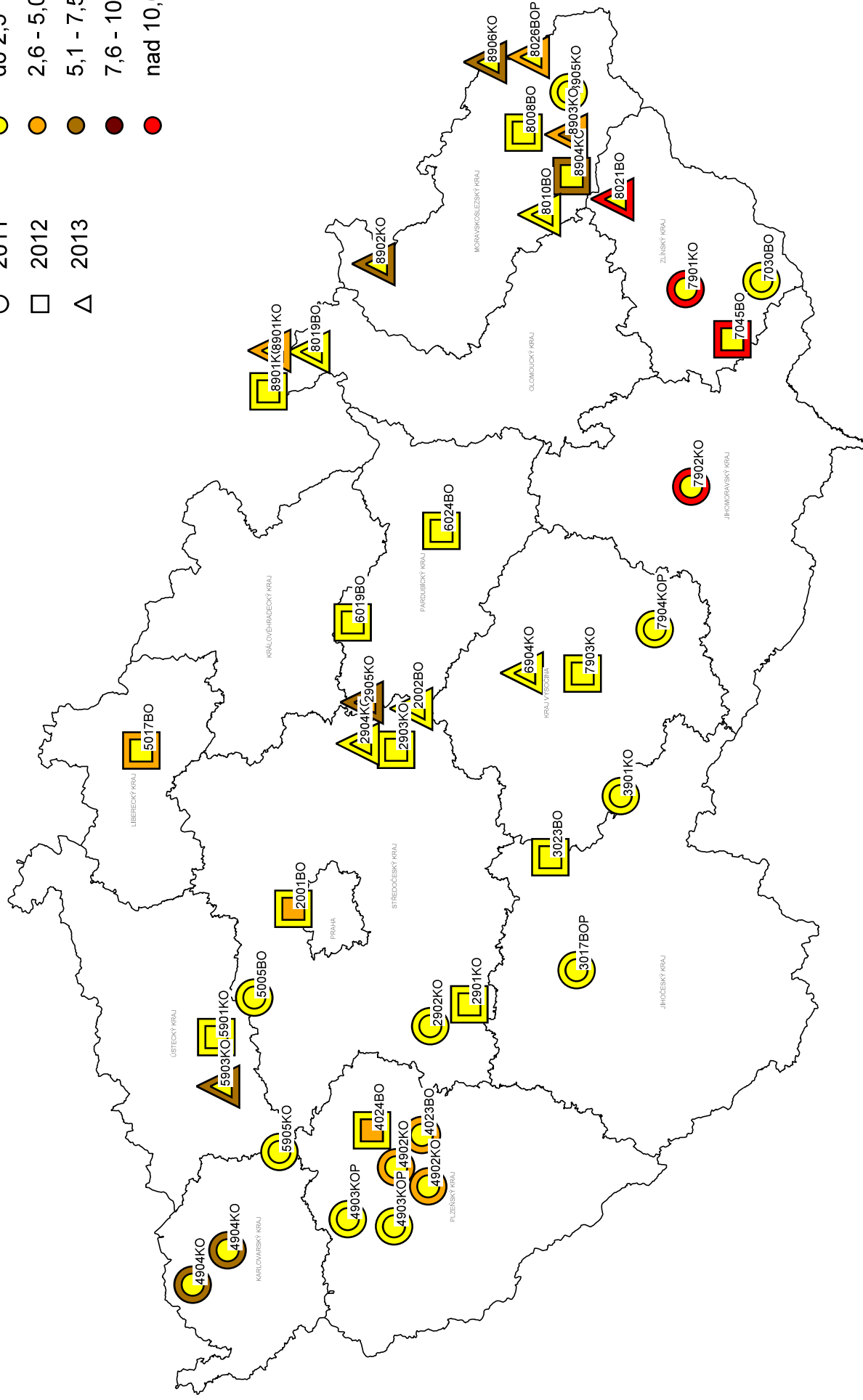
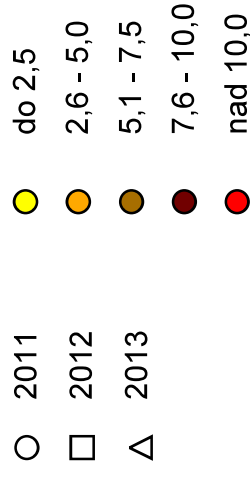
Číslo lok	Rok	Plodina	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	PCB	HCH	HCB	opDDD	ppDDD	opDDE	ppDDE	opDDT	ppDDT	DDD	DDE	DDT	DDTtot
2902KO	2010	kukuřice na siláž	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
3901KO	2010	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4023BO	2010	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4902KO	2010	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4903KOP	2010	hořčice - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4904KO	2010	TTP - 2. seč	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5005BO	2010	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	1,25	< 0,5	0,65	1,51	< 0,5	4,41	5,60	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,18	1,42	0,50	0,83	2,60	3,93
7901KO	2010	kukuřice na zrno - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7902KO	2010	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7904KOP	2010	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8905KO	2010	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
2902KO	2011	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
3017BOP	2011	kukuřice na siláž	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,59	< 0,5	2,26	0,50	0,84	2,51	3,85
3901KO	2011	kukuřice na siláž	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,52	0,50	0,50	1,77	2,77
4023BO	2011	kukuřice na siláž	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,00	1,00	0,50	2,00
4902KO	2011	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4902KO	2011	pšenice ozimá - sláma	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,42	0,53	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2,44	0,52	1,75	0,50	2,69	2,27	5,46
4903KOP	2011	ječmen ozimý - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4903KOP	2011	ječmen ozimý - sláma	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	9,27	2,42	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,98	0,55	0,99	0,50	1,23	1,54	3,27
4904KO	2011	TTP - 1. seč	< 0,5	< 0,5	0,5	< 0,5	< 0,5	0,51	< 0,5	2,26	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
4904KO	2011	TTP - 2. seč	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5005BO	2011	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5905KO	2011	TTP - 1. seč	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7030BO	2011	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7901KO	2011	kukuřice na zrno - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7902KO	2011	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7904KOP	2011	kukuřice na siláž	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,77	< 0,5	< 0,5	1,02	0,50	0,50	2,02
8905KO	2011	pšenice ozimá - zrno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50

Příloha 2. (pokračování) Obsahy sledovaných POPs ve vzorcích plodin pěstovaných na plochách BMP v letech 2010 - 2013 (ppb; žlutě jsou vyznačeny hodnoty nad mezí stanovitelnosti)

Číslo lok	Rok	Plodina	PCB28	PCB52	PCB101	PCB118	PCB138	PCB153	PCB180	PCB	HCH	HCB	opDDD	ppDDD	opDDE	ppDDE	opDDT	ppDDT	DDD	DDE	DDT	DDTtot
2001BO	2012	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,04	1,44	< 0,5	3,73	1,80	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,55	1,27	3,86	0,50	1,80	5,13	7,43
2901KO	2012	tritikale - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
2903KO	2012	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
3023BO	2012	ječmen ozimý - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,95	4,52	0,99	0,50	5,47	6,96
4024BO	2012	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	0,67	0,93	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,62	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5017BO	2012	TTP - 1. seč	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5901KO	2012	jetelotrávní směska (1.seč)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
6019BO	2012	ječmen jarní - GPS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,51	< 0,5	< 0,5	0,50	0,76	0,50	1,76
6024BO	2012	soja - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7045BO	2012	slunečnice - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
7903KO	2012	kukuřice na siláž	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8008BO	2012	brambory - hlízy	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8901KO	2012	ječmen ozimý - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8904KO	2012	TTP - 1. seč	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
2002BO	2013	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
2904KO	2013	ječmen jarní - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
2905KO	2013	kukuřice na zeleno - píce	< 0,5	0,79	0,53	< 0,5	0,52	< 0,5	< 0,5	2,84	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
5903KO	2013	chmel - hlávky (šíšky)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,09	< 0,5	< 0,5	0,50	1,34	0,50	2,34
6904KO	2013	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8010BO	2013	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8019BO	2013	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8021BO	2013	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8026BOP	2013	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8901KO	2013	pšenice ozimá - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8902KO	2013	řepka ozimá - semeno	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50
8903KO	2013	TTP - 1. seč	< 0,5	0,83	1,25	< 0,5	0,87	1,42	< 0,5	5,12	1,73	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,91	< 0,5	< 0,5	0,50	1,16	0,50	2,16
8906KO	2013	oves - zrna	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,75	1,00	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,50	0,50	0,50	1,50

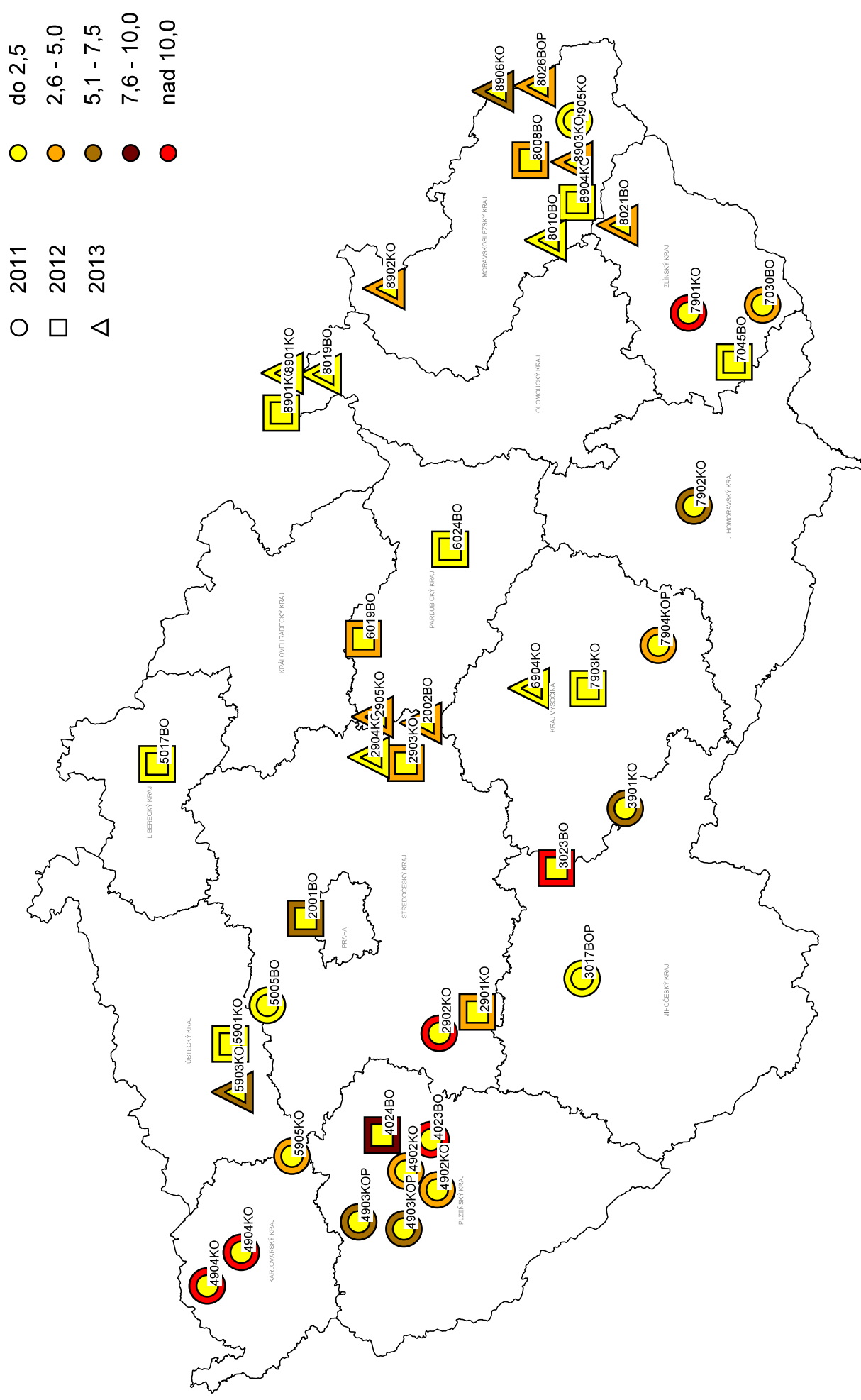
Příloha 3. Obsahy sledovaných POPs v rostlinných a půdních vzorcích (ppb; rok odběru 2011 - 2013)

Obsah PCB v rostlinách a v půdě (ppb)



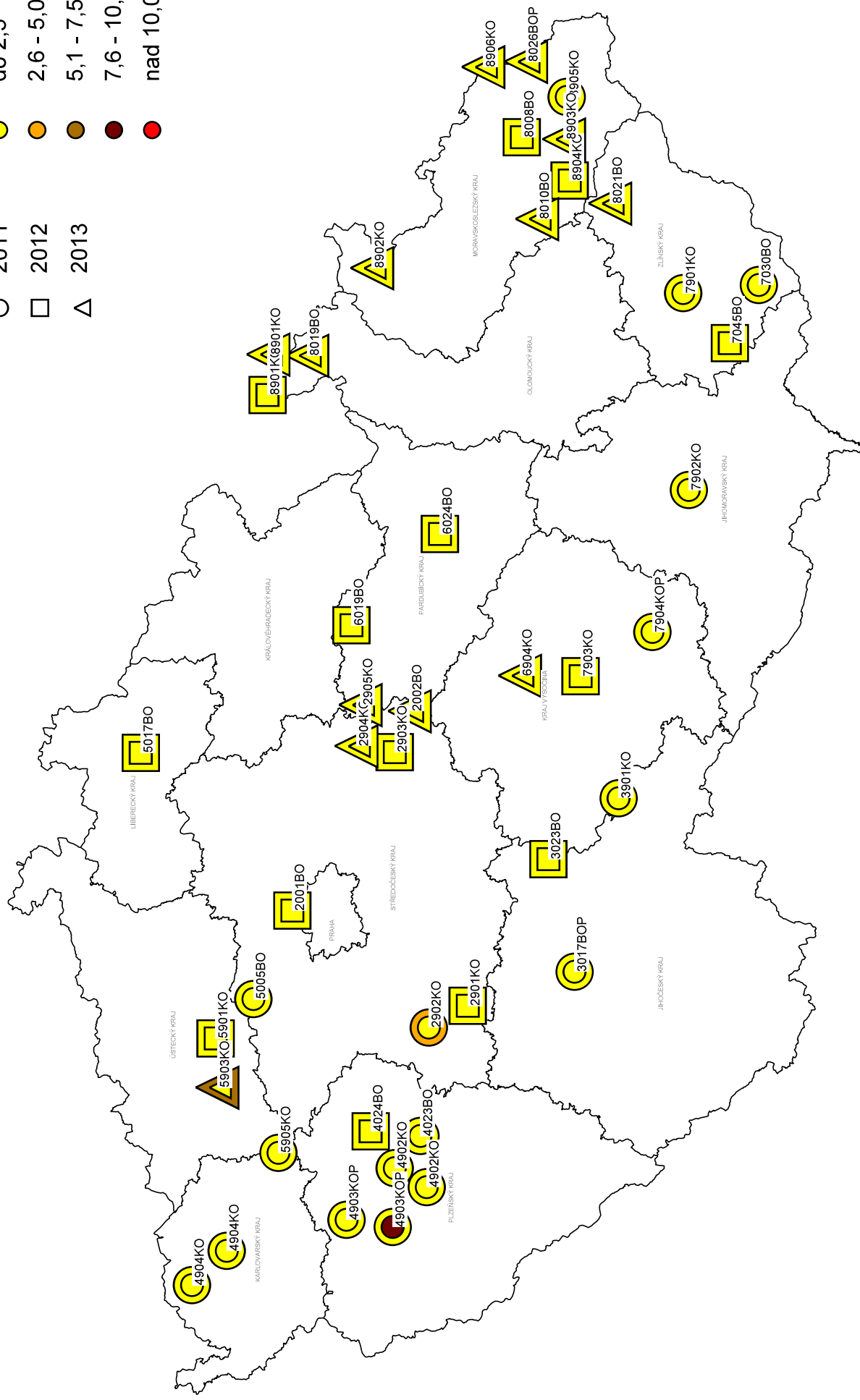
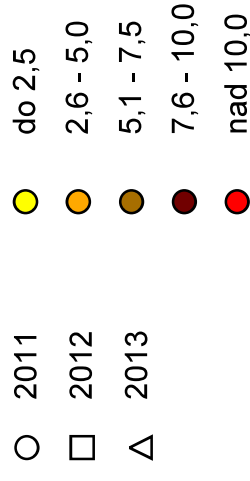
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah HCB v rostlinách a v půdě (ppb)



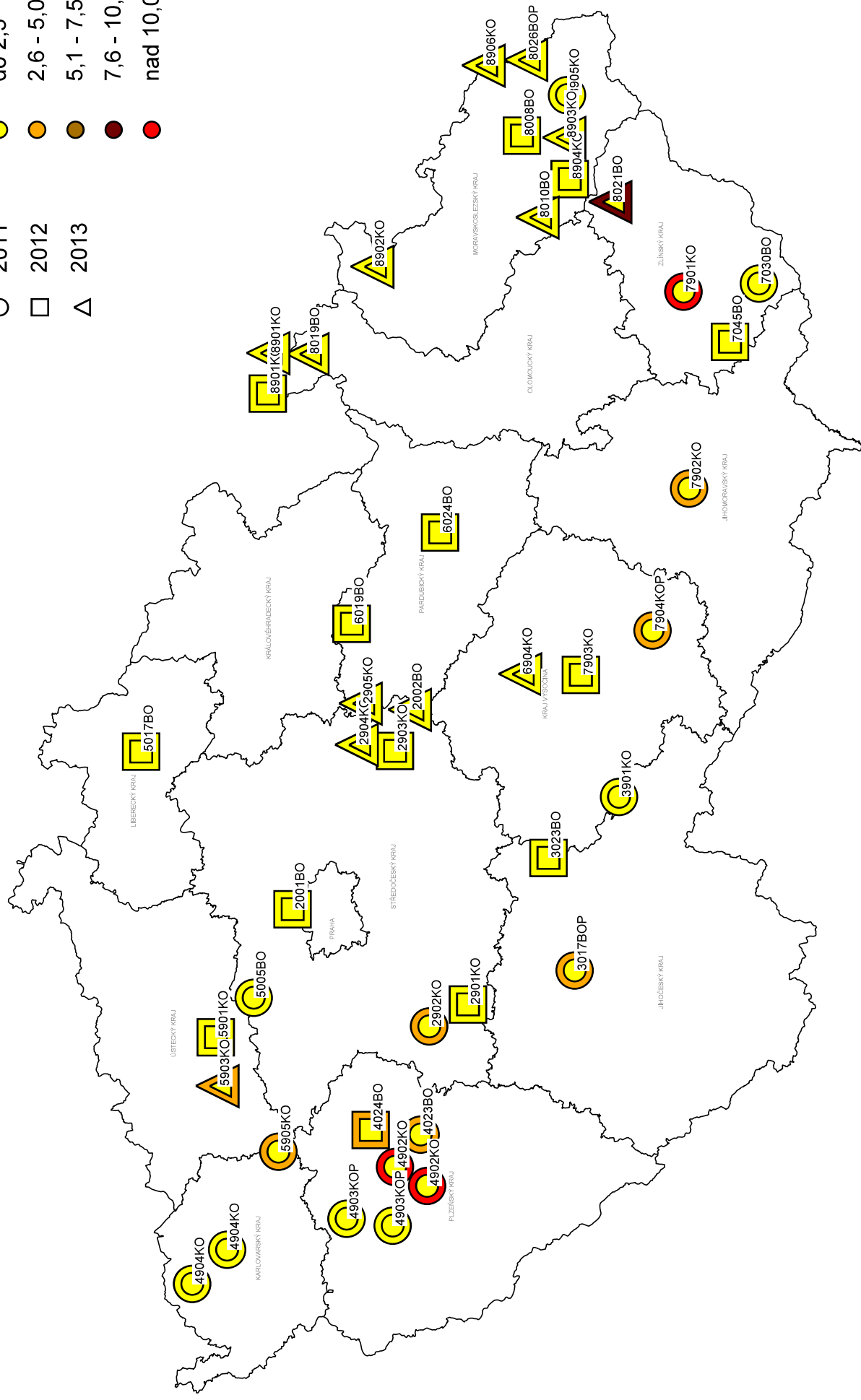
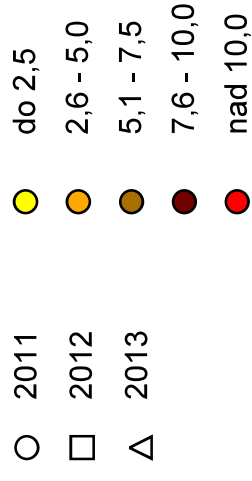
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah HCH v rostlinách a v půdě (ppb)



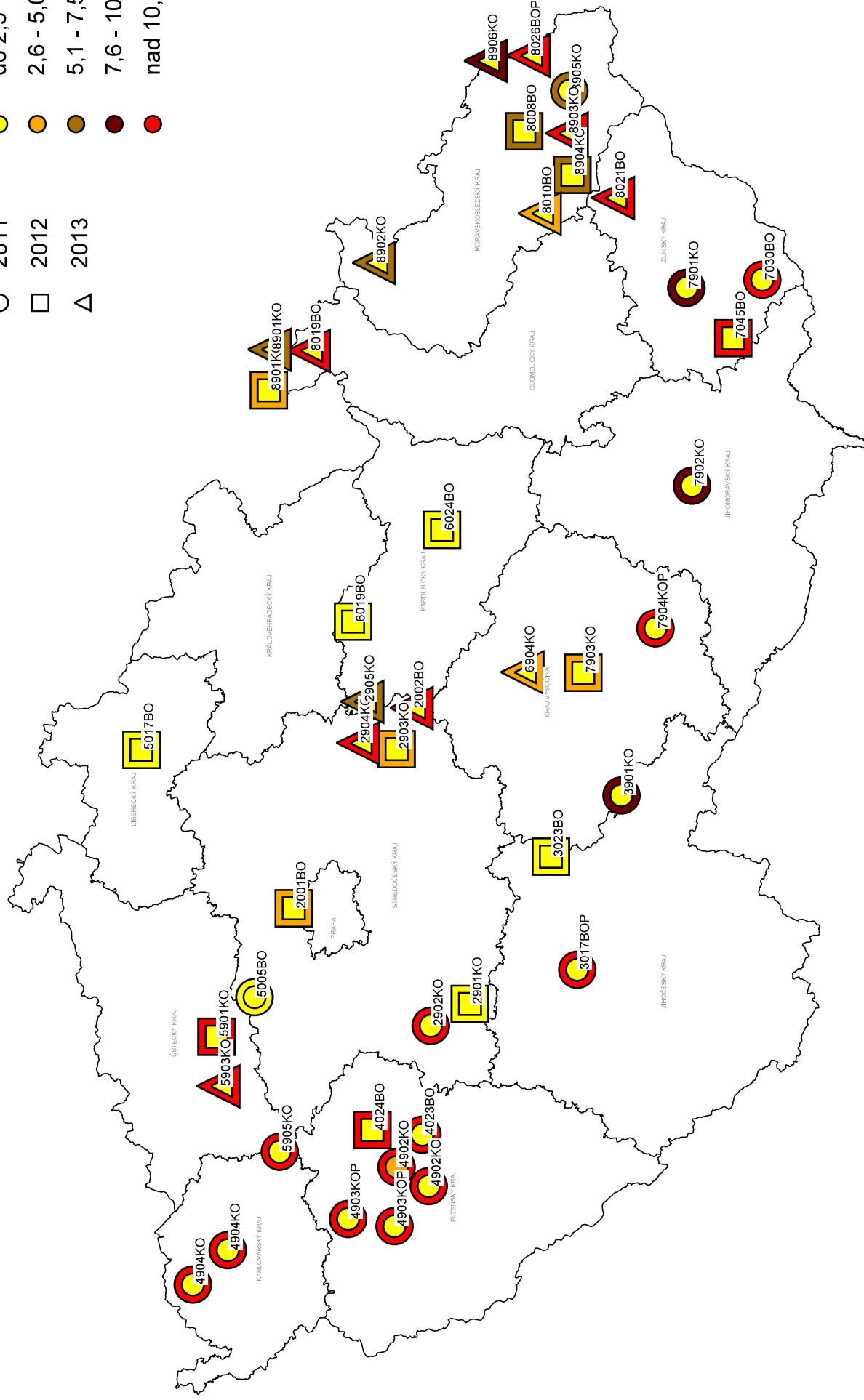
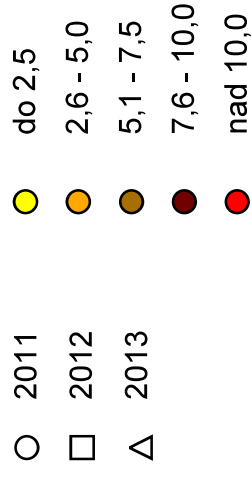
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah DDD v rostlinách a v půdě (ppb)



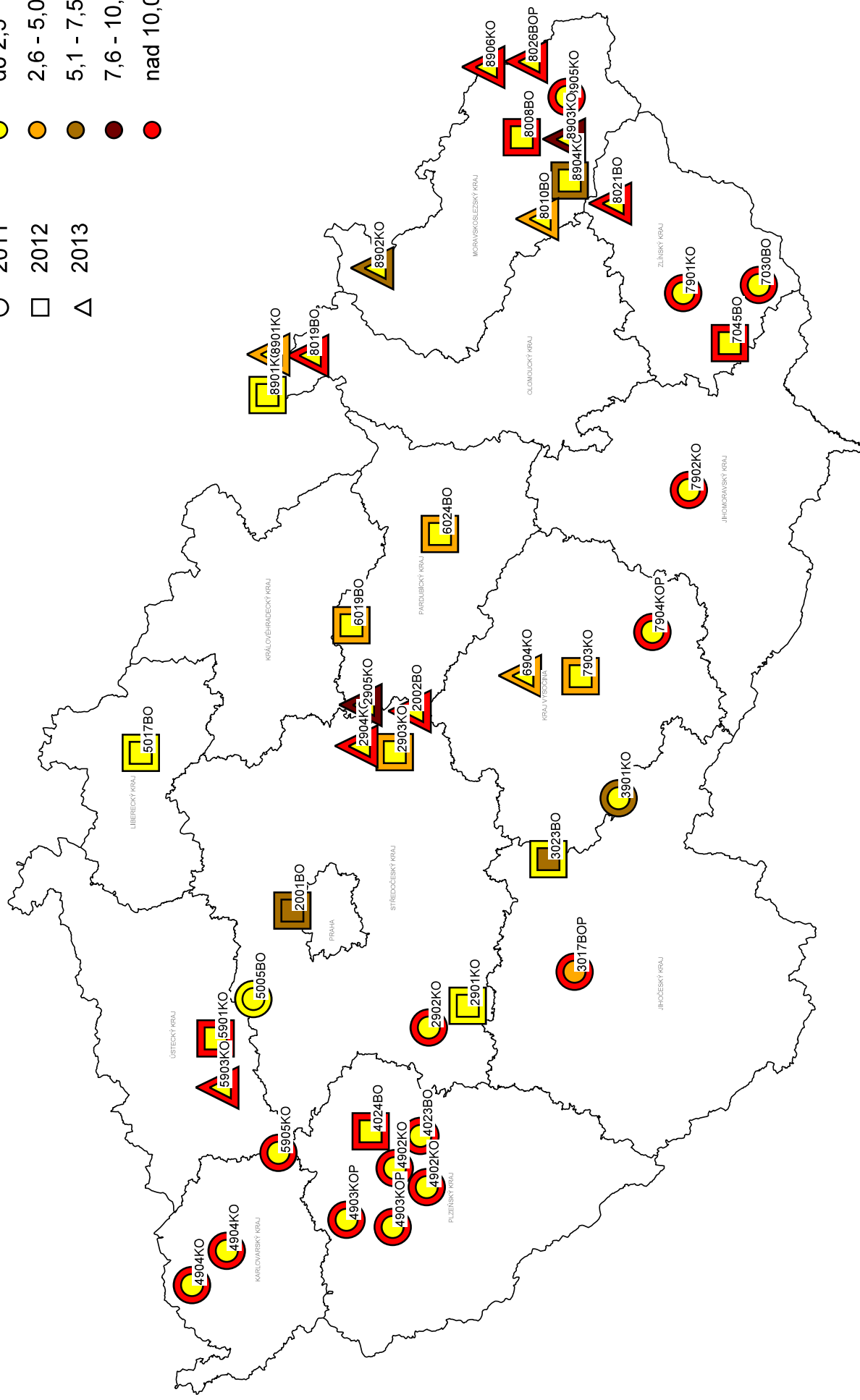
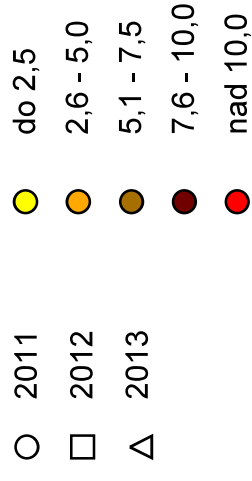
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah DDE v rostlinách a v půdě (ppb)



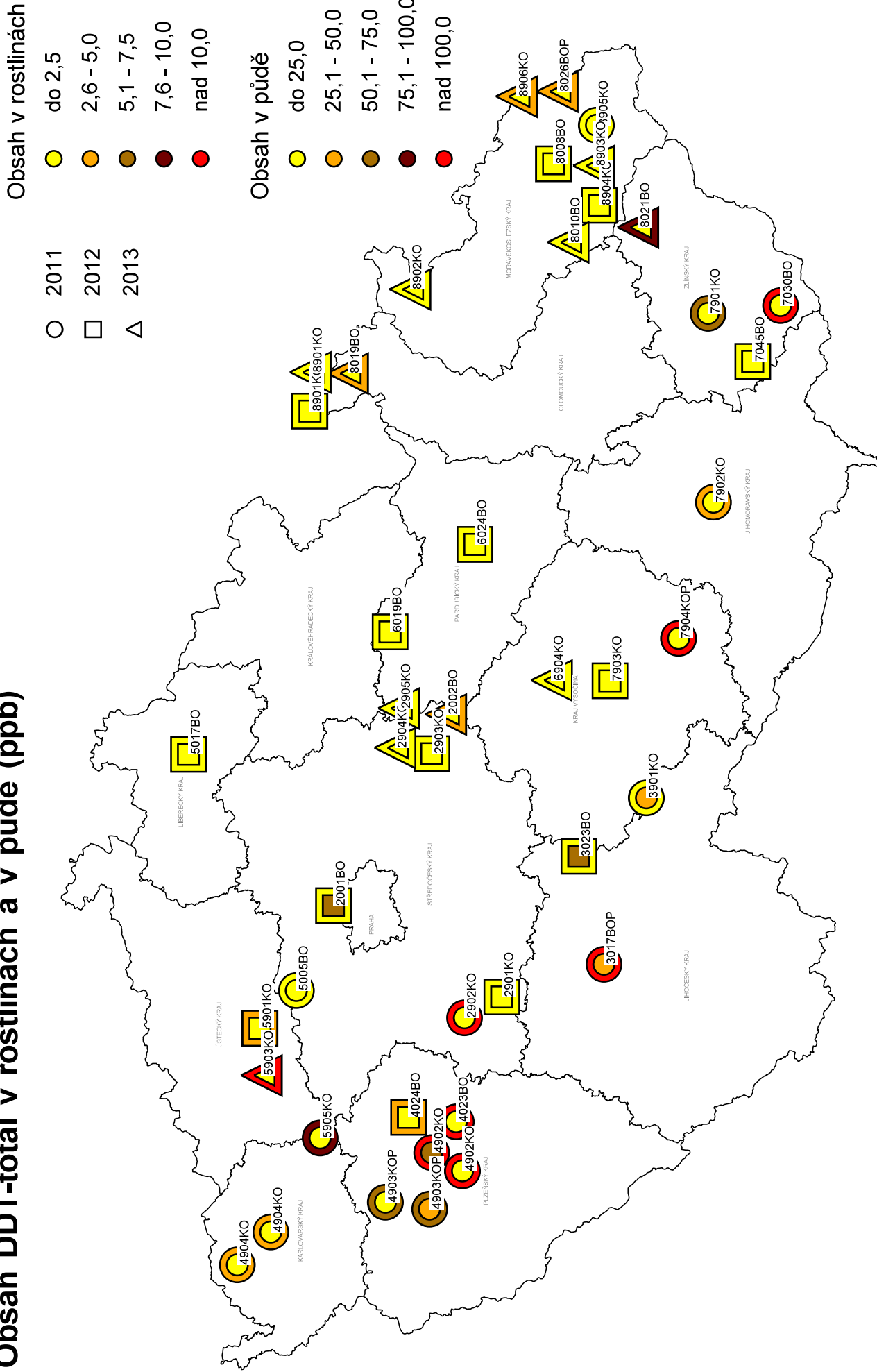
velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah DDT v rostlinách a v půdě (ppb)



velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina

Obsah DDT-total v rostlinách a v půdě (ppb)



velký obrazec = půda, malý obrazec = rostlina