

VYPLAVOVÁNÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK DRENÁŽNÍMI SYSTÉMY



**Antonín Zajíček, Petr Fučík, Markéta Kaplická
Jana Maxová, Marek Liška, Jakub Dobiáš**

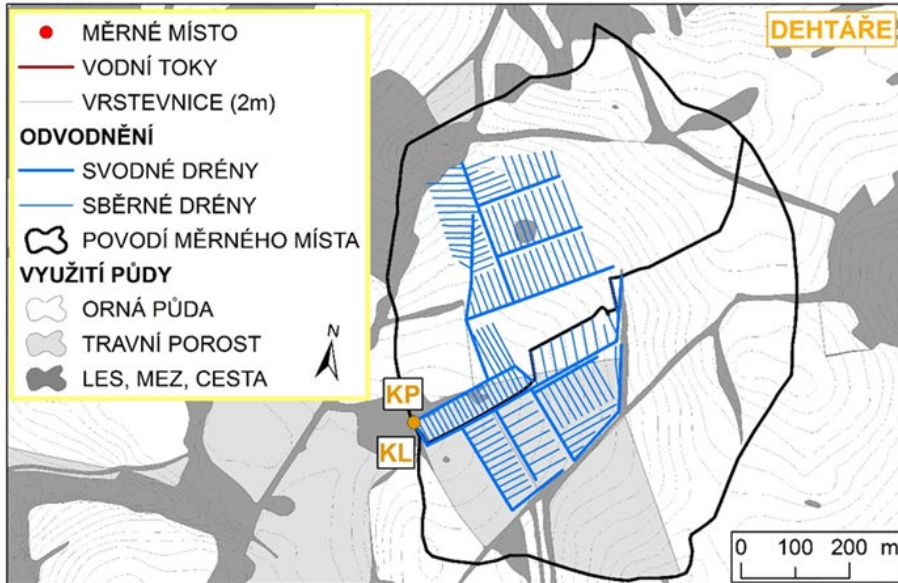
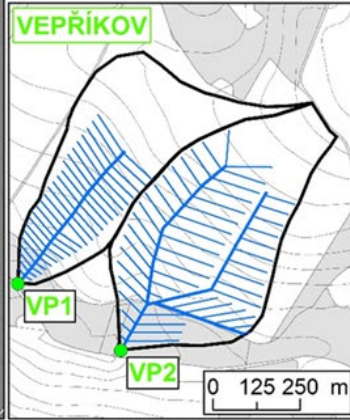
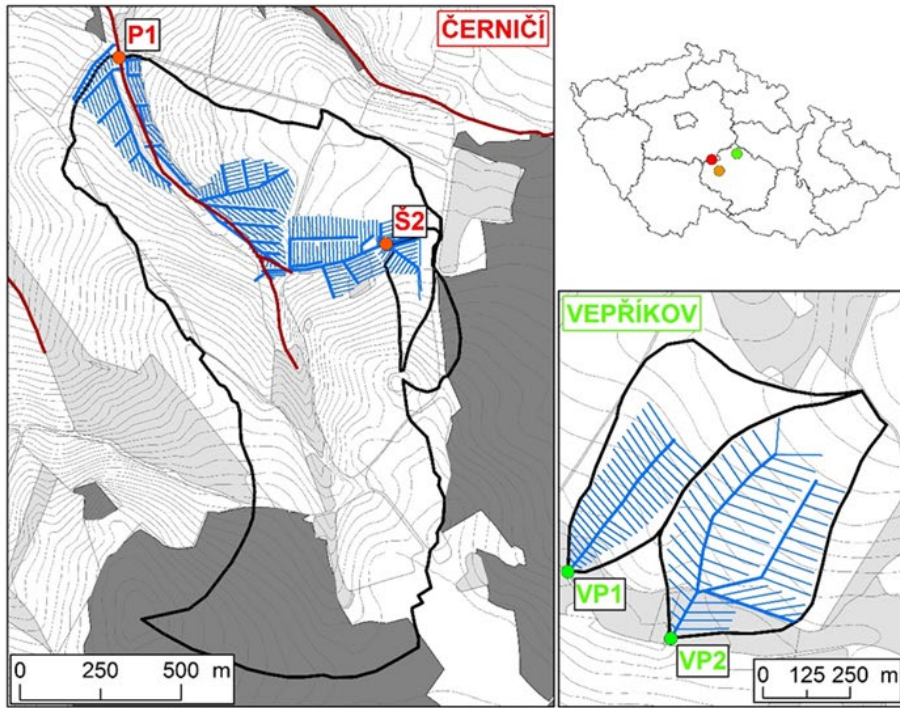
Proč sledovat množství a kvalitu vod drenáží?

- **Více než 25 % zemědělské půdy v ČR bylo odvodněno (1,1 mil. ha).**
 - **Drenážní voda často představuje jediný odtok z malých zemědělských povodí.**
 - **V malých povodích má drenáž velký podíl na celkovém odtoku i odnosu živin a pesticidů z povodí.**
 - **V malých povodích krystalinika ČR kolem 65 – 75 % celkového odtoku.**
-
- **Kvalita vod z drenáží (pesticidy , dusičnany) ve svahu nejtěsněji spjata s LANDUSE tzv. zdrojových oblastí**

Vyplavování pesticidů do vod

- **Původ:** z bodových i plošných zdrojů znečištění, přičemž plošné zdroje (odtok ze zemědělské půdy) mají na kontaminaci vod významný podíl.
- Se zlepšenými možnostmi monitoringu se ukazuje také velký význam **mělkého podpovrchového odtoku, jehož součástí je odtok drenážní.**
- Významnou roli v transportu pesticidů hrají **preferenční cesty, např. makropóry** a v podmínkách krystalinika také trhliny a pukliny.
- Rychlost preferenčního proudění během SOE může být natolik vysoká, že fyzikálně-chemické vlastnosti pesticidů ztrácejí z hlediska jejich vyplavování v těchto situacích význam
- ~~Zrychlený odtok (jakéhokoli typu) významně snižuje čas na reakci pesticidu s prostředím (sorpci nebo degradaci) a může vest k přímému a bezprostřednímu vyplavování mateřské látky do povrchových vod.~~

Pokusné lokality VUMOP, v.v.i.



Monitoring množství a jakosti drenážních a povrchových vod

- UV sondy – měření hladiny/průtoku
- čidla teploty vody
- automatické vzorkovače
- monitoring stabilních izotopů ve srážkové, drenážní, povrchové i podzemní vodě

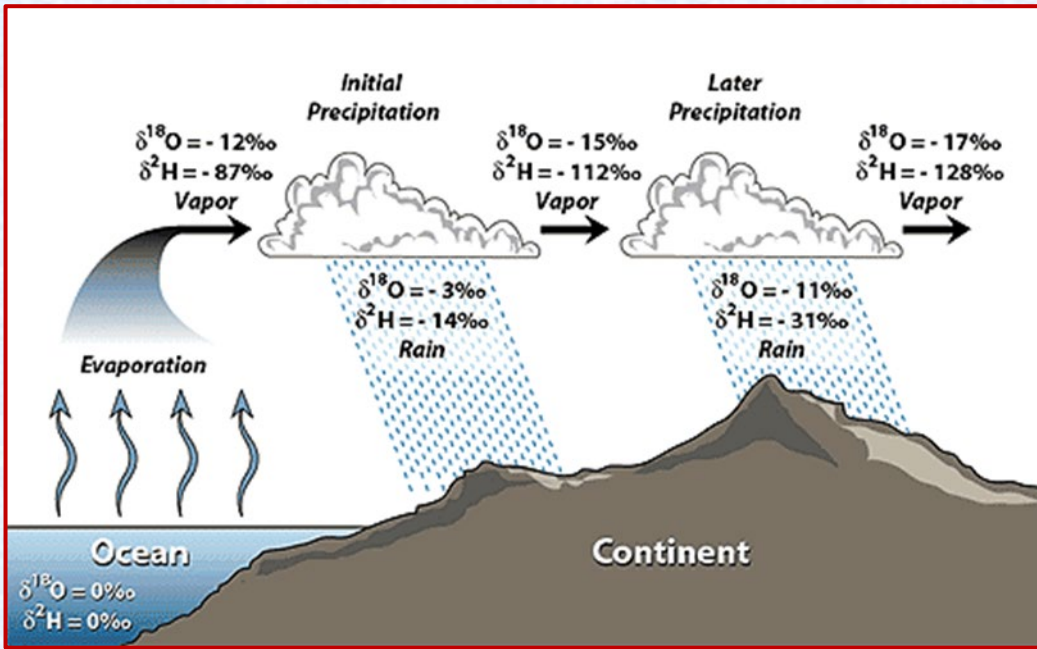


Metody - odběry vzorků

- Pravidelné odběry (nízké průtoky, základní a pomalý svahový odtok):
ruční odběr – duben až říjen
- Srážko-odtokové epizody (zvýšené průtoky, rychlé složky odtoku):
odběr automatickým vzorkovačem – celoročně
- Vzorky analyzovány v laboratořích PVL, státní podnik
- Od 2016 – doplňkové využití pasivních vzorkovačů POCIS a SPMD
- (analýza FROV, Vodňany)



Metody – separace drenážního odtoku



IAEA: International Atomic Energy Agency

V - SMOW - standard používaný k porovnání izotopového složení (poměr $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ a $^2\text{H}/\text{H}$) různých vod s průměrnou vodou v oceánu (v ‰)

Frakcionace – podíl lehkých a těžkých izotopů se mění při přechodech vody mezi kapalnou a plynnou fází, přednostně se vypařují lehčí izotopy

Chemická separace:

pomocí stabilních izotopů ^{18}O a ^2H na „starou a novou vodu“
- event – pre event water
směsný model:

$$R_s = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{C_t - C_n}{C_s - C_n}$$

$$Q_t = Q_s + Q_n$$

$$C_t Q_t = C_s Q_s + C_n Q_n$$

Metody – stanovení MRT – průměrné doby zdržení vody v povodí

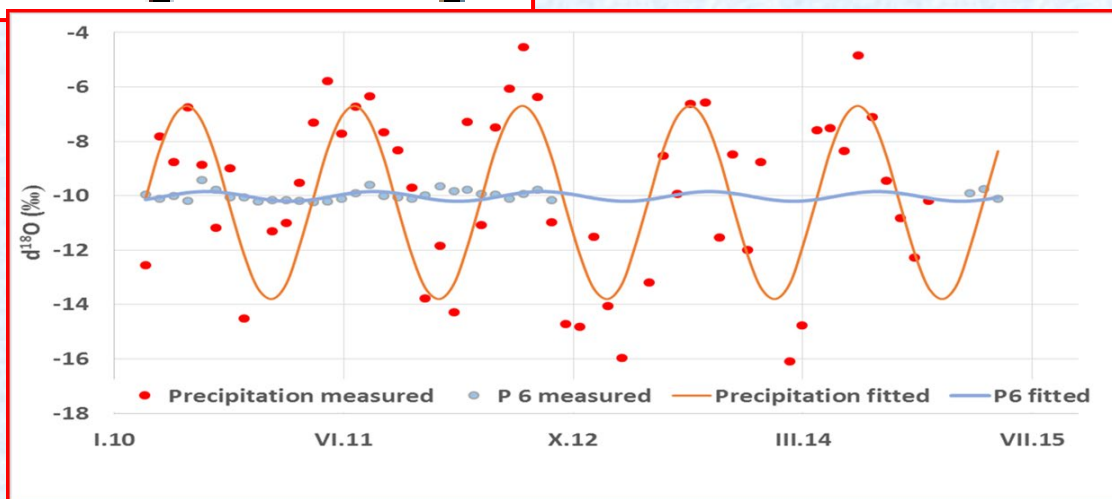
Proložení amplitudy vstupů (srážek) a výstupů (odtok):

$$d^{18}\text{O} = \text{mean}(d^{18}\text{O}) + A * \text{SIN}(2\pi t/b) + C,$$

kde $\text{mean}(d^{18}\text{O})$ (‰ V-SMOW) is je průměrná hodnota $d^{18}\text{O}$, A (‰ V-SMOW) je sezónní amplituda $d^{18}\text{O}$, b je perioda sezónního cyklu (1r perioda je 2π), t je doba (měsíce) a c (rad) je fázový posun. Parametry $\text{mean}(d^{18}\text{O})$, A a C byly získány doplněním změřených dat pomocí metody nejmenších čtverců

$$MRT = \left(\frac{1}{b'}\right) \left[\left(\frac{A_p}{A}\right)^2 - 1 \right]^{0.5}$$

- A_p - amplituda vstupů (srážky)
- A - amplituda výstupu (odtok)
- (($1/b'$) = ($6 / 2\pi$)) – konverze na měsíce



Monitoring vyplavování pesticidů do půdních vod

- Čtyři různé lokality, plodiny a půdní podmínky
- Využity: sukční kelímky a malé lyzimetry (užitný vzor VÚMOP, v.v.i).



- Monitorovací kampaň 2016 - 2017
- Voda z obou zařízení byla vysávána ručně v pravidelných 14 denních intervalech.



Vyplavování pesticidů do půdních vod

Kukuřice						
Nejčastější mateřské látky				Nejčastější metabolity		
Látka	Typ	Frekvence (%)	Rozsah koncentrací (ng/l)	Látka	Frekvence (%)	Rozsah koncentrací (ng/l)
Simazin	H	95	15 - 240	Acetochlor ESA	100	23 - 4 800
Terbutylazin	H	100	1 400 - 45 000	Acetochlor OA	79	28 - 364
Acetochlor	H	58	10 - 790	Metolachlor ESA	100	164 - 13 7000
Metolachlor	H	100	7 400 - 98 000	Metolachlor OA	100	253 - 99 700
Diazinon	I	5	220	Metazachlor ESA	100	43 - 1 870
Epoxiconazol	F	89	12 - 46	Metazachlor OA	79	23-381
Tebuconazol	F	84	11 - 49	Terbutylazin-DE-2-H	100	21-720
Azoxystrobin	F	21	24 - 160	Terbutylazin-desetyl	100	140-6 800
Pethoxamid	H	58	10 - 72	Terbutylazin-2-hydro	100	130-2 100
Fluopicolide	F	58	11 - 120	Atrazine DP	63	21-510

- Přítomnost mateřských látek ve všech vzorcích na všech lokalitách
- Často vyšší koncentrace než metabolity
- Složení látek odpovídá komplikovanému složení svahového odtoku
- Přítomnost látek aktuálně aplikovaných ve velkých koncentracích po SOE, zejména na propustnějším půdním bloku svědčí o rychlém preferenčním proudění, naopak dříve aplikované látky (zejména fungicidy) svědčí o jejich vysoké perzistenci a o delší době zdržení svahového odtoku, který se též dostával do odběrných zařízení

Pokusná lokalita Dehtáře – orná půda a TTP



Výsledky: Dehtáře (2014 – 2017)

Místo		KL				KP			
Hydrologická situace		Běžné průtoky		SOE		Běžné průtoky		SOE	
Látka	Typ	Detek. (%)	Conc. (ng/l)	Detek. (%)	Conc. (ng/l)	Detek. (%)	Conc. (ng/l)	Detek. (%)	Conc. (ng/l)
Alachlor ESA	D	96	85 - 728	96	25 - 416	100	211 - 1110	100	33 - 915
Alachlor OA	D	0	n	0	n	0	n	16	20 - 41
Dimethachlor ESA	D	93	23 - 134	50	22 - 71	46	20 - 62	2	35
Metazachlor ESA	D	100	136 - 9250	100	26 - 3700	100	252 - 10400	100	104 - 8060
Metazachlor OA	D	69	24 - 388	71	22-163	100	25 - 1110	100	29 - 11200
Metolachlor ESA	D	100	620 - 4730	100	66 - 1280	100	187 - 1900	100	35 - 881
Metolachlor OA	D	89	31 - 383	63	21 - 65	61	21 - 320	40	21 - 122
AMPA	D	0	n	0	n	0	n	12	56 -81
Atrazine-2-hydroxy	D	0	n	0	n	0	n	24	10 - 30
Terbutylazin-2-hydroxy	D	0	n	0	n	0	n	56	10 - 37
Clomazone	F	0	n	0	n	0	n	43	11 - 360
Chlorsulfuron	H	0	n	0	n	11	25 - 80	18	34 - 460
Fluopicolide	F	0	n	0	n	0	n	55	15 - 2 800
Glyfosát	H	0	n	0	n	0	n	24	84 - 356
Chlorotoluron	H	0	n	0	n	0	n	6	13 - 21
Linuron	H	0	n	0	n	0	n	31	25 - 719
Mandipropamid	F	0	n	0	n	0	n	10	21 - 200
Mesotrione	H	0	n	0	n	0	n	27	11 - 460
Metaxyl	F	0	n	0	n	0	n	21	12 - 980
Tebuconazol	F	6	20	0	n	0	n	11	11 - 76

KL – TTP
KP – orná půda

**SOE – srážko –
odtoková
epizoda**

D – metabolit, F – fungicid, H – herbicid, I – insekticid, Conc. – koncentrace

Černičí závěrový profil - drenážní skupina a drobný vodní tok



Mís to		Š2				P1			
Hydrologická situace		Běžné průtoky		SOE		Běžné průtoky		SOE	
Látka	Typ	Detek. (%)	Conc. (ng/l)	Detek. (%)	Conc. (ng/l)	Detek. (%)	Conc. (ng/l)	Detek. (%)	Conc. (ng/l)
Acetochlor ESA	D	100	50 - 172	98	20 - 93	89	29 - 105	76	20 - 121
Alachlor ESA	D	100	25 - 228	77	21 - 132	97	76 - 1030	98	37 - 1 040
Metazachlor ESA	D	100	298 - 9460	100	125 - 5230	100	123 - 7410	100	33 - 5930
Metazachlor OA	D	56	20 - 2360	100	30 - 2420	83	23 - 1870	89	22 - 2790
Metolachlor ESA	D	12	20 - 69	2	49	3	137	2	65
Atrazine-2-hydroxy	D	18	11 - 21	90	10 - 33	25	10 - 19	40	11 - 63
Terbutylazin-2-hydroxy	D	18	11 - 30	79	10 - 55	94	11 - 43	98	14 - 270
Chloridazon desphen.	D	0	n	0	n	25	52 - 110	24	51 - 130
AMPA	D	0	n	0	n	0	n	42	185 - 1 970
Acetochlor	H	6	16-41	8	11 - 25	8	11 - 29	11	11 - 39
Bentazone	H	79	13 - 72	46	10 - 33	6	18 - 19	5	11 - 33
Clomazone	F	0	n	10	1700 - 3400	7	11 - 29	20	39-8 100
Cyprosulfamide	H	0	n	0	n	7	22 - 460	33	12 - 25000
Diflufenican	H	3	63	0	n	6	10 - 21	24	10 - 2980
Epoxiconazole	F	0	n	10	12 - 36	3	17	14	16 - 97
Fluroxypyr	H	3	49	0	n	3	42	7	52 - 270
Glyphosate	H	0	n	0	n	0	n	36	69 - 453
Chlorotoluron	H	0	n	0	n	14	12 - 574	33	12 - 973
Chlorsulfuron	H	12	11 - 79	35	30 - 760	25	11 - 140	24	10 - 350
Isoproturon	H	0	n	0	n	6	73 - 367	15	22 - 45
Isoxaflutole	H	0	n	0	n	3	37	2	4800
Metazachlor	H	6	18 - 200	4	11 - 19 000	6	50 - 840	22	10 - 37 000
Metolachlor	H	9	21 - 46	4	11 - 13	3	13	9	10 - 91
Pendimethalin	H	3	14	2	14	8	11 - 29	22	15 - 1110
Pethoxamid	H	3	11			3	40	7	22 - 38 000
Quinmerac	H	0	n	0	n	0	n	4	690 - 910
Tebuconazol	F	3	32	46	15 - 640	8	11 - 43	27	11 - 510
Thiadoprid	I	0	n	16	14 - 390	0	n	3	160
Thiencarbazone-meth.	H	0	n	0	n	7	30 - 360	35	11 - 10 000
Terbutylazin	H	6	13 - 35	0	n	3	11	4	22-24

Výsledky: Černí (2014 – 2017)

Š2 – drenáž

P1 povrchový tok

SOE – srážko –

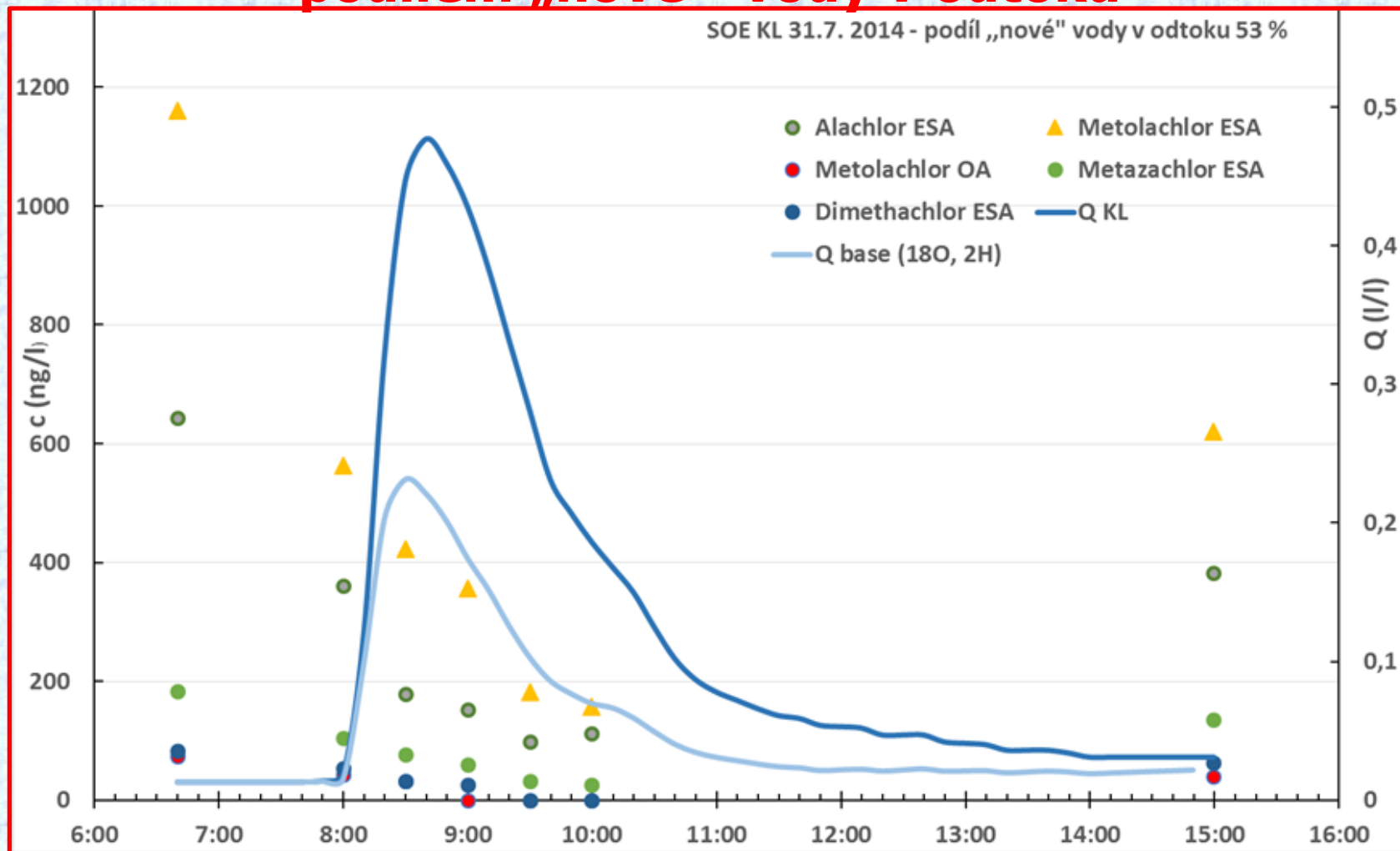
odtoková epizoda

D – metabolit, F – fungicid, H – herbicid, I – insekticid, Conc. – koncentrace

Principy vyplavování pesticidů v průběhu SOE

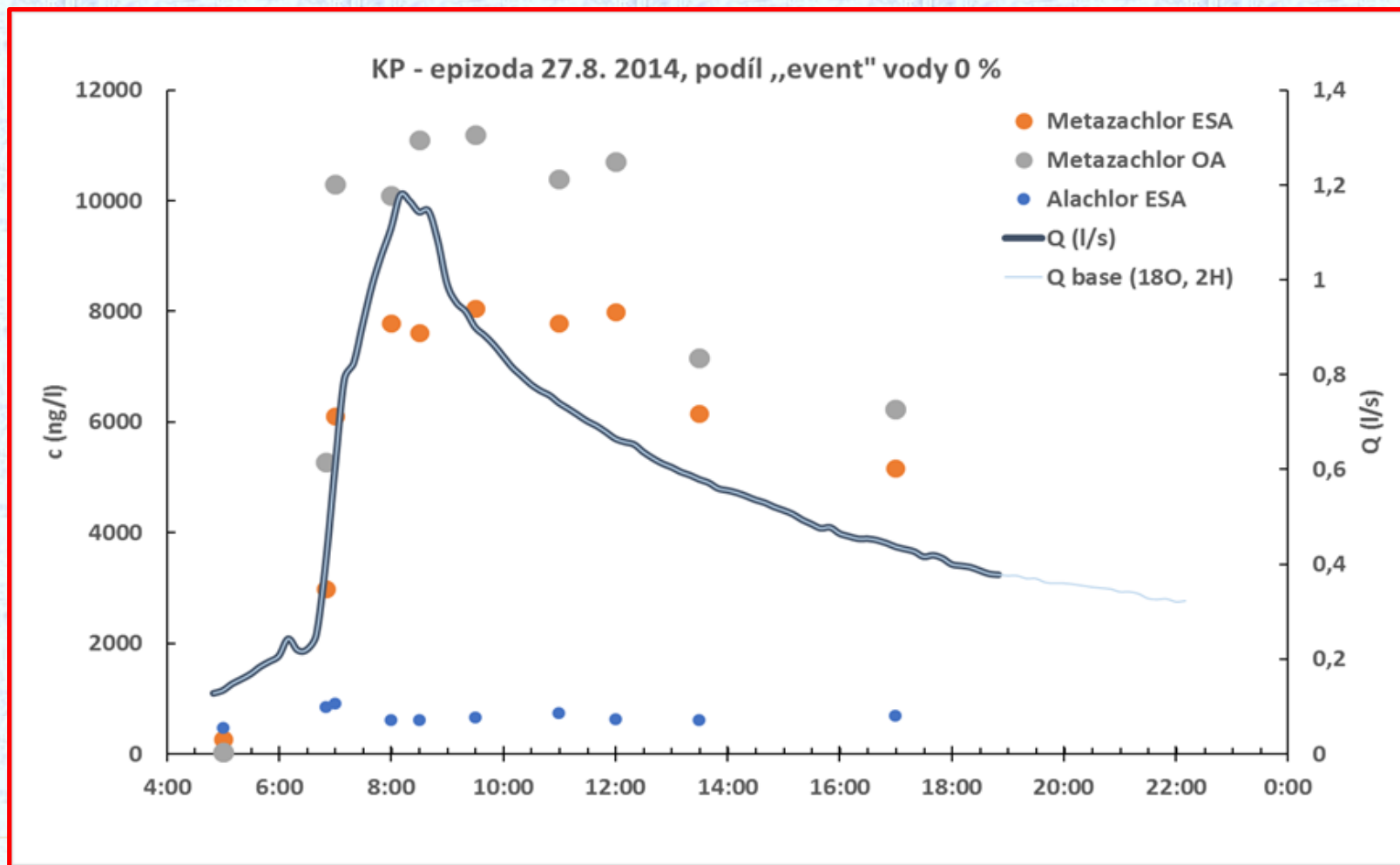


S-O epizody : dynamika koncentrací metabolitů - SOE s podílem „nové“ vody v odtoku



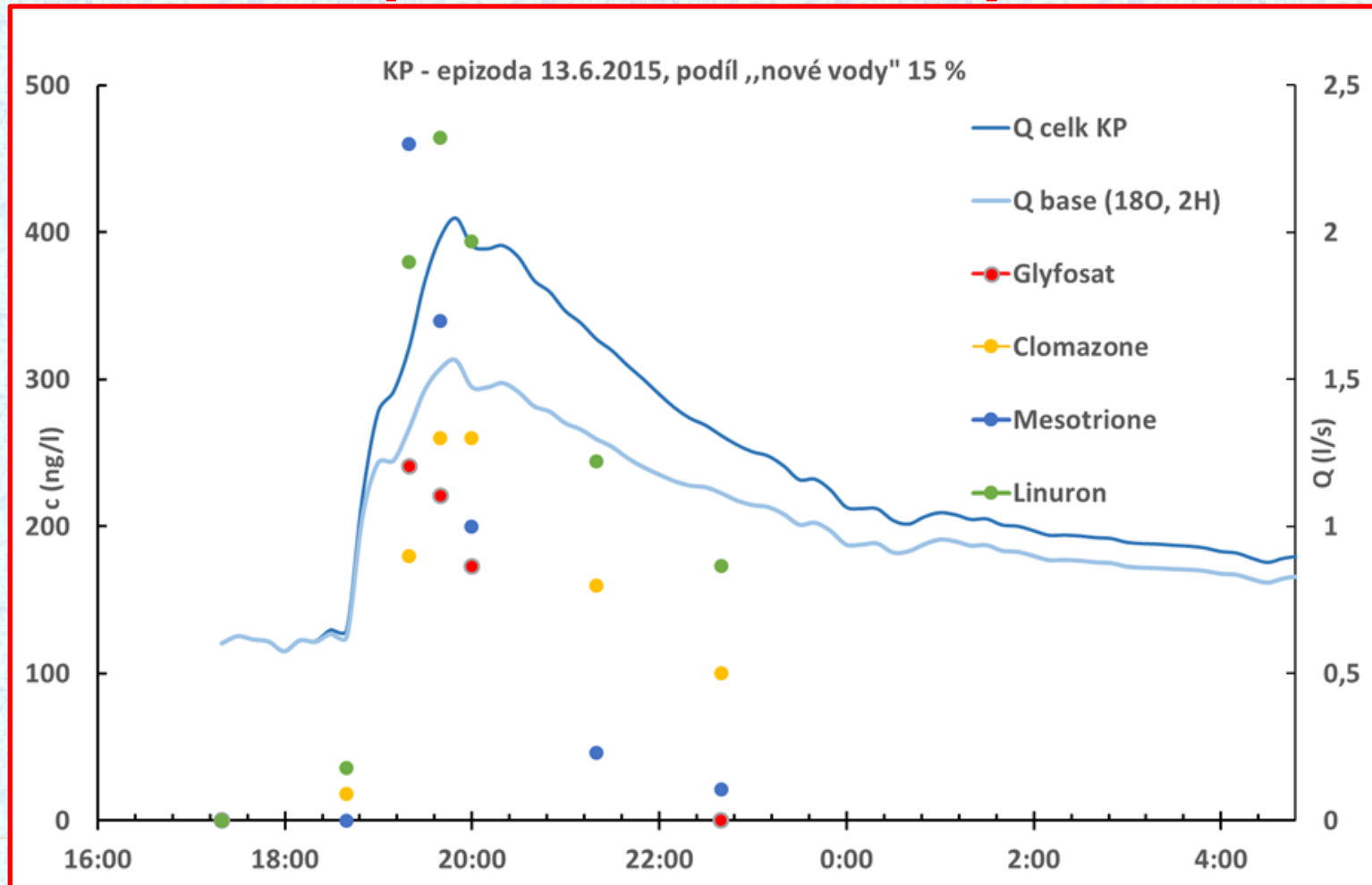
- **Charakteristika: TTP, dlouho po poslední aplikaci, velký podíl „event. – nové“ vody, klesající koncentrace metabolitů**

S-O epizody : dynamika koncentrací metabolitů - SOE bez podílu „nové“ vody v odtoku



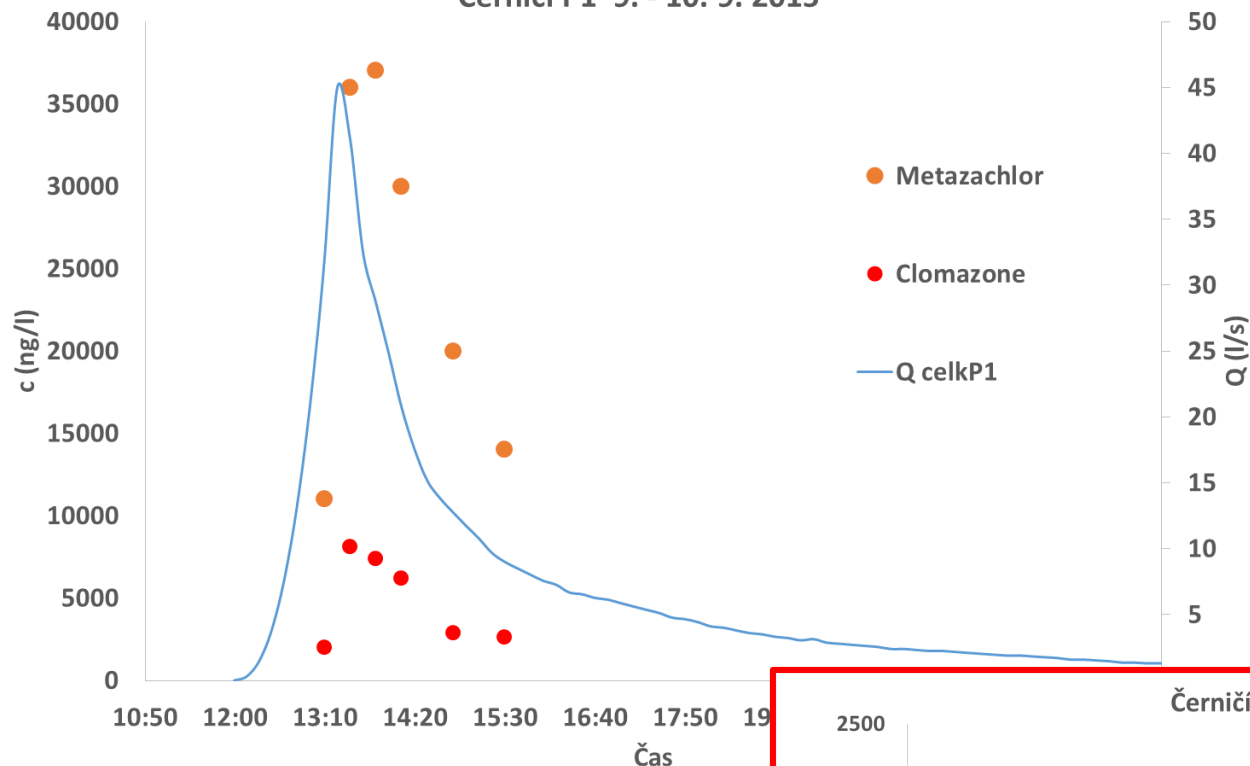
- Charakteristika: orná půda, 7 týdnů po poslední aplikaci, žádný podíl „event“ vody, rostoucí koncentrace metabolitů

S-O epizody : dynamika koncentrací mateřských látek- SOE s podílem „nové“ vody v odtoku



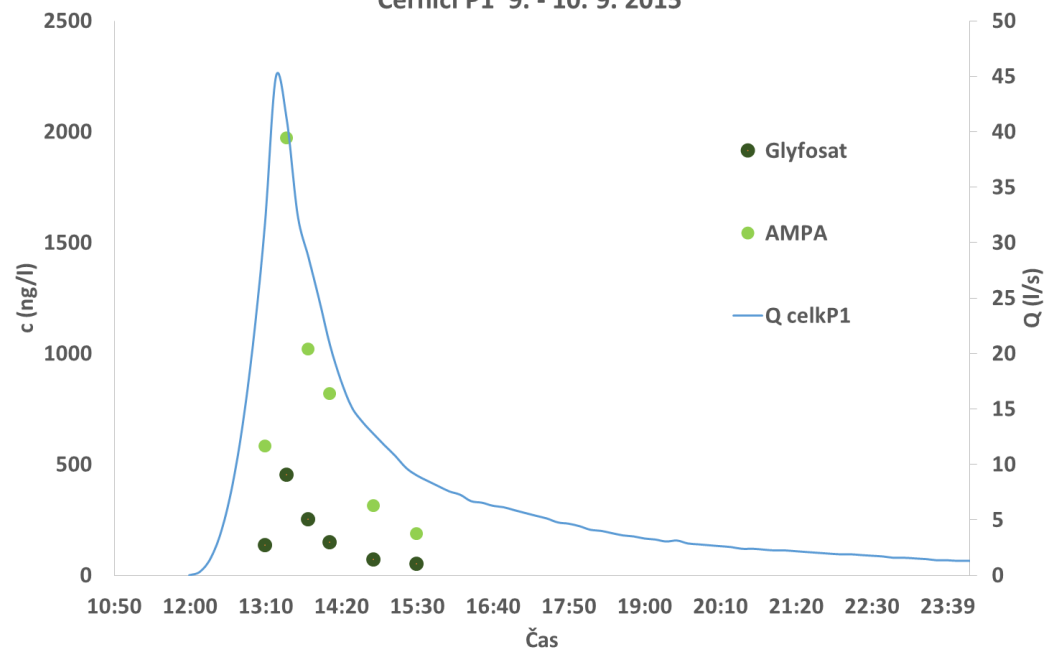
- **Charakteristika: orná půda, časně po poslední aplikaci, podíl „event“ vody, mateřské látky v odtoku**

Černíčí P1 9. - 10. 9. 2015

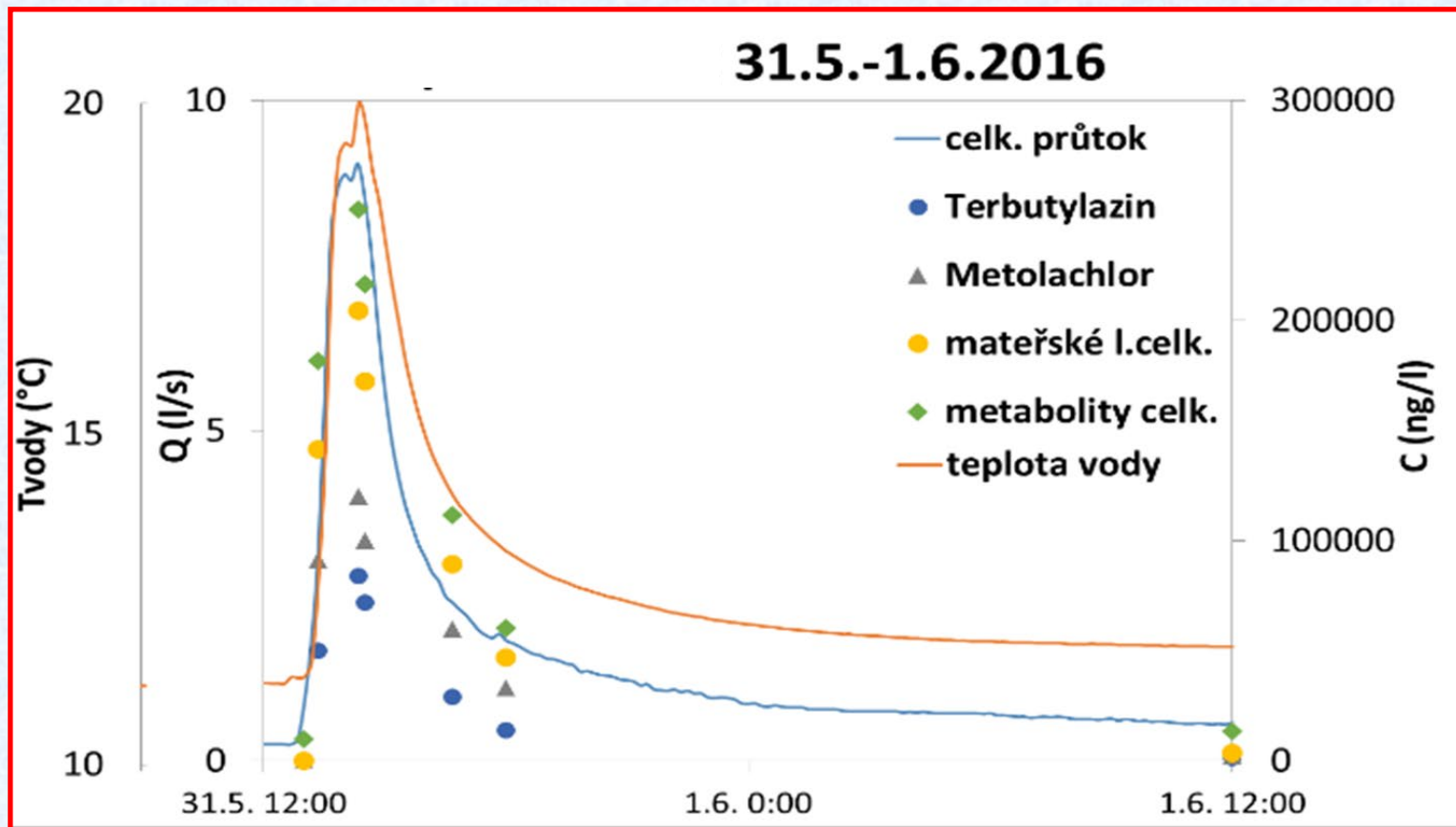


- **Charakteristika: povrchový tok, epizoda po období sucha, voda 2 týdny v povodí, krátce po poslední aplikaci, vysoké koncentrace různých mateřských látek**

Černíčí P1 9. - 10. 9. 2015



Půdní blok s kukuřicí – SOE s největším odnosem pesticidů



- Datum aplikace látky: 7.5.2016, premergentně na kukuřici
- Přípravek: Gardoprim Gold v dávce 4 l/ha; (S-metolachlor 312,5 g/l a Terbutylazin 187,5 g/l)
- Srážka: 20 mm; Q: z 0,25 l/s na kulminačních 9,0 l/s za 90 minut
- Odnos pesticidních látek za tuto 24 hodin trvající epizodu byl **33 g**, z nichž **14,6 g** byly mateřské látky (**5,5 g Terbutylazin a 8,9 g Metolachlor**) a **18,4 g** byly metabolity

Vyplavování pesticidů pod rizikovou plodinou

- Půdní blok s opakovaným pěstováním kukuřice pro BPS

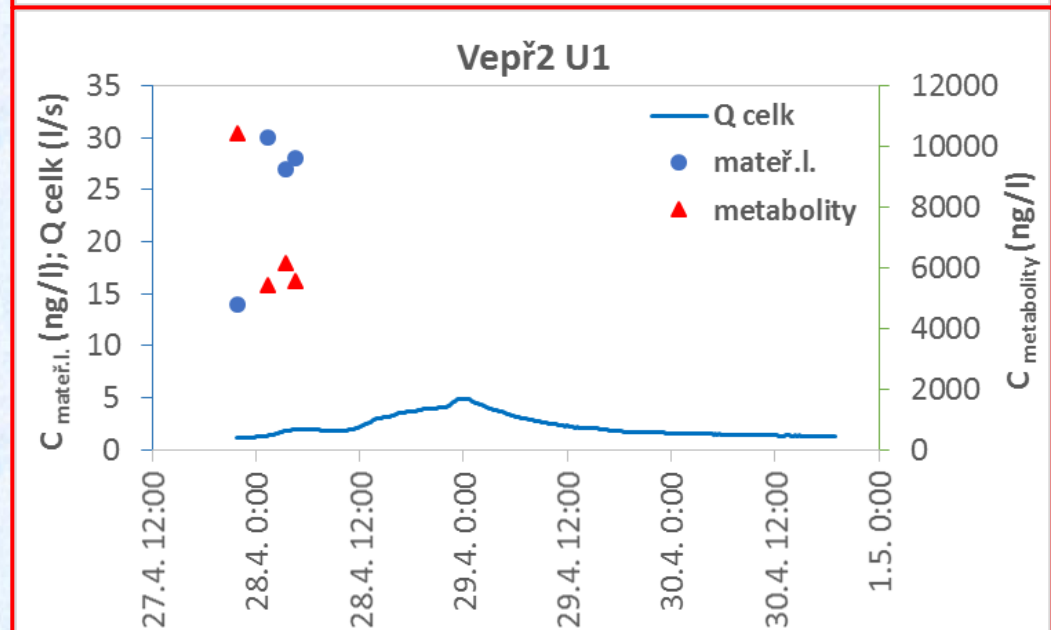
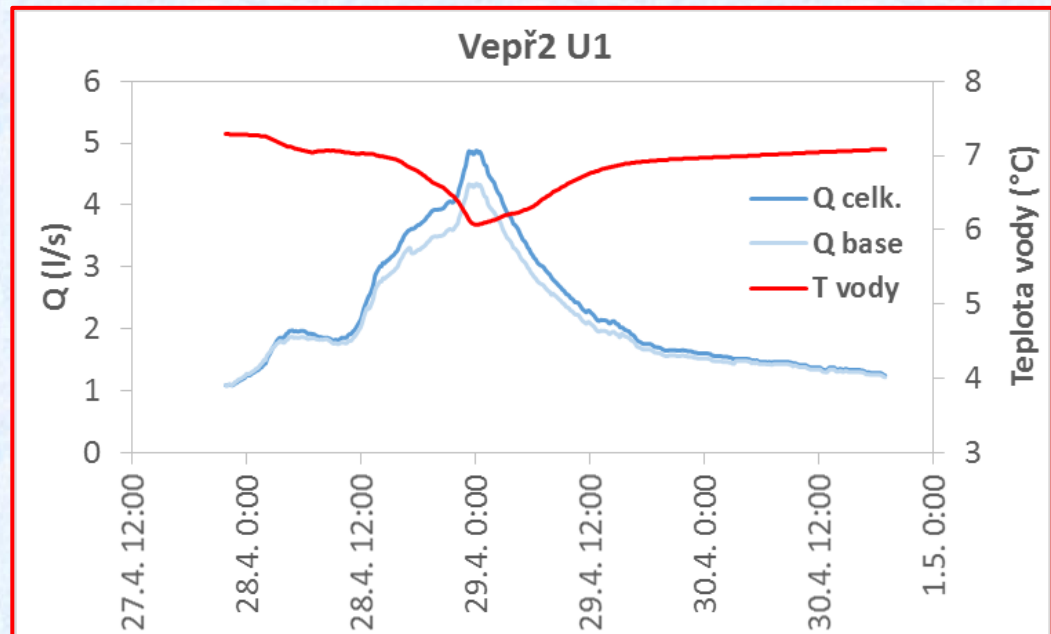


Půdní blok – bilance pesticidních látek 2017 (vegetační sezóna)

- **Výpočet byl proveden pro mikropovodí drenážní skupiny VP 2, které má plochu 28,3 ha, z čehož 21,3 ha zaujímá vlastní odvodnění**
- **Plodina - kukuřice**
- **Aplikace: 13.5.2017, preemergentně Successor TX (**Pethoxamid** c= 732 g/l a **Terbuthylazin** c= 187,5 g/l, skupina Triaziny), celkové množství účinných látek aplikovaných na mikropovodí VP 2 bylo 33,9 kg Pethoxamidu a 21,2 kg Terbuthylazinu**
- **Aplikace: 15. 6. 2017, bodově aplikován herbicid Story (**Mesotrion** c = 267 g/l, skupina Triketony a **Florasulam** c= 16,7 g/l, skupina Triazolopyrimidiny). V rámci této aplikace bylo na plochu mikropovodí VP 2 dodáno celkem 0,142 kg Florasulamu a 2,263 kg Mesotrionu**

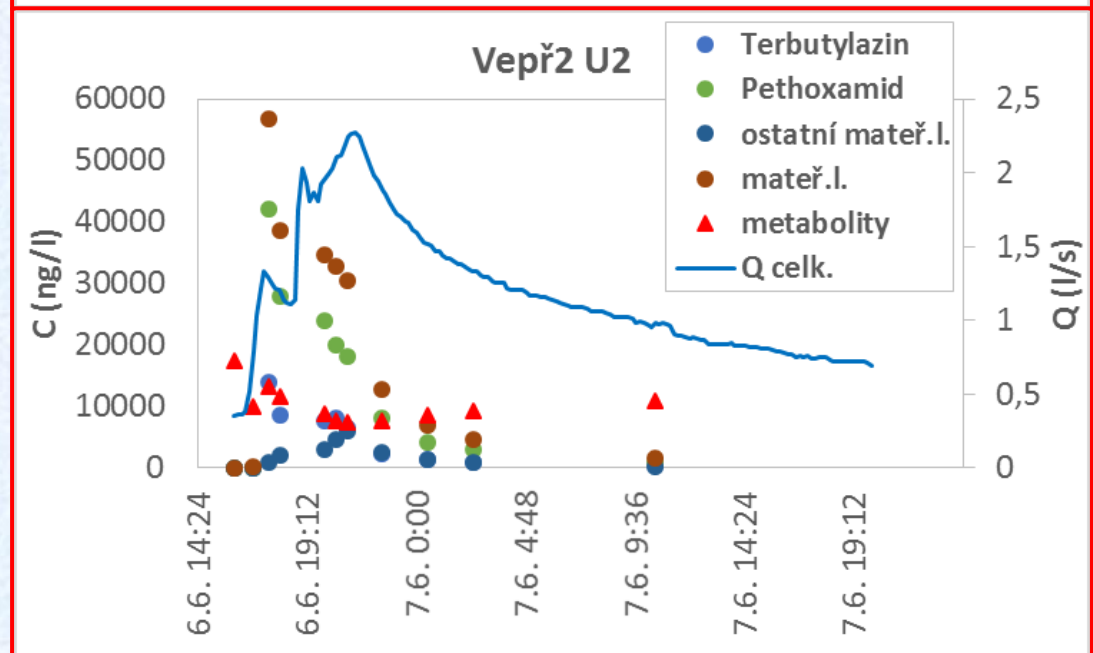
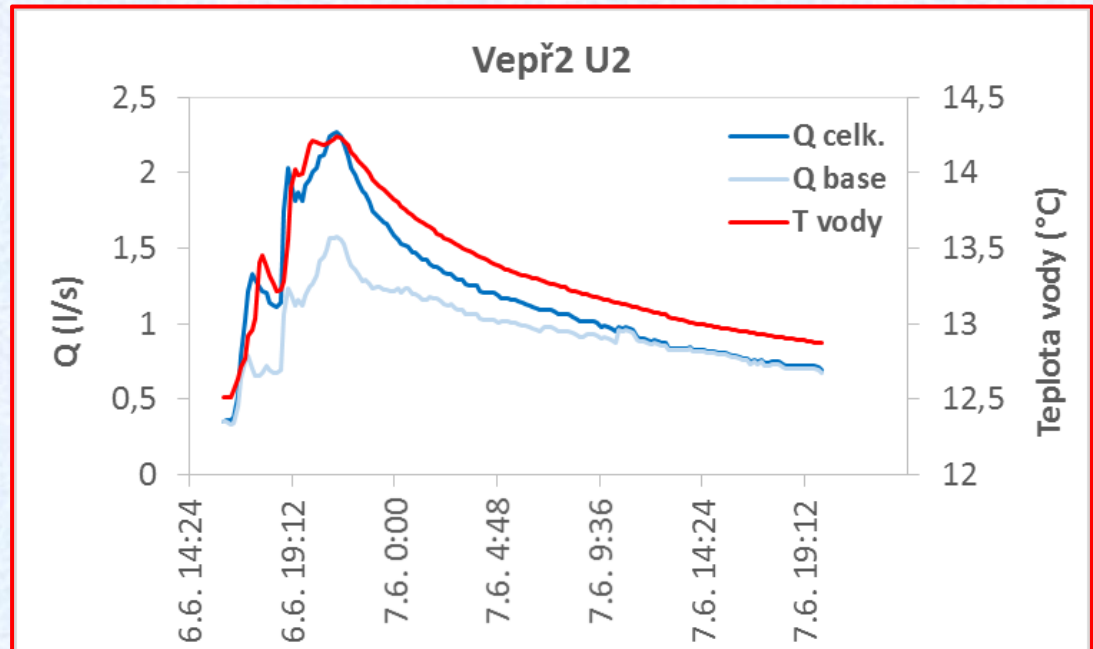
Půdní blok - kukuřice – SOE 1 (2017)

- SOE zimního typu, malý podíl nové vody
- Před aplikací
- Nízké koncentrace mateřských látek, vysoké koncentrace metabolitů



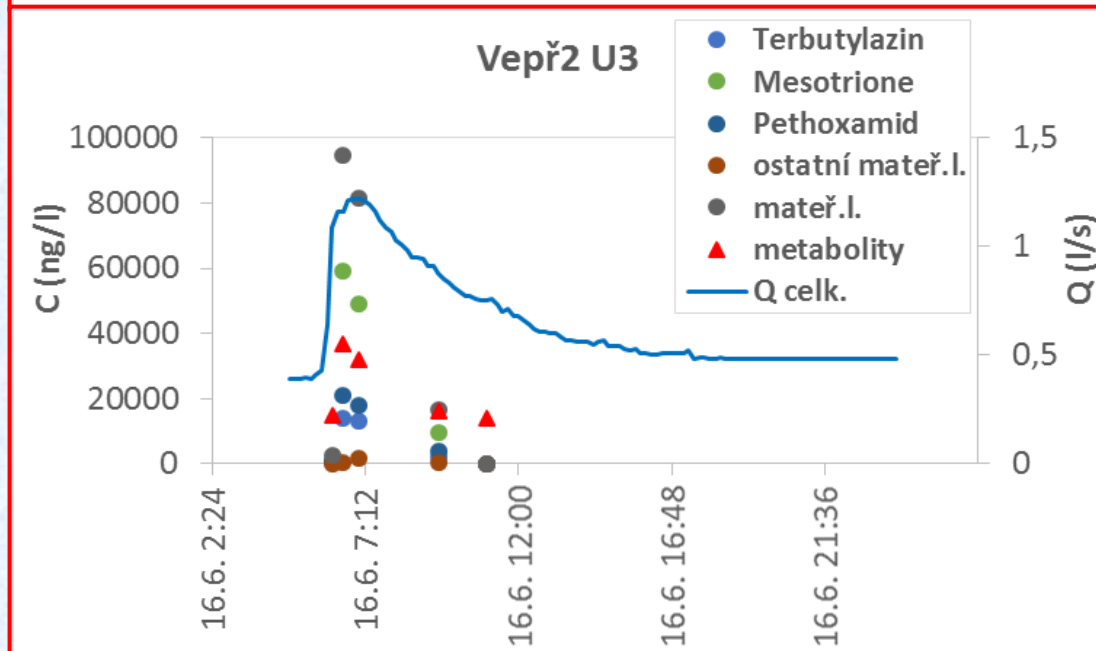
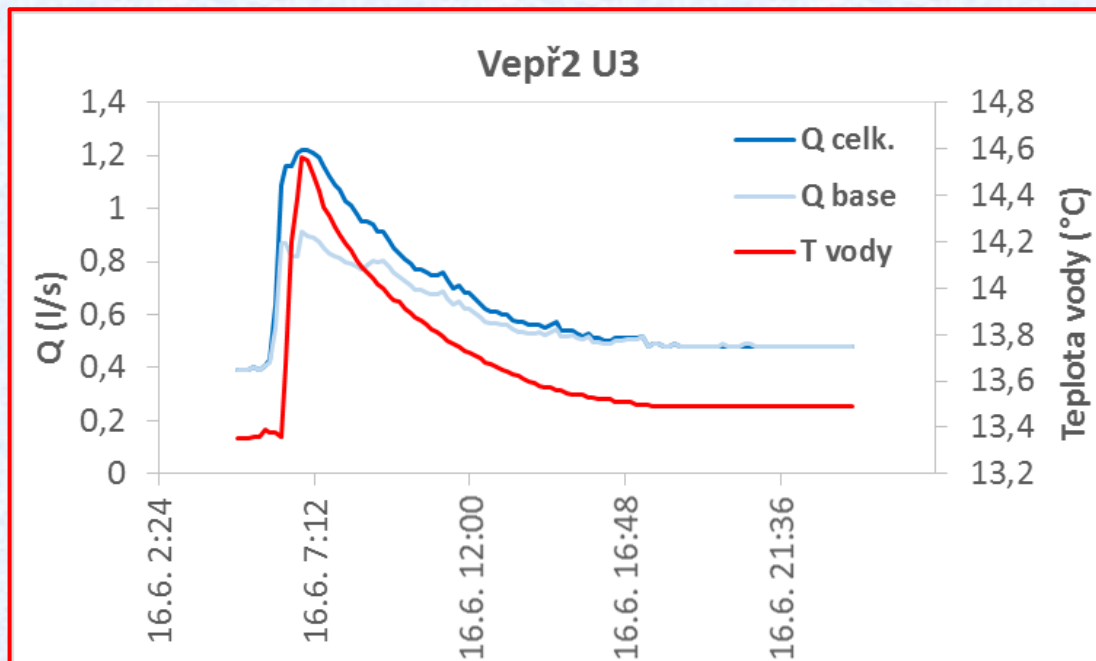
Půdní blok - kukuřice – SOE 2 (2017)

- SOE letního typu, velký podíl nové vody
- 3 týdny po aplikaci (Terbutylazin, Pentoxamid)
- Obrovské koncentrace mateřských látek
- Vysoké koncentrace metabolitů byly novou vodou ředěny



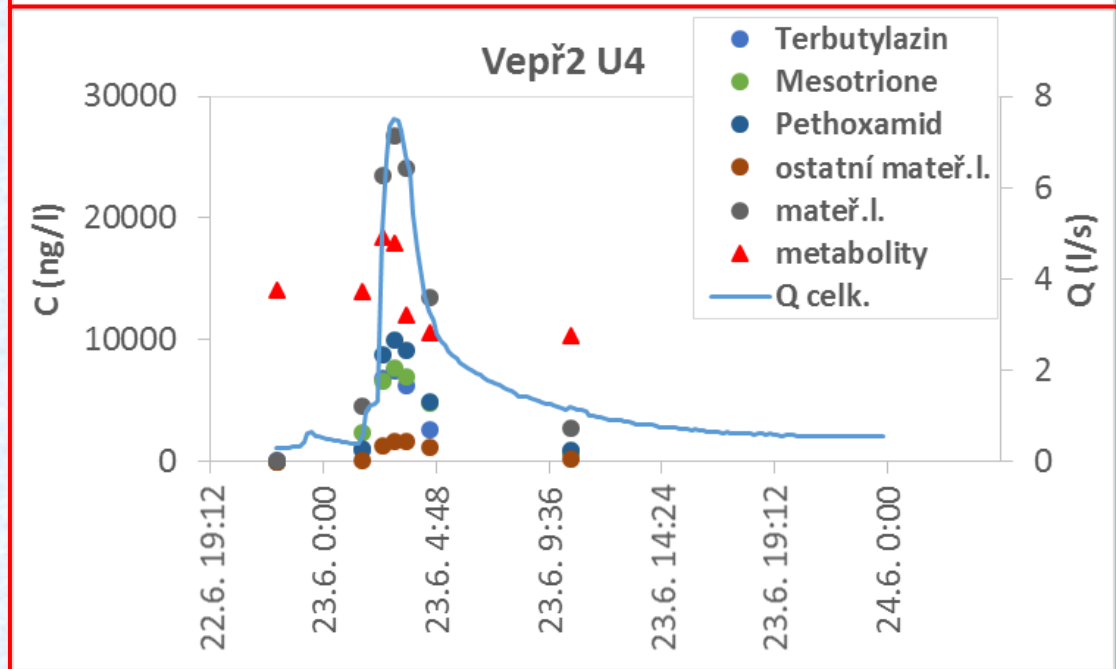
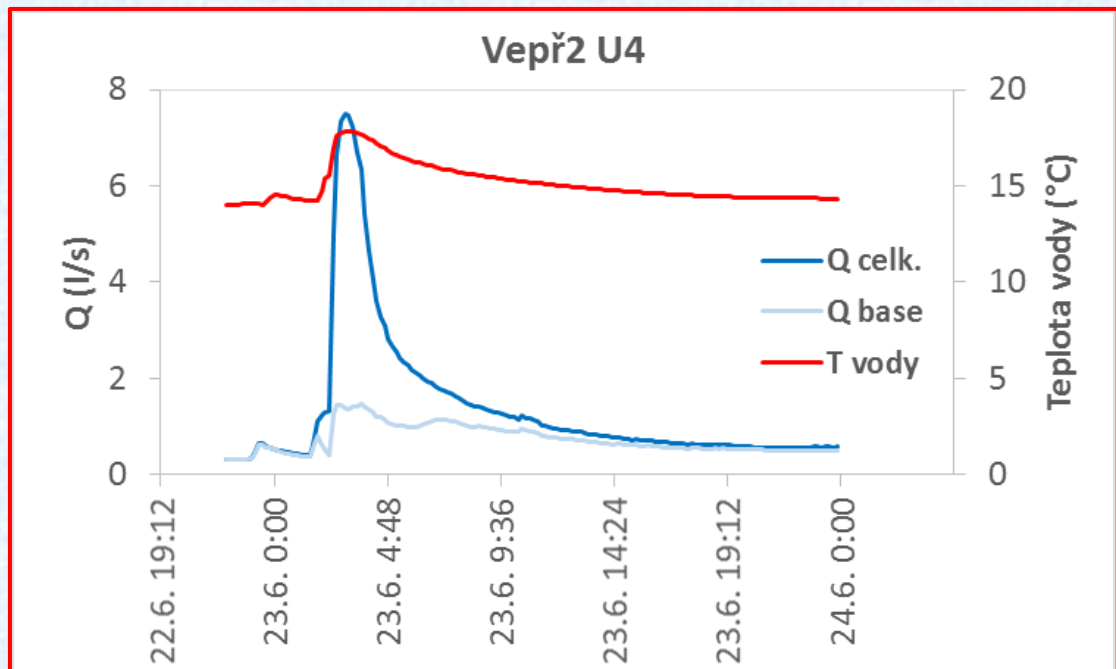
Půdní blok - kukuřice – SOE 3 (2017)

- SOE letního typu, velký podíl nové vody
- 3 týdny po aplikaci (Terbutylazin, Pentoxamid)
- Obrovské koncentrace mateřských látek
- Vysoké koncentrace metabolitů byly novou vodou ředěny



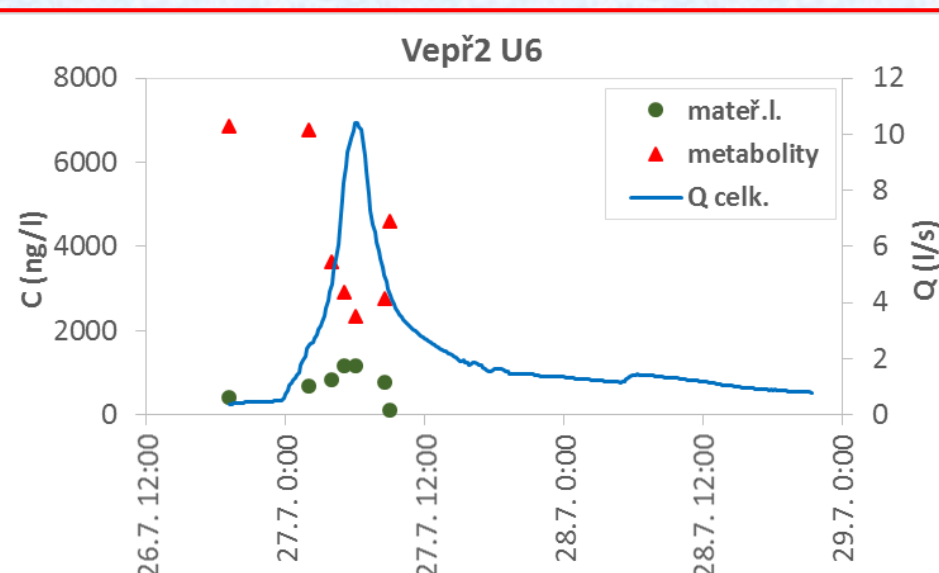
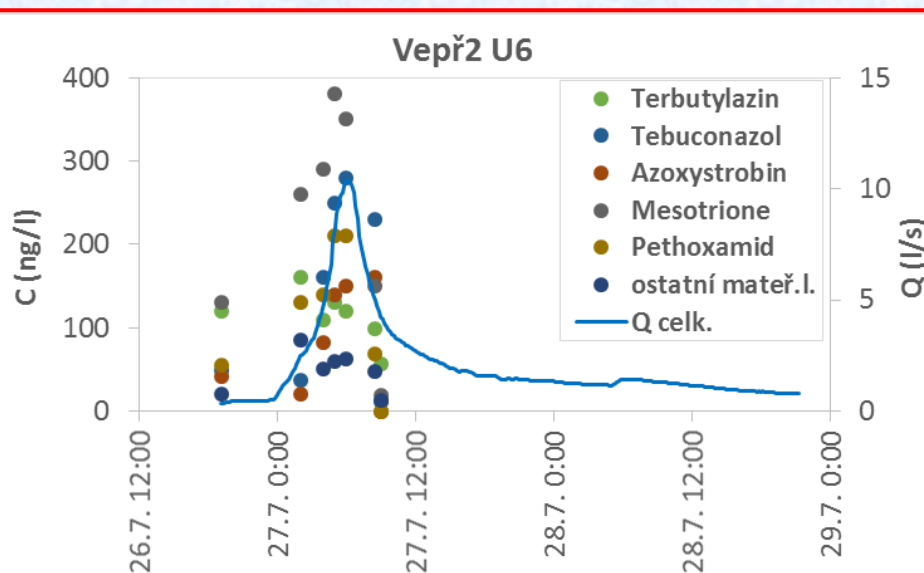
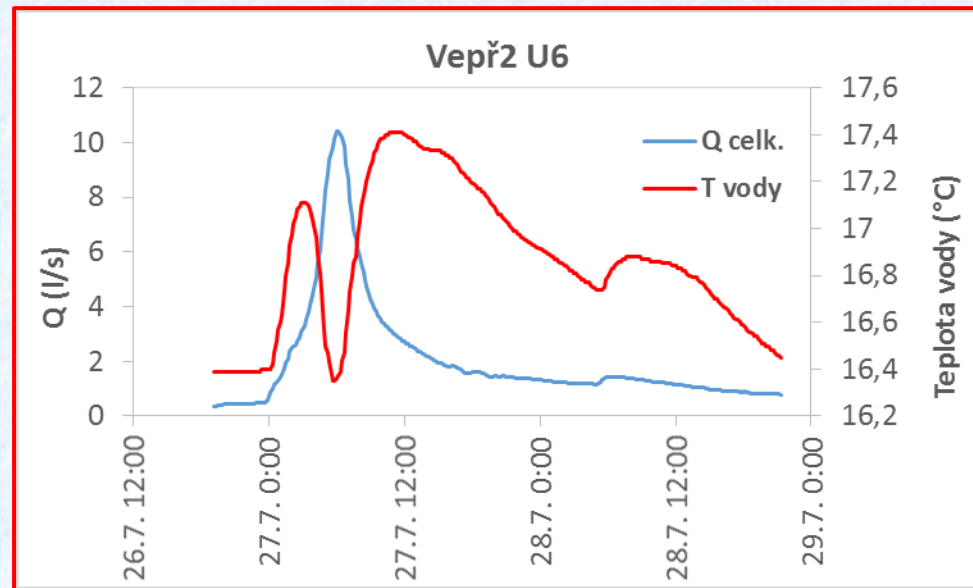
Půdní blok - kukuřice – SOE 4 (2017)

- SOE letního typu, extrémní podíl nové vody
- 40 dnů po aplikaci (Terbutylazin, Pentoxamid)
- 7 dnů po bodové aplikaci (Mesotrion)
- Vysoká koncentrace mateřských látek
- Vysoké a proměnlivé koncentrace metabolitů

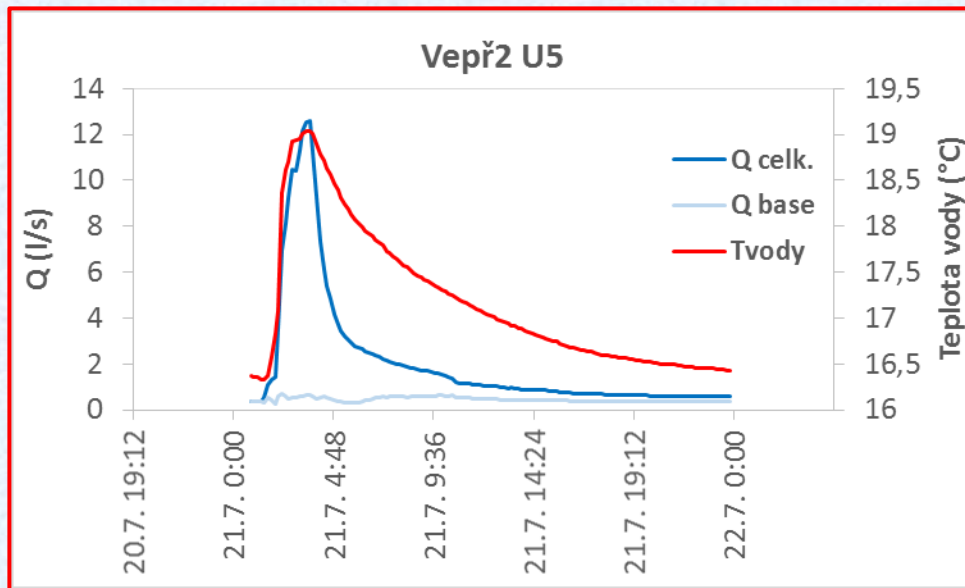


Půdní blok - kukuřice – SOE 6 (2017)

- SOE letního typu, problematická separace
- Více než 2 měsíce po aplikaci
- Relativně nízké koncentrace, mat. látek, koncentrace metabolitů jsou ředěny novou vodou



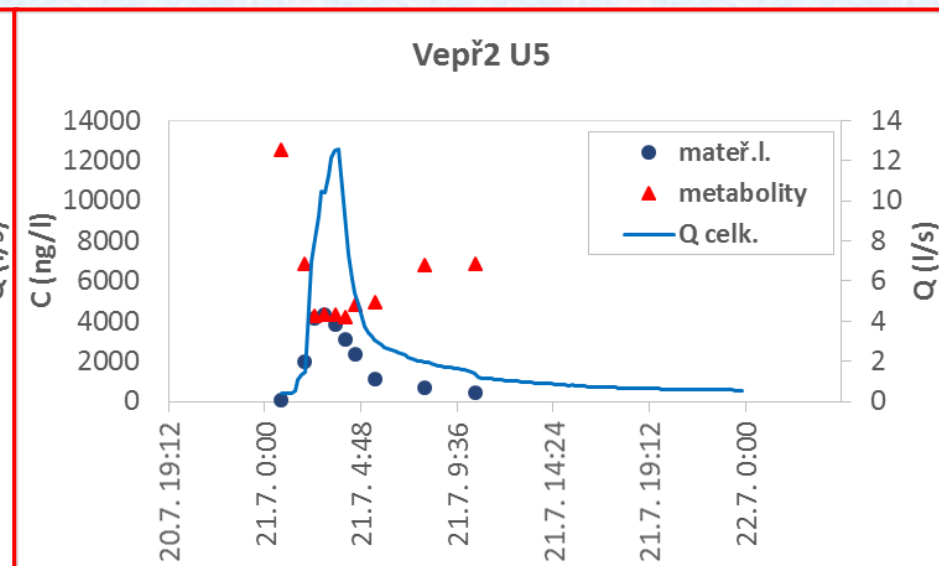
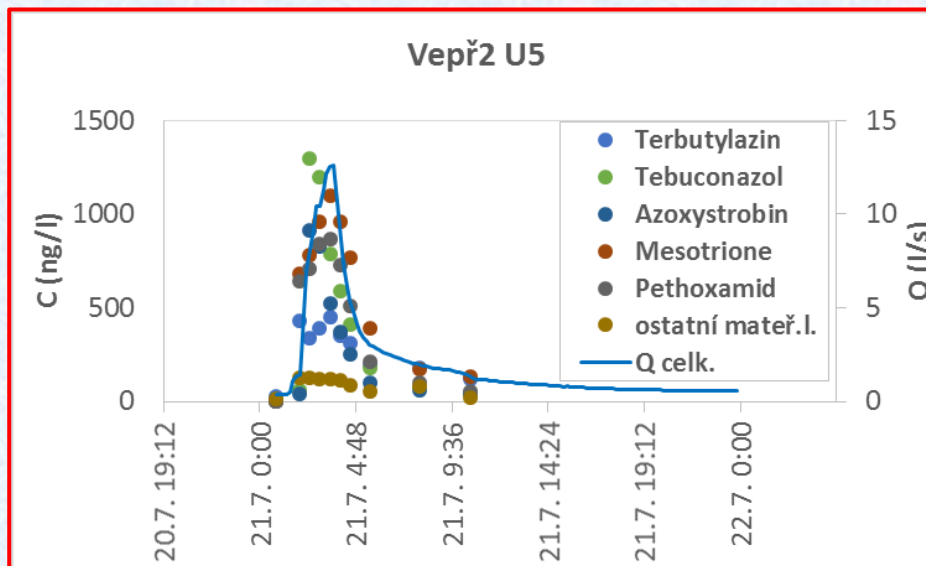
Půdní blok- kukuřice – SOE 5 (2017)



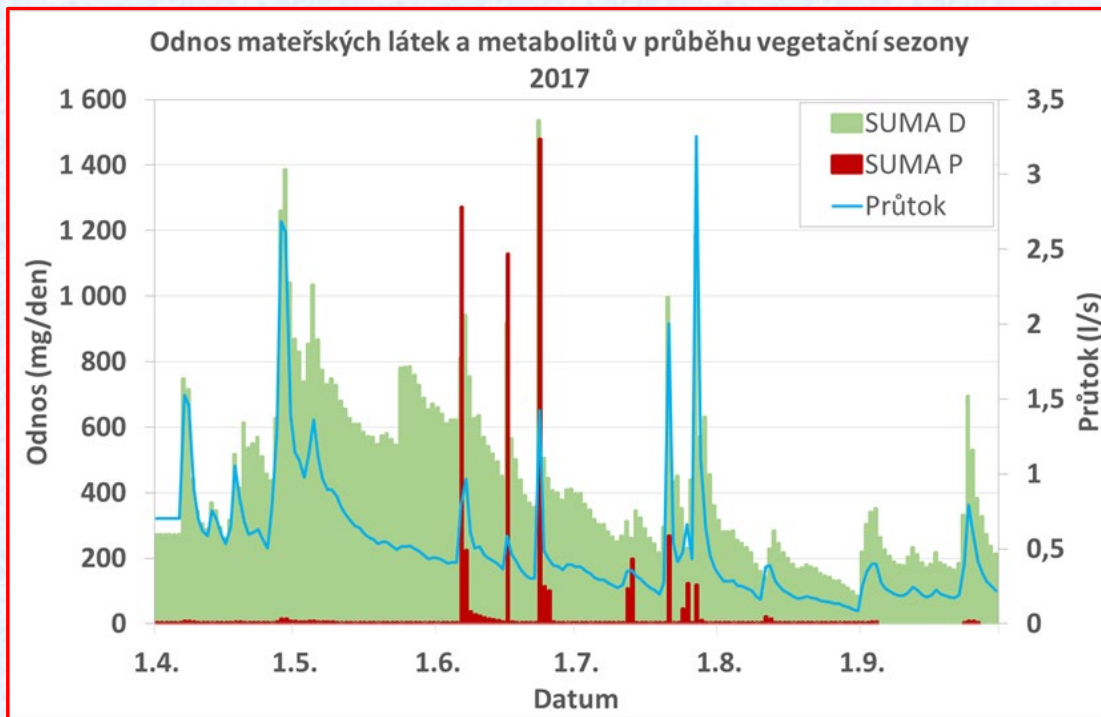
- SOE letního typu, extrémní podíl nové vody

- Přibližně 2 měsíce po aplikaci

- Koncentrace mateřských látek jsou již relativně nižší, vysoké koncentrace metabolitů jsou ředěny novou vodou



Kukuřice – 2017 bilance



- Celkový odnos pesticidních látek za hodnocenou vegetační sezónu 2017 byl **85,61 g**
- Převažovaly metabolity s celkovým odnosem **80 g**. Většina metabolitů (**79 %**) byla vyplavena v období mimo SOE
- Odnos mateřských látek za vegetační sezónu z mikropovodí VP 2 byl **5,67 g**, z toho v průběhu SOE **5,1 g**. To představuje **89,9 %**. Ze všech vyplavených mateřských látek bylo **89 %** aplikováno v aktuální sezóně

Odnos (g)	Terbutylazin	Pethoxamid	Mesotrione	suma P	D Terbu	Dmetola	suma M
Celkový	1,3	2,6	1,1	5,7	24,3	12,3	79,9
SOE	1,1	2,5	1,1	5,1	2,5	7,1	17,7

SHRNUTÍ POZNATKŮ – VYPLAVOVÁNÍ METABOLITŮ

Za běžných a nízkých průtoků se v drenážních vodách vyskytují téměř výhradně metabolity.

Nejčastěji detekované a v nejvyšších koncentracích jsou přítomny metabolity **chloracetanylidových herbicidů**:

Metazachlor ESA **136 – 10 400 ng/l**

Metolachlor ESA **163 – 4 730 ng/l**

Alachlor ESA **19 – 1 100 ng/l**

tj. herbicidy používané nejčastěji k řepce a k bramborám, kukuřici.

Další látky: Acetochlor ESA, metabolity Terbuthylazinu (tam, kde byl používán) a Chloridazonu

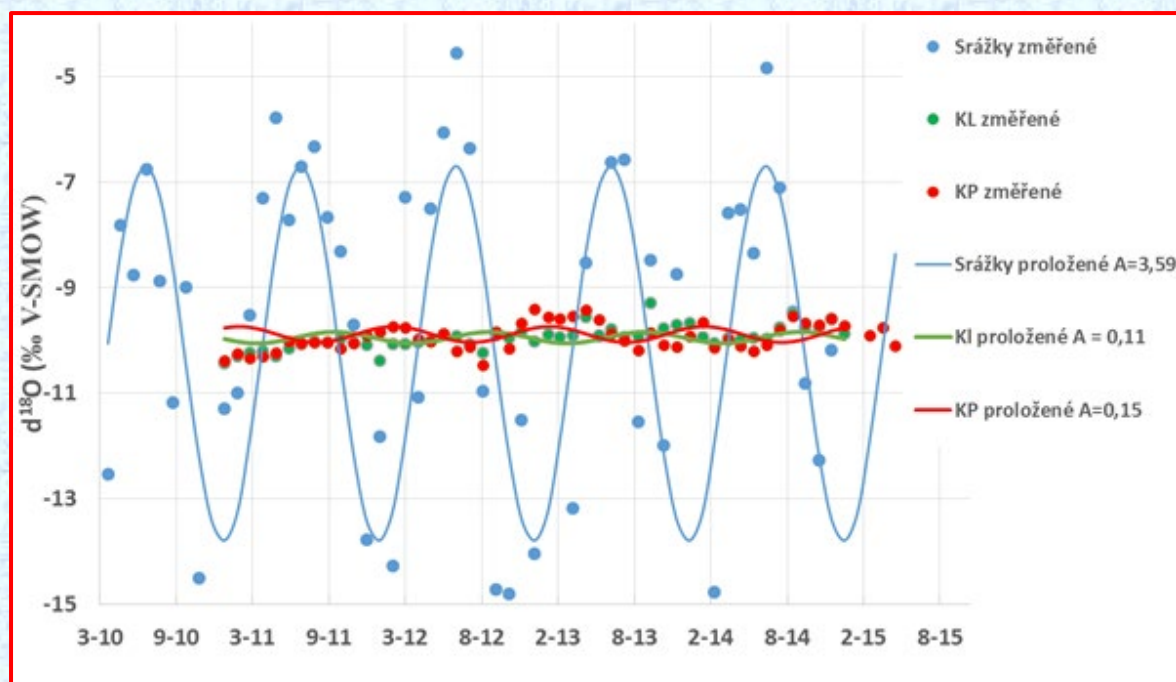
VYPLAVOVÁNÍ METABOLITŮ

průměrná koncentrace metabolitů (ng/l)

- **KL 5174 (drenáž - TTP)**
 - **KP 5172 (drenáž - orná půda)**
 - **Š2 1752 (drenáž - orná půda)**
 - **P1 1726 (potok - převážně orná půda)**
-
- **Na povodí Dehtáře nebyl žádný rozdíl mezi drenážní vodou z TTP a ornou půdou**
 - **Dlouhá doba vyplavování souvisí s vysokou perzistencí těchto látek a delší dobou zdržení pomalejších složek odtoku v povodí.**
 - **Vyplavování je spojeno s (převážně) pomalým svahovým odtokem.**
 - **Jedná se o dlouhodobý problém, který lze obtížně řešit agrotechnickými opatřeními.**

Permanentní výskyt metabolitů

- Souvisí s velkou perzistencí těchto látek v půdě,
- s relativně dlouhou dobou zdržení základního a svahového odtoku, - tyto složky tvoří většinu drenážního odtoku, zejména mimo srážko-odtokové epizody.



- doba zdržení základního a svahového odtoku na povodí Dehtáře byla stanovena na **3,3 roky** na skupině KP a až **5 let** na skupině KL, na Černičí Š2 - **2,1 roku**.

SHRNUTÍ POZNATKŮ – VYPLAVOVÁNÍ MATEŘSKÝCH LÁTEK

- Vyplavování mateřských látek je téměř výhradně spjato se srážko – odtokovými epizodami.
- Podmínkou k vyplavování je epizoda krátce po jejich aplikaci a přítomnost „nové“ vody v odtoku.
- Pokud nastane větší SOE s významným podílem „nové“ vody, koncentrace mateřských látek může být až ve statisících ng/l, odnos v desítkách g za den.

Datum (začátek SOE)	Profil	Q kulminální (l/s)	Q_event podíl (%)	Cfw metabolismy (ng/l)	Cfw mateřské látky (ng/l)	Plodina	Doba od poslední aplikace	Odnos (mg)
5.6.2016	VP 1	5,5	velký	23760	64405	kukuřice	30 dnů	5300
15.6.2016	VP 1	1,8	velký	16911	12199	kukuřice	1 den	2800
1.6.2016	VP2	9	velký	77000	154140	kukuřice	26 dnů	33000
15.6.2016	VP 2	10,6	velký	58 207	19 948	kukuřice	1 den	11400
28.5.2016	P1	27,4	35	40213	1248	různé	30 dnů	28900

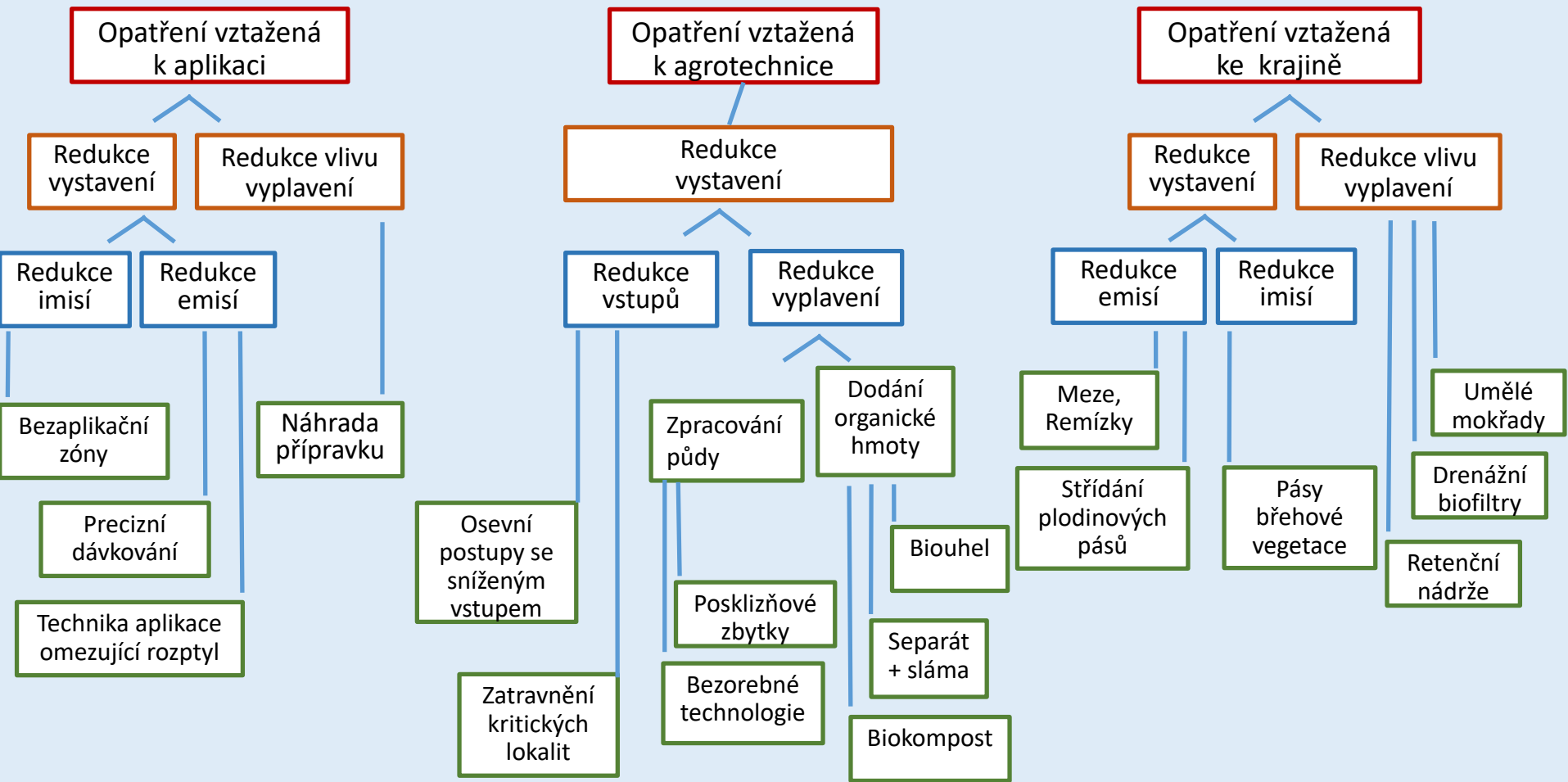
SHRNUTÍ POZNATKŮ – MONITORING

- Pro sledování koncentrací a dynamiky pesticidů v drenážních vodách je nutný správně nastavený systém **podrobného monitoringu (vzorkovače v průběhu epizod)**. Důležité je využití dalších metod (izotopy, modelování).
- Neocenitelná je spolupráce se zemědělci (informace o typu a množství pesticidů a času jejich aplikace).
- Bez těchto předpokladů hrozí riziko ztráty až **90 % informací**

SHRNUTÍ POZNATKŮ

Drenážní systémy představují významný zdroj vyplavování metabolitů i mateřských látek !

Opatření ke snížení rizika kontaminace vod pesticidy



Princip opatření

Cíl opatření

Vliv opatření

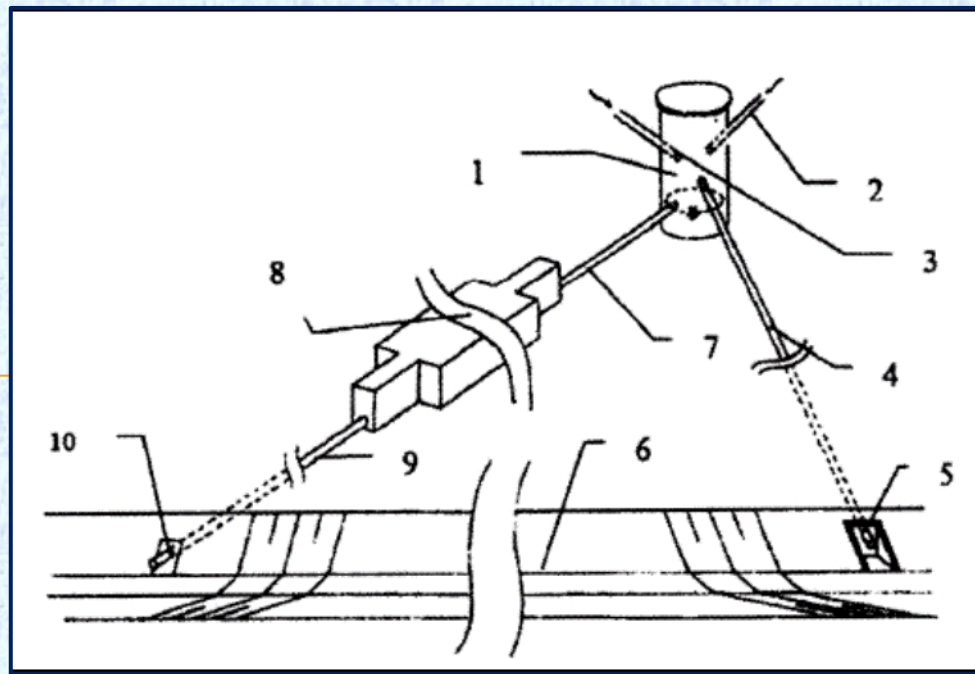
Příklad opatření

PŘÍKLADY OPATŘENÍ

Drenážní biofiltr

Efekty převážně pozitivní z hlediska zlepšení jakosti drenážních vod (dusík, některé pesticidy) – v období po počáteční stabilizaci funkce; investičně a provozně relativně nenáročná realizace a provoz.

Účinnost 30 – 80 %



PŘÍKLADY OPATŘENÍ

Umělý mokřad

Účinnost 30 – 70 %

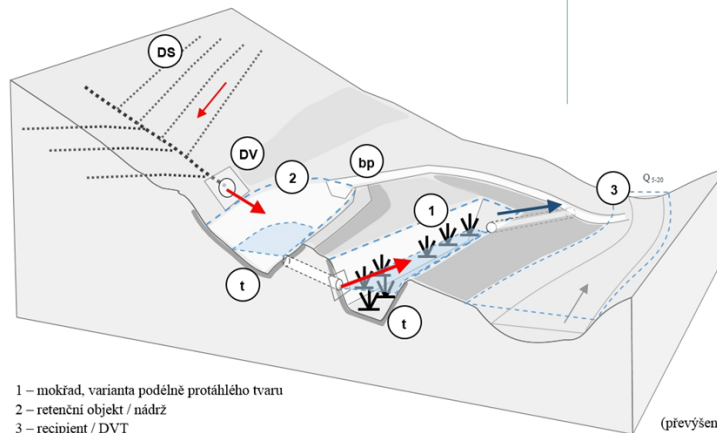


Schéma mokřadu v dolní části drenážního systému s předřazeným objektem pro zpomalení odtoku

zdroj resp. oblast plošného znečištění

prostor pro opatření
(s variantním prostorovým řešením)

recipient



1 – mokřad, varianta podélné protáhlého tvaru

2 – retenční objekt / nádrž

3 – recipient / DVT

DV – drenážní výtist

DS – drenážní skupina

bp – bezpečnostní přepad

t – těsnění

(převýšeno)



PŘÍKLADY OPATŘENÍ

Tůň s drenážní vodou



Efekty – převážně ekologické –
biodiverzita, krajinná estetika

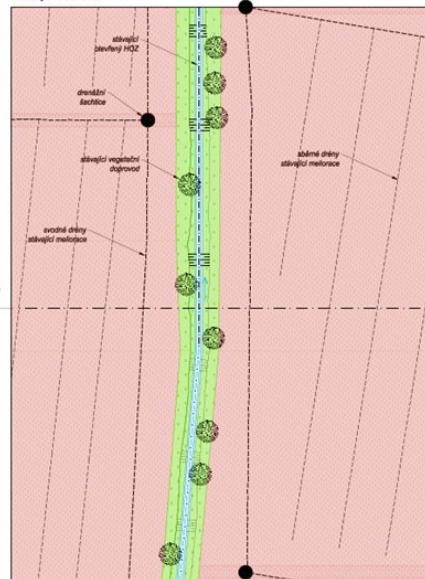
REVITALIZAČNÍ OPATŘENÍ HOZ - POKŘÍKOV, SEVERNÍ ČÁST

"REALIZACE VODNÍ PLOCHY V TRASE HOZ, ZAÚSTĚNÍ DOTČENÝCH SVODNÝCH DRĚNŮ DO NÁDRŽE, ÚPRAVA SBĚRNÝCH DRĚNŮ A ÚPRAVA HOZ MIMO VODNÍ PLOCHU"

SOUČASNÝ STAV

vegetační lem s dřevinným doprovodem		oblast bez úprav	
oma půda - se systémem odvodnění	HOZ	oma půda - se systémem odvodnění	
zemědělské využití		zemědělské využití	

Půdorysné schéma



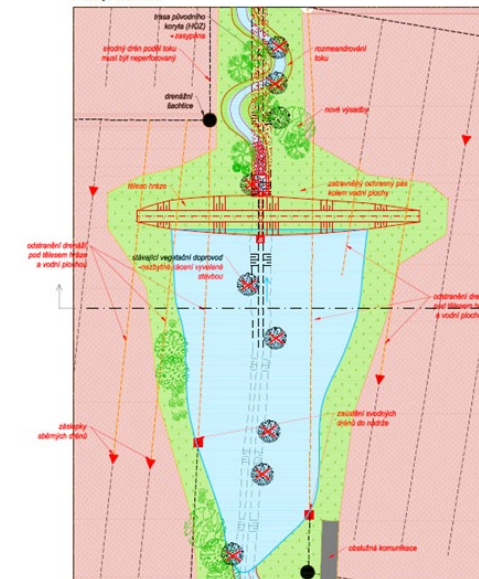
REVITALIZAČNÍ OPATŘENÍ HOZ - POKŘÍKOV, SEVERNÍ ČÁST

"REALIZACE VODNÍ PLOCHY V TRASE HOZ, ZAÚSTĚNÍ DOTČENÝCH SVODNÝCH DRĚNŮ DO NÁDRŽE, ÚPRAVA SBĚRNÝCH DRĚNŮ A ÚPRAVA HOZ MIMO VODNÍ PLOCHU"

NÁVRHOVÝ STAV

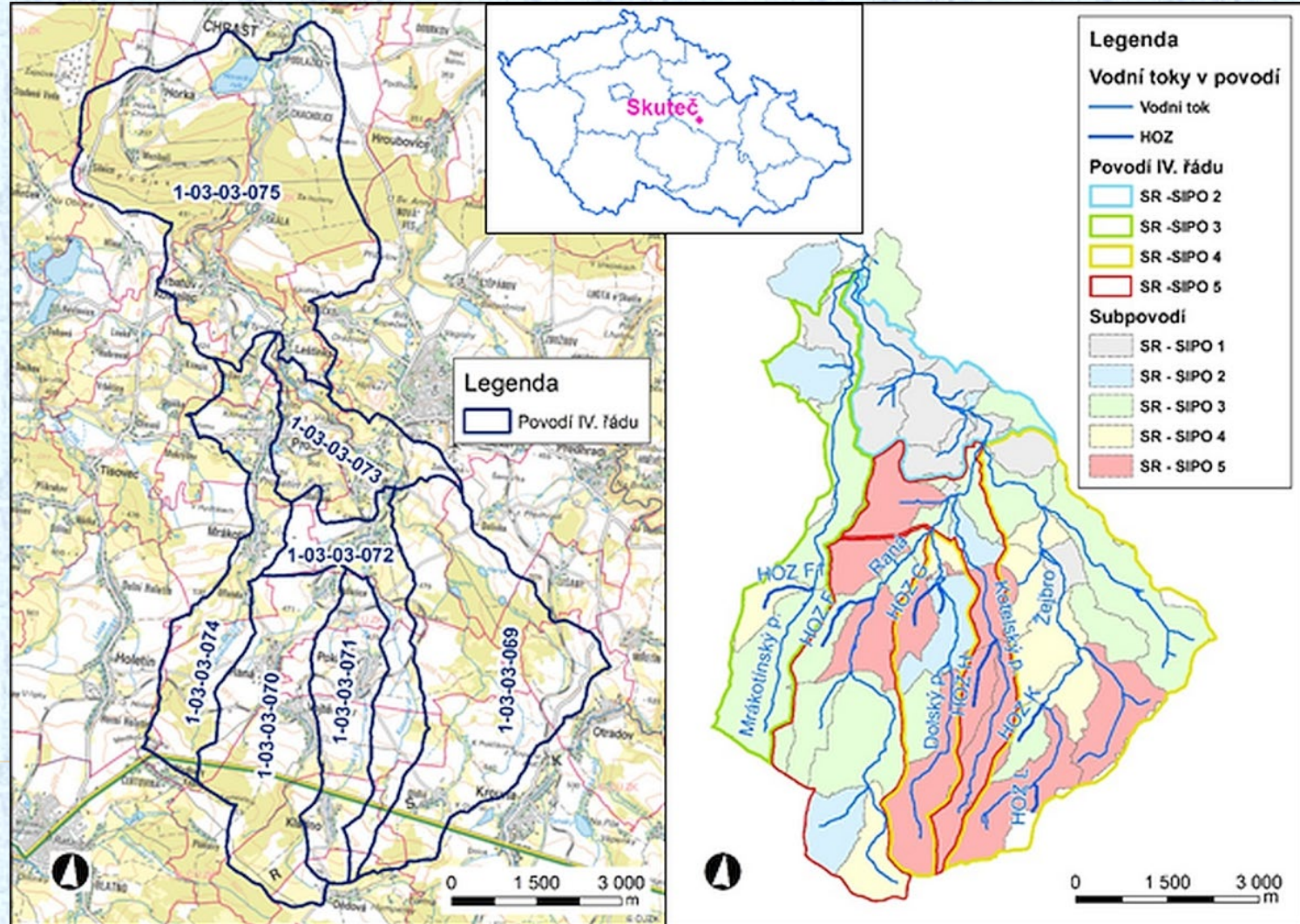
UPRAVY	oblast bez úprav	úprava MZ, odstranění dřevin, popř. terénní úpravy v zátopě	oblast bez úprav
CHARAKTER	oma půda	záhradní, výsadba dřevin	vodní plocha
SOVĚRNÍK	zemědělské využití	lesní les, půda o výsadbu	stavení trav
CHARAKTER		drone údržbové práce	
UKRÝTÝ			zemědělské využití

Půdorysné schéma



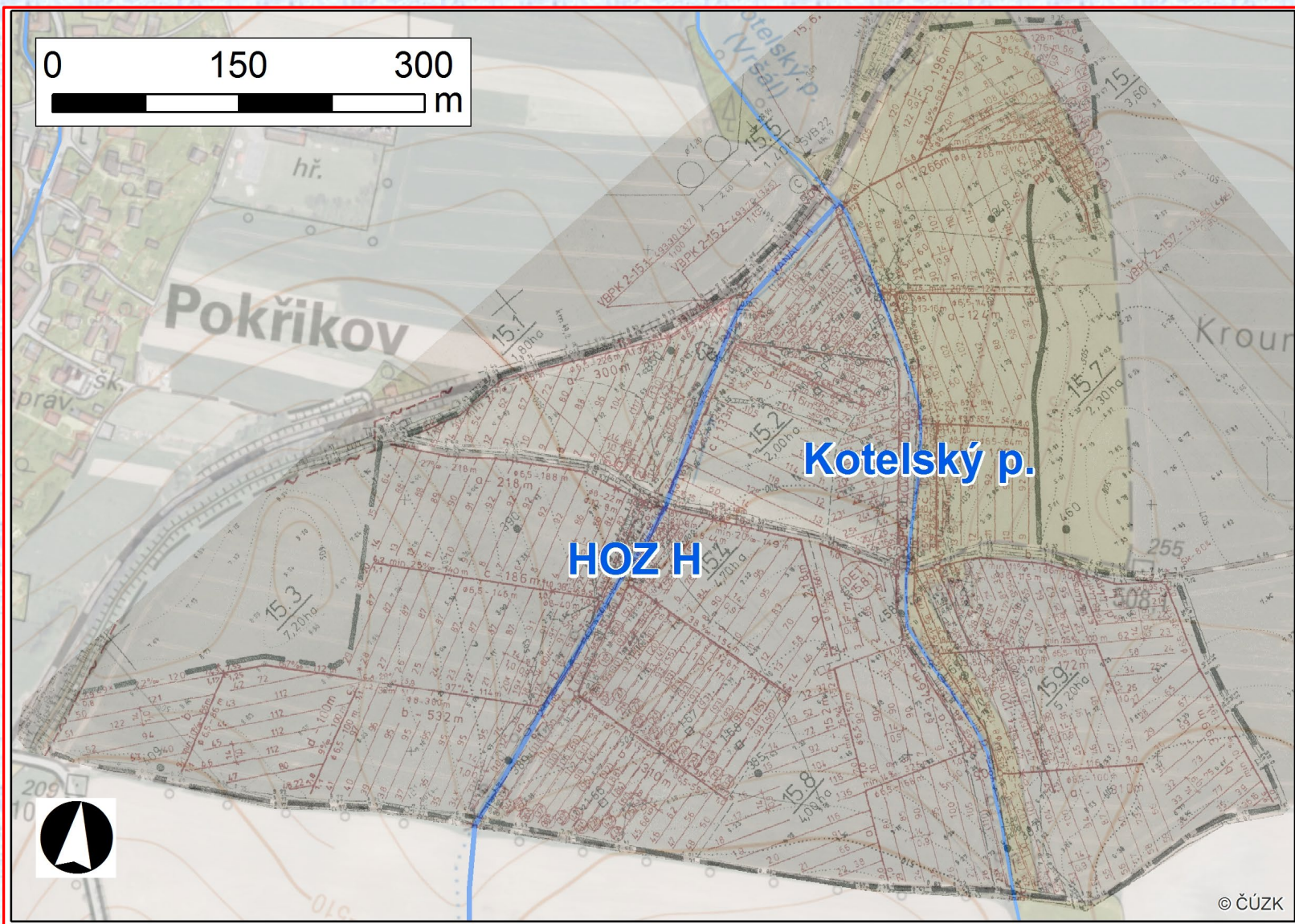
UMISŤOVÁNÍ OPATŘENÍ

Vymezení zranitelných lokalit

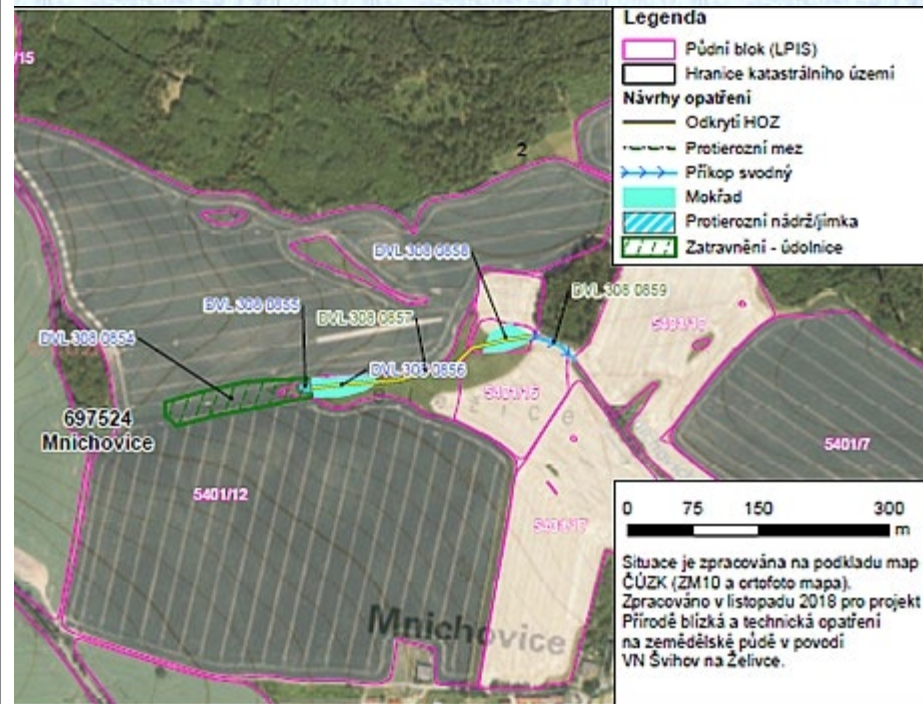
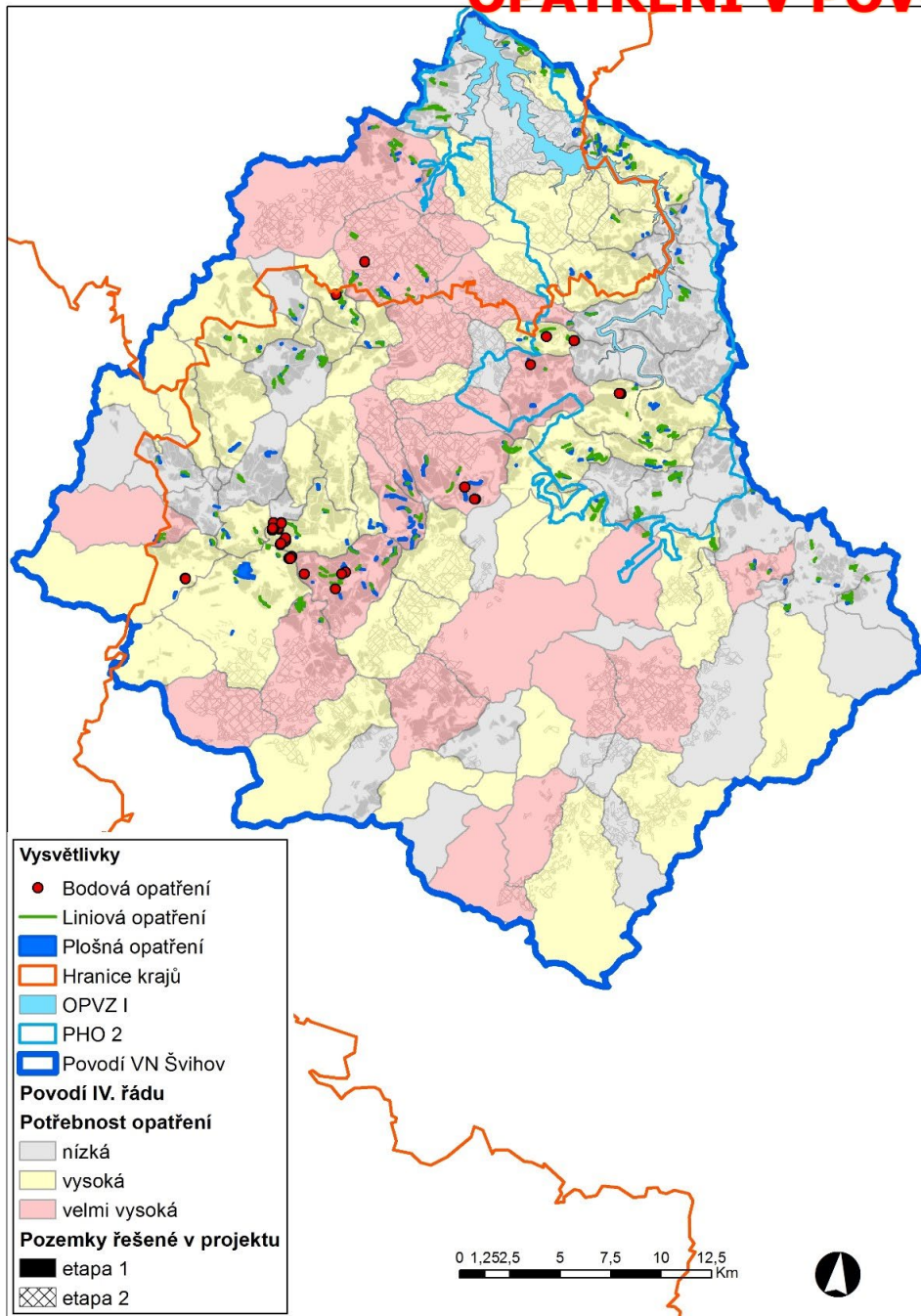


UMISŤOVÁNÍ OPATŘENÍ

Orto-rektifikace situací staveb odvodnění



OPATŘENÍ V POVODÍ VN ŠVIHOV



TECHNOLOGIE ŠETRNÉ APLIKACE PESTICIDŮ V
ODVODNĚNÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH POVODÍCH

Ověřená technologie



Antonín Zajíček a kolektiv



Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.

2017

Publikace v českých

časopisech:

**ZAJÍČEK, A., FUČÍK, P., KAPLICKÁ, M.,
MAXOVÁ, J. (2017): Vyplavování
pesticidních látek zemědělskou drenáží.
Rostlinolékař 4 (2017), 24 – 28.**

**DOBIÁŠ J., KOŽELUH M., ZAJÍČEK A., FUČÍK
P., LIŠKA M. (2018): Dynamika vyplavování
pesticidních látek v povodí Čechtického
potoka. VTEI 3(60).**

**Zajíček, A., Fučík, P., Maxová, J., Kaplická,
M. (2017): Rezidua pesticidů v drenážních
vodách – limity, koncentrace, principy
vyplavování. Agromanuál 12(8): 58-61.
ISSN 1801-7673.**



Metodický postup pro monitoring dynamiky pesticidů
v zemědělských drenážích a drobných vodních tocích

Petr FUČÍK, Antonín ZAJÍČEK a kolektiv

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

© IWA Publishing 2018 | Water Science & Technology | 77.7 | 2018

ng by agricultural drainage in sloping,

mid-textured soil conditions – the role of runoff

components

Antonín Zajíček, Petr Fučík, Markéta Kaplická, Marek Liška, Jana Maxová
and Jakub Dobiáš

ABSTRACT

Dynamics of pesticides and their metabolites in drainage waters during baseflow periods and rainfall-runoff events (RREs) were studied from 2014 to 2016 at three small, tile-drained agricultural catchments in Bohemian-Moravian Highlands, Czech Republic. Drainage systems in this region are typically built in slopes with considerable proportion of drainage runoff originating outside the drained area itself. Continuous monitoring was performed by automated samplers, and the event hydrograph was separated using ^{18}O and ^2H isotopes and drainage water temperature. Results showed that drainage systems represent a significant source for pesticides leaching from agricultural land. Leaching of pesticide metabolites was mainly associated with baseflow and shallow interflow. Water

Antonín Zajíček (corresponding author)
Petr Fučík
Markéta Kaplická
Jana Maxová
Research Institute for Soil and Water Conservation,
v.v.i., Žabovřeska 250, 5 – Zbraslav, Prague 156 27,
Czech Republic
E-mail: zajicek.antonin@vumop.cz

Marek Liška
Jakub Dobiáš
Povodí Vltavy, State Enterprise,
Holečkova 8, 150 24, Prague 5,
Czech Republic

Publikace S IF:

**ZAJÍČEK A., FUČÍK P.,
KAPLICKÁ M., LIŠKA M.,
MAXOVÁ J., DOBIÁŠ J. (2018):**

Pesticide leaching by agricultural
drainage in sloping, mid-textured
soil conditions – the role of runoff
components. Water Science and
Technology, 77(7-8): 1879-1890.
doi: 10.2166/wst.2018.068.

Kontakt:

zajicek.antonin@vumop.cz

DĚKUJI ZA POZORNOST

