VYPLAVOVÁNÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK DRENÁŽNÍMI SYSTÉMY ZA RŮZNÝCH HYDROLOGICKÝCH SITUACÍ

Antonín Zajíček, Petr Fučík, Markéta Kaplická

Jana **Maxová, Marek Liška,** Jakub **Dobiáš**

Součást projektu TAČR TA04021527:

Studium příčin a dynamiky zátěže vod drobných vodních toků **přípravky** na ochranu rostlin

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

T A Č R

POVODÍ VLTAVY

- **Monitoring půdních vod (**lyzimetry)
- **Sledování drenážních vod - kontinuálně**
- **Monitoring vod drobných vodních toků – kontinuálně**
- **Vyčíslení podílu srážko-odtokových epizod na odnosu vybraných pesticidů**
- **Systém vnořených povodí**
- **Zohlednění heterogenních půdních podmínek**
- **Podrobné sledování zemědělského hospodaření**

Pesticidy

- **Ve světě je registrováno více než 800 účinných látek,**
- V **ČR přibližně 250 látek** - **evidovány v Registru přípravků na ochranu rostlin (ÚKZÚZ), jedná přípravky registrované v ČR a souběžně podle zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči.**
- V **tekoucích a podzemních vodách se vyskytují zejména dobře ve vodě rozpustné látky těchto skupin:** *triaziny, chloracetanilidy**, deriváty kyseliny močové (tzv.** urony), pyretroidy, **glyfosát**.*
- **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.
- **Podrobný popis v ČR používaných pesticidů, vlastností, jejich metabolitů** a toxicity je uveden na serveru ***ČHMU – pasportizace pesticidů.***

Pesticidy

- **Udržitelné užívání pesticidů je v ČR řízeno směrnicí Rady a EP 2009/128/ES, která obecně požaduje dobrý chemický stav vod.**
- **Směrnice Evropského parlamentu a 2013/39/ES aktualizuje přehled prioritních látek a jejich tzv. norem environmentální kvality.**
- **Pro jednotlivé pesticidy nebo jejich metabolity byl určen limit** *100 ng/l* a **pro součet jednotlivých stanovených pesticidů a jejich metabolitů platí** limit *500 ng/l*.
- Do **české legislativy byly směrnice implementovány Nařízením vlády č. 23/2011 Sb. „Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod".**
- **Obdobné limity platí i pro podzemní vody dle vyhlášky č. 264/2015 Sb. „O vymezení hydrogeologických rajónů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod".**

Legislativa a limity

- **Vyhláška** MZe **ČR č. 120/2011 udává požadavky na jakost surové vody, přičemž mezní hodnota je stanovena na 100** ng**/l u látek kategorie A1 a A2,** 500 ng**/l u látek kategorie A3 a mezní hodnota sumy pesticidů je 500** ng/l.

- Oblast **pitných a teplých vod reguluje Směrnice 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu, která stanovuje limit 100** ng**/l pro každý jednotlivý pesticid nebo jeho metabolit, s výjimkou** aldrinu,dieldrinu, heptachloru, heptachlorepoxidu**, pro které platí limit 0,03 µg/l. Limit pro součet jednotlivých stanovených a kvantitativně zjištěných pesticidů a jejich metabolitů je rovněž 500** ng/l.

- Seznam **posouzených nerelevantních metabolitů pesticidů a jejich doporučené limitní hodnoty v pitné vodě uvádí Ministerstvo zdravotnictví podle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.**

Charakteristiky pesticidů

- **Sorpční** schopnosti
- Rozpustnost **ve vodě a**
- Perzistence tj**. vlastnost pesticidu související se schopností dlouhodobě setrvávat v prostředí bez tendence k přeměnám.**
- **Poločas rozpadu - většina pesticidů se v půdě časem rozkládá** jako **výsledek různých chemických a mikrobiologických reakcí.**

- **Výsledkem chemických reakcí je jenom částečná deaktivace pesticidů, zatímco půdní mikroorganizmy mohou pesticidy rozložit na oxid uhličitý, vodu a anorganické látky.**
- **Některé pesticidy vytvářejí během degradace přechodné látky nazývané** metabolity**. Metabolit, který má srovnatelné vlastnosti s vlastnostmi mateřské látky v účinku na biologický cíl nebo který představuje pro organizmy vyšší nebo srovnatelné riziko jako mateřská látka, popř. má určité nepřijatelné toxikologické vlastnosti, je považován za relevantní neboli významný (nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1107/2009).**

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**

Proč sledovat drenážní systémy?

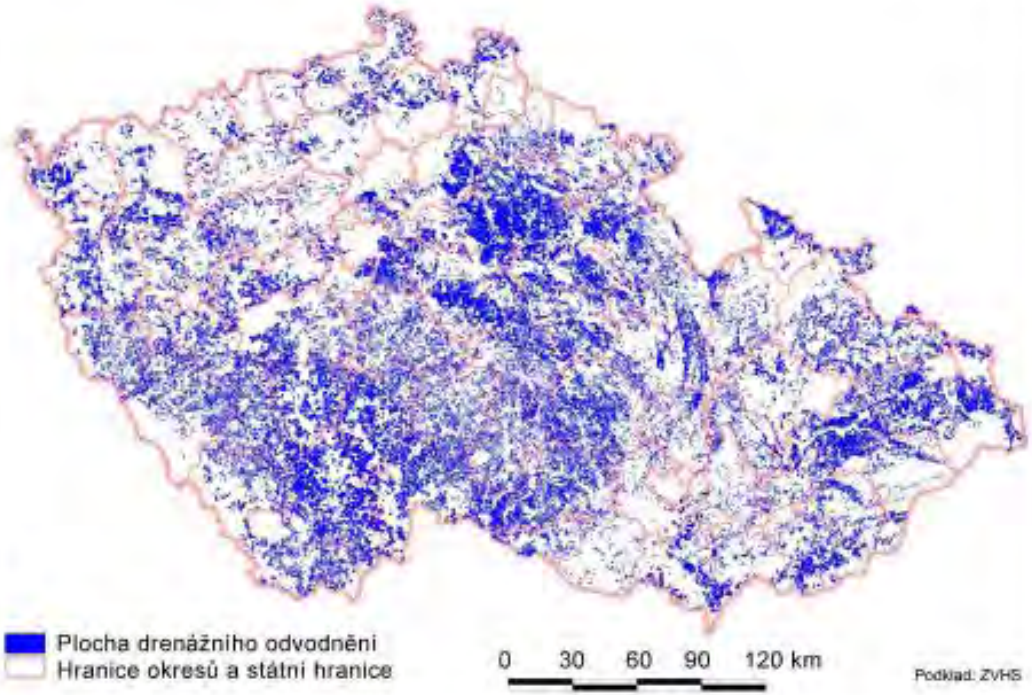
Systémy zemědělského odvodnění (drenáž, meliorace) v ČR

do r. 1936 odvodněno v ČSR 569 tis. ha

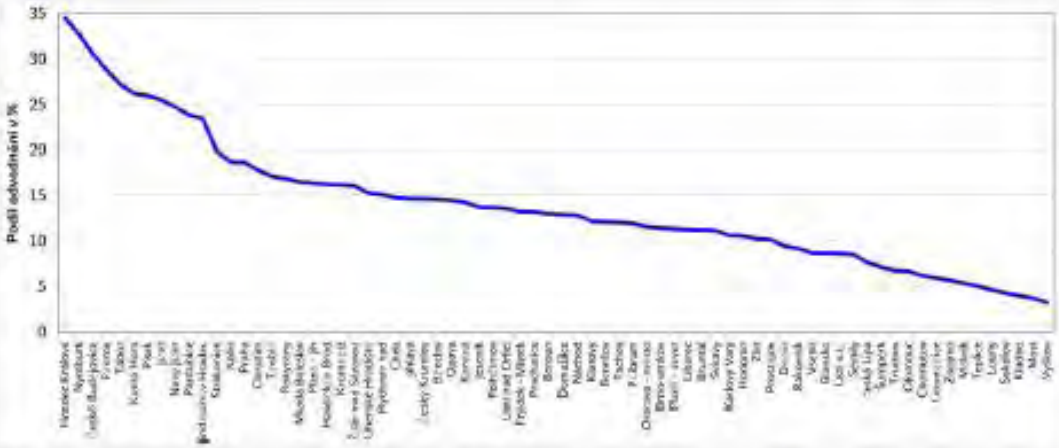
do r. 1980 odvodněno v ČR 958 tis. ha, nyní cca 1.1 mil. ha

Stáří evidovaných staveb odvodnění (k roku 2015)

nad 25 let	99 %
nad 35 let	74 %
nad 45 let	40 %
nad 55 let	20 %
nad 95 let	13 %

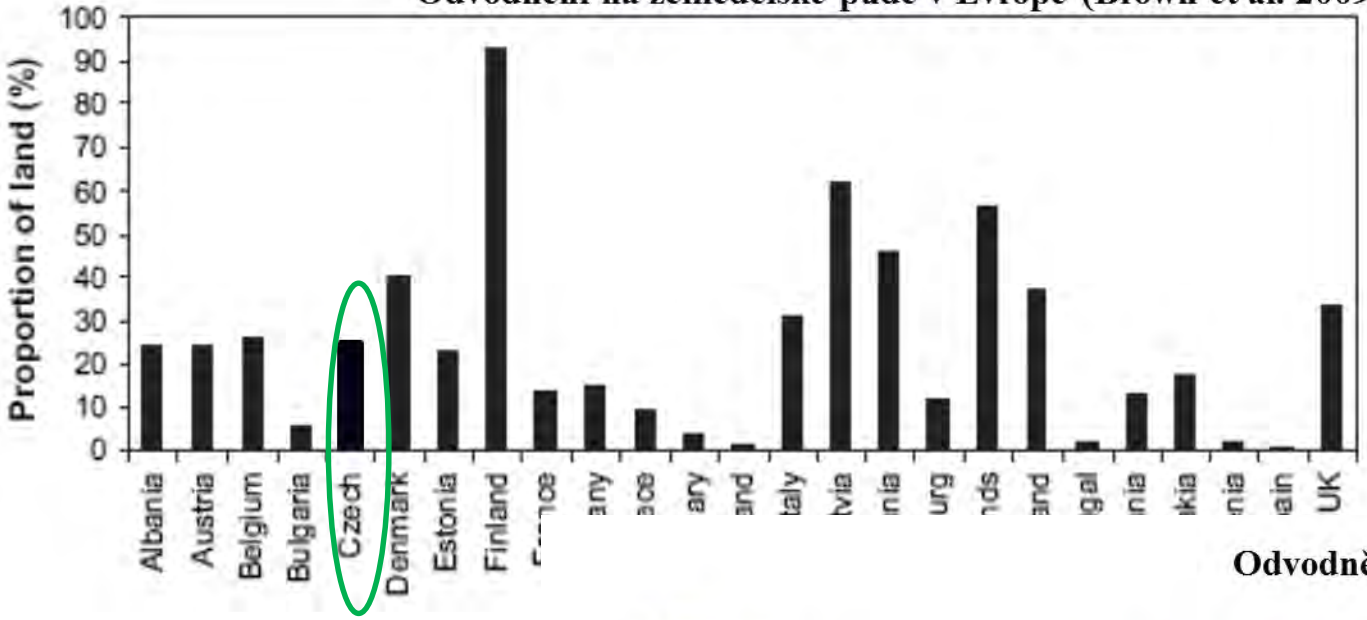


Obr.1-1 Plošné zastoupení staveb zemědělského odvodnění pro celou ČR

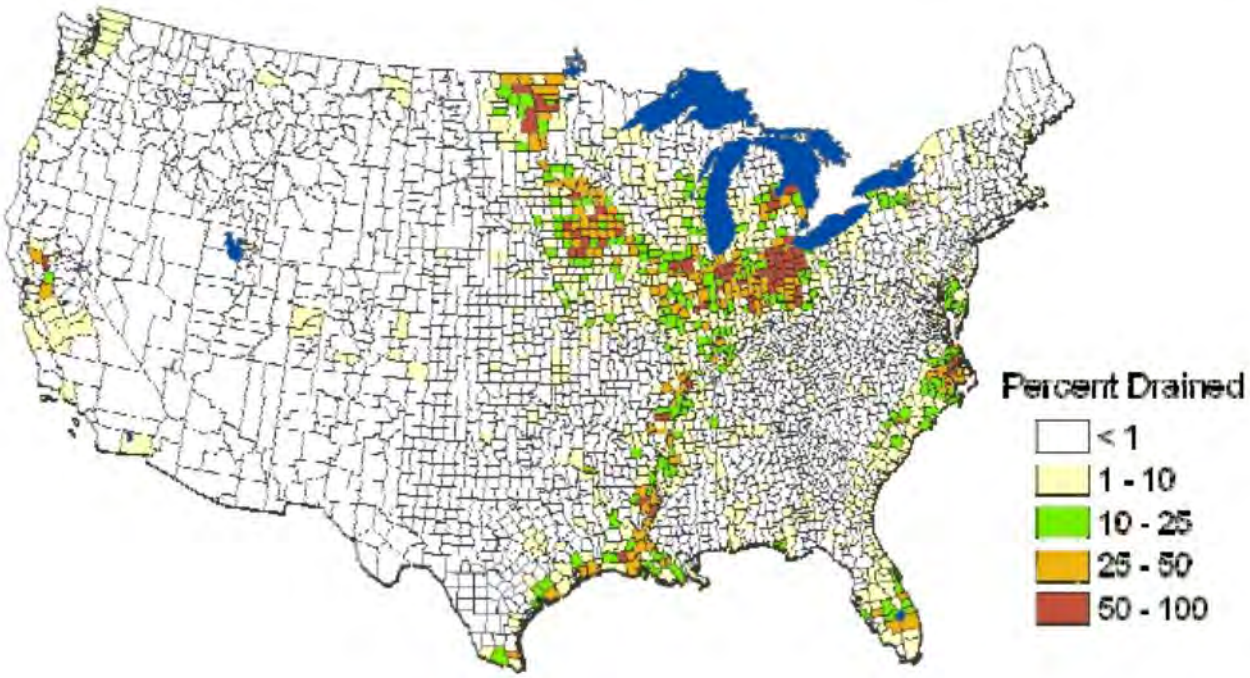


Obr.1-2 Podíl plochy evidovaného zemědělského odvodnění na celkové ploše okresu (z územní databáze ZVHS zpracoval VÚMOP, v.v.i.)

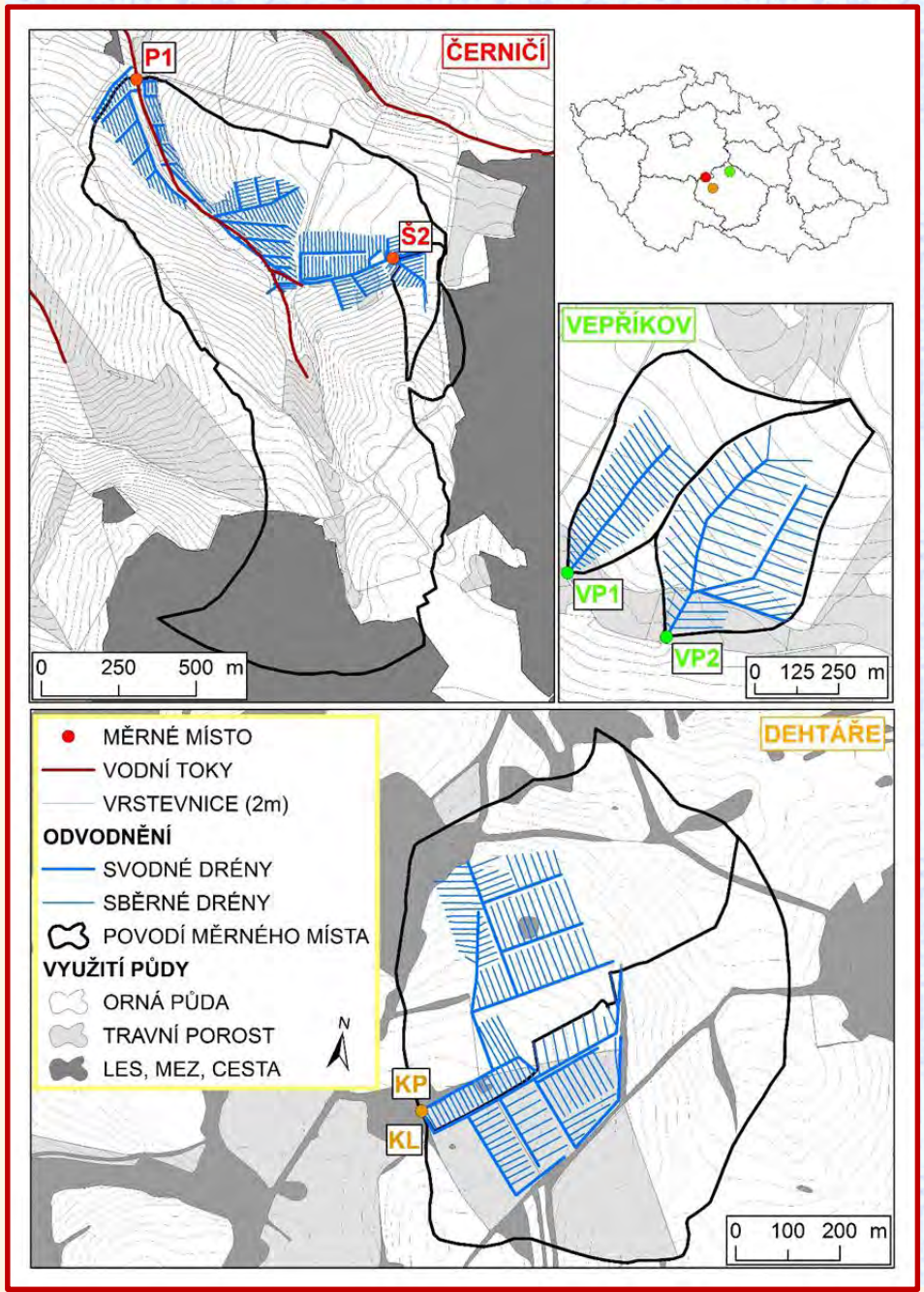
Odvodnění na zemědělské půdě v Evropě (Brown et al. 2009)



Odvodnění v USA (Jaynes et al. 1999)



Materiál – pokusné lokality VÚMOP, v.v.i.



Černičí 1,38 km^2

Š2 – drenážní skupina, plocha **subpovodí** 3,8 ha, Q_{avg} = 0,26 l/s

orná půda - **obiloviny, brambory, řepka, kukuřice**

P1 **– povrchový tok, orná, TTP, les**

plocha **subpovodí** 1,4 km^2, Q_{avg} = 5,4 l/s

Vepříkov 48,2 ha

VP1 **19,95 ha, odvodněno 8,7 ha;**

Q_{avg} = 0,57 l/s

VP2 **28,25 ha, odvodněno 21,3 ha;**

Q_{avg} = 0,71 l/s

Orná půda, kukuřice do BP stanice

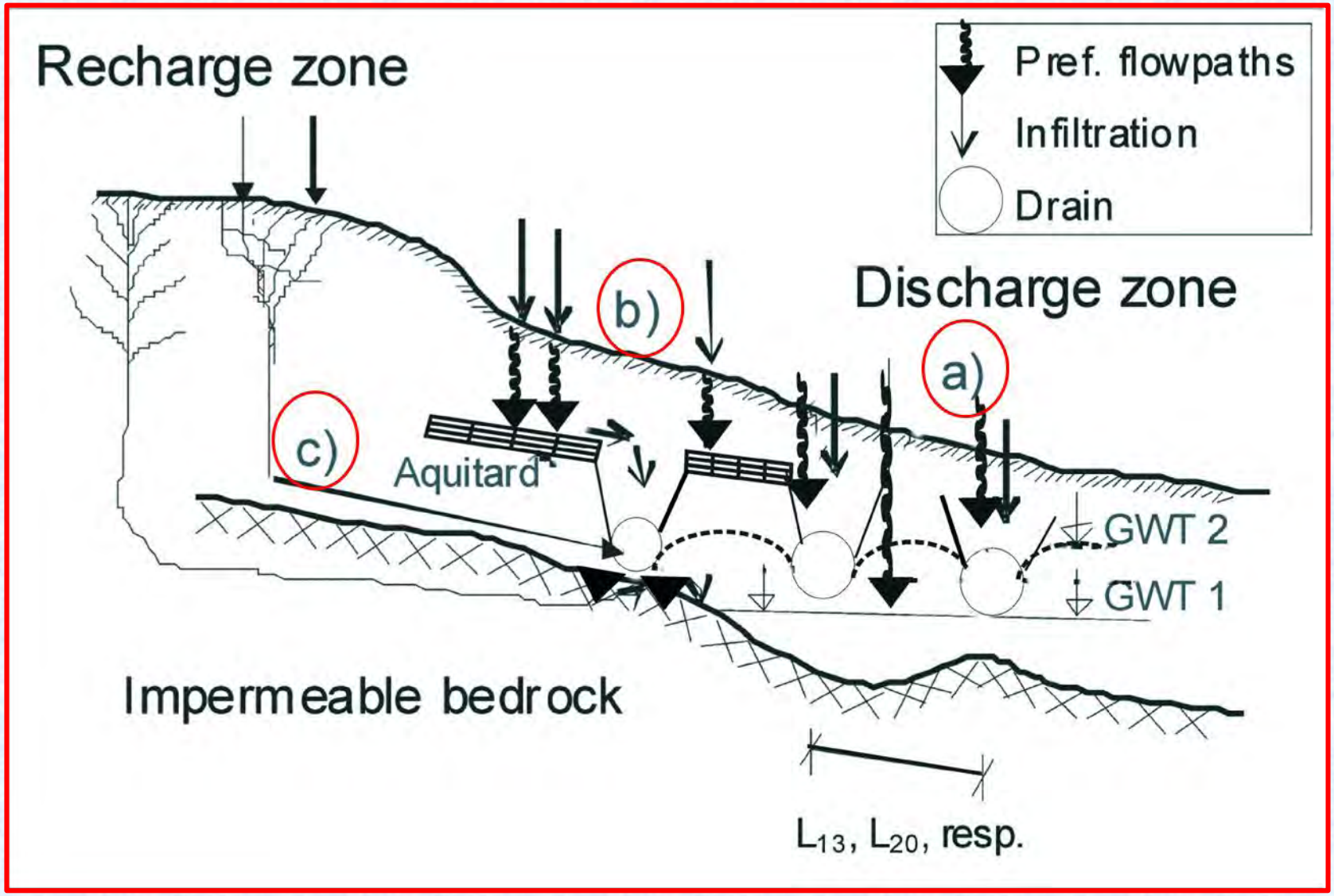
Dehtáře 58 ha, 19 ha **odvodněno**

KL **(29,6 ha) převážně TTP**

KP **(28,3 ha) orná** - obiloviny, brambory, **řepka, kukuřice)**

Charakteristika odvodnění v krystaliniku Českomoravské vrchoviny

Vznik drenážního odtoku ve svahu



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**

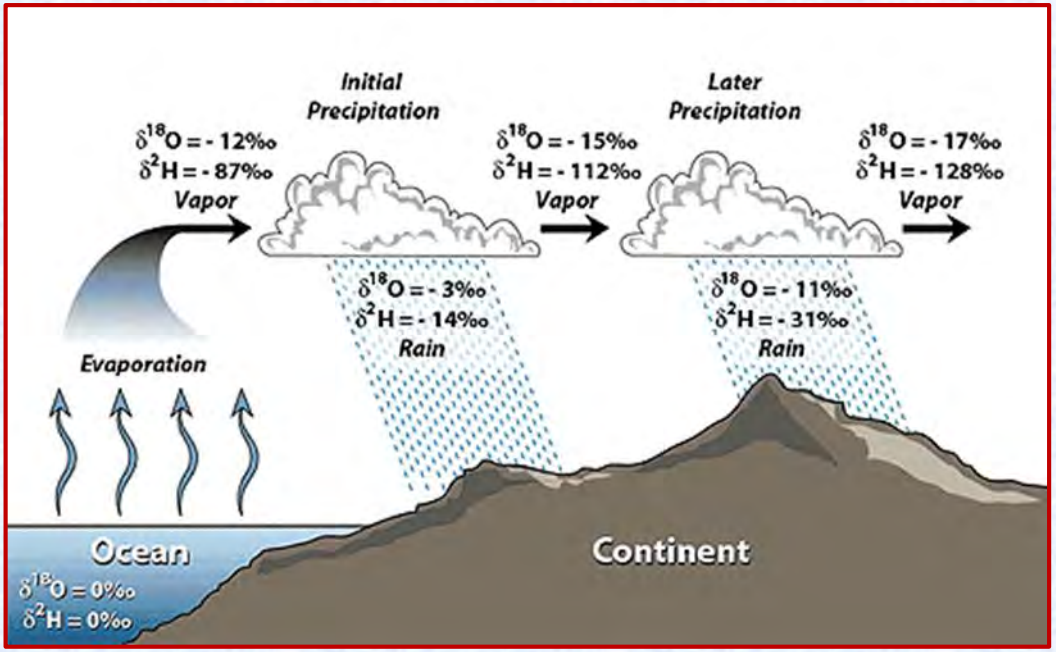
Metody: odběry vzorků:

- **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,** s.p.
- Od 2016 **– doplňkové využití pasivních vzorkovačů POCIS a SPMD**
- **(analýza FROV, Vodňany)**

Metodika – separace drenážního odtoku



IAEA: International Atomic Energy Agency

V - SMOW - standard používaný k porovnání izotopového složení (poměr $^{18}O/^{16}O$ a $^{2}H/H$) 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 ^{2}H na ,,starou a novou vodu" - event – pre event water směsný model:

$$Rs = \frac{Qs}{Qt} = \frac{Ct - Cn}{Cs - Cn}$$

$$Qt = Qs + Qn$$

$$CtQt = CsQs + CnQn$$

Metodika – stanovení MRT – průměrné doby zdržení vody v povodí

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

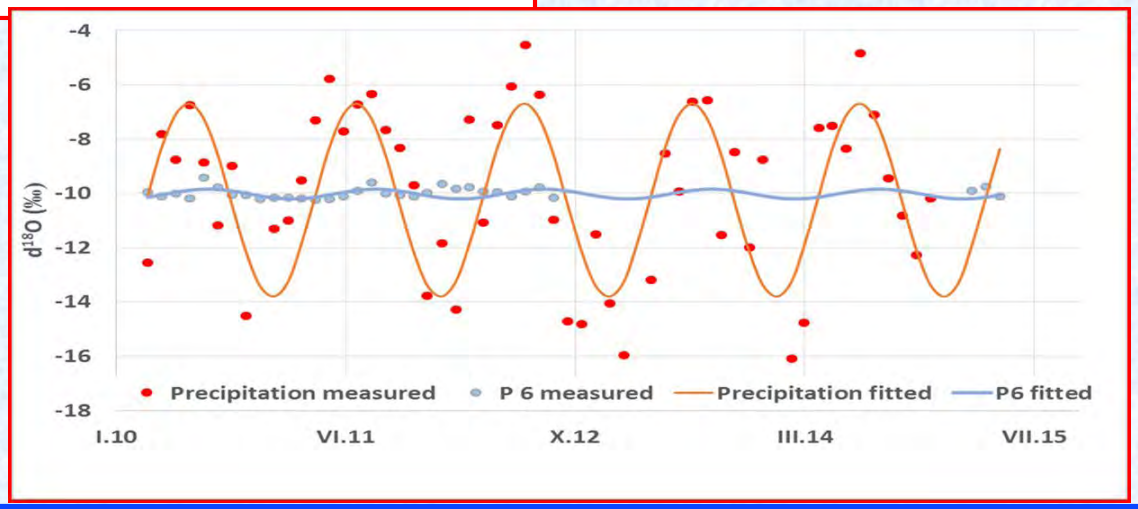
$d^{18}O$ = mean (d^{18}**O) + A * SIN (2πt/b) + C,**

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

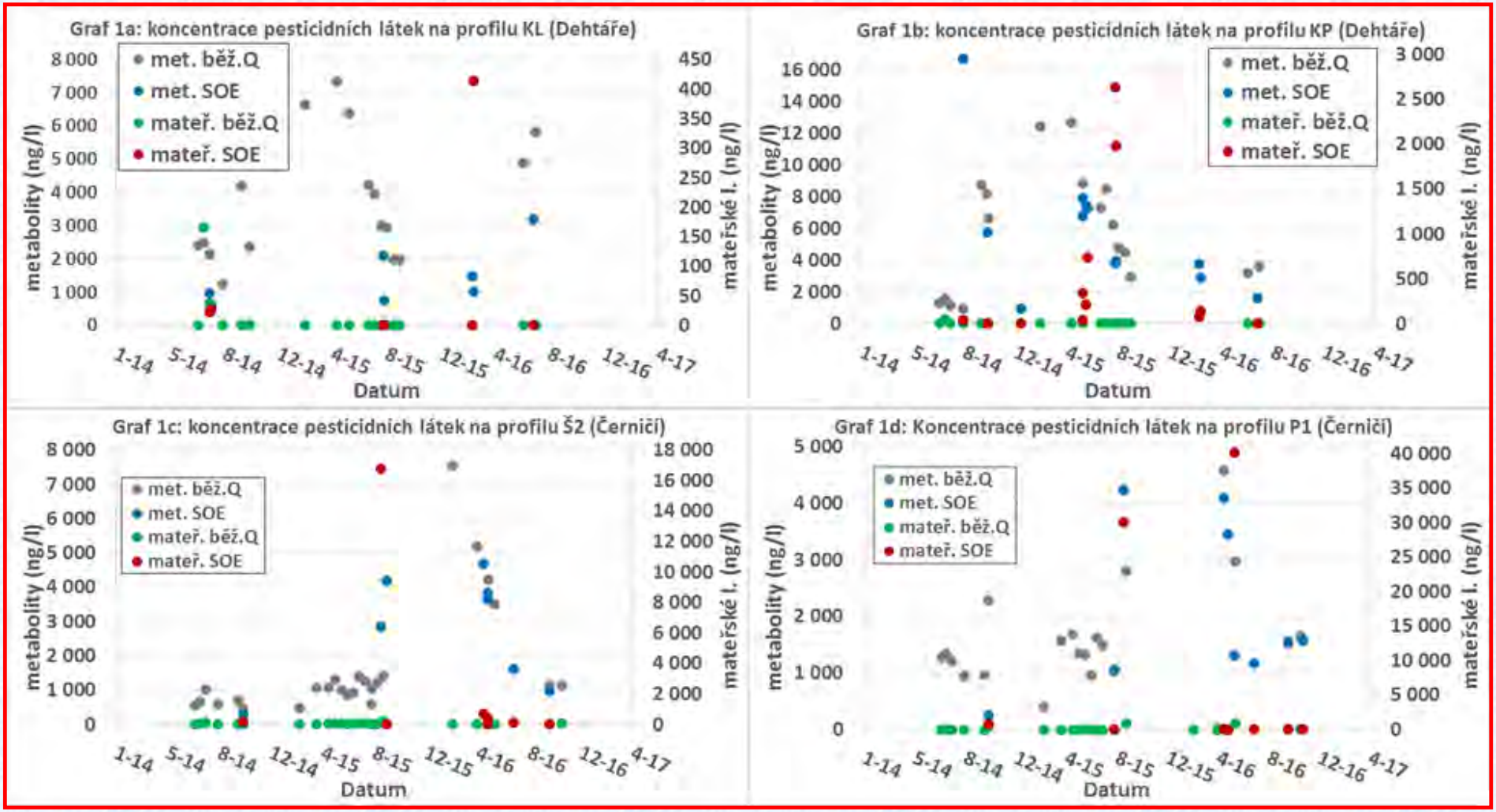
$$MRT = \left(\frac{1}{b'}\right)\left[\left(\frac{A_p}{A}\right)^2 - 1\right]^{0.5}$$

- Ap - amplituda vstupů (srážky)
- A – amplituda výstupu (odtok)

((1/b´) = (6 / 2π)) – konverze na měsíce



VÝSLEDKY:


Graf 1a: koncentrace pesticidních látek na profilu KL (Dehtáře)
met. běž.Q
met. SOE
mateř. běž.Q
mateř. SOE
metabolity (ng/l)
mateřské l. (ng/l)
Datum
Graf 1b: koncentrace pesticidních látek na profilu KP (Dehtáře)
Graf 1c: koncentrace pesticidních látek na profilu Š2 (Černičí)
Graf 1d: Koncentrace pesticidních látek na profilu P1 (Černičí)

POKUSNÁ LOKALITA DEHTÁŘE

VÝSLEDKY: - DEHTÁŘE (2014 – 2016)

Místo		KL				KP			
Hydrologická situace		Běžné průtoky		SOE		Běžné průtoky		SOE	
Látka	Type	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)
Alachlor ESA	D	100	85 - 728	100	29 - 416	100	359 - 1110	100	33 - 915
Dimethachlor ESA	D	94	28 - 134	50	26 - 71	61	20 - 29	2	35
Metazachlor ESA	D	100	136 - 3690	100	26 - 2130	100	252 - 10400	100	104 - 8060
Metazachlor OA	D	56	27 - 388	50	26 - 71	100	25 - 1110	100	29 - 11200
Metolachlor ESA	D	100	620 - 4730	100	157 - 1160	100	163 - 1660	100	104 - 8060
Metolachlor OA	D	89	31 - 383	69	21 - 43	61	21 - 295	100	21 - 117
AMPA	D	0	n	0	n	0	n	20	56 -81
Atrazine-2-hydroxy	D	0	n	0	n	0	n	29	10 - 30
Terbutylazin-2-hydroxy	D	0	n	0	n	0	n	55	16 - 37
Clomazone	F	0	n	0	n	0	n	37	11 - 360
Fluopicolide	F	0	n	0	n	0	n	25	39 - 2 800
Glyfosát	H	0	n	0	n	0	n	24	84 - 356
Chlorotoluron	H	0	n	0	n	0	n	8	13 - 21
Linuron	H	0	n	0	n	0	n	37	25 - 719
Mandipropamid	F	0	n	0	n	0	n	12	21 - 206
Mesotrione	H	0	n	0	n	0	n	24	11 - 460
Metalaxyl	F	0	n	0	n	0	n	25	12 - 980
Tebuconazol	F	6	20	0	n	0	n	8	11 - 16

ČERNIČÍ ZÁVĚROVÝ PROFIL

VÝSLEDKY: - ČERNIČÍ – MATEŘSKÉ LÁTKY (2014 – 2016)

Místo		Š2				P1			
Hydrologická situace		Běžné průtoky		SOE		Běžné průtoky		SOE	
Látka	Typ	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)	Detekováno (%)	Conc. (ng/l)
Acetochlor ESA	D	100	60 . 172	100	20 - 93	89	29 - 105	81	25 - 121
Alachlor ESA	D	100	32 - 228	81	21 - 115	100	78 - 1030	100	37 - 1 040
Metazachlor ESA	D	100	298 - 5060	100	125 - 5230	100	123 - 3280	100	43 - 2330
Metazachlor OA	D	38	24 - 2360	100	30 - 2420	76	23 - 1870	86	22 - 2790
Atrazine-2-hydroxy	D	23	11 - 21	100	11 - 33	33	43 - 739	44	11 - 63
Terbutylazin-2-hydroxy	D	19	11 - 30	78	10 - 55	100	12 - 185	100	14 - 270
Chloridazon desphen.	D	0	n	0	n	0	n	28	51 - 130
AMPA	D	0	n	0	n	0	n	50	185 - 1 970
Acetochlor	H	8	16-41	0	n	11	11 - 39	0	n
Bentazone	H	92	13 - 72	54	10 - 33	11	18 - 180	5	11 - 33
Clomazone	F	0	n	11	1700 - 3400	0	n	14	2 000 -8 000
Cyprosulfamide	H	0	n	0	n	0	n	26	12 - 25000
Diflufenican	H	0	n	0	n	0	n	23	10 - 73
Epoxiconazole	F	0	n	8	12 - 36	0	n	16	16 - 97
Fluroxypyr	H	4	49	0	n	7	42 - 270	0	n
Glyphosate	H	0	n	0	n	0	n	36	69 - 453
Chlorotoluron	H	0	n	0	n	0	n	23	35 - 973
Chlorsulfuron	H	0	n	24	91 - 230	0	n	21	10 - 140
Isoproturon	H	0	n	0	n	0	n	21	23 - 367
Isoxaflutole	H	0	n	0	n	0	n	2	4800
Metazachlor	H	0	n	14	11 - 19 000	0	n	28	10 - 37 000
Pendimethalin	H	0	n	0	n	0	n	23	15 - 150
Quinmerac	H	0	n	0	n	0	n	5	690 - 910
Tebuconazol	F	0	n	51	135 - 640	7	24 - 43	19	11 - 510
Thiacloprid	I	0	n	16	14 - 390	0	n	0	n
Thiencarbazone-meth.	H	0	n	0	n	0	n	42	18 - 10 000
Terbuthylazin	H	4	13	0	n	7	12- 24	0	n

VÝSLEDKY: PESTICIDY A JEJICH METABOLITY - PRAVIDELNÉ ODBĚRY

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 – 10400 ng/l

Metolachlor ESA 163 – 4730 ng/l

Alachlor ESA 19 – 1100 ng/l

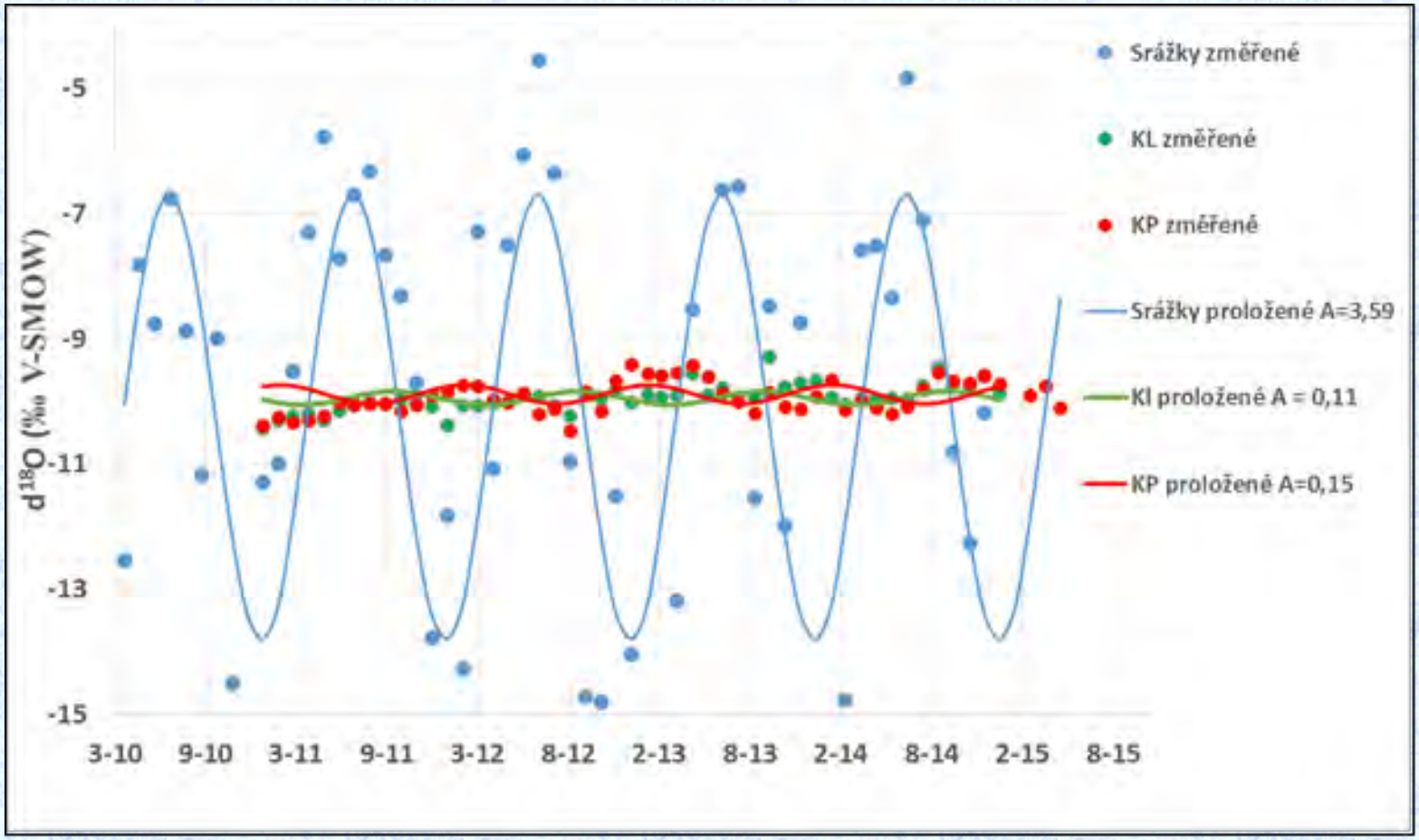
Tj. herbicidy používané nejčastěji k řepce a k bramborám, kukuřici

(převažuje forma ESA) – o řád vyšší koncentrace, což je pravděpodobně způsobeno její značně vyšší perzistencí oproti formě OA

VÝSLEDKY: PESTICIDY A JEJICH METABOLITY - PRAVIDELNÉ ODBĚRY

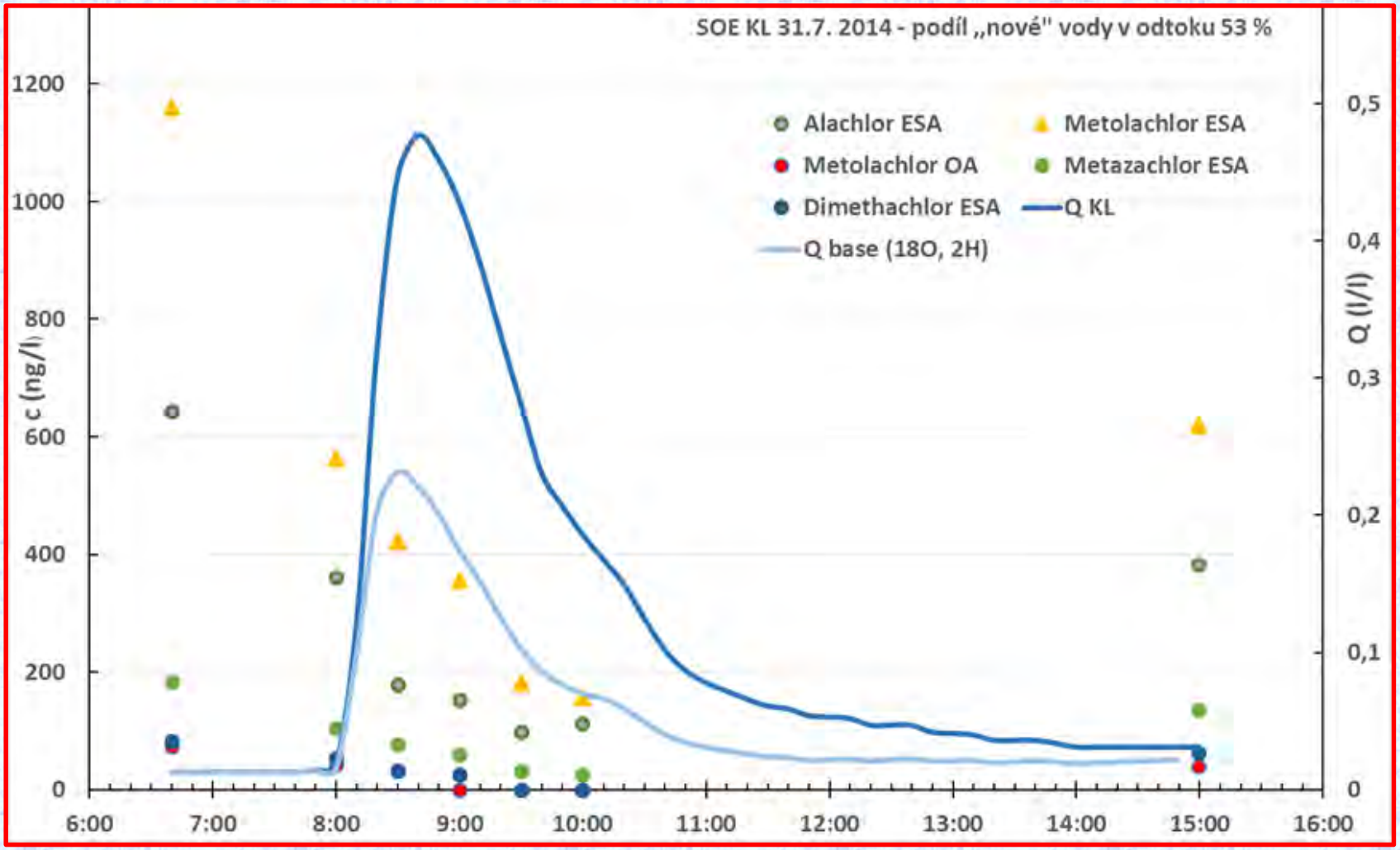
- **Další často detekované látky jsou** Acetochlor ESA, metabolity Terbuthylazinu **(tam, kde byl používán) a** Chloridazonu
- V **povrchovém** odtoku vyskytuje **více druhů látek** a mohou se objevit i **mateřské látky**
- Na **povodí Dehtáře** nebyl **žádný rozdíl** mezi **drenážní** vodou z TTP a ornou **půdou**
- **Téměř permanentní výskyt metabolitů pesticidních látek** v **drenážních vodách souvisí** s:
  - velkou **perzistencí těchto látek v půdě**,
  - s **relativně** dlouhou dobou **zdržení základního** a **svahového** odtoku, **jelikož** tyto **složky tvoří většinu drenážního** odtoku, **zejména** mimo **srážko-odtokové** epizody.

PRŮMĚRNÁ DOBA ZDRŽENÍ ODTOKU V POVODÍ



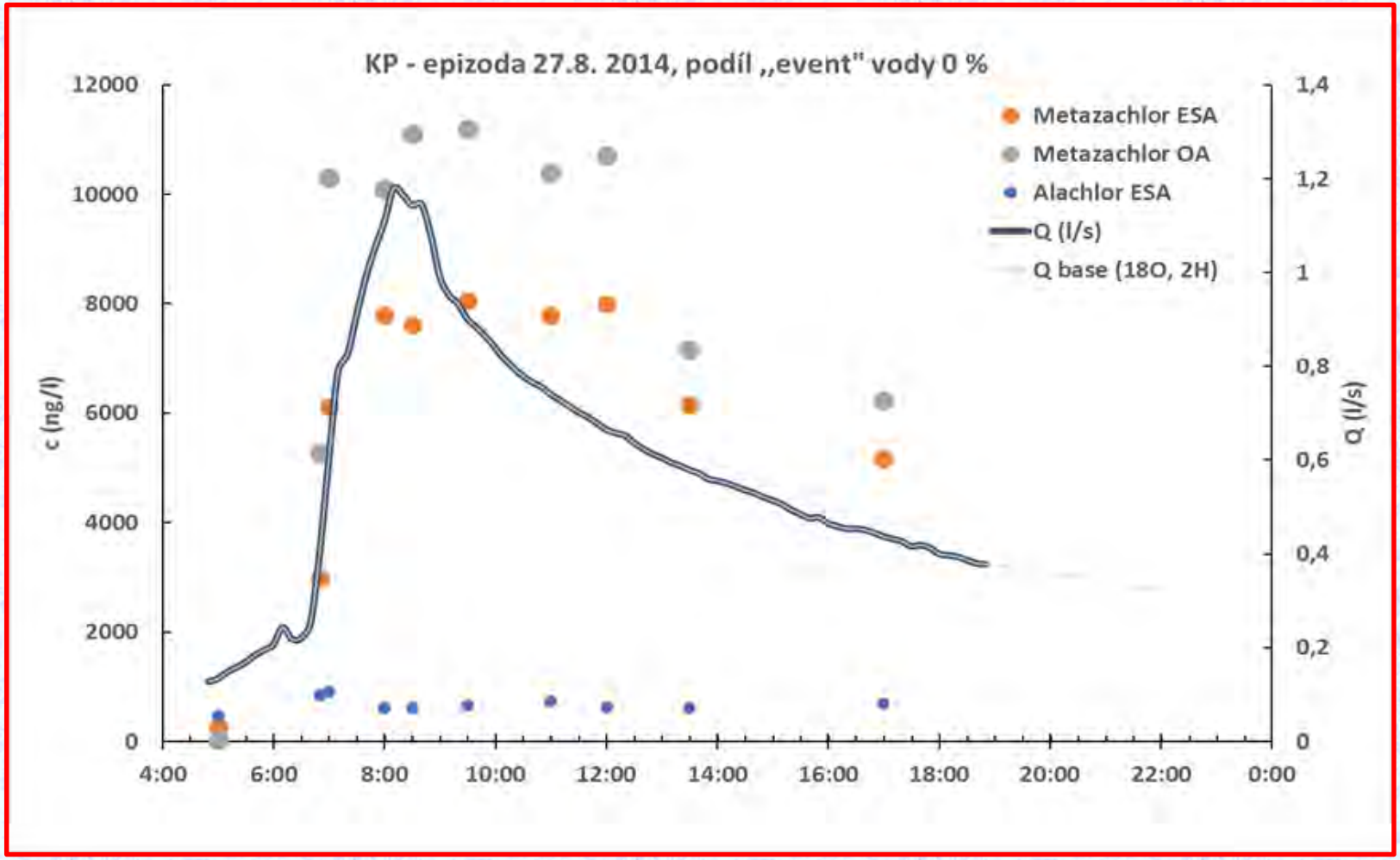
- **doba zdržení základního a svahového odtoku na povodí Dehtáře byla stanoveny na** 3,3 **roky na skupině** KP **a až** 5 **let na skupině** KL, na **Černičí Š2** - 2,1 roku.

S-O EPIZODY : DYNAMIKA KONCENTRACÍ METABOLITŮ - SOE S PODÍLEM „NOVÉ“ VODY V ODTOKU



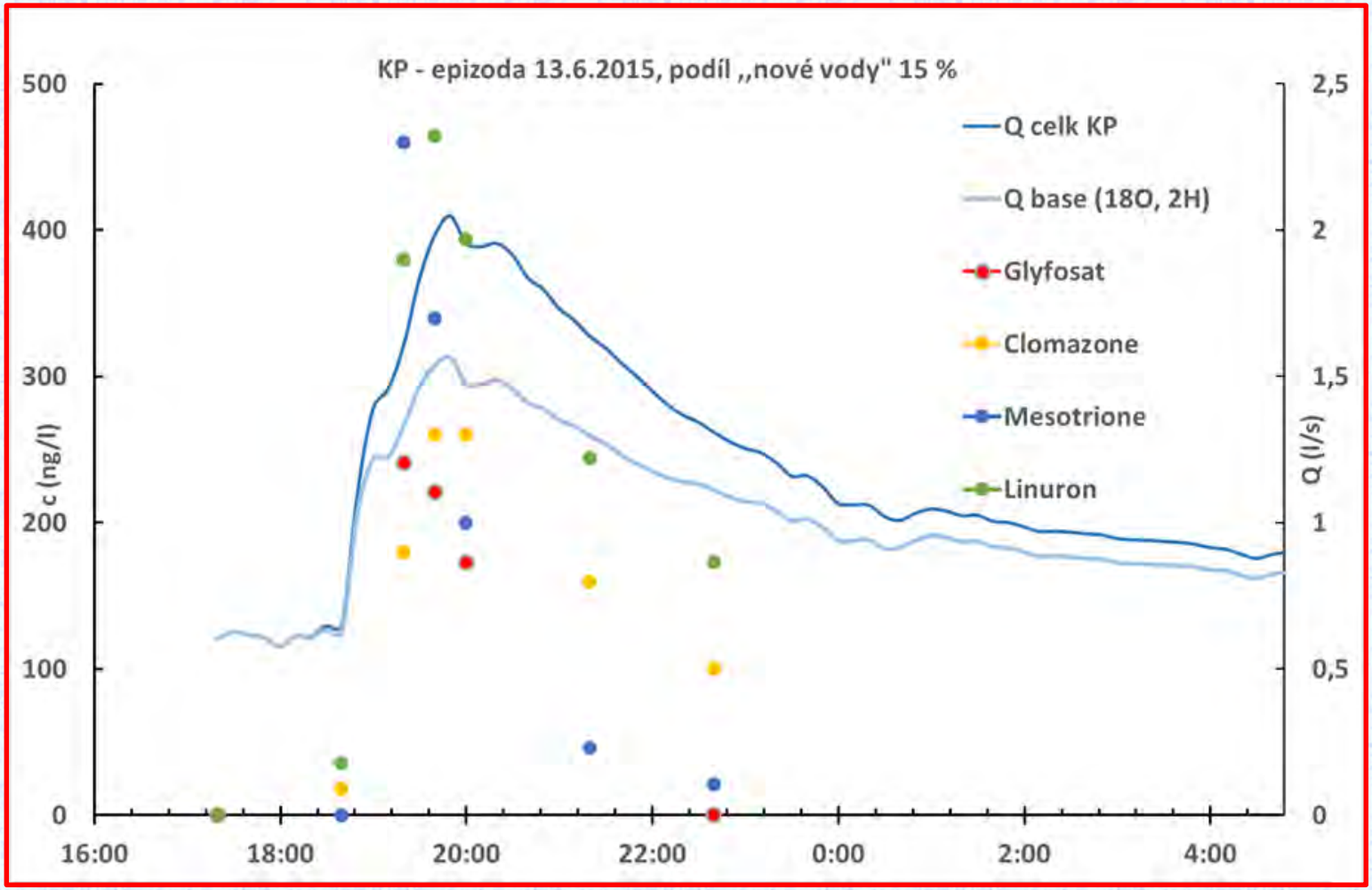
- **Charakteristika: TTP, dlouho po poslední aplikaci, velký podíl „event“ vody, klesající koncentrace metabolitů**

S-O EPIZODY : DYNAMIKA KONCENTRACÍ METABOLITŮ - SOE BEZ PODÍLU „NOVÉ“ VODY V ODTOKU



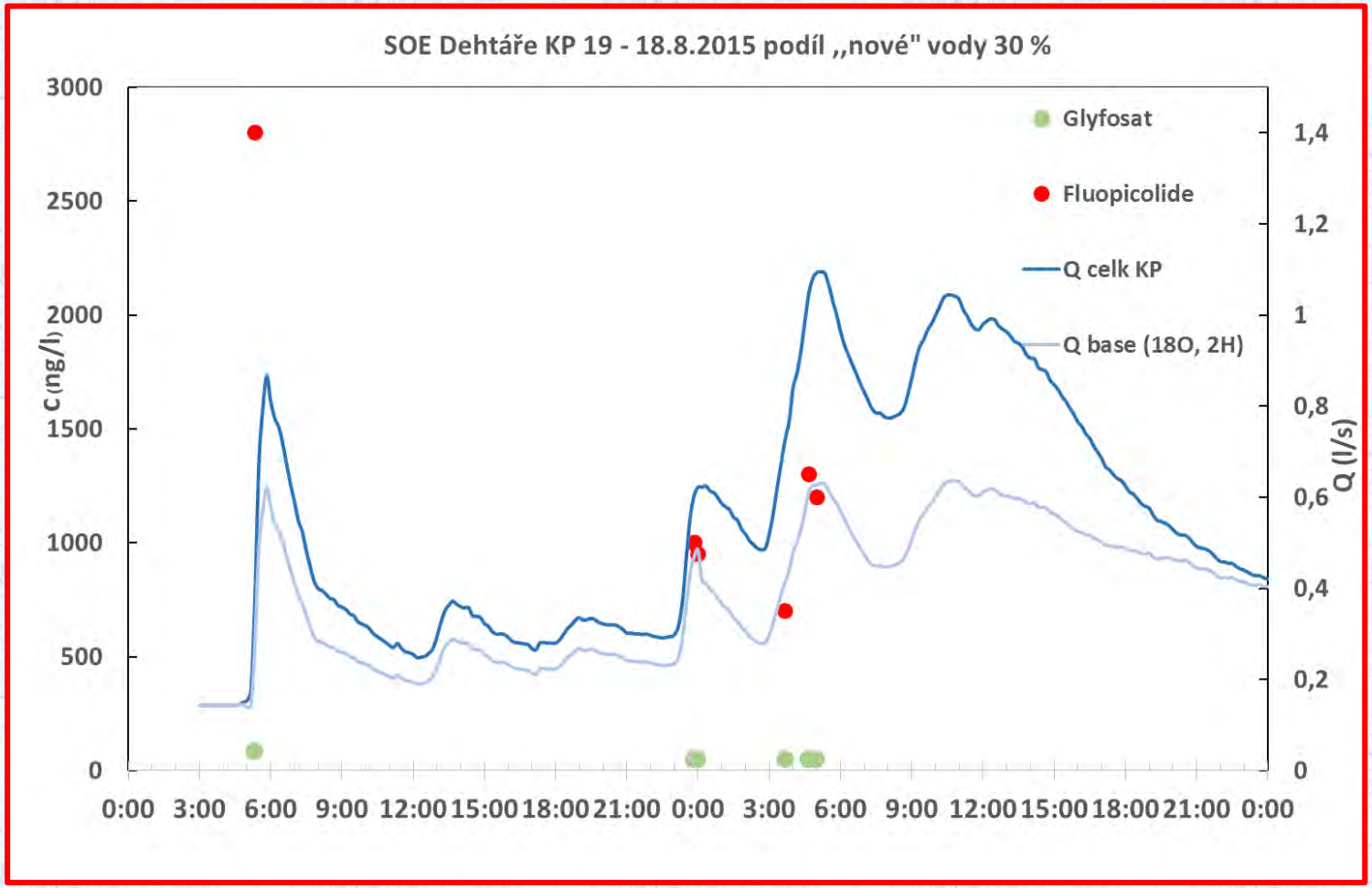
- **Charakteristika: orná půda, 7 týdnů po poslední aplikaci, žádný podíl „event“ vody, rostoucí koncentrace metabolitů**

S-O EPIZODY : DYNAMIKA KONCENTRACÍ MATEŘSKÝCH LÁTEK- SOE S PODÍLEM „NOVÉ“ VODY V ODTOKU

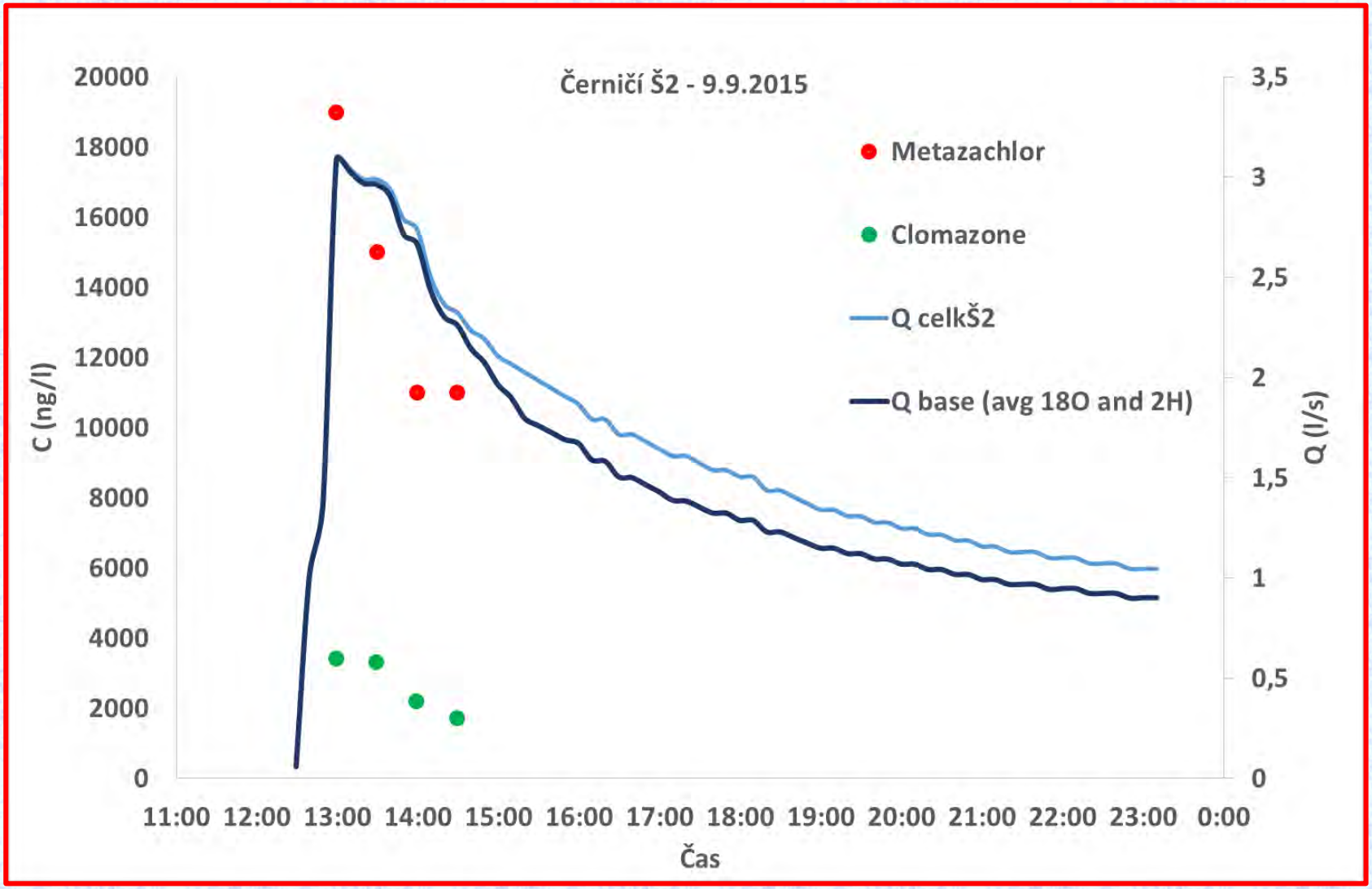


- **Charakteristika: orná půda, časně po poslední aplikaci, podíl „event“ vody, mateřské látky v odtoku**

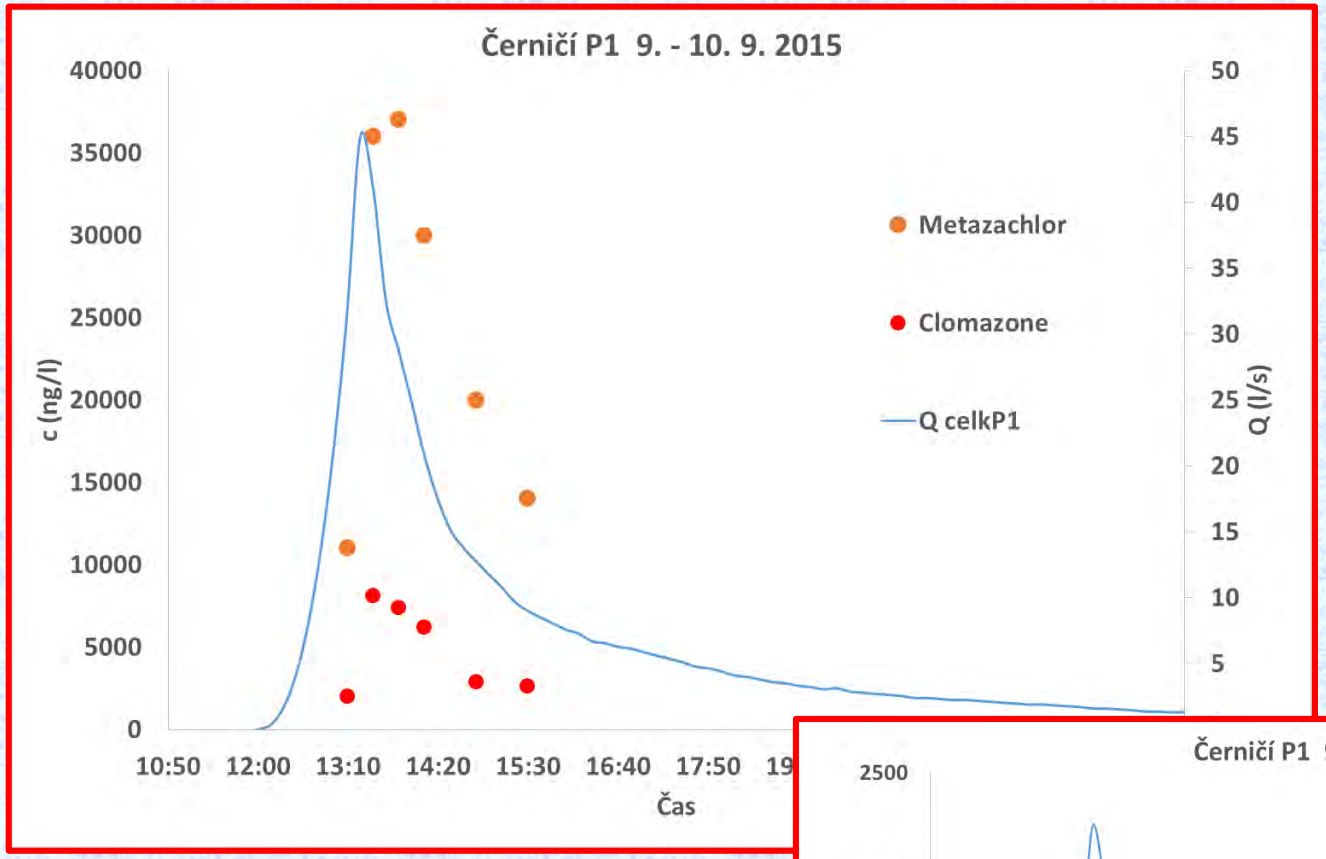
S-O EPIZODY : DYNAMIKA KONCENTRACÍ MATEŘSKÝCH LÁTEK- SOE S PODÍLEM „NOVÉ“ VODY V ODTOKU

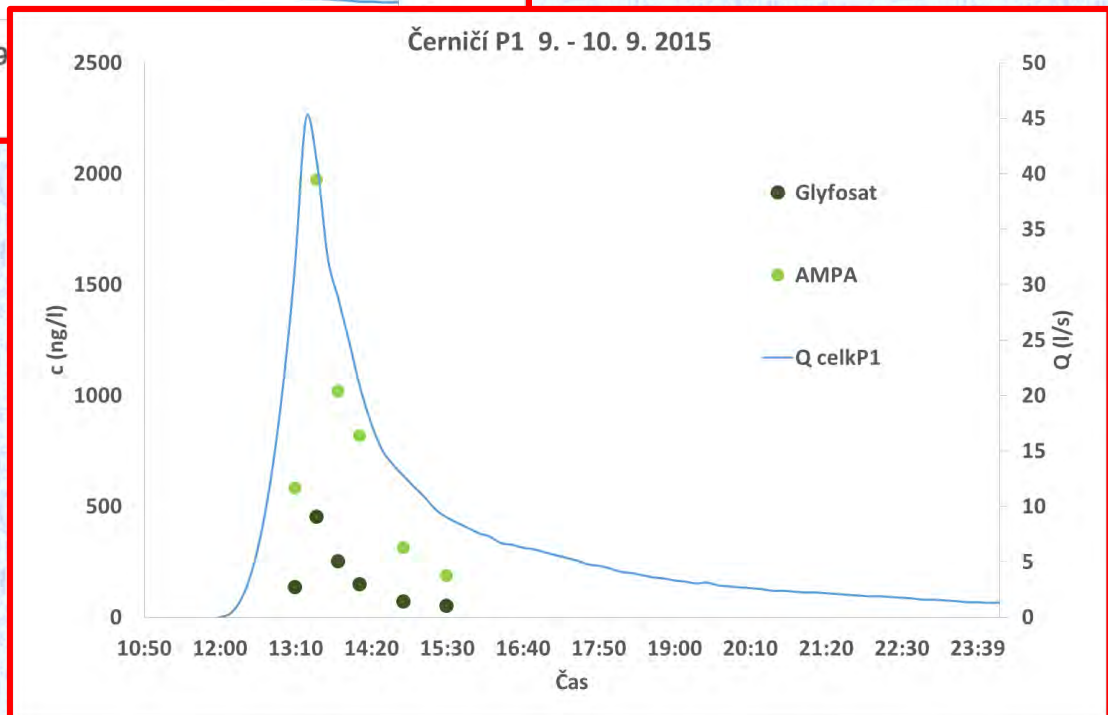


- **Charakteristika: orná půda, 6 týdnů po poslední aplikaci, velký podíl** ,,event“ **vody, vysoké koncentrace** fluopicolidu

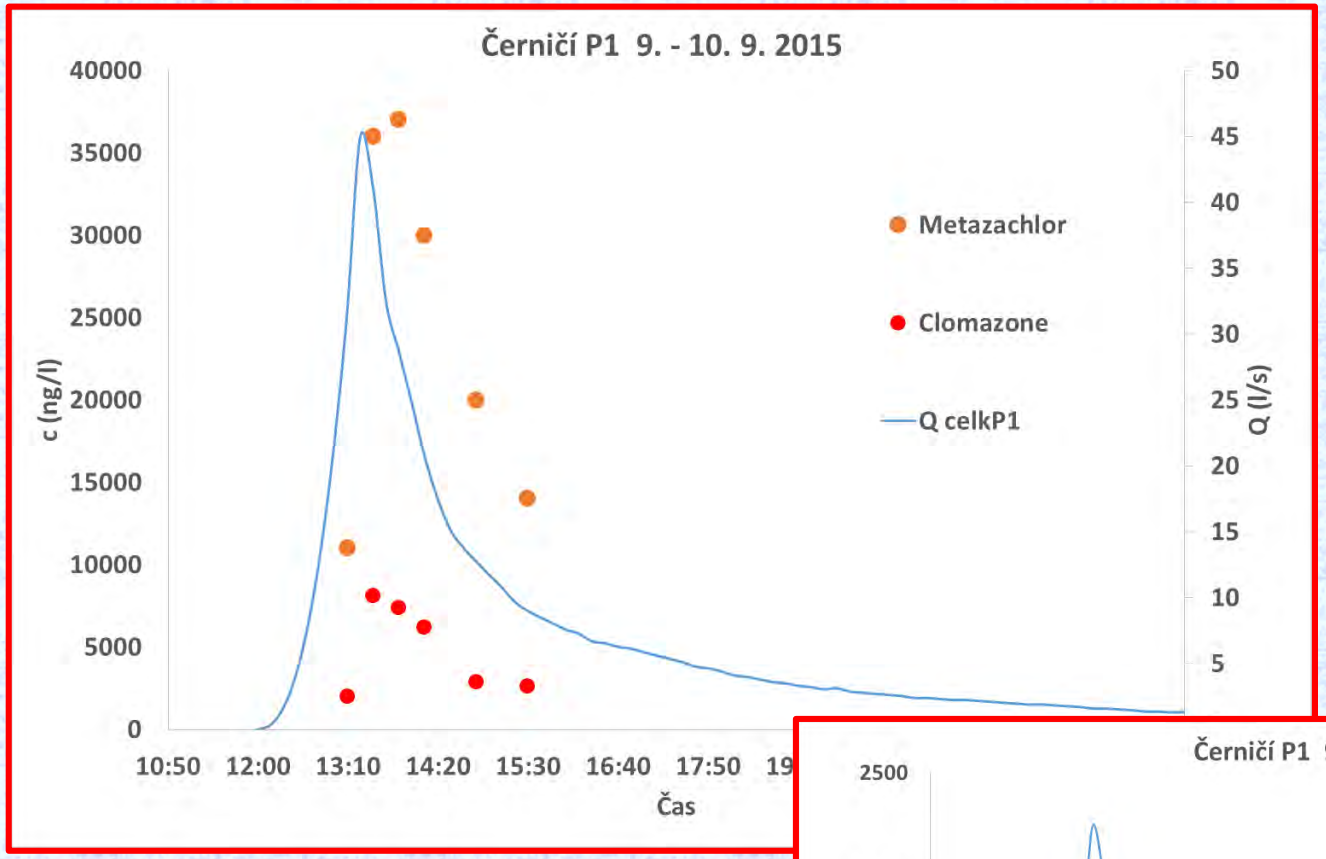


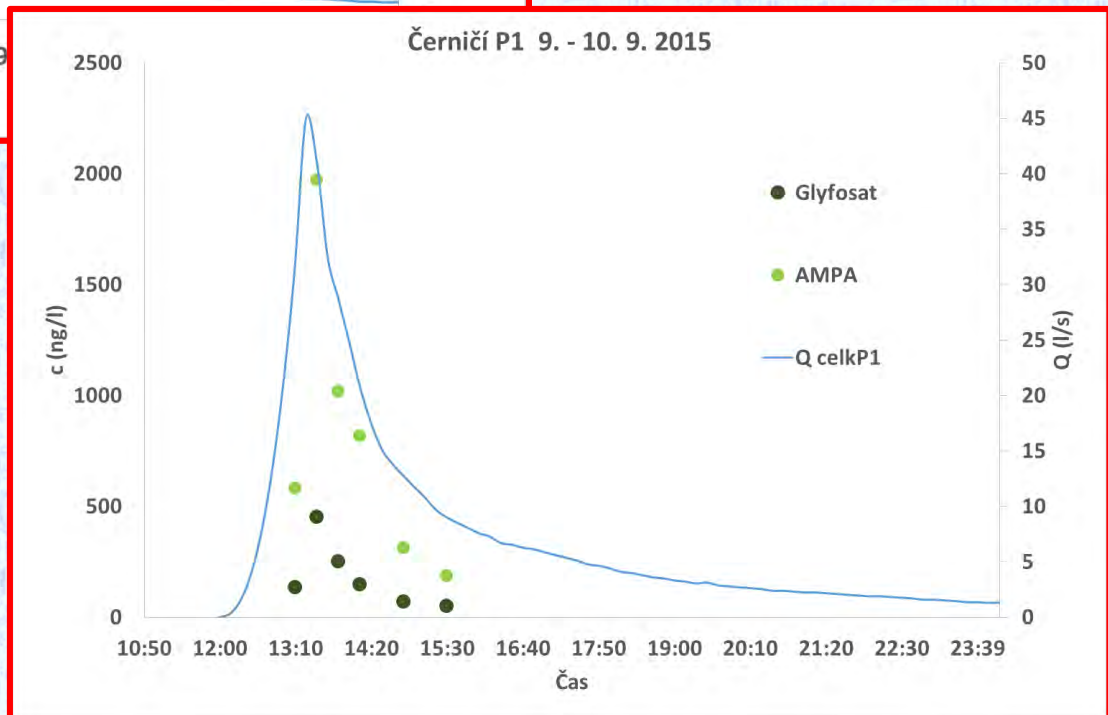
- **Charakteristika: orná půda, epizoda po období sucha, voda několik týdnů v povodí, krátce po poslední aplikaci, malý podíl** ,,event" **vody, vysoké koncentrace mateřských látek**



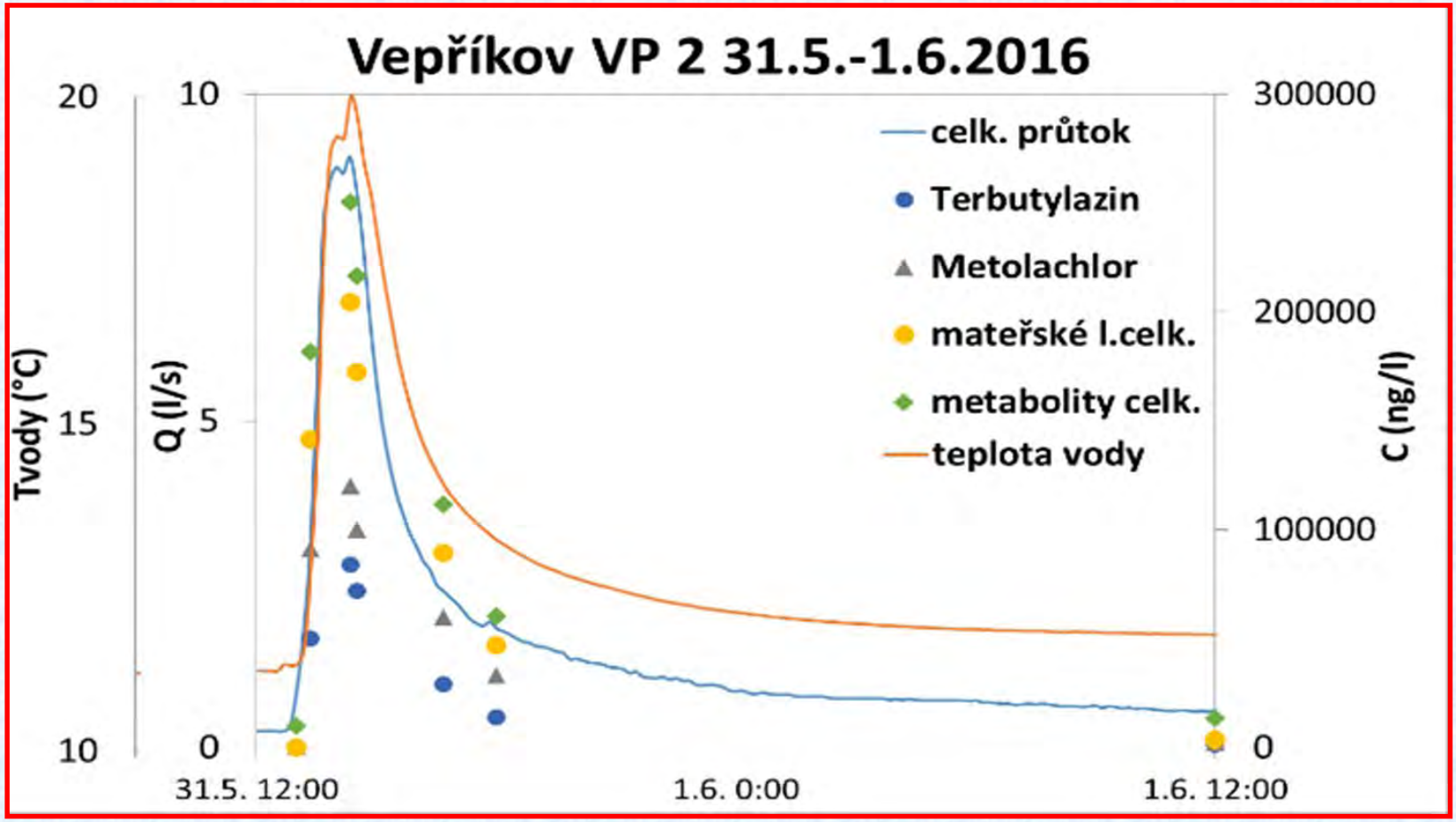


- Charakteristika: **povrchový tok, epizoda po období sucha, voda 2 týdny v povodí, krátce po poslední aplikaci, vysoké** koncentrace **různých mateřských látek**



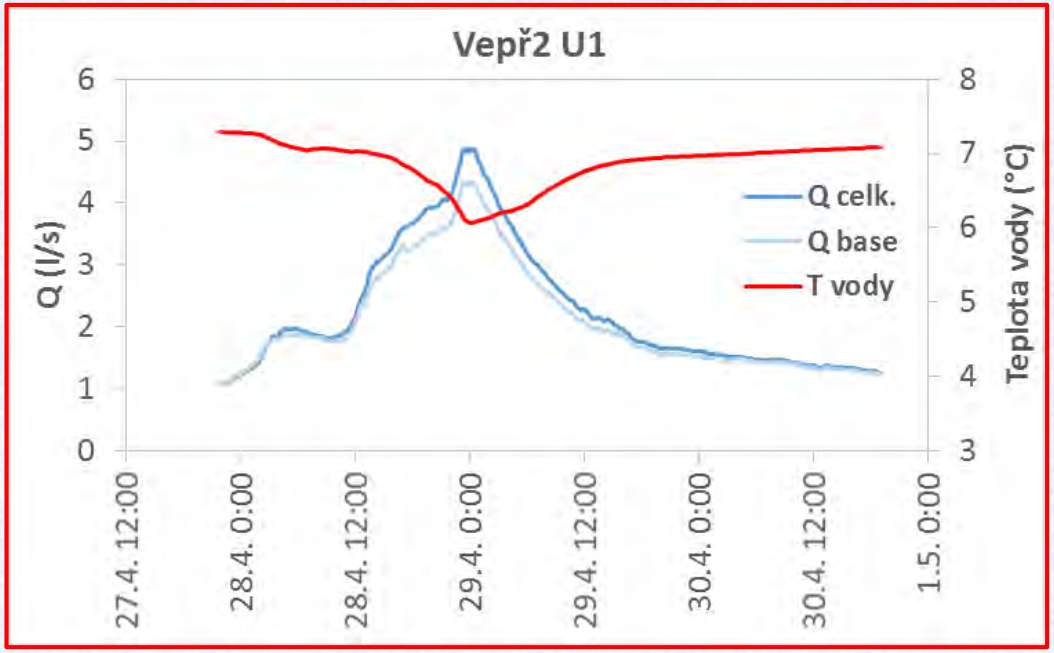


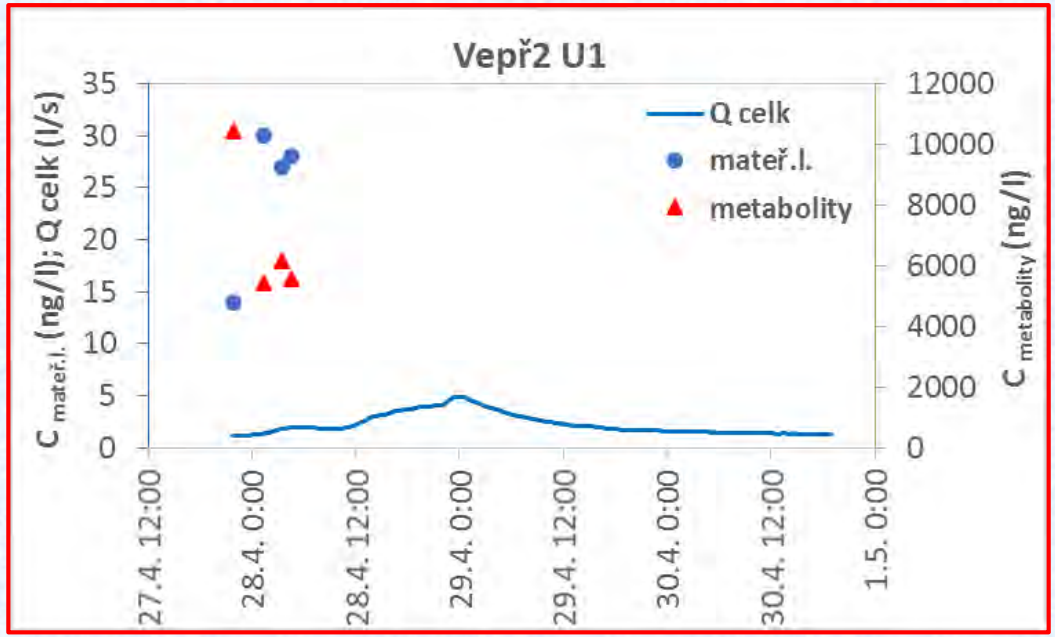
- Charakteristika: **povrchový tok, epizoda po období sucha, voda 2 týdny v povodí, krátce po poslední aplikaci, vysoké** koncentrace **různých mateřských látek**



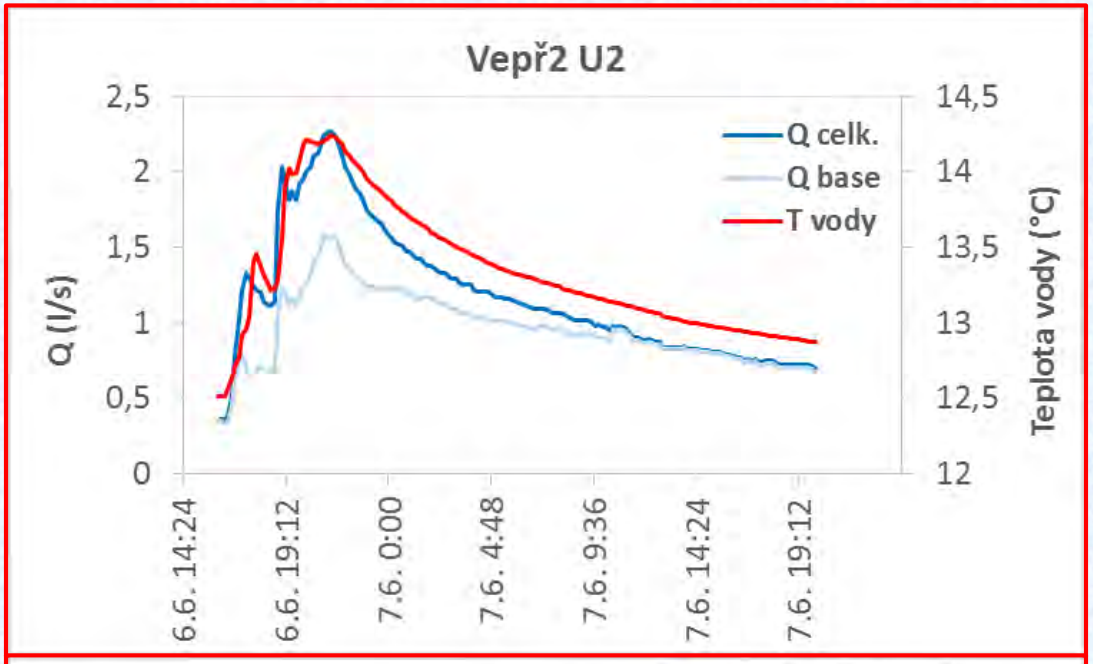
- **Datum aplikace látky: 7.5.2016, premergentně na kukuřici**
- **Přípravek:** Gardoprim **Gold v dávce 4** l/ha; (S-metolachlor 312,5 g/l a Terbuthylazin 187,5 g/l)
- **Srážka: 20 mm**; Q: z **0,25 l/s na kulminačních 9,0 l/s za** 90 minut
- **Odnos pesticidních látek za tuto 24 hodin trvající epizodu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

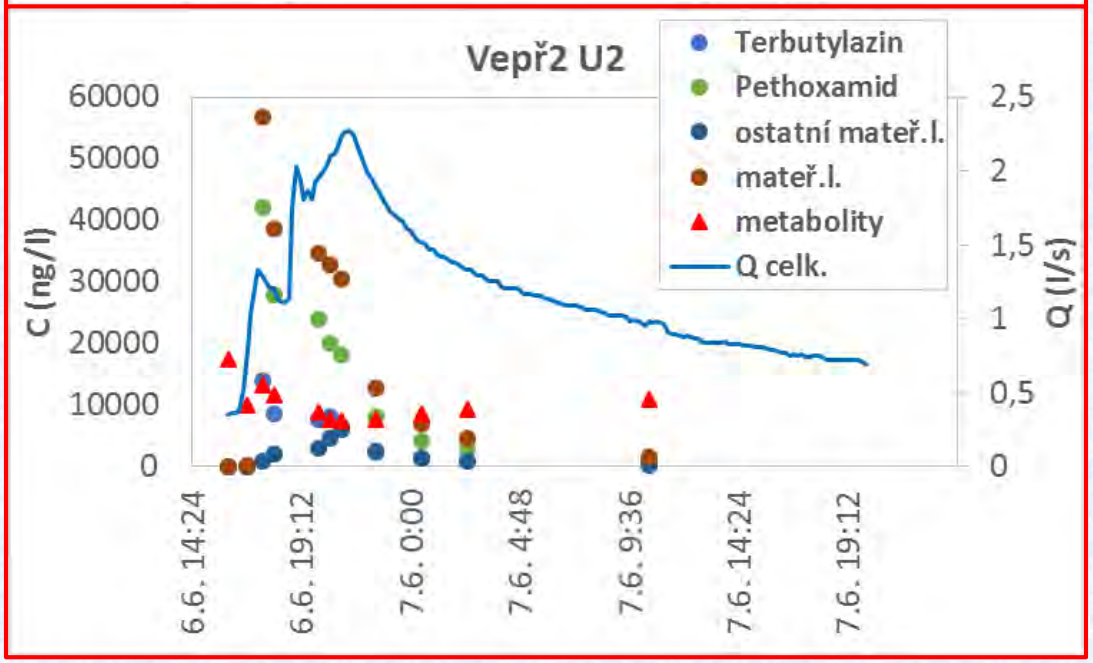
KUKUŘICE – EPIZODY 2017



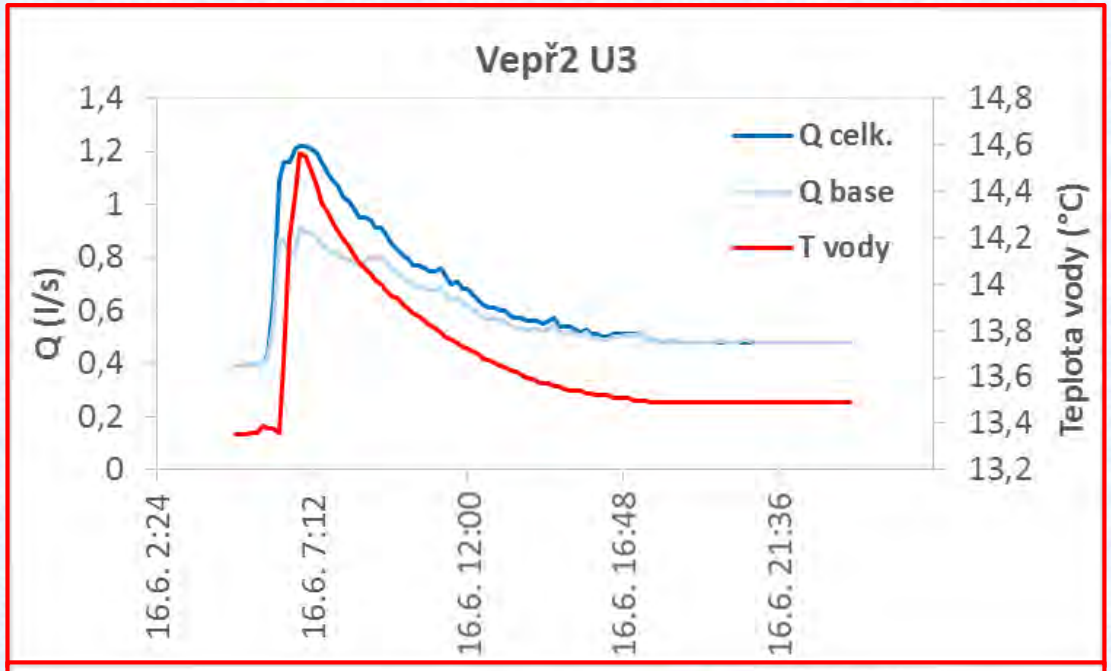


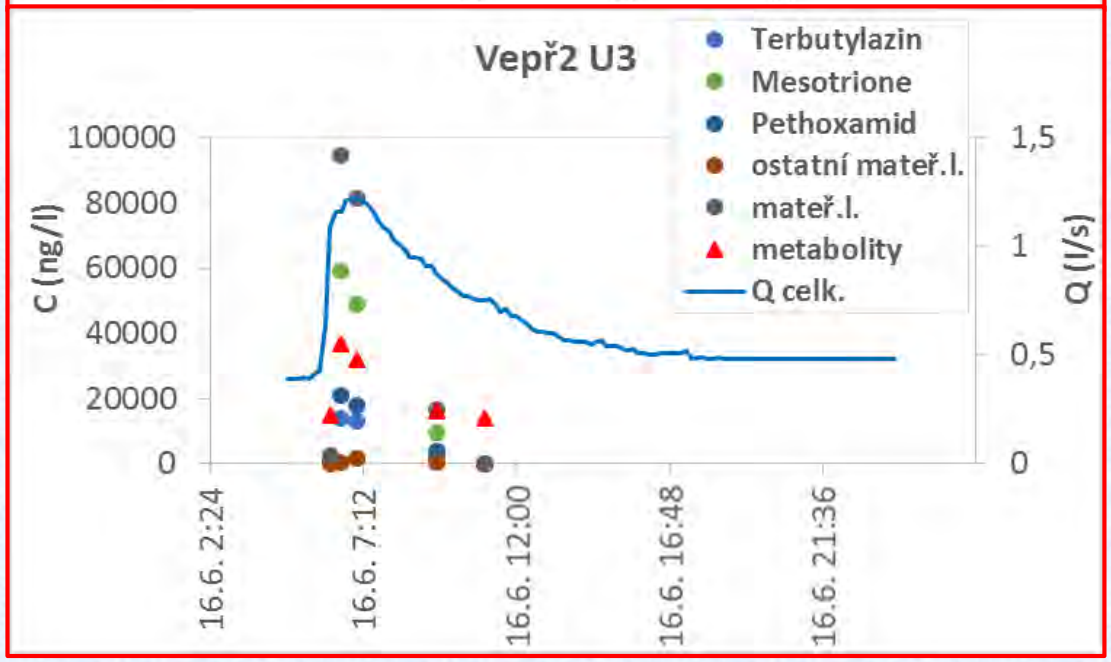
KUKUŘICE – EPIZODY 2017



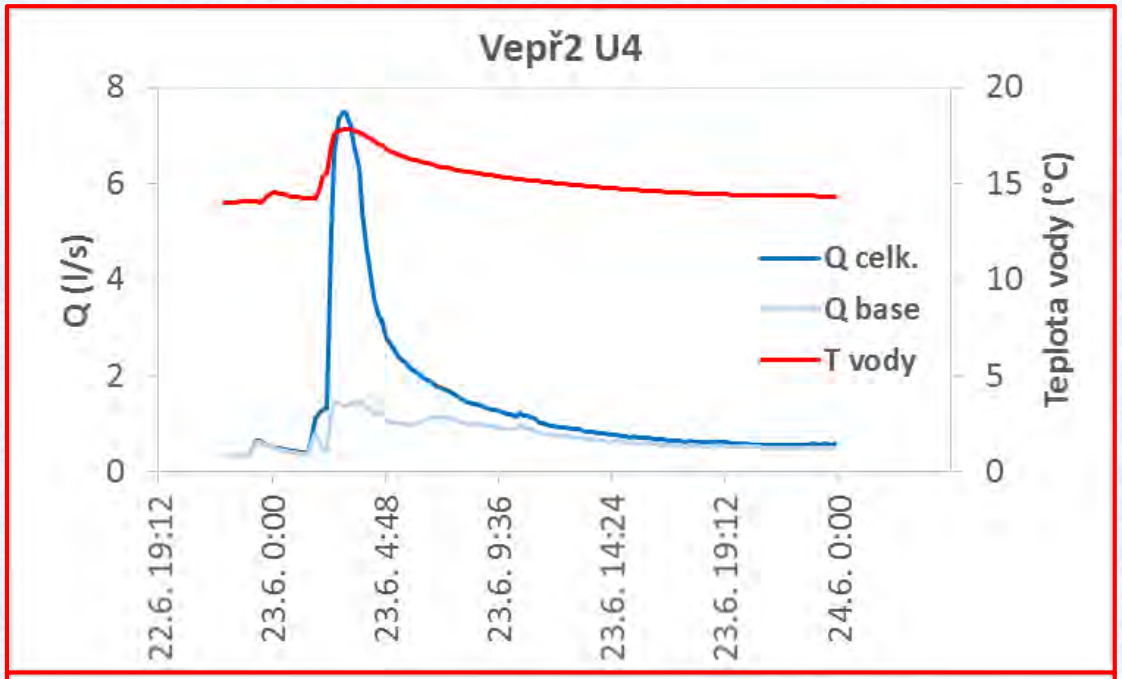


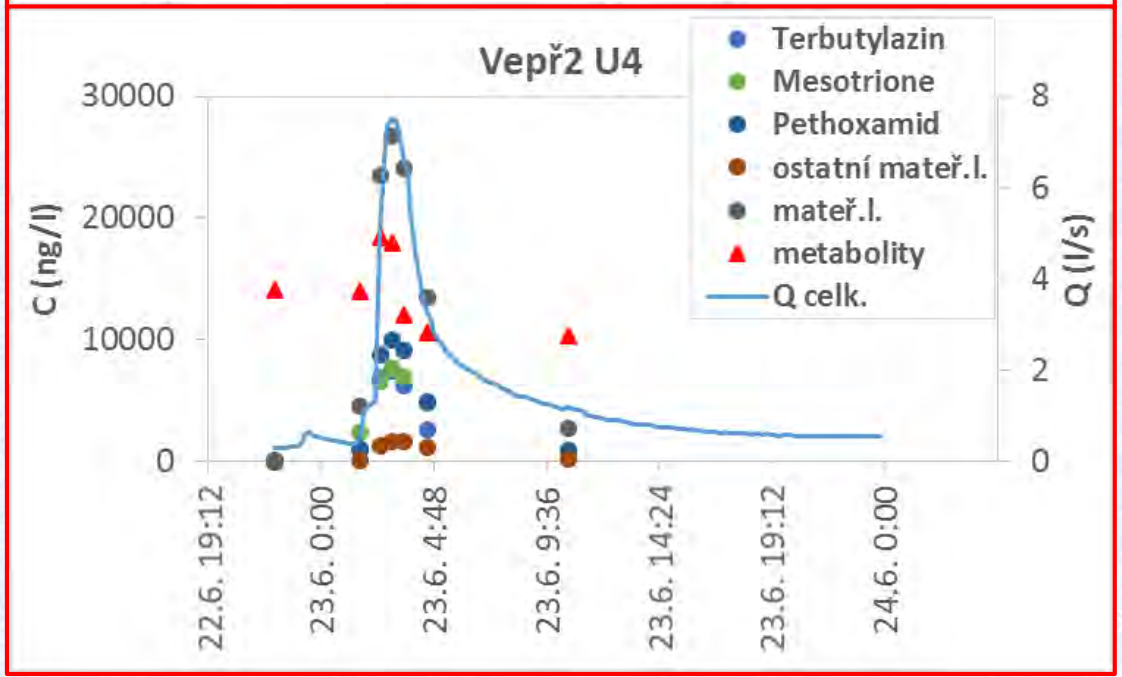
KUKUŘICE – EPIZODY 2017



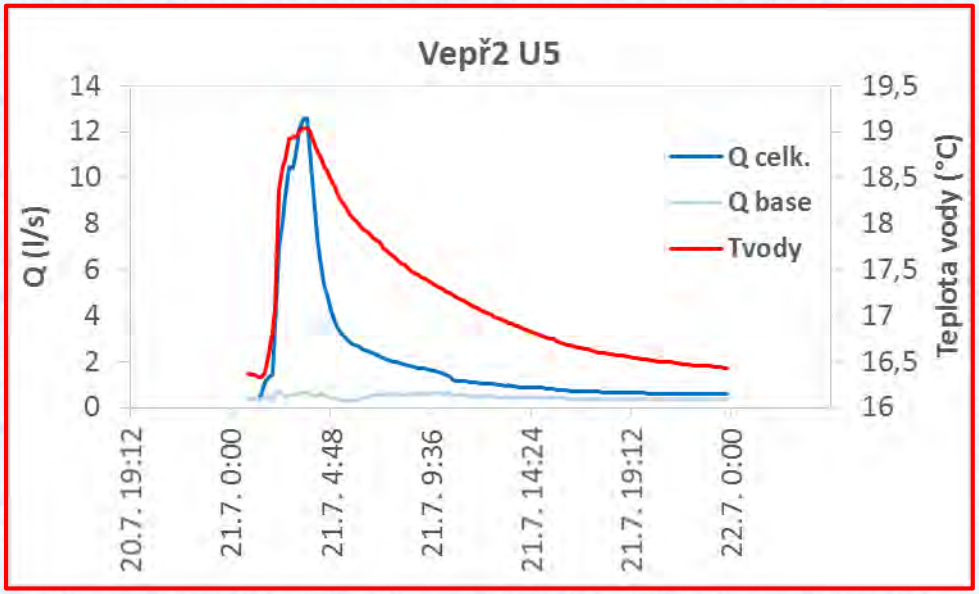


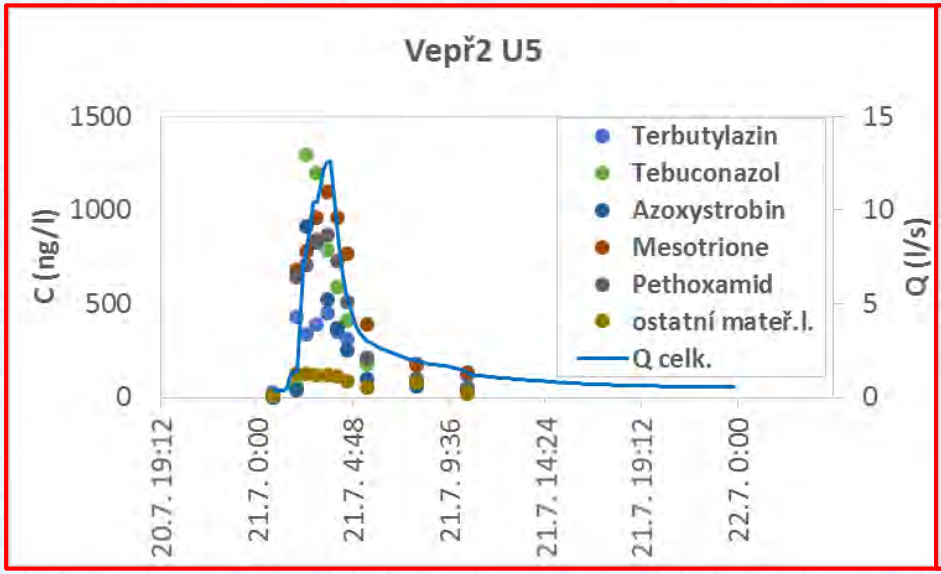
KUKUŘICE – EPIZODY 2017

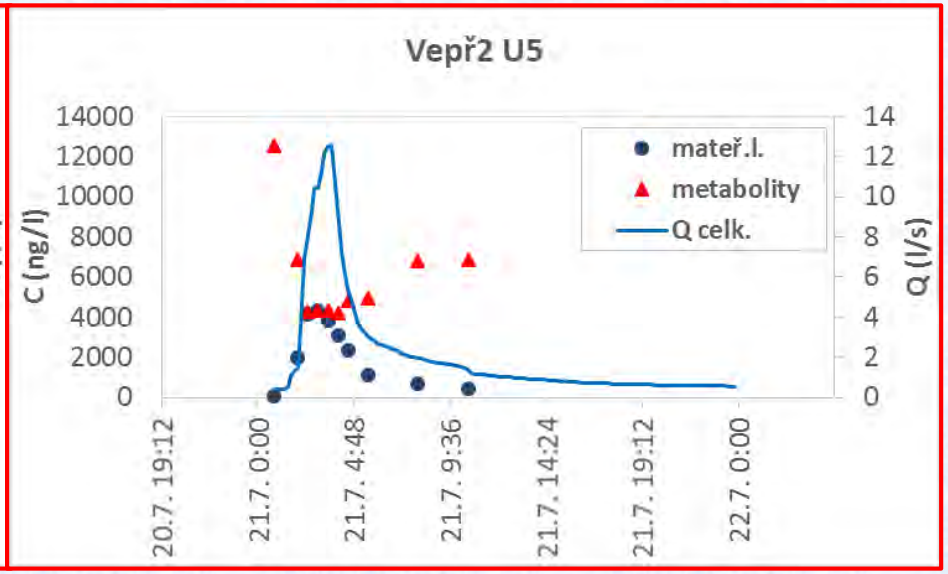




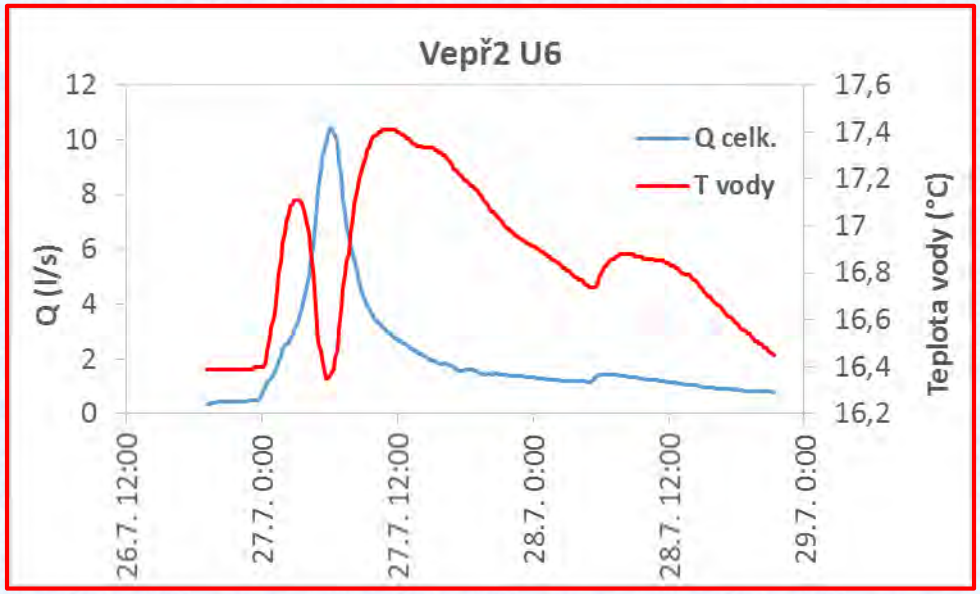
KUKUŘICE – EPIZODY 2017

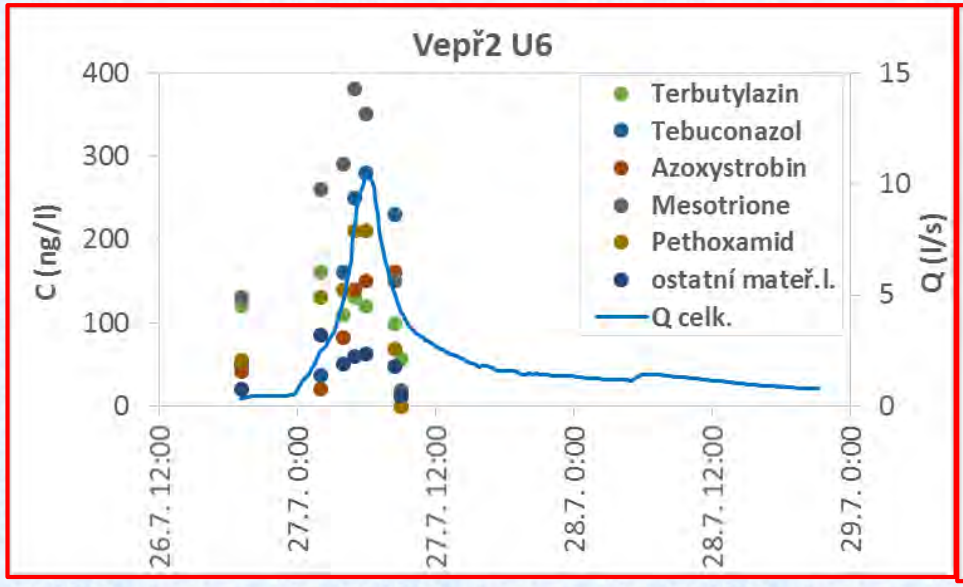


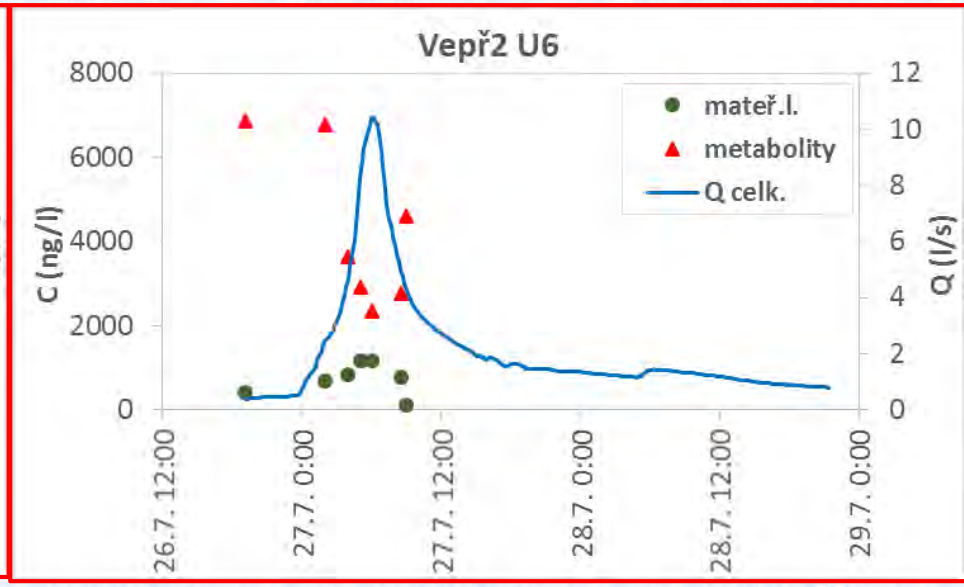




KUKUŘICE – EPIZODY 2017







CHARAKTERISTIKA ODTOKU A KONCENTRACÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK V PRŮBĚHU ZACHYCENÝCH SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH EPIZOD

Datum	Profil	Q kulminační (l/s)	Q celkový (m^3)	Q_event podíl (%)	Cfw metabolity (ng/l)	Cfw mateřské látky (ng/l)	Plodina	Doba od poslední aplikace
31.7.2014	Dehtáře KL	0,477	3,5	54	575,4	22,4	TTP	7 let
18.8.2015	Dehtáře KL	0,139	10,3	25	1179,0	0	TTP	7 let
27.8.2014	Dehtáře KP	1,179	34,4	0	17671,5	50,2	strniště	3 měsíce
23.-24.10 2014	Dehtáře KP	3,319	256,9	0	5752,3	0	strniště	5 měsíců
10.-11.1.2015	Dehtáře KP	15,449	1901,3	14	922,4	0	strniště	7 měsíců
1.6.2015	Dehtáře KP	1,108	64,5	7	7042,3	468,4	brambory/kukuřice	2 týdny
13.-14.6.2015	Dehtáře KP	2,048	56,3	13	4064,9	896,6	brambory/kukuřice	2 týdny
17.-18.8.2015	Dehtáře KP	1,095	154,1	30	4004,7	2133,1	brambory/kukuřice	6 týdnů
23.10.2014	Černičí Š2	0,423	45,6	0	307,7	172,0	pšenice oz	n
9.9.2015	Černičí Š2	3,094	78,4	11	2879,1	17157,8	strniště	n
23.10.2014	Černičí P1	29,62	1519	53	279,6	673,4	pšenice oz	n
17.8.2015	Černičí P1	0,4	7	31	1257,8	37,7	strniště	n
9.9.2015	Černičí P1	44,95	365,7	0*	4782,3	33416,5	strniště	n

CHARAKTERISTIKA ODTOKU A KONCENTRACÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK V PRŮBĚHU ZACHYCENÝCH SRÁŽKO-ODTOKOVÝCH EPIZOD

Date (start of RRE)	Site	Crop	Period from last application (months)	Q max (l/s)	Runoff (m^3)	Q_event portion (%)	Cfw of parents (ng/l)	Cfw of metabolites (ng/l)	Total pesticide load (mg)	Parents load (mg)
31.7.2014	KL	grassland	84.0	0.5	3.5	54	23	576	2.2	0.1
18.8.2015	KL	grassland	84.0	0.1	10.3	25	0	1 179	12.4	0.0
29.2.2016	KL	grassland	96.0	1.4	117.8	9	0	1 489	195.0	0.0
3.3.2016	KL	grassland	96.0	2.1	154.5	19	414	375.0	216.0	64.0
14.7.2016	KL	grassland	96.0	0.3	9.5	28	0	3 127	32.0	0.0
27.8.2014	KP	stubble	3.0	1.2	34.4	0	50	17 672	530.9	0.9
23.10 2014	KP	stubble	5.0	3.3	256.9	0	0	5 752	1 616,0	0.0
10.1.2015	KP	stubble	7.0	15.4	1901	14	0	922	2 260,0	0.0
1.6.2015	KP	potatoes/maize	0.5	1.1	64.5	7	468	7 042	312.6	8.3
13.6.2015	KP	potatoes/maize	0.6	2.0	56.3	13	897	4 065	415.5	30.8
17.8.2015	KP	potatoes/maize	1.5	1.1	154.1	30	2 133	4 005	531.8	152.8
29.2.2016	KP	stubble	5.0	4.2	609	12	80	3 750	2 450,0	49.0
2.3.2016	KP	stubble	5.0	7.3	1006	13	145	2 845	3 007,0	146.0
14.7.2016	KP	spring barley	1.0	0.8	60.5	5	0	1 627	97.0	0.0
23.10.2014	P1	winter wheat	0.3	29.6	1519	53	673	280	1 447,0	1022.9
17.8.2015	P1	stubble	3.0	0.4	7	31	38	1 258	9.1	0.3
9.9.2015	P1	stubble	0.2	45.0	365.7	0*	33 417	4 782	13 967,0	12 219.0
4.5.2016	P1	maize/oil rape	1.0	9.0	1015	18	26	4 061	4 100,0	30.0
13.5.2016	P1	maize/oil rape	1.3	6.5	361.7	31	12	3 098	1 200,0	40.0
28.5.2016	P1	maize/oil rape	0.5	27.4	697	35	40 213	1 248	28 900,0	28 000.0
14.7.2016	P1	maize/oil rape	2.0	11.5	448.7	41	68	968	460.0	30.0
4.10.2016	P1	maize/oil rape	5.5	0.1	39.7	75	39	1 528	62.0	2.0
23.10.2014	Š2	winter wheat	0.3	0.4	45.6	0	172	308	21.9	7.8
9.9.2015	Š2	stubble	0.2	3.1	78.4	11	17 158	2 879	1 570,0	1 344.5
20.2.2016	Š2	oil rape	5.0	0.9	102.3	9	0.0	5 517	556.0	0.0
4.5.2016	Š2	oil rape	1.0	0.5	52.8	9	295	4 702	264.0	16.0
13.5.2016	Š2	oil rape	1.3	0.3	16.5	7	266	3 680	65.0	4.0
14.7.2016	Š2	oil rape	2.0	0.3	20.3	40	90	1 628	35.0	2.0
4.10.2016	Š2	oil rape	5.5	0.1	2.8	16	28	1 024	3.0	0.1
5.6.2016	VP 1	maize	1.0	5.5	102	n**	64 405	23 760	5 300,0	3 600.0
15.6.2016	VP 1	maize	0.3	1.8	52.6	n**	12 199	16 911	2 800,0	620.0
1.6.2016	VP 2	maize	0.9	9.0	137.4	n**	154 140	77 000	33 000,0	14 600.0
15.6.2016	VP 2	maize	0.3	10.6	210.9	n**	19 948	58 207	11 400,00	7 700.0

EPIZODY S NEJVĚTŠÍM ODNOSEM

Datum (začátek SOE)	Profil	Q kulminační (l/s)	Q_event podíl (%)	Cfw metabolity (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 O DYNAMICE PESTICIDNÍCH LÁTEK V PRŮBĚHU S-O EPIZOD

- **V průběhu epizod se mohou vyskytnou vysoké koncentrace mateřských látek i jejich metabolitů**

- **Průběh koncentrací závisí na:**

1) době po aplikace, tj. aby mohlo dojít k vyplavení mateřských látek, musí S-O epizoda nastat do cca 2 měsíců po aplikaci,

2) složení drenážního odtoku, předpokladem k vyplavování mateřských látek je přítomnost „nové" vody v **odtoku (nebo v případě sucha vody s relativně krátkou dobou zdržením v povodí)**

metabolity **jsou naopak vázány na pomalý (svahový)** odtok, **pokud v epizodě převažuje „stará" voda, koncentrace se zvyšují; přítomnost „ nové" vody koncentrace metabolitů naopak ředí**

ZÁVĚR

- **Drenážní systémy představují významný zdroj vyplavování metabolitů i za určitých okolností i mateřských látek**.
- **Metabolity jsou v drenážních vodách přítomny permanentně**.
- **Vyplavování je spojeno s (převážně) pomalým svahovým odtokem**
- **Dlouhá doba vyplavování souvisí s vysokou perzistencí těchto látek a delší dobou zdržení pomalejších složek odtoku v povodí.**
- **Jedná se o dlouhodobý problém, který lze obtížně řešit agrotechnickými opatřeními.**
- **Řešení nabízí umělé mokřady.**

ZÁVĚRY

- **Vyplavování mateřských látek je téměř výhradně spjato se srážko – odtokovými epizodami**

- **Podmínkou k vyplavování mateřských látek 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**

- **Řešení: striktně dodržovat pravidla pro správnou aplikaci, zejména v kritických zdrojových lokalitách (mělké, propustné půdy poblíž rozvodnic), některé /rozsahově relativně malé zatravnit)**

- **Následné opatření – umělé mokřady**

ZÁVĚRY

- 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 čase jejich aplikace**).

- **Zohlednění v doporučeních pro zemědělskou a vodohospodářskou** praxi

DĚKUJI ZA POZORNOST