SRÁŽKO-ODTOKOVÝ REŽIM JAKO HLAVNÍ FAKTOR PRO VYPLAVOVÁNÍ PESTICIDNÍCH LÁTEK ZEMĚDĚLSKÝMI DRENÁŽEMI

Petr Fučík, Antonín Zajíček

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

Projekt TAČR TA04021527:

Studium příčin a dynamiky zátěže vod drobných vodních toků přípravky na ochranu rostlin; 2014 - 2017

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

Proč sledovat drenážní systémy?

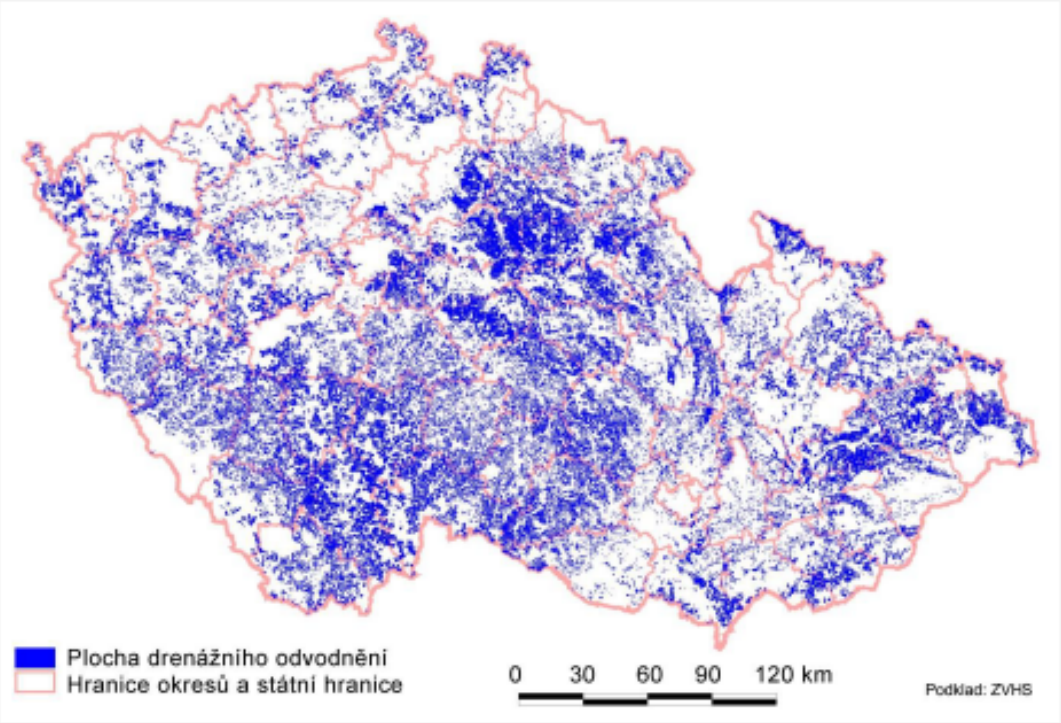
Systémy zemědělského odvodnění (drenáž, meliorace) v ČR

do r. 1936 odvodněno v ČSR **569 tis. ha**

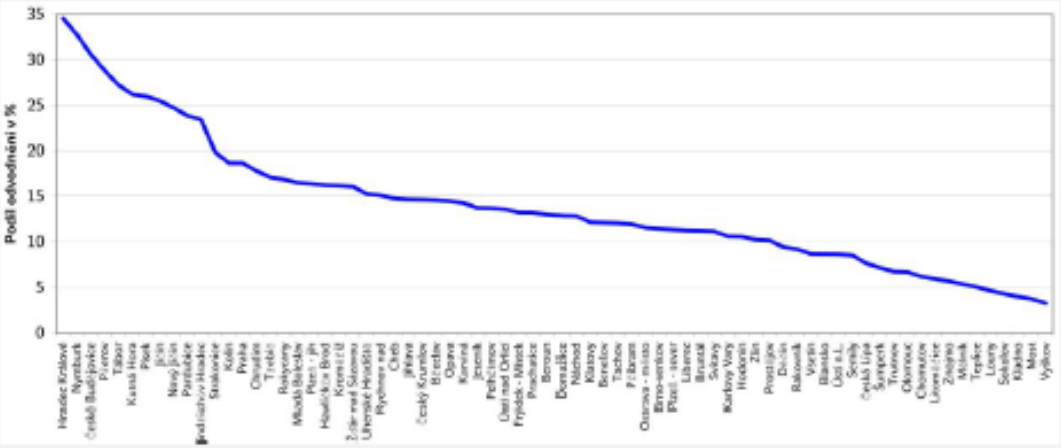
do r. 1980 odvodněno v ČR **958 tis. ha**, nyní cca **1.1 mil. ha**

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 %

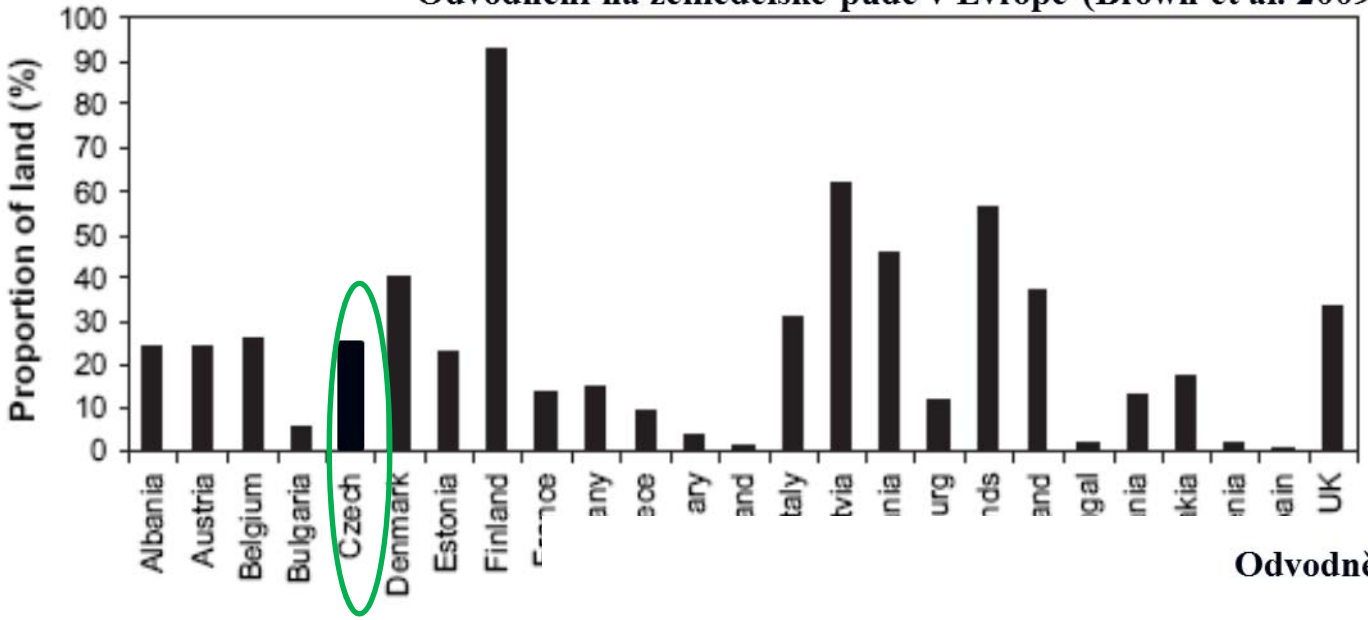


Obr.1-1 Plošné zastoupení staveb zemědělského odvodnění pro celou ČR

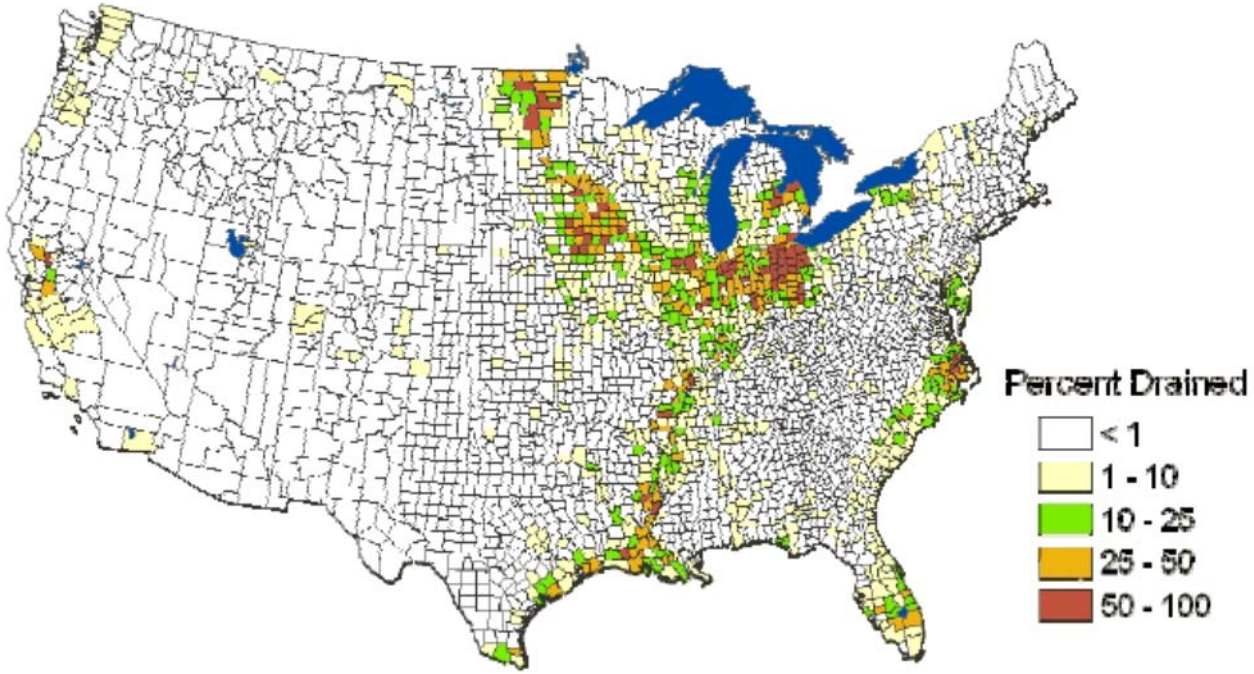


Obr.1-2 Podíl plochy evidovaného zemědělského odvodnění na celkové ploše okresu (z územní databáze ZVHS zpracoval VÚMOP, v.v.i.)

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



Odvodnění v USA (Jaynes et al. 1999)



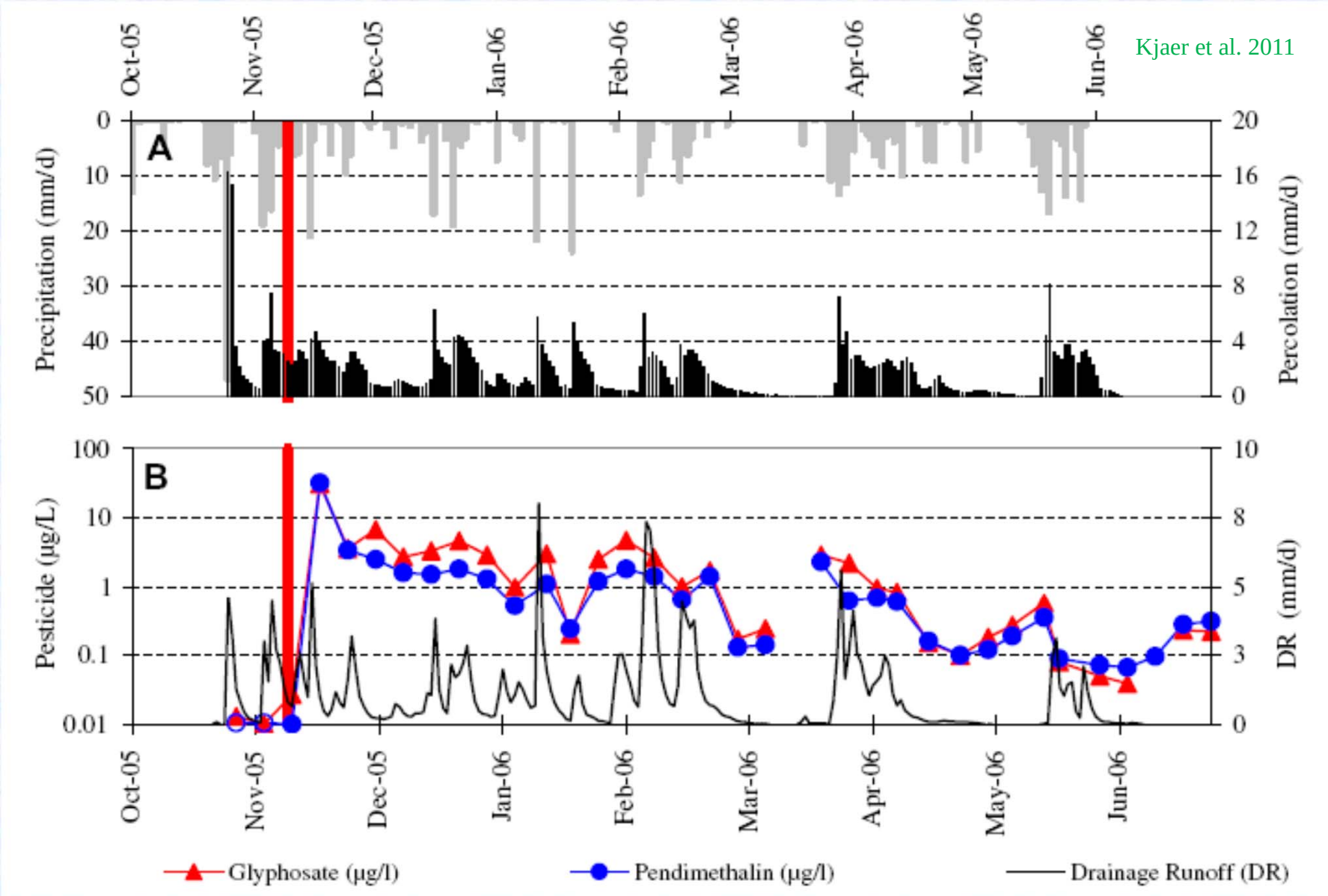
Studie o pesticidech v zemědělských drenážích - Evropa

Summary of European studies on pesticide transport in drainflow.

Reference	Site	Field size[a] (ha)	Topsoil texture	Topsoil %OC[a] (%)	Topsoil %Clay[a] (%)	Years of study	Pesticides studied
Accinelli et al. (2002)	Po Valley, Italy	0.19	Silty clay	0.74	42.5	1996	Triasulfuron, prosulfuron, metolachlor, atrazine
	Po Valley, Italy	0.31	Silty loam	0.85	24.5	1996	Triasulfuron, prosulfuron, metolachlor, atrazine
Accinelli et al. (2003)	Cadriano, Po Valley, Italy	0.3	Silt loam	0.85	24.5	2000	Imazamethabenz-methyl, isoproturon, diflufenican
Brown et al. (1995)	Cockle Park, Northumberland, UK	0.25	Clay loam	2.70	25	1989–1991	Mecoprop, isoproturon, fonofos, trifluralin
Brown et al. (2004)	Maidwell, Northants, UK	7.7	Clay loam	1.20	28	2000	Sulfosulfuron
Dousset et al. (2004)	La Bouzule, France	2.83	Silt loam	1.5	26	1992–1993	Alachlor, bentazone
	La Bouzule, France	1.85	Silty clay	2	54.2	1992–1994	Alachlor, bentazone
Fletcher et al. (2004)	Essex Coast (south of Harwich), UK	1	Sandy loam	2	n.a.	1993	Mecoprop
Gatzweiler et al. (1999)	Wöllstadt, Hesse, Germany	1	Silty loamy sand	1.00	16.5	1997	Isoproturon
	Südkirchen, Northrhine-Westfalia, Germany	1	Sandy loam	1.30	20.8	1997	Isoproturon
Hardy (1997)	Boarded Barns Farm, Ongar, UK	1.6	Clay loam	1.20	20.2	1994	Diflufenican, isoproturon
	Boarded Barns Farm, Ongar, UK	1.45	Clay loam	1.50	31.2	1994	Diflufenican, isoproturon
	Boarded Barns Farm, Ongar, UK	1.3	Clay	1.70	36.1	1994	Diflufenican, isoproturon
Harris and Hollis (1998)	Rosemaund, Herefordshire, UK	n.a.	Silty clay loam	1.70	23	1994–1996	Flutriafol, isoproturon, propiconazole, trifluralin
	Knapwell Field, Boxworth, Cambs, UK	1.89	Clay	2.20	43	1994–1996	Flutriafol, isoproturon, propiconazole, trifluralin
Harris and Pepper (1999)	Brimstone Farm, Oxon, UK	n.a.	Clay	3.60	60	1994–1998	Chlorotoluron, isoproturon, triasulfuron
Heppell et al. (1999)	Wytham, Oxon, UK	n.a.	Clay	3.10	57	1994	Isoproturon
Johnson et al. (1994, 1995)	Wytham, Oxon, UK	0.18	Clay	2.57	57	1993–1994	Isoproturon
Kamra et al. (1999)	Bokhurst, Schleswig-Holstein, Germany	0.5	Sandy loam	n.a.	18.4	1993–1994	Carbetamide, dimefuron, isoproturon, pendimethalin
Kjær et al. (2003)	Estrup, Vejen, Jutland, Denmark	1.26	Sandy loam	4.5	15	2000–2002	Amidosulfuron, bentazone, bromoxynil, flamprop-m-isopropyl, glyphosate, ioxynil, mcpa, metsulfuron-methyl, pendimethalin, pirimicarb
	Faardrup, Slagelse, Zealand, Denmark	2.33	Sandy loam	1.4	14.5	1999–2002	Bromoxynil, dimethoate, flamprop-m-isopropyl, fluroxypyr, glyphosate, ioxynil, mcpa, pirimicarb, propiconazole
	Silstrup, Thisted, Jutland, Denmark	1.69	Sandy clay loam	2.2	22	2000–2001	Dimethoate, flamprop-m-isopropyl, glyphosate, pirimicarb
	Slaeggerup, Roskilde, Zealand, Denmark	2.17	Clay loam	1.4	22	2000–2002	Amidosulfuron, bentazone, bromoxynil, dimethoate, flamprop-m-isopropyl, glyphosate, ioxynil, metsulfuron-methyl, pendimethalin, pirimicarb
Novak et al. (2001a)	La Bouzule, Lorraine, France	2.83	Silt loam	1.36	26	1996, 1998	Metolachlor
	La Bouzule, Lorraine, France	1.85	Clay	1.90	54.2	1996, 1998	Metolachlor
Peterson et al. (2003)	Near Copenhagen, Denmark	0.16	Sandy loam	3.10	11.2	1999–2000	Ioxynil, pendimethalin
Riise et al. (2004)	Syverud, Norway	0.0402	Silt loam	3.2	n.a.	2001	Bentazone, propiconazole
	Askim, Norway	0.0324	Silty clay loam	1.3	n.a.	2001	Bentazone, propiconazole
Scorza et al. (2004)	Andelst, Netherlands	0.8	Silty clay loam	2.1	28	1998	Bentazone, imidacloprid
Smelt et al. (2003)	Central Netherlands	n.a.	Silty clay loam	2.10	28	1998	Imidacloprid
Traub-Eberhard et al. (1995)	Brandenburg, nr Berlin, Germany	n.a.	Sand	2.50	4	1992	Isoproturon, metolachlor, pendimethalin, terbuthylazine
Villholth et al. (2000)	Gelbæk, Central Jutland, Denmark	0.0025	Sandy loam	1.55	15.5	1997	Prochloraz
Williams et al. (1996)	Rosemaund, Herefordshire, UK	5.94	Silty clay loam	1.70	23	1989–1993	Atrazine, carbofuran, chlorpyrifos, dimethoate, isoproturon, fenpropimorph, lindane, mcpa, trifluralin
	Rosemaund, Herefordshire, UK	n.a.	Silty clay loam	1.70	23	1989–1993	Aldicarb, atrazine, chlorpyrifos, dimethoate, isoproturon, lindane, trifluralin
Zehe and Flühler (2001)	Spechtacker, Weiherbach, SW Germany	0.09	Silt loam	0.80	14	1997	Isoproturon

[a] n.a. = not available.

Průběh dynamiky koncentrací Glyphosate v drenážních vodách - Dánsko

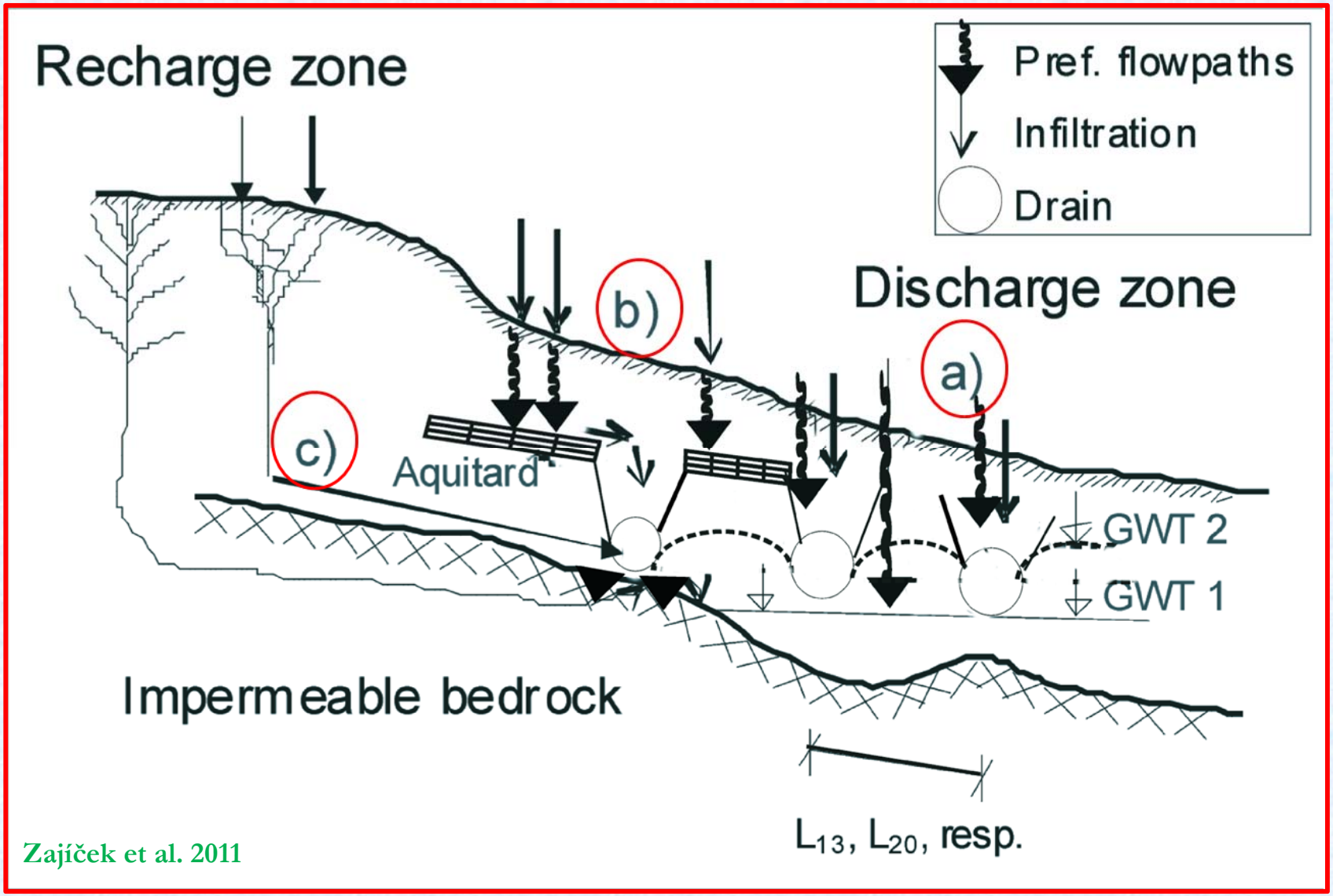


Proč sledovat množství a kvalitu vod drenáží?

- Více než 25 % zemědělské půdy v ČR bylo odvodněno (1,1 mil. ha).
- Drenážní voda často představuje jediný (kvaziustálený) 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 ve svahu těsně spjata s LANDUSE tzv. zdrojových oblastí

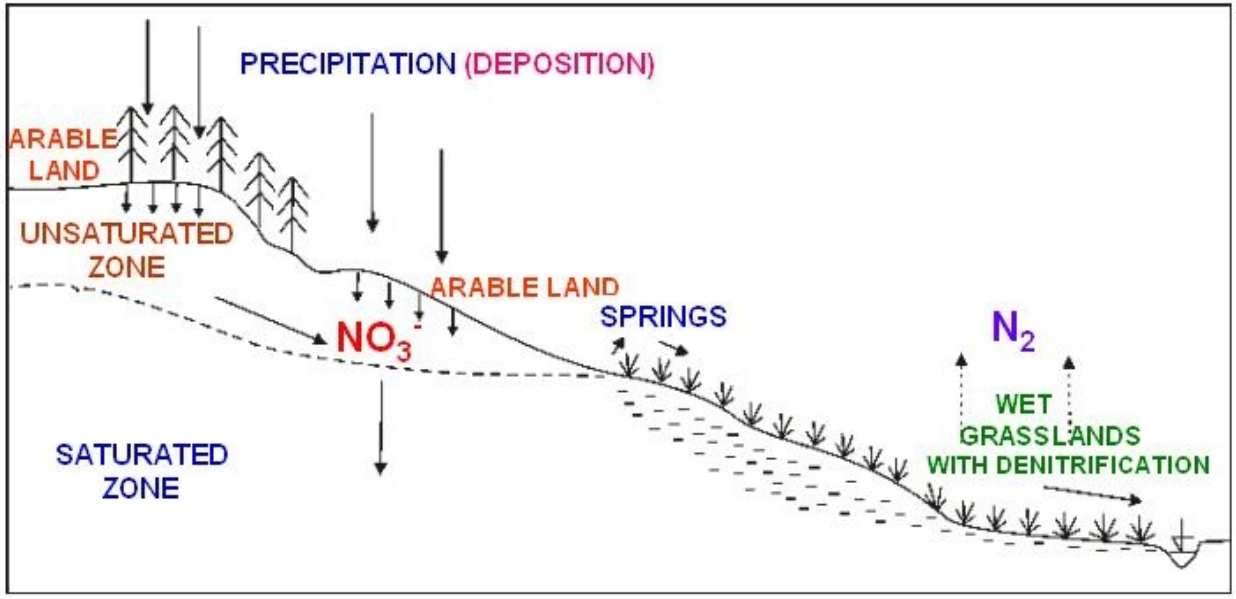
Hydrologický režim zemědělského odvodnění v krystaliniku Českomoravské vrchoviny

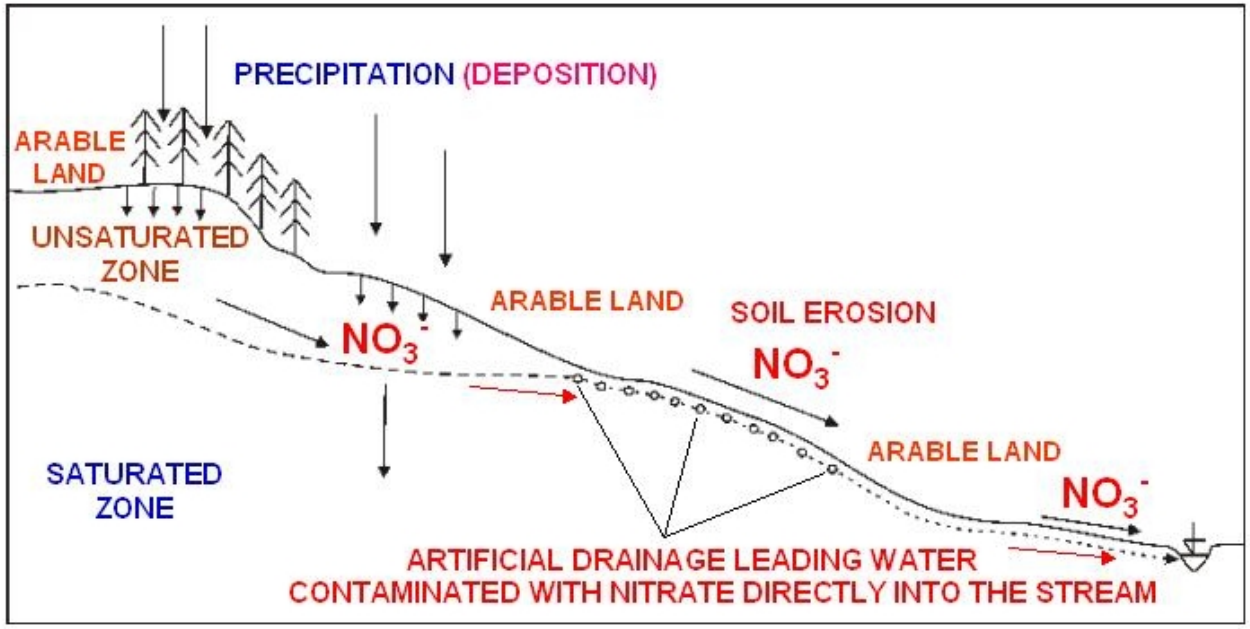
Vznik drenážního odtoku ve svahu



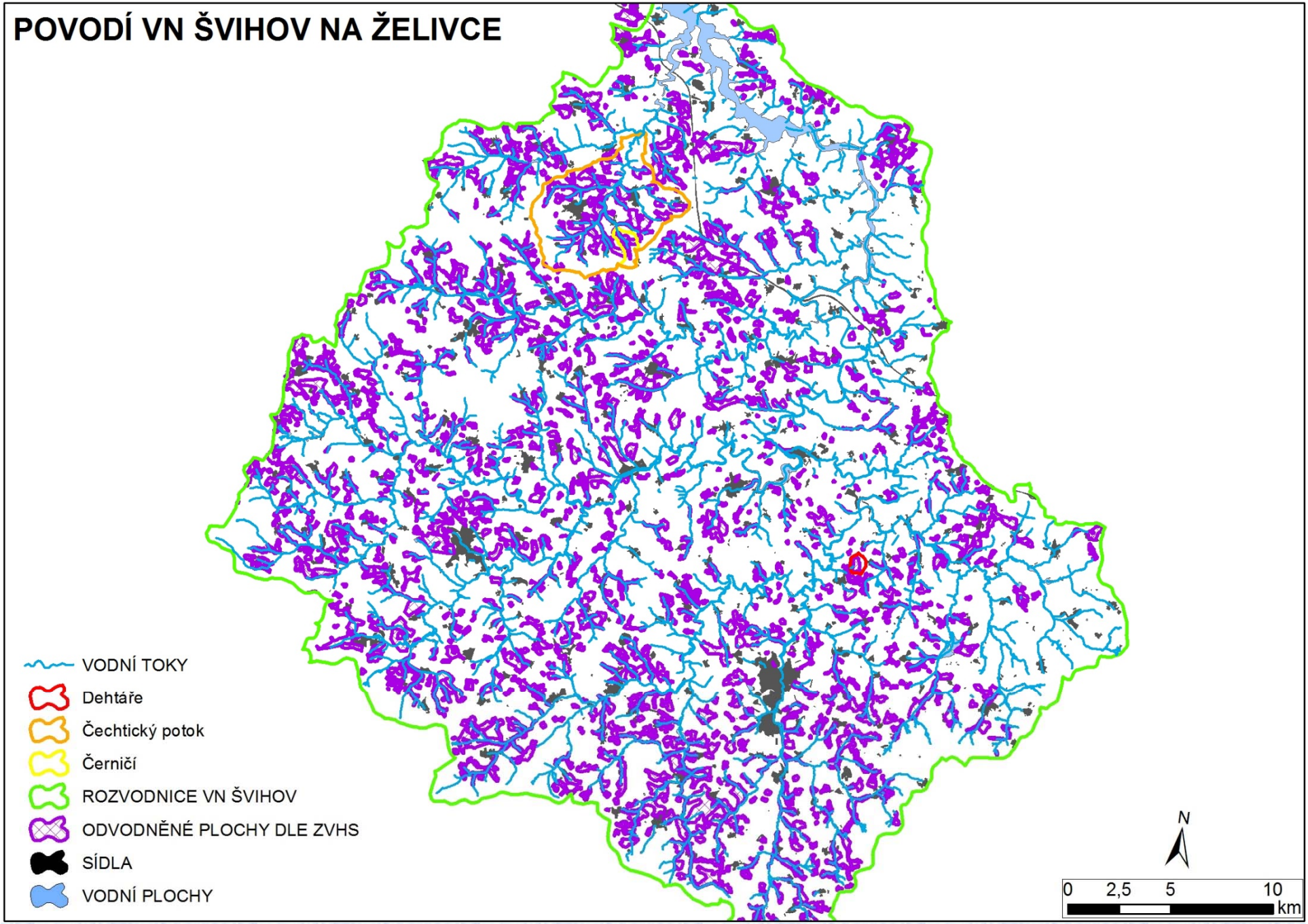
Zajíček et al. 2011

Fungování systematického odvodnění ve svahu – příklad pro dusičnany

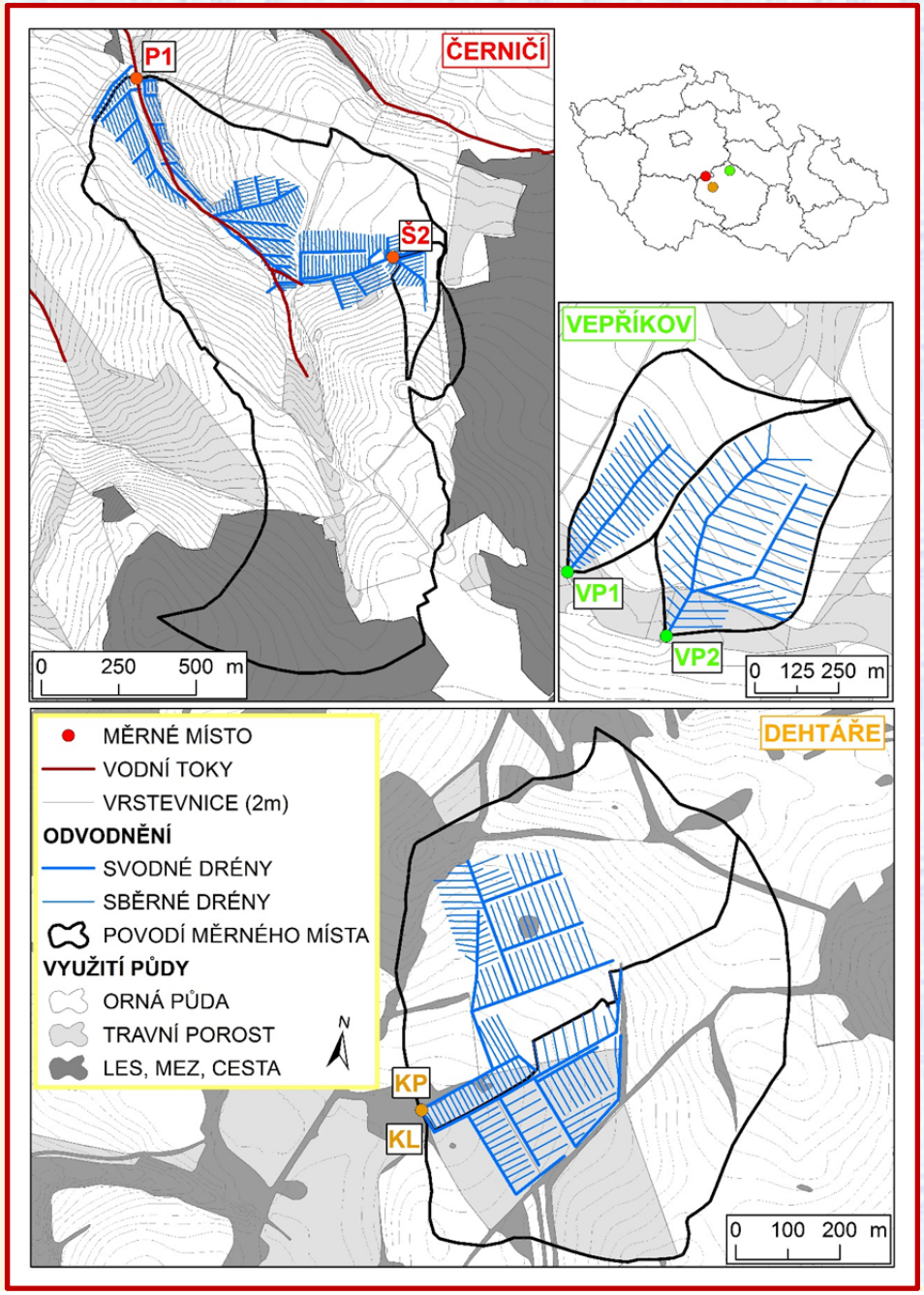




POVODÍ VN ŠVIHOV NA ŽELIVCE



Pokusné lokality VÚMOP, v.v.i.



Černičí 1,38 km²

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 km², 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)

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

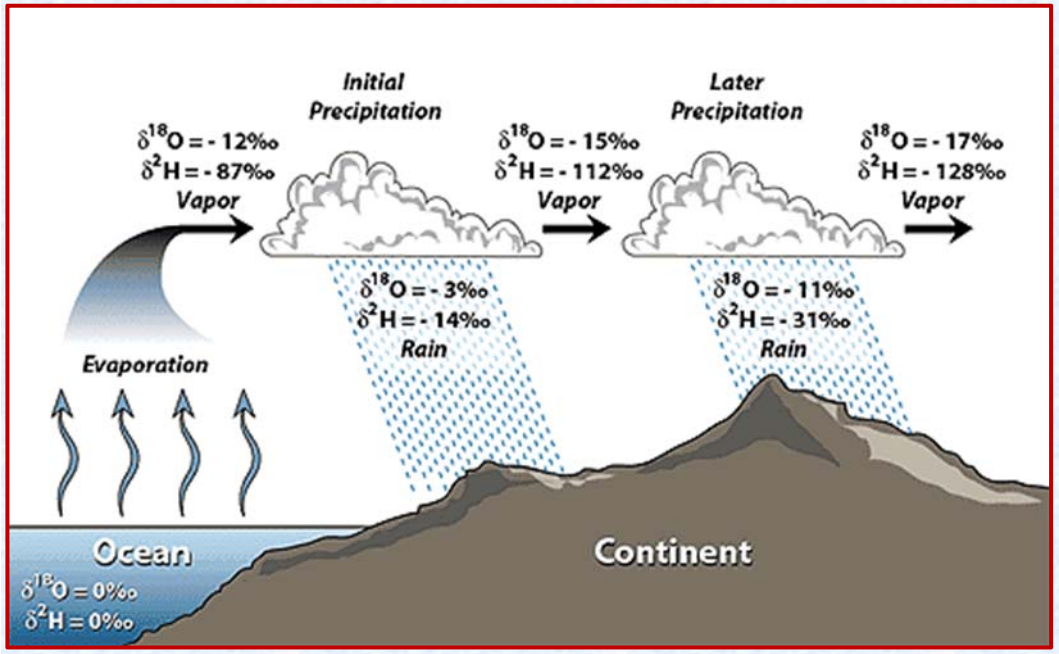
Odběry vzorků:

- **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 – odhad průměrné doby zdržení vody v povodí

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

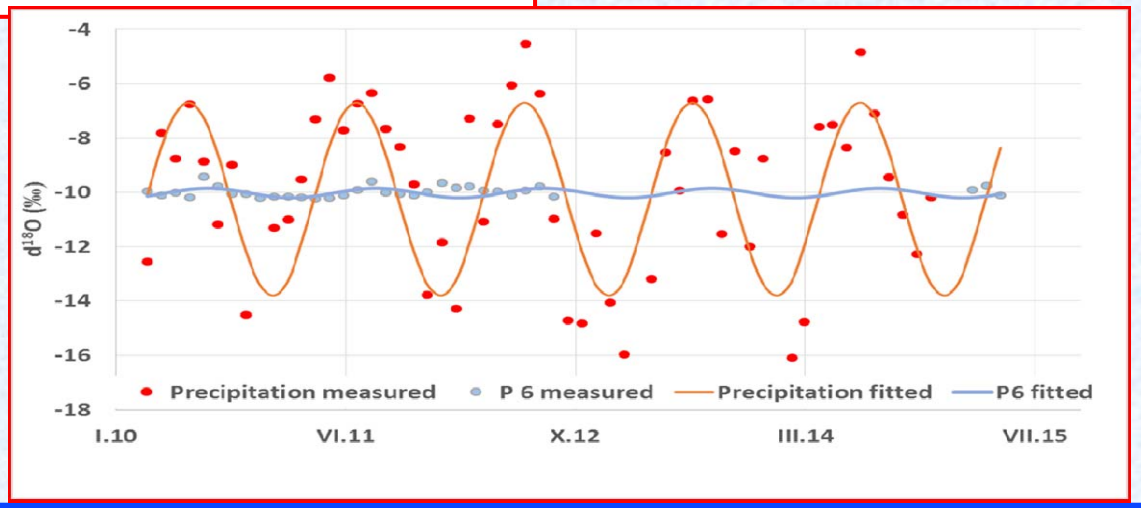
$d^{18}O$ = mean ($d^{18}O$) + A * SIN (2πt/b) + C,

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



Šanda et al. 2009

VÝSLEDKY: DEHTÁŘE (2014 – 2016)

Dehtáře		KL		KL		KP		KP	
Hydrologická situace		Pravidelné odběry		Epizody		Pravidelné odběry		Epizody	
Látka	Typ	detekcí (vzorků)	Konc. rozsah (ng/l)	detekcí (vzorků)	Konc. rozsah (ng/l)	detekcí (vzorků)	Konc. rozsah (ng/l)	detekcí (vzorků)	Konc. rozsah (ng/l)
Alachlor ESA	D	18 (18)	85 - 728	16 (16)	29 - 416	18 (18)	359 - 1110	51 (51)	33 - 915
Dimethachlor ESA	D	17 (18)	28 - 134	8 (16)	26 - 71	11 (18)	20 - 29	1 (51)	35
Metazachlor ESA	D	18 (18)	136 - 3690	16 (16)	26 - 2130	18 (18)	252 - 10400	51 (51)	104 - 8060
Metazachlor OA	D	10 (18)	27 - 388	8 (16)	26 - 71	18 (18)	25 - 1110	51 (51)	29 - 11200
Metolachlor ESA	D	18(18)	620 - 4730	16 (16)	157 - 1160	18 (18)	163 - 1660	51 (51)	104 - 8060
Metolachlor OA	D	16 (18)	31 - 383	11 (16)	21 - 43	11 (18)	21 - 295	51 (51)	29 - 11200
AMPA	D	nehodnoceno	n	nehodnoceno	n	0 (10)	n	3 (51)	56 -81
Atrazine-2-hydroxy	D	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	15 (51)	10 - 30
Terbutylazin-2-hydroxy	D	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	28 (51)	16 - 37
Acetochlor	H	1 (18)	59	0 (16)	n	1 (18)	36	0 (51)	n
Bifenox	H	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	1 (51)	3
Carbendazim	F	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	1 (51)	13
Clomazone	F	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	19 (51)	11 - 360
Clothianidin	H	0 (5)	n	2 (7)	350 - 390	0 (5)	n	0 (51)	n
Fenpropidin	F	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	1 (51)	67
Fluopicolide	F	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	13 (51)	39 - 2800
Glyfosát	H	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (10)	n	6 (25)	84 - 356
Chlorpyryphos	I	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	1 (51)	3
Chlortorulon	H	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	4 (51)	13 - 21
Imidacloprid	H	0 (5)	n	1 (7)	22	0 (5)	n	0 (51)	n
Linuron	H	1 (18)	35,0	0 (16)	n	0 (18)	n	19 (51	25 - 719
Mandipropamid	F	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	6 (51)	21 - 206
Mesotrione	H	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	12 (51)	11 - 460
Metalaxyl	F	0 (18)	n	0 (16)	n	0 (18)	n	13 (51)	12 - 980
Metolachlor	H	1 (18)	26	0 (16)	n	1 (18)	13	0 (51)	n
Nicosulfuron	H	1 (18)	37	1 (16)	23	0 (18)	n	0 (51)	n
Propiconazol	F	1 (18)	13	1 (16)	65	0 (18)	n	0 (51)	n
Spiroxamine	H	1 (18)	14	0 (16)	n	0 (18)	n	0 (51)	n
Tebuconazol	F	1 (18)	20	0 (16)	n	0 (18)	n	4 (51)	11 - 16

VÝSLEDKY: ČERNIČÍ – MATEŘSKÉ LÁTKY (2014 – 2016)

Černičí		Š2		Š2		P1		P1	
Hydrologická situace		Pravidelné odběry		Epizody		Pravidelné odběry		Epizody	
Látka	Typ	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)
2,4,5-T	R	0 (26)	n	2 (37)	11 - 18	0 (27)	n	0 (43)	n
2,4-D	R	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	7 (43)	11 - 28
Acetochlor	H	2 (26)	16-42	0 (37)	n	3 (27)	11 - 39	2 (43)	15 - 30
Bentazon	H	24 (26)	13 - 72	20 (37)	10 - 33	3 (27)	18 - 180	2 (43)	11 - 33
Bifenox	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	2 (43)	2 - 5
Carbendazim	F	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	4 (43)	13 - 30
Clomazone	F	0 (26)	n	4 (37)	1700 - 3400	1 (27)	29	6 (43)	2000 - 8000
Clothianidin	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	1 (43)	42
Cyprosulfamide	H	0 (26)	n	0 (37)	n	2 (27)	22 - 460	11 (43)	12 - 25000
Diflufenican	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	10 (43)	10 - 73
Dimetachlor	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	3 (43)	14 - 20
Epoxcyconazol	F	0 (26)	n	3 (37)	12 - 36	1 (27)	17	7 (43)	16 - 97
Fluazinam	F	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	1 (43)	150
Fluroxypyr	H	1 (26)	49	0 (37)	n	2 (27)	42 - 270	3 (43)	52 - 61
Glyfosát	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	5 (43)	69 - 453
Chlorotoluron	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	10 (43)	35 - 973
Chlorpyryphos	I	0 (26)	n	7 (37)	2 - 20	2 (27)	2 - 3	4 (43)	2 - 4
Chlorsulfuron	H	0 (26)	n	9 (37)	914 - 230	0 (27)	n	9 (43)	10 - 140
Irgarol	A	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	13 (43)	2 - 5
Isoproturon	H	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	9 (43)	23 - 367
Isoxaflutole	H	0 (26)	n	0 (37)	n	1 (27)	37	1 (43)	4800
Metalaxyl	F	0 (26)	n	0 (37)	n	0 (27)	n	4 (43)	30 - 44
Metazachlor	H	1 (26)	18	5 (37)	11 - 19000	1 (27)	50	12 (43)	10 - 37000
Metolachlor	H	2 (26)	21 - 46	0 (37)	n	1 (27)	13	2 (43)	10 - 12
Parathion-ethyl	I	0 (26)	n	2 (37)	5 - 6	0 (27)	n	1(43)	8
Pendimethalin	H	0 (26)	n	0 (37)	n	2 (27)	11 - 29	10 (43)	15 - 150
Propiconazol	F	0 (26)	n	2 (37)	11 - 12	0 (27)	n	4 (43)	14 - 46
Quinmerac	H	0 (26)	n	0 (37)	n	1 (27)	23	2 (43)	690 - 910
Quinoxyfen	F	0 (26)	n	2 (37)	15 - 34	0 (27)	n	2 (43)	10 - 29
Tebuconazol	F	0 (26)	n	19 (37)	135 - 640	2 (27)	24 - 43	8 (43)	11 - 510
Terbuthylazin	H	1 (26)	13	0 (37)	n	2 (27)	11 - 24	1 (43)	22
Thiacloprid	I	0 (26)	n	6 (37)	14 - 390	0 (27)	n	0 (43)	n
Thiencarbazone-meth.	H	0 (26)	n	0 (37)	n	2 (27)	30 - 360	18 (43)	18 - 10000

VÝSLEDKY: ČERNIČÍ – METABOLITY (2014 – 2016)

Černičí		Š2		Š2		P1		P1	
Hydrologická situace		Pravidelné odběry		Epizody		Pravidelné odběry		Epizody	
Látka	Typ	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)	počet detekcí (počet vzorků)	koncentrace rozsah (ng/l)
Acetochlor ESA	D	26 (26)	60 - 172	37 (37)	20 - 93	24 (27)	29 - 105	35 (43)	25 - 121
Alachlor ESA	D	26 (26)	32 - 228	30 (37)	21 - 115	26 (27)	78 - 1030	43 (43)	37 - 1040
Metolachlor ESA	D	3 (26)	26 - 69	1 (37)	49	2 (27)	65 - 137	0 (43)	n
Metolachlor OA	D	1 (26)	65	0 (37)	n	1 (27)	23	1(43)	25
Metazachlor ESA	D	26 (26)	298 - 5060	37 (37)	125 - 5230	26 (27)	123 - 3280	43 (43)	43 - 2330
Metazachlor OA	D	10 (26)	24 - 2360	37 (37)	30 - 2420	21 (27)	23 - 1870	37 (43)	22 - 2790
Dimethachlor ESA	D	1 (26)	21	0 (37)	n	0 (27)	n	1(43)	23
Atrazine-2-hydroxy	D	6 (26	11 - 21	37 (37)	11 - 33	9 (27)	43 - 739	19 (43)	11 - 63
Terbutylazin-2-hydroxy	D	5 (26)	11 - 30	29 (37)	10 - 55	26 (27)	12 - 185	43 (43)	14 - 270
Alachlor OA	D	0 (26)	n	0 (26)	n	1 (27)	28	1 (43)	48
Terbuthylazin-DE-2-H	D	0 (26)	n	15 (37)	10 - 34	15 (27)	10 - 23	29 (43)	11 - 99
Terbuthylazin-desetyl	D	0 (26)	n	0 (26)	n	3 (27)	10 - 27	13 (43)	13 - 85
Chloridazon desphen.	D	0 (26)	n	0 (26)	n	6 (27)	57 - 110	12 (43)	51 - 130
Chloridazon met.des.	D	0 (26)	n	0(26)	n	9 (27)	11 - 51	10 (43)	11 - 60
AMPA	D	0 (26)	n	0 (26)	n	0 (27)	n	6 (43)	185 - 1970

VÝSLEDKY: PESTICIDY A JEJICH METABOLITY - PRAVIDELNÉ ODBĚRY

Za běžných a nízkých průtoků se v drenážních vodách vyskytují téměř <u>výhradně metabolity</u>

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**

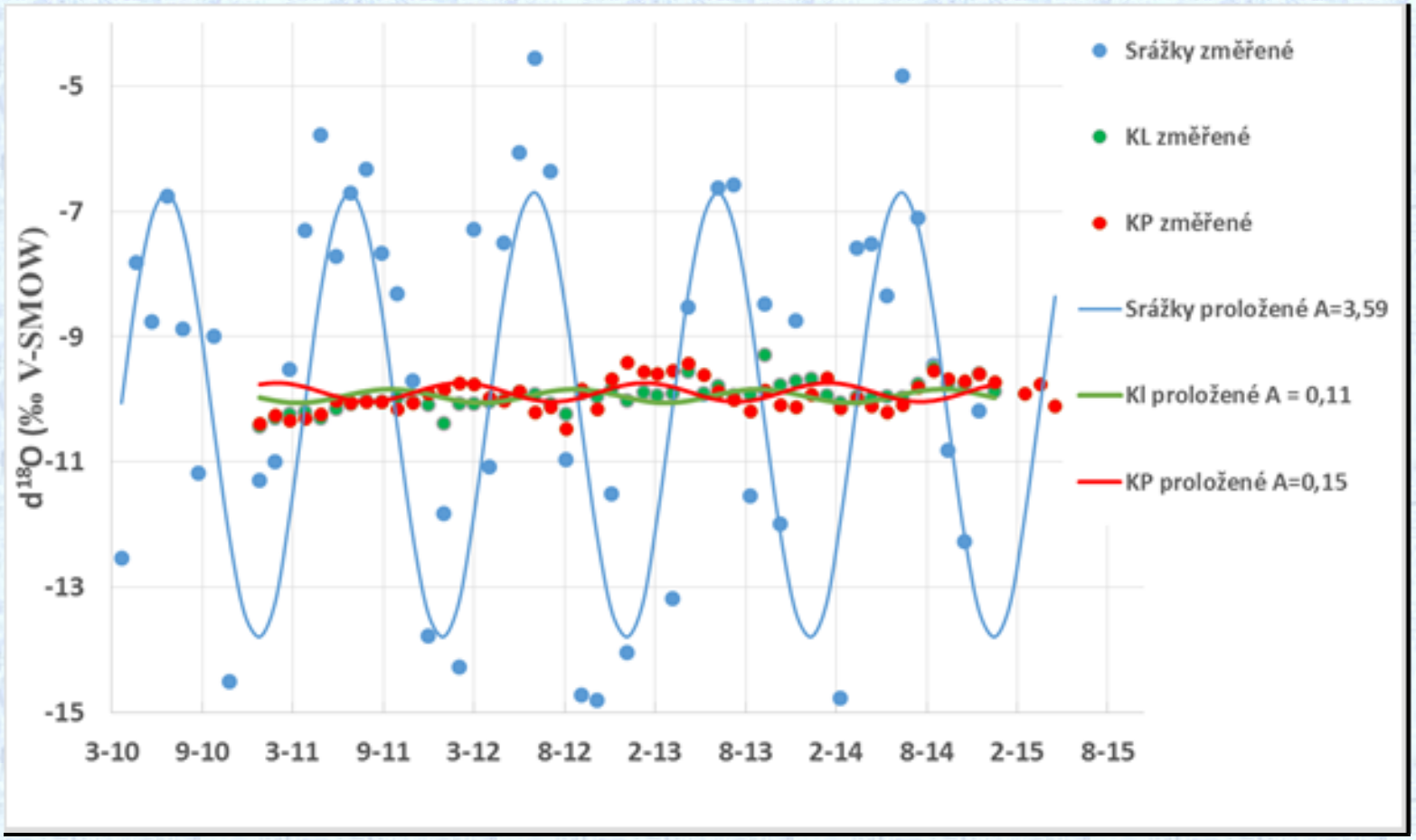
Tj. herbicidy používané nejčastěji k řepce a k bramborám

(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

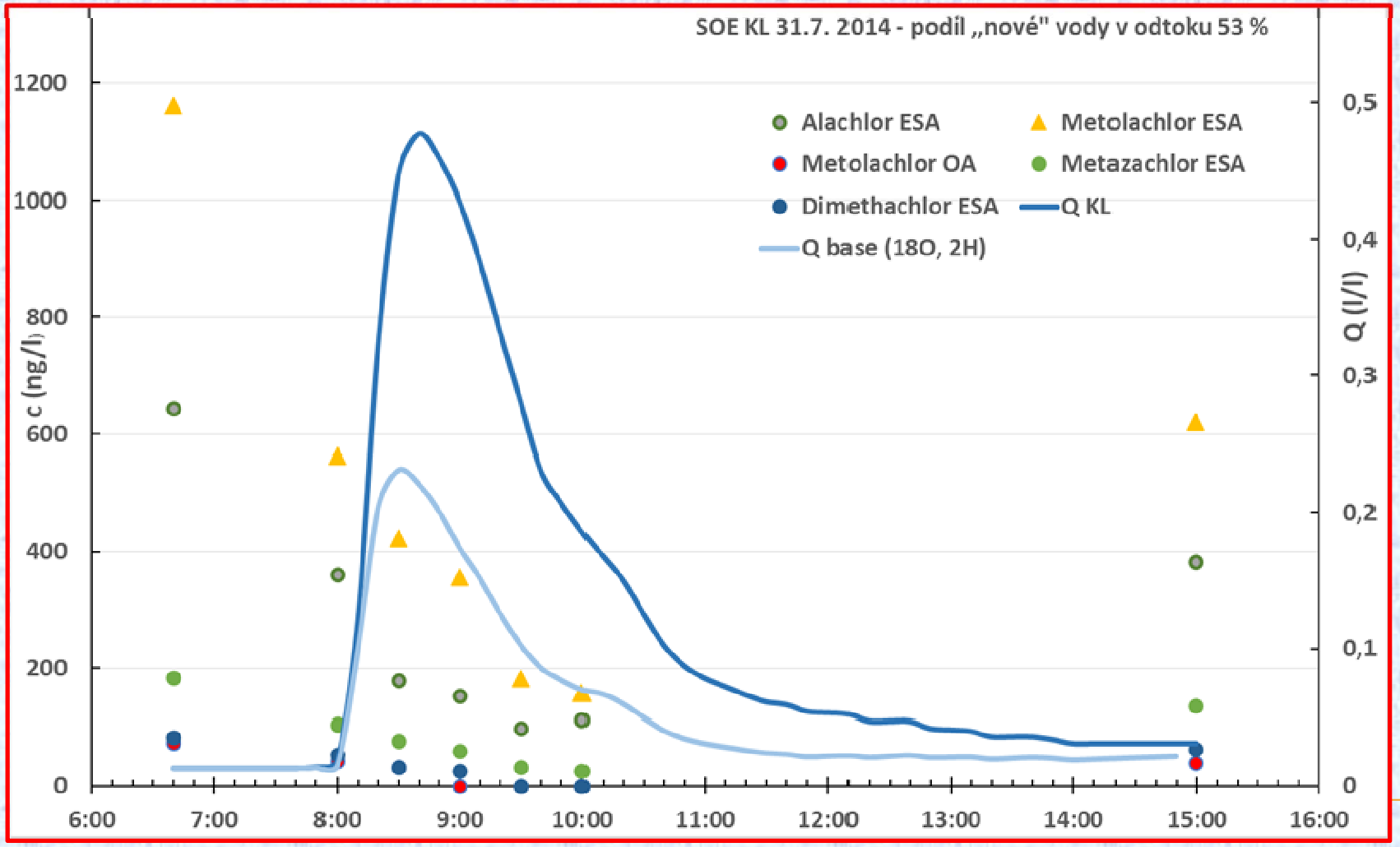
- Další často detekované látky jsou Acetochlor ESA, metabolity Terbuthylazinu (tam, kde byl používán) a Chloridazonu
- V povrchovém odtoku vyskytuje více druhů látek a mohou se objevit i mateřské látky
- Na povodí Dehtáře nebyl žádný rozdíl mezi drenážní vodou z TTP a ornou půdou
- Téměř permanentní 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



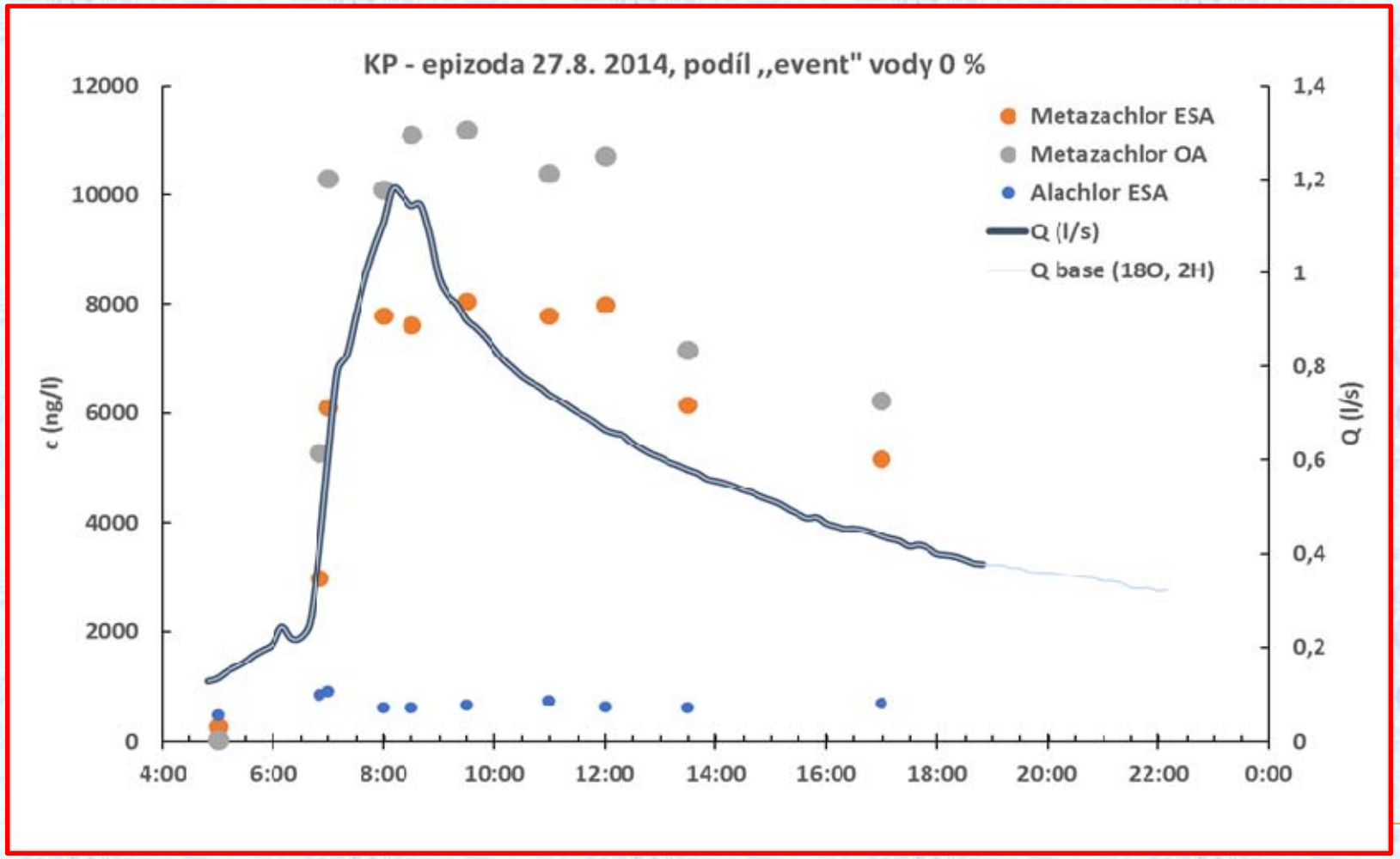
- **doba zdržení základního a svahového odtoku na povodí <u>Dehtáře</u> byla stanoveny na 3,3 roky na skupině KP a až 5 let na skupině KL, na <u>Černičí</u> Š2 - 2,1 roku.**

S-O EPIZODY : DYNAMIKA KONCENTRACÍ METABOLITŮ - SOE S PODÍLEM „NOVÉ“ VODY V ODTOKU 53%



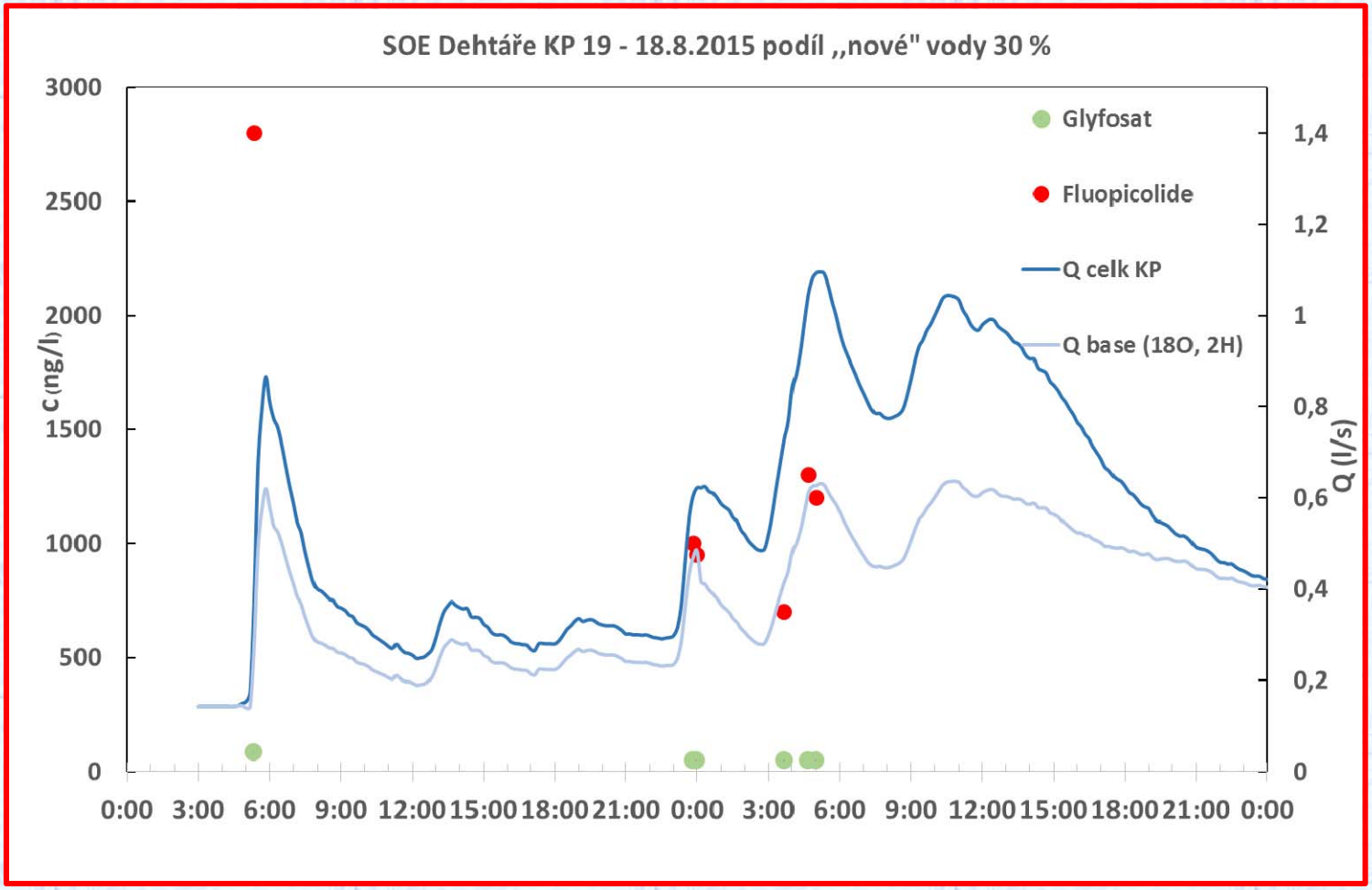
- **Charakteristika: TTP, dlouho po poslední aplikaci, velký podíl „event“ vody, klesající koncentrace metabolitů**

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

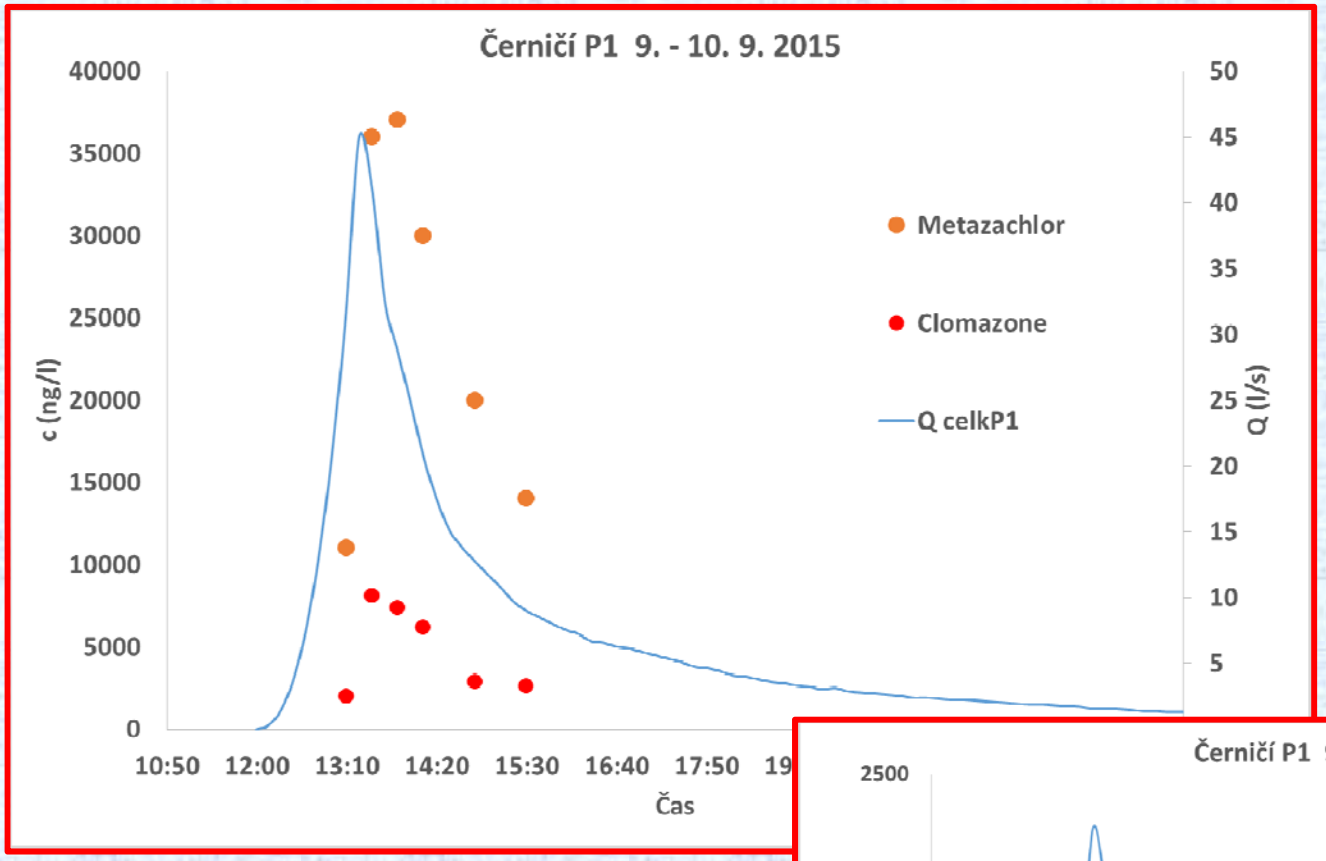


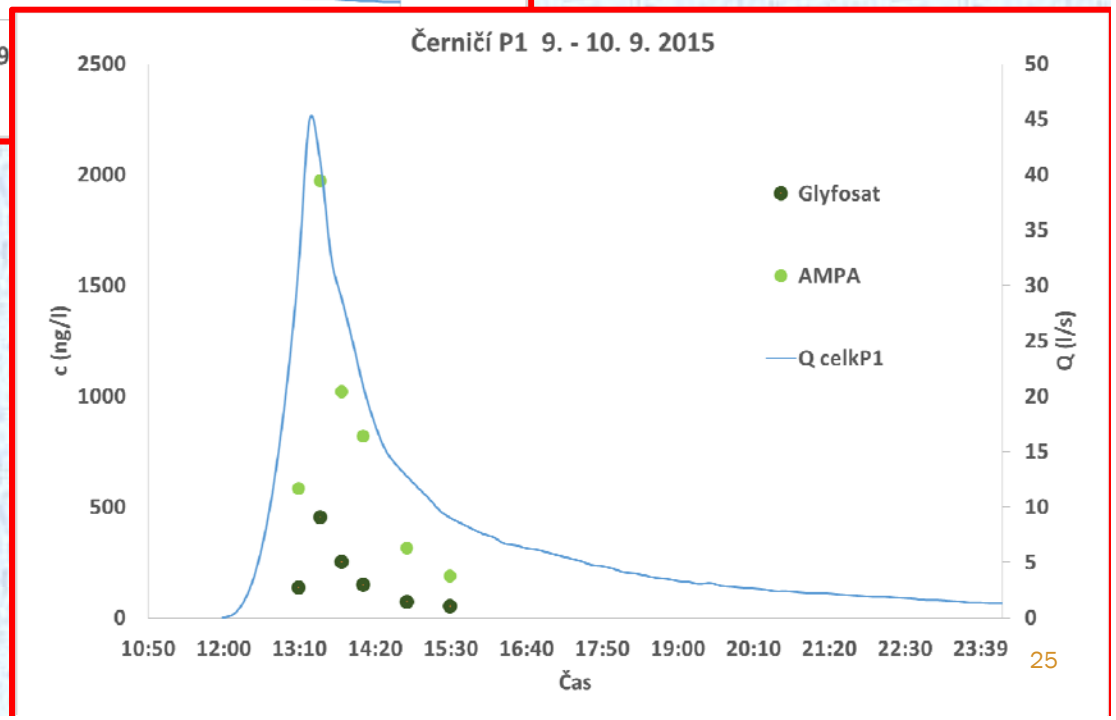
- **Charakteristika: orná půda, 7 týdnů po poslední aplikaci, žádný podíl „event“ vody, rostoucí koncentrace metabolitů**

S-O EPIZODY : DYNAMIKA KONCENTRACÍ MATEŘSKÝCH LÁTEK- SOE S PODÍLEM „NOVÉ“ VODY V ODTOKU 30%

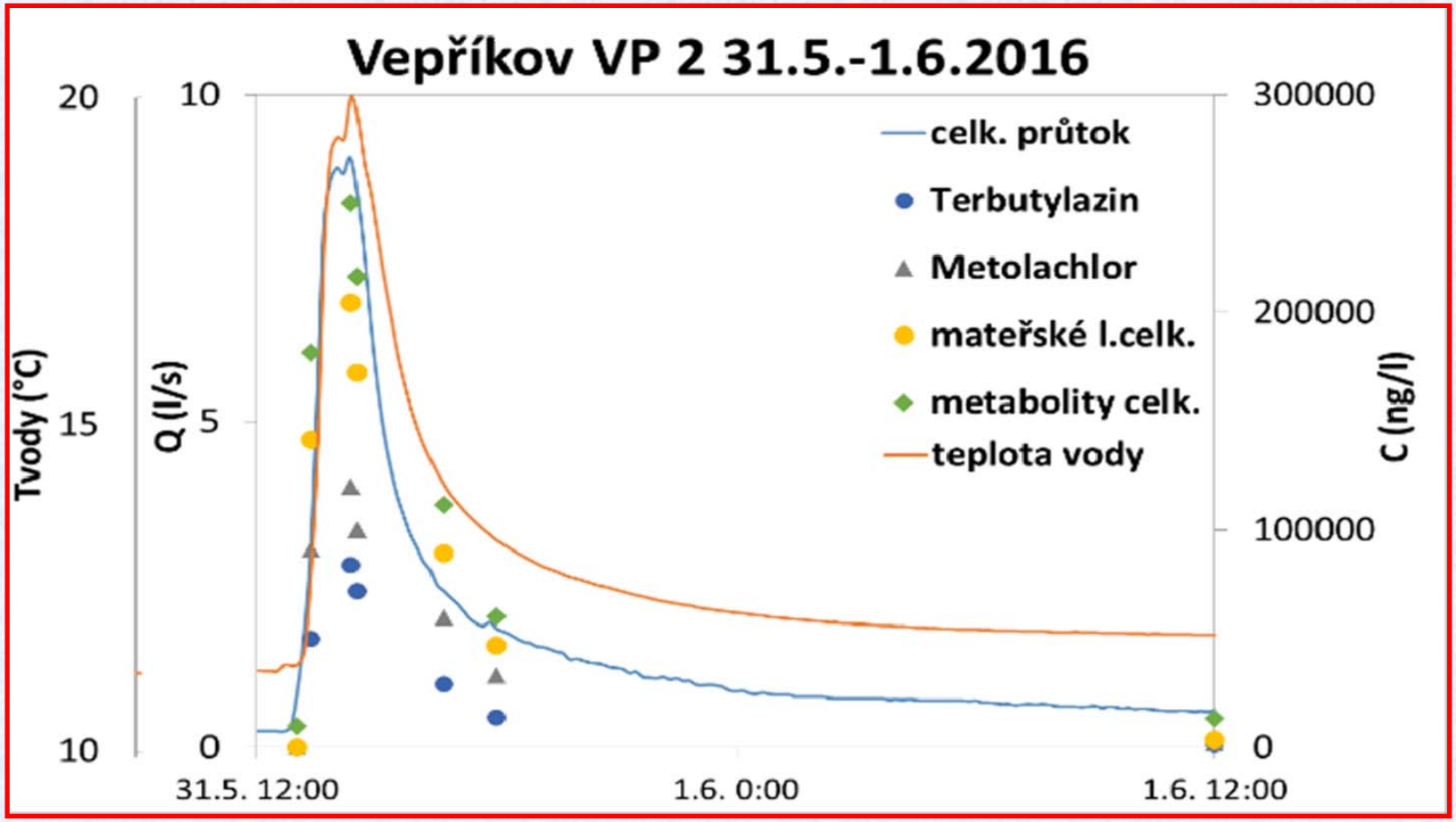


- **Charakteristika: orná půda, 6 týdnů po poslední aplikaci, velký podíl „event“ vody, vysoké koncentrace fluopicolidu**





- **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**

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

EPIZODY S NEJVĚTŠÍM ODNOSEM (POUZE DRENÁŽ)

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	VP1	5,5	velký	23 760	64 405	kukuřice	30 dnů	5 300
15.6.2016	VP1	1,8	velký	16 911	12 199	kukuřice	1 den	2 800
1.6.2016	VP2	9	velký	77 000	154 140	kukuřice	26 dnů	33 000
15.6.2016	VP2	10,6	velký	58 207	19 948	kukuřice	1 den	11 400
28.5.2016	P1	27,4	35	40 213	1 248	různé	30 dnů	28 900

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

ZÁVĚRY

- **Drenážní systémy mají potenciál ke zvýšenému vyplavování metabolitů i pesticidních látek.**
- **Metabolity jsou v drenážních vodách přítomny permanentně.**
- **Mateřské látky jsou vázány na srážko-odtokové epizody.**
- **Podmínkou k vyplavování mateřských látek je epizoda krátce po jejich aplikaci a přítomnost „nové" vody v odtoku.**
- **Pro sledování koncentrací a dynamiky pesticidů v drenážních vodách - 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

fucik.petr@vumop.cz

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Research Institute for Soil and Water Conservation