

# Význam vody v půdě, současné problémy a možná východiska



**Petr Fučík**

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

**Oddělení Hydrologie a ochrany vod**

**Praha, 13. února 2020**

- Voda v půdě: popis, chování, význam
- Odvodňování půdy: historie, principy fungování, typy, možnosti úprav
- Závlahy: historie, principy fungování, současnost, potenciál do budoucna
- Biotechnická opatření pro zvýšení retence vody a zlepšení její kvality
- Jakost vody v souvislostech s managementem krajiny
- Precizní zemědělství: diferencované dávky N ve vazbě na výnosový potenciál pozemků

# Systémy zemědělského odvodnění v ČR

Do r. 1936, **569 000** ha odvodněno

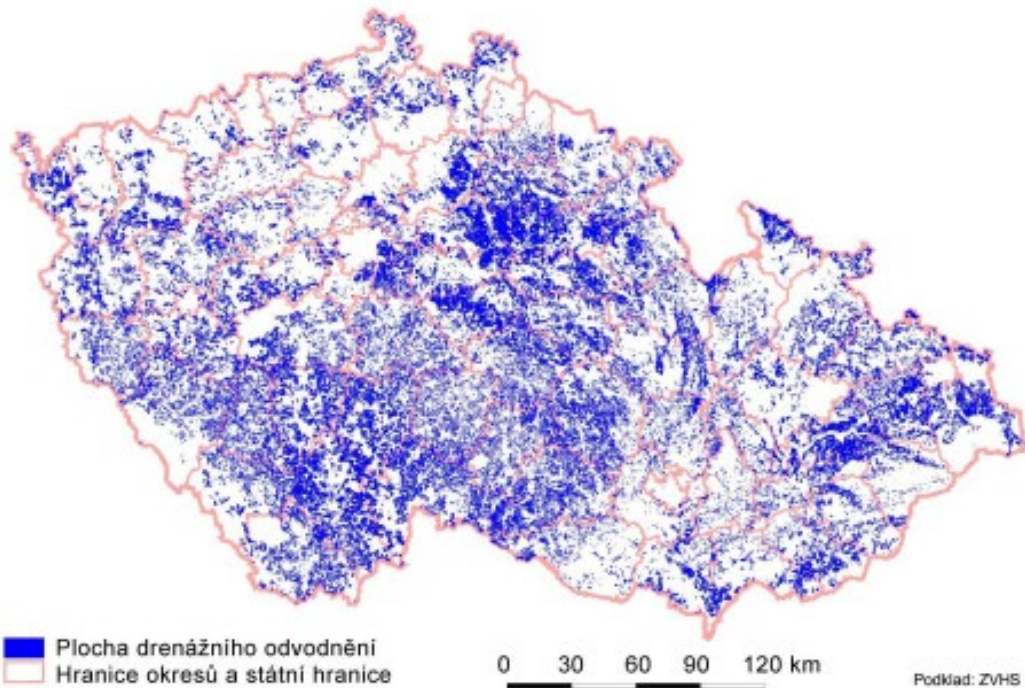
Do r. 1980 **958 000** ha odvodněno

Nyní odvodněno kolem **1.1 mil. ha**

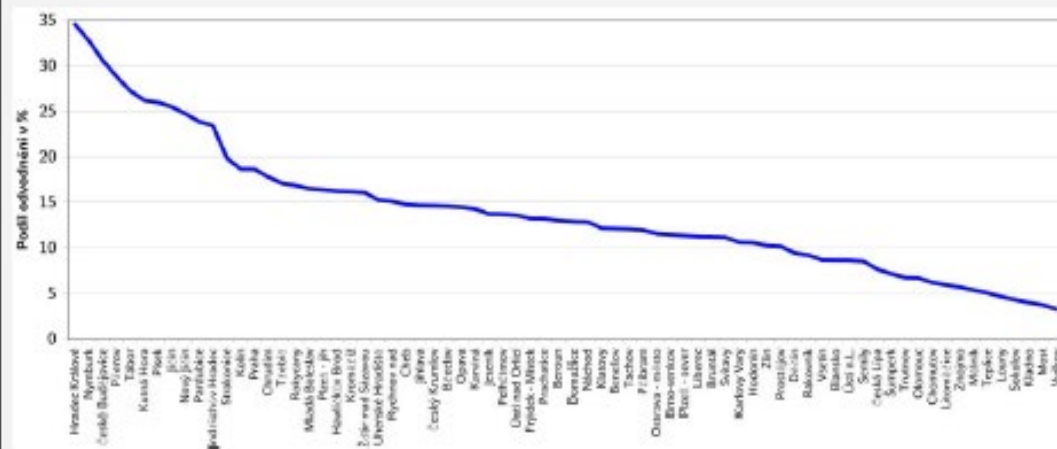
Stáří evidovaných staveb odvodnění (k roku 2015)

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

**Drenážní odtok - cca 40%  
celkového odtoku**



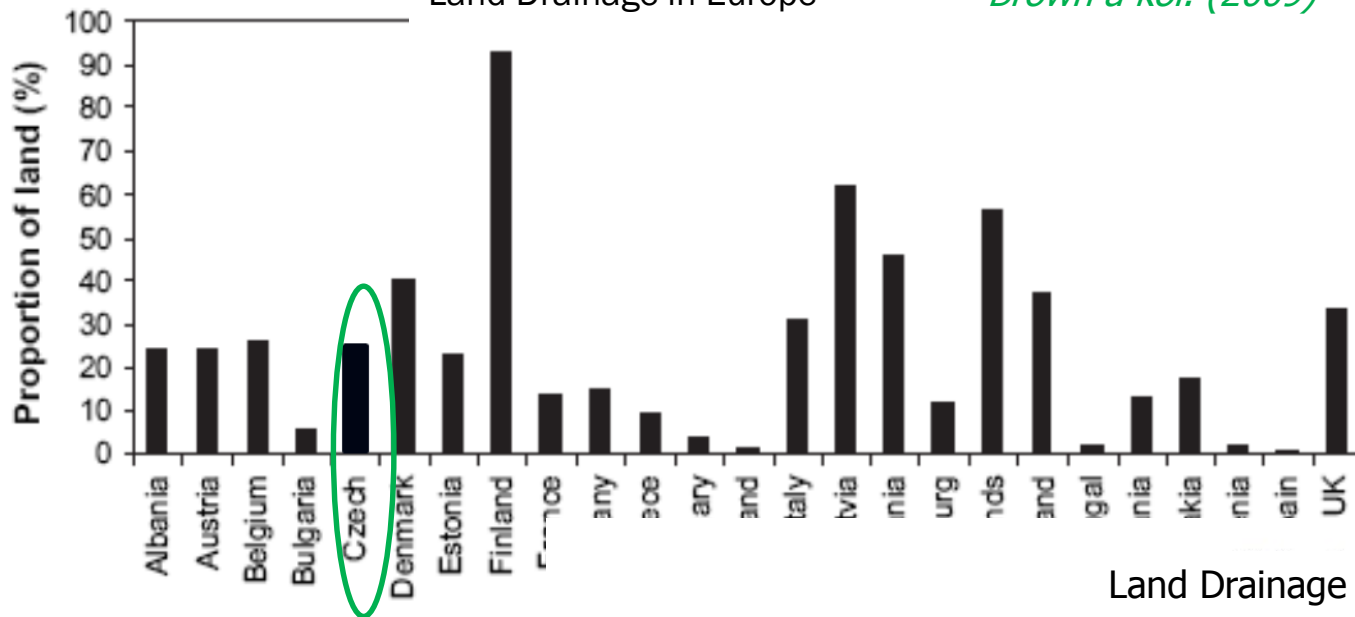
Obr.1-1 Plošné zastoupení staveb zemědělského odvodnění pro celou ČR



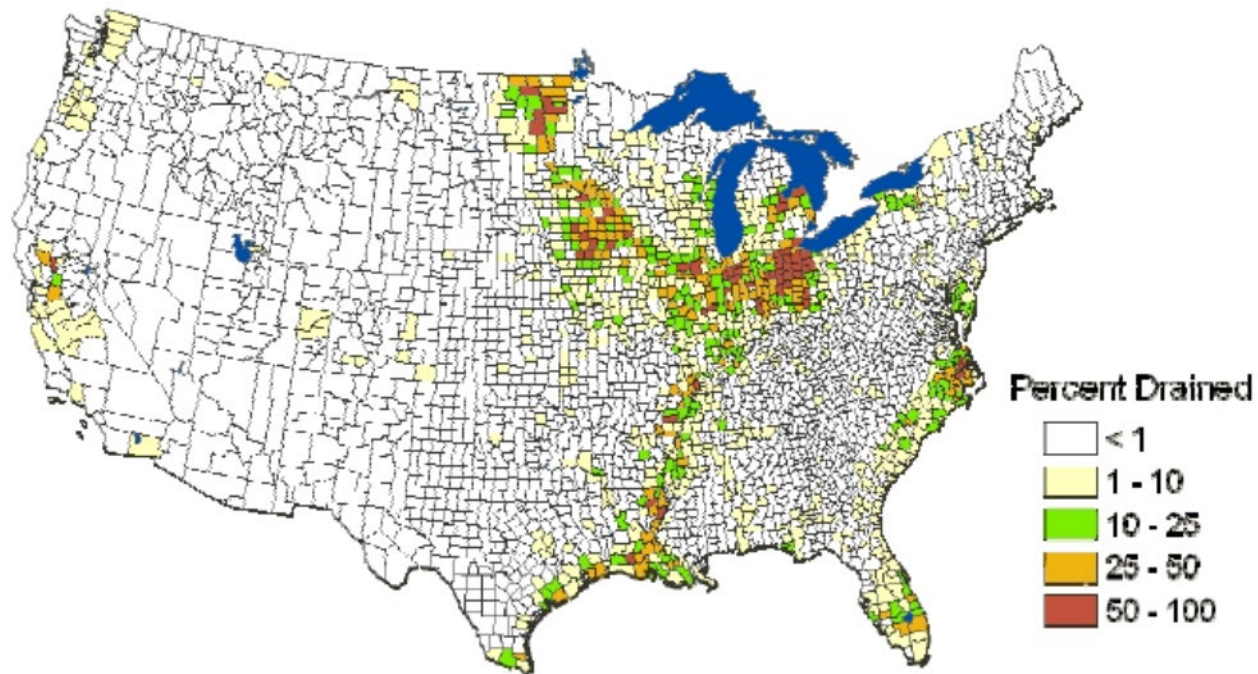
Obr.1-2 Podíl plochy evidovaného zemědělského odvodnění na celkové ploše okresu (z územní databáze ZVHS zpracoval VÚMOP, v.v.i.)

## Land Drainage in Europe

*Brown a kol. (2009)*



## Land Drainage in the US (*Jaynes a kol. 1999*)



# **Proč řešit množství (a jakost) drenážních vod ?**

## **Přínosy zemědělského odvodnění:**

- **Odvádí přebytečnou vodu z půdního profilu**
- **Umožňuje lepší průchodnost techniky po poli**
- **Někdy může oddálit vznik povrchového odtoku (předvyprázdní půdní póry)**

## **Negativa zemědělského odvodnění :**

- **Přeměna mokřadů / podmáčených půd na intenzivní OP**
- **Napřímení, opevnění a zahloubení koryt vodních toků**
- **Změna odtokových poměrů (stálý, často nadbytečný odtok)**
- **Snížená HPV a změny v energetické bilanci (přesušení)**
- **Zhoršená jakost vody (N, P, C, Fe, pesticidy)**
- **Dopady na ekosystémy, biodiverzitu**
- **Vliv na odtokové a jakostní poměry vod celých povodí**

# Současnost odvodnění

Významně působí v povodí při transformaci odtoku.  
Lokální poruchy se vyskytují stále častěji  
(zpravidla nepostihují celý drenážní systém).

Jednostranná funkce neumožňuje reagovat na potřeby VH  
(viz sucho poslední roky – řešením je např. regulace  
drenážního odtoku).

## Aktuální problémy zemědělského odvodnění v ČR

- nedostatečná **údržba** systémů (POZ i HOZ) (*údržba nebo opodstatněná řízená eliminace*)
- nekoncepčnost prováděných **oprav**
- změny hospodářských podmínek pozemku významně se lišící od doby návrhu
- problémy při **archivaci projektové dokumentace**
- nežádoucí účinnost v **období sucha** (přesoušení)
- stále **častější závady** způsobují zamokření pozemku s následkem povrchové vodní eroze

# Usnesení vlády ČR ze dne 29. 7. 2015 č. 620 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody

*(citace z vybraných pasáží)*

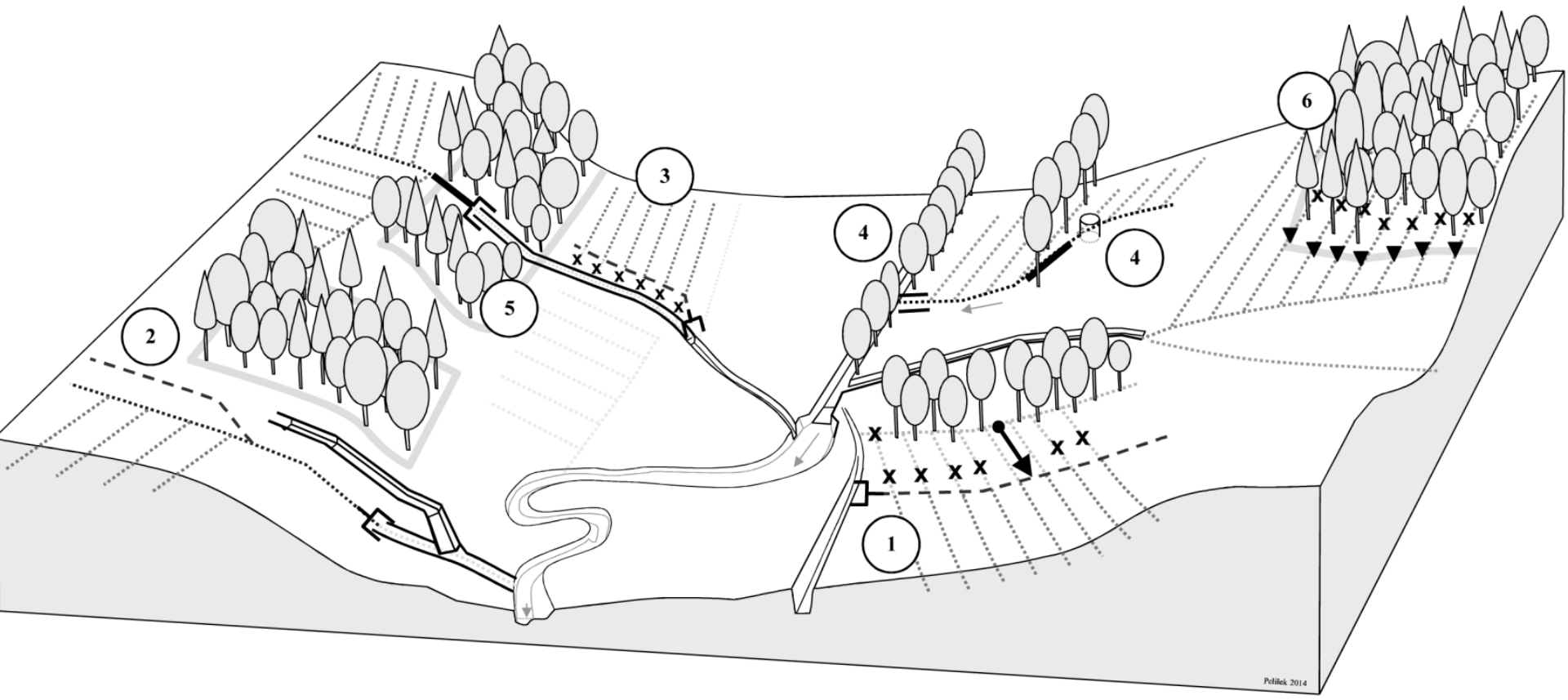
Změna zemědělského a lesnického hospodaření pro zadržení a obnovu oběhu vody v krajině:

- revizi aktuálního stavu a rekonstrukce závlahových a odvodňovacích systémů, úprava drenážních systémů na systémy s regulovaným odtokem (pomocí speciálních stavebních úprav na drenážních systémech lze zvýšit objemy zadržované vody v půdě za současné ochrany její kvality)

Úkol E/6	Pokračovat v realizaci projektů umožňující rekonstrukci/optimalizaci funkce vybraných závlahových a odvodňovacích systémů (např. pomocí úpravy drenážních systémů na systémy s regulovaným odtokem, náhrada sporadickou drenáží) ve vazbě na produkci, případně zrušení nevhodně navržených odvodňovacích systémů.
Zajistí	MZe, MŽP
Součinnost	SPÚ, SFŽP, SZIF, AK ČR
Termín	2017

# Stavby odvodnění – hydrologicky propojené systémy

**Jakýkoli zásah (adaptace, eliminace,....) je nezbytné posuzovat v kontextu dotčených půdních bloků a částí povodí (krajiny)**







OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

# PRACOVNÍ POSTUPY ELIMINACE NEGATIVNÍCH FUNKCÍ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ V KRAJINĚ PRO PODPORU ŽADATELŮ O PBO V PRIORITYNÍCH OSÁCH 1 A 6

## Metodická příručka pro žadatele OPŽP

Zadavatel: Ministerstvo životního prostředí

Zpracovatel: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.  
Hydroprojekt CZ a.s.

viz.: [http://www.mzp.cz/cz/priode\\_blizka\\_opatreni](http://www.mzp.cz/cz/priode_blizka_opatreni)

Vydáno v roce 2013.

## **2015 – 2019: Studie pro Povodí Vltavy, státní podnik**

### **„Listy opatření typu A“ jako podklad pro Plány oblastí povodí**

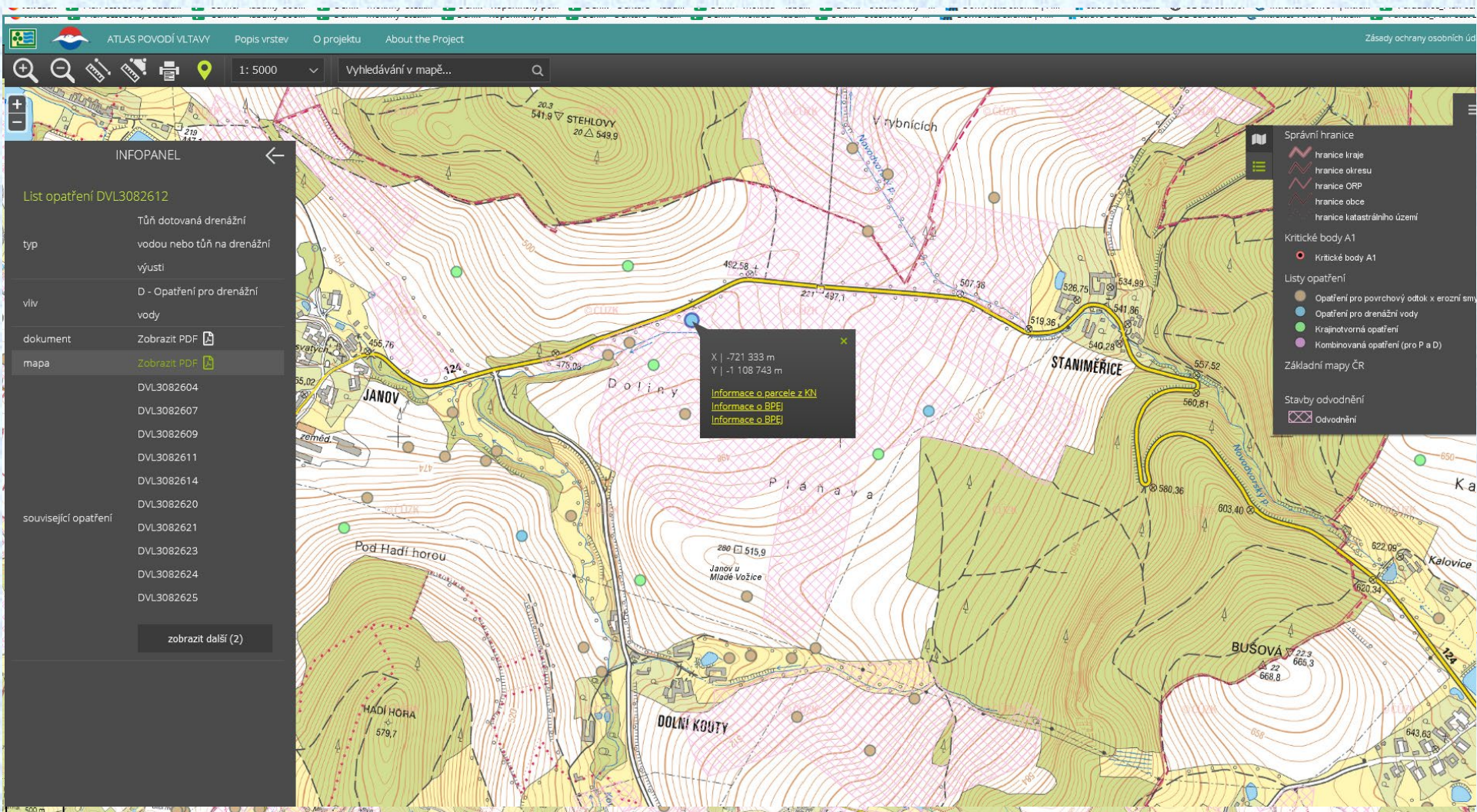
#### **Celé území povodí Vltavy – 28 000 km<sup>2</sup>**

Cíl projektu: Návrh 3000 listů opatření typu A v povodí Vltavy zvýšit retenci vody v území a zlepšit její kvalitu opatřeními na zemědělské půdě či v její přímé návaznosti

- Znečištění vod z plošných povrchových zdrojů - vstup a transport erozních splavenin a erozního fosforu
- Znečištění vod z plošných podpovrchových zdrojů - převážně vyplavování dusičnanů a rozpustných pesticidů
- Syntéza obou zdrojů znečištění - Oblasti kde je nejvíce potřebné navrhnout opatření

# Kategorizace potřeby opatření – různé hydrologické jednotky

<https://atlaspl.vumop.cz/>



## Katalog biotechnických opatření – systemy opatření

Celkem 13 katalogových listů pro povrchové vody:

P01	Odvodňovací příkop
P02	Svodný odvodňovací příkop
P03	Odváděcí průleh
P04	Vsakovací průleh
P05	Svodný průleh
P06	Ochranná hrázka
P07	Protierozní sedimentační nádrž
P08	Suchá nádrž
P09	Polní cesta s protierozní funkcí
P10	Protierozní mez
P11	Terasování
P12	Zatrávnění údolnice
P13	Zatrávněný pás

Celkem **15 katalogových listů pro systemy odvodnění (drenáž)**

D01	Regulace odtoku z pramenních jímek s ochranným zatravněním
D02	Odkrytí zatrubněných hlavních odvodňovacích zařízení
D03	Kontrolované spontánní stárnutí drenáže
D04	Zalesnění zemědělské půdy; alternativně: výsadba plantáží RRD - na odvodněných pozemcích
D05	Lokální eliminace drénu (části drénu) - zaslepení
D06	Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění
D07	Snížení intenzity drenážního odvodnění - clony
D08	Tůň dotovaná drenážní vodou nebo tůň na drenážní výusti
D09	Objekt na drenáži typu kořenové čistírny
D10	Biofiltr v návaznosti na drenážní systém
D11	Převody vod na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení
D12	Regulace na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení
D13	Převody drenážních vod na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení
D14	Regulace na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení
D15	Zasakovací drén

K01	Zatravnění infiltrační oblasti s návazností na odvodnění
K02	Mokřad v dolní části drenážního systému (či v návaznosti na něj) s předřazeným objektem pro zpomalení odtoku

E01	Liniová zeleň
E02	Vegetační doprovod

# System opatření – příklad 1

barva	efekt
šedá	žádný
modrá	nizký
žlutá	střední
oranžová	vysoký

System opatření		Efekty systému opatření			
		Jakost vody	Vodní režim	Vodní eroze	Ekologický přínos
S-01		střední	vysoký	vysoký	střední
		Přínos dílčího prvku k výslednému efektu systému opatření			
List opatření typu A	P13 Zatavněný pás	vysoký	střední	střední	vysoký
	P01 Odvodňovací příkop	nizký	nizký	vysoký	žádný
	P10 Protierozní mez	střední	vysoký	vysoký	střední
	E01 Liniová zeleň	žádný	žádný	žádný	vysoký
	E02 Vegetační doprovod	nizký	nizký	žádný	vysoký
LO A	P02 Svodný příkop	žádný	žádný	žádný	žádný
	E02 Vegetační doprovod	nizký	nizký	žádný	vysoký
LO A	P07 Protierozní sedimentační nádrž/ sedimentační jímka	vysoký	střední	nizký	nizký
LO A	P08 Suchá nádrž	střední	vysoký	žádný	střední

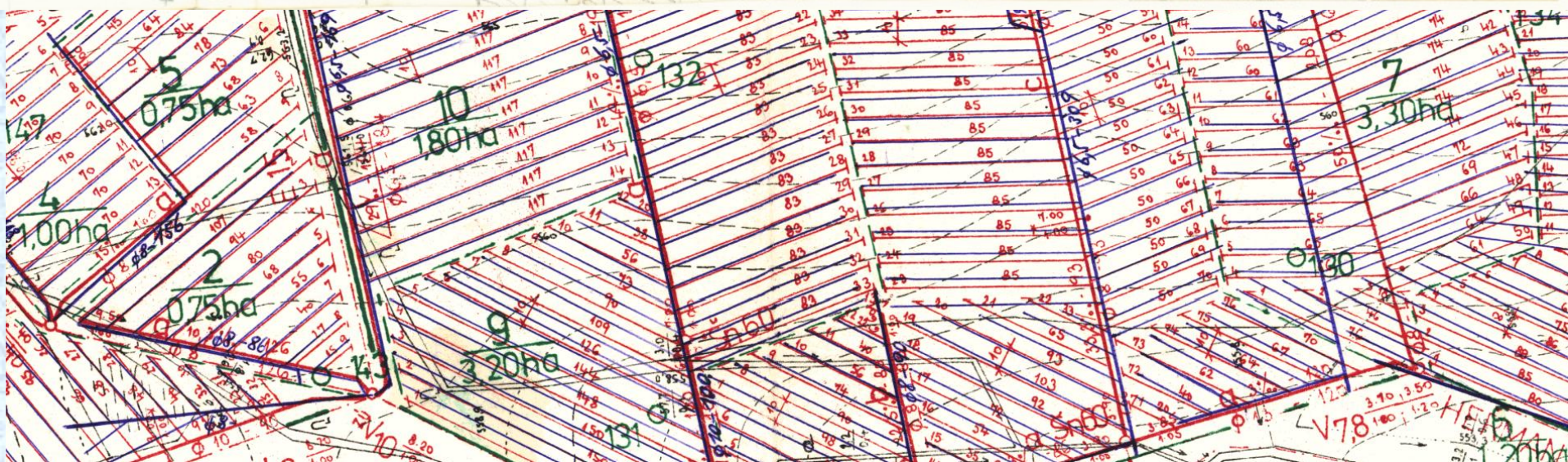
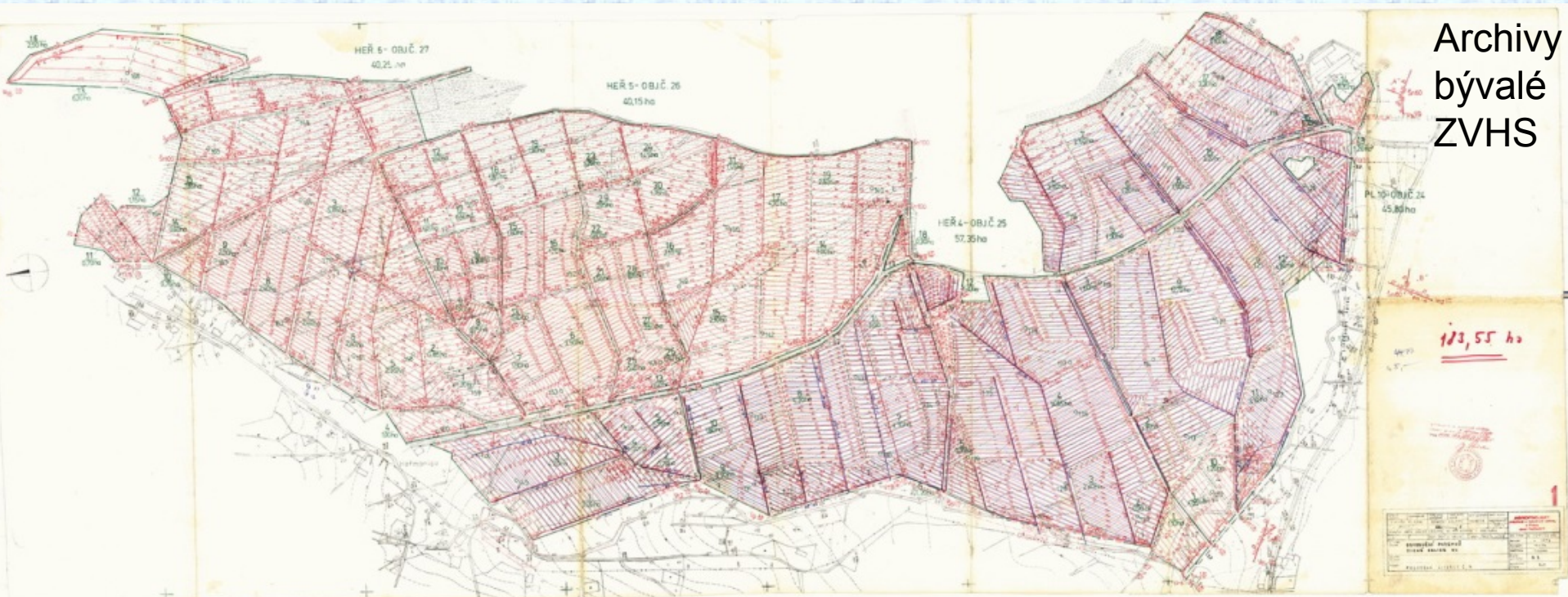
# System opatření – příklad 2

barva	efekt
šedá	žádný
modrá	nizký
žlutá	střední
oranžová	vysoký

System opatření		Efekty systému opatření			
		Jakost vody	Vodní režim	Vodní eroze	Ekologický přínos
S-08		střední	vysoký	střední	vysoký
		Přínos dílčího prvku k výslednému efektu systému opatření			
LOA	D02 Odkrytí zatrubněných HOZ	nizký	vysoký	střední	vysoký
	P12 Zatravnění údolnice <sup>*1)</sup>	střední	střední	vysoký	střední
	D04 Zalesnění zemědělské půdy <sup>*1)</sup>	vysoký	vysoký	vysoký	vysoký
LOA	D05 Lokální eliminace drénu <sup>*1)</sup>	střední	střední	žádný	střední
	D06 Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění <sup>*1)</sup>	střední	střední	nizký	střední
LOA	D12 Regulace na úrovni HOZ	střední	střední	nizký	vysoký

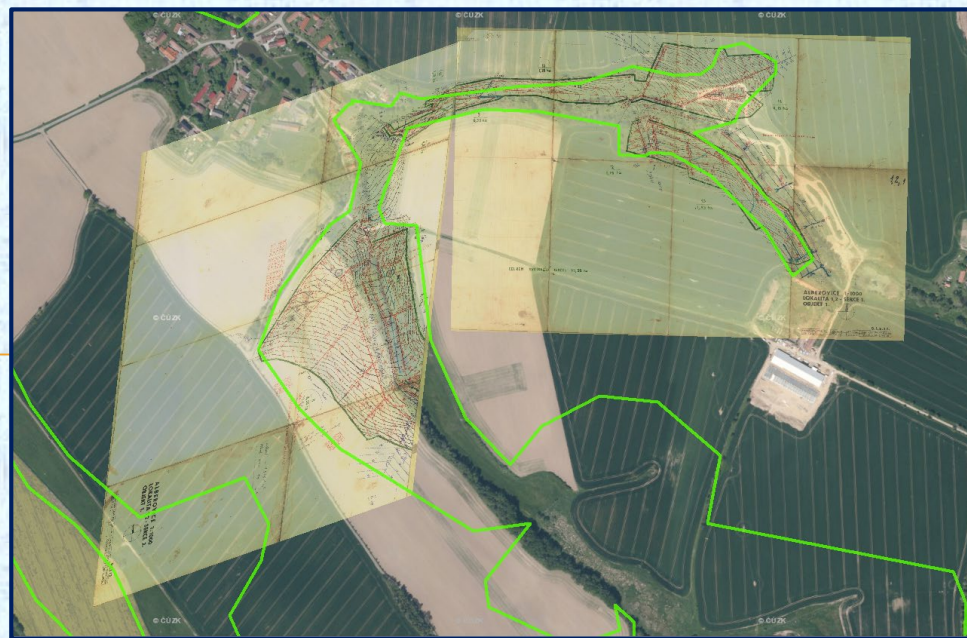
# Potřebnost projektové dokumentace

Archivy  
bývalé  
ZVHS

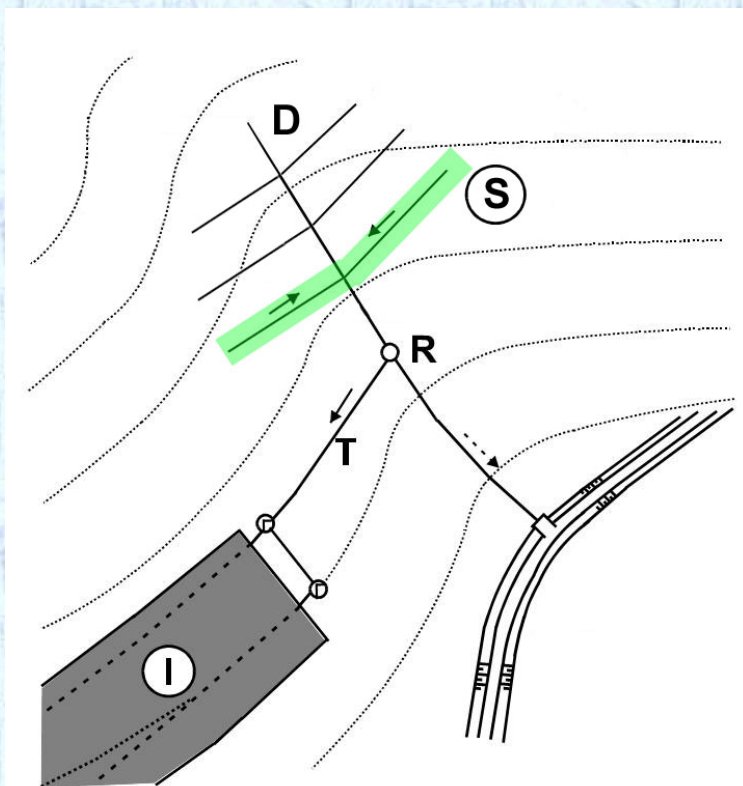
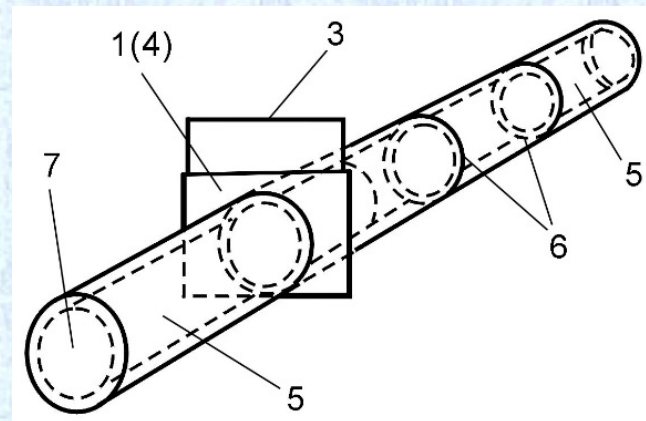
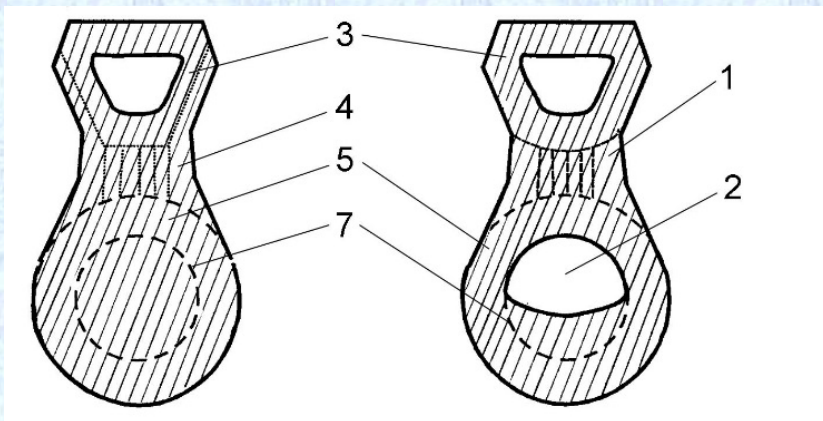




# Rektifikované situace projektů odvodňovacích staveb

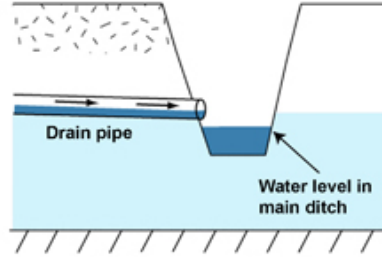
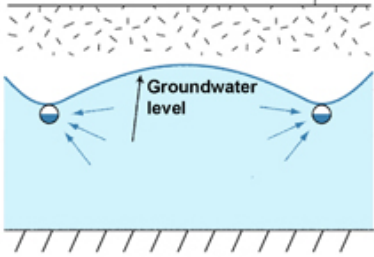


# Příklady eliminačních opatření - záslepky

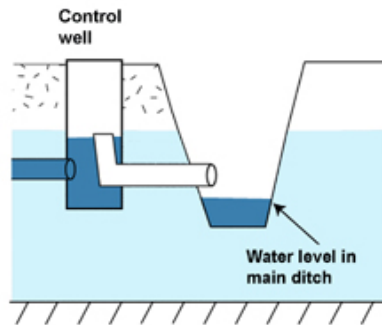
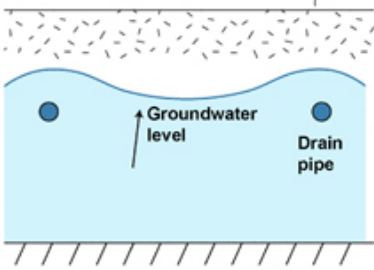


# Princip regulace odtoku

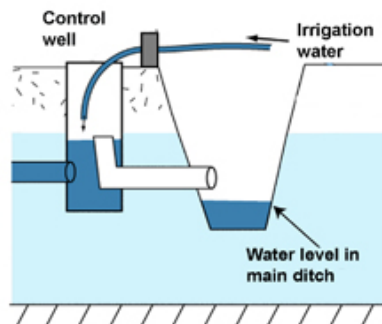
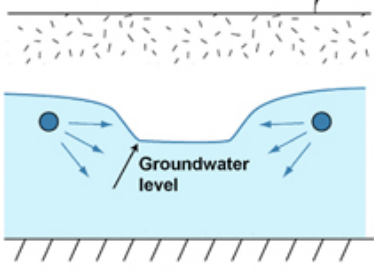
## Sub-surface drainage



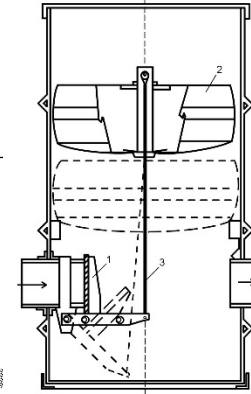
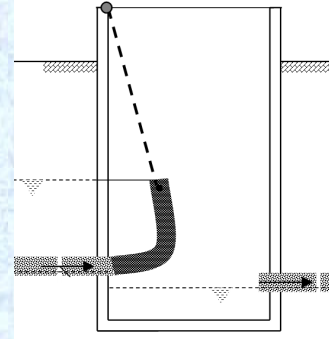
## Controlled drainage



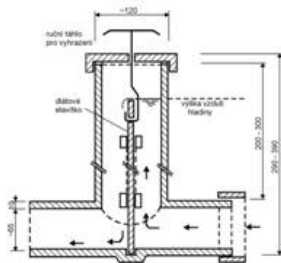
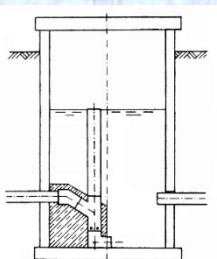
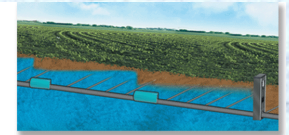
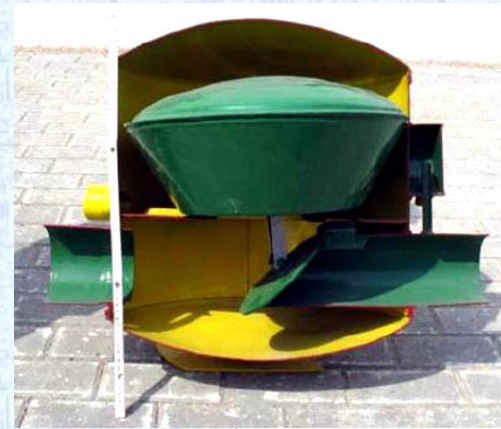
## Subirrigation



Source: Field Drainage Association



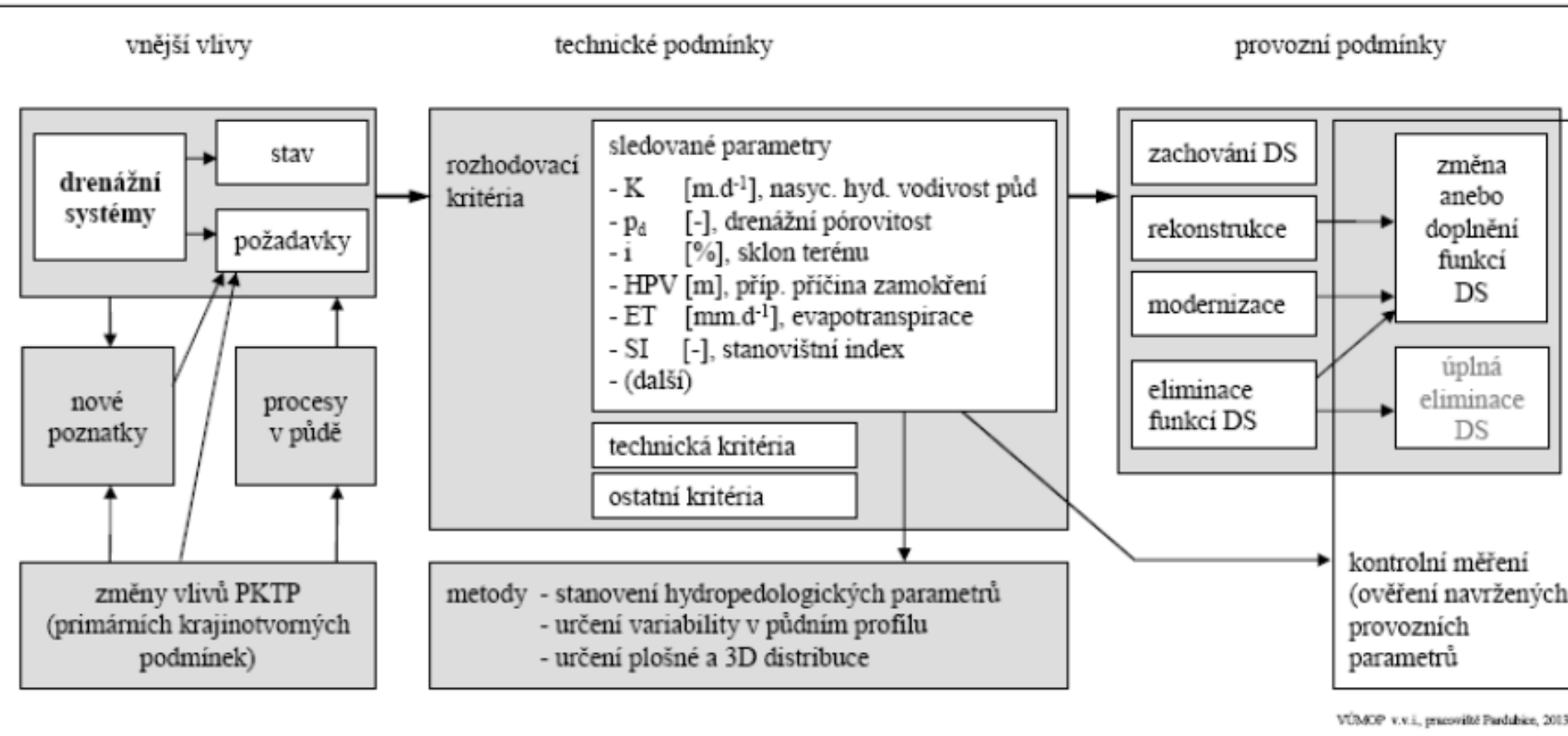
KAIVOTUOTE  
Source: Kainvotuoite Oy



System fy. AgriDrain (USA)

[www.agridrain.com](http://www.agridrain.com)

# Opatření na drenážích



VÚMOP v.v.i., pracoviště Pardubice, 2013

**Potenciál retence regulačních opatření na drenážních systémech je 300 až 2 000 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.**

# Pesticidy ve vodách – legislativa

FOCUS (2002), směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128:

## **3 cesty vstupu pesticidů do vod**

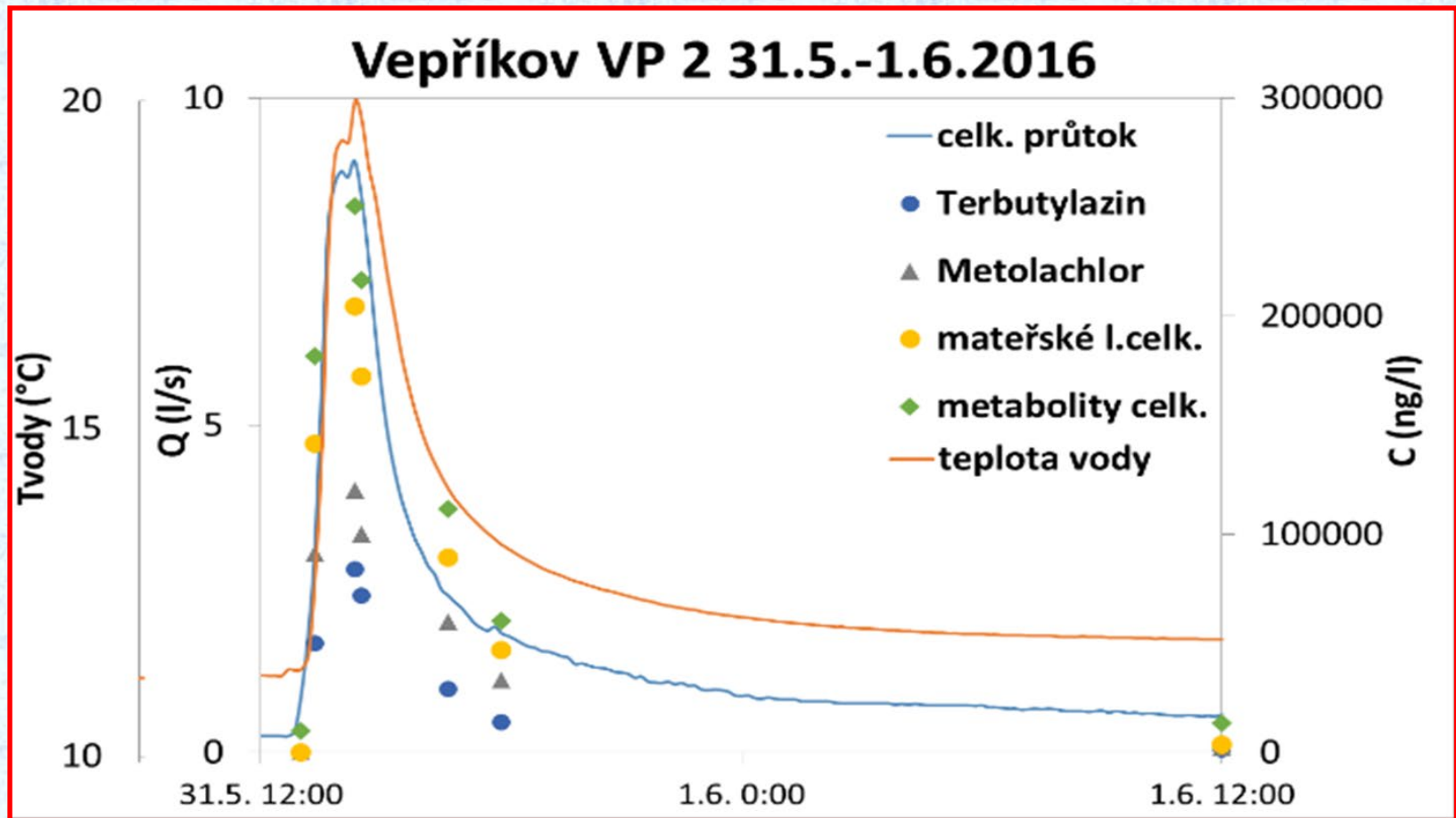
- Přímý vstup z postřiku
- Povrchový odtok
- **Drenážní odtok**

## **ČR – NAP Národní akční plán na snížení používání pesticidů (2012 - 2018):**

- Požadavek na stanovení prostorově a časově definovaného vymezení pozemků, na kterých používání přípravků pro ochranu rostlin představuje vyšší riziko pro necílové organismy a prostředí (tzv. „hot spot management“).
- pro jednotlivé pesticidy nebo jejich metabolity určen limit **100 ng/l**
- pro součet pesticidů a jejich *relevantních* metabolitů platí limit **500 ng/l**.
- *nerelevantní* metabolity mají vyšší mezní hodnoty (**1 - 6 ug/l**)

Nařízení vlády č. 401/2015; ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod  
Vyhláška MZe ČR č. 120/2011; o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu

Vyhláška MZd ČR č. 83/2014; hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody



- 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

# EPIZODY S NEJVĚTŠÍM ODNOSEM PESTICIDŮ (POUZE DRENÁŽ)

<b>Datum (začátek SOE)</b>	<b>Profil</b>	<b>Q kulminační (l/s)</b>	<b>Q_event podíl (%)</b>	<b>Cfw metaboly (ng/l)</b>	<b>Cfw mateřské látky (ng/l)</b>	<b>Plodina</b>	<b>Doba od poslední aplikace</b>	<b>Odnos (mg)</b>
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

## Faktory ovlivňující transport pesticidů do drenáží:

- Termín a způsob aplikace, dávka
- Vlastnosti pesticidu (sorbuující, různá kinetika rozpadu....)
- **Půdní fyzikální vlastnosti:** textura, struktura, preferenční proudění (makropórovitost – těžší půdy), podstatné - rozdílné fungování makropórů v různých vlhkostních a půdních podmínkách – hustota, spojitost
- **Půdní chemické vlastnosti:** obsah a kvalita OH, pH, nasycenost sorpčního komplexu
- **Agrotechnika:** bezorebné x tradiční technologie – spíše zvyšuje vyplavování, nejednoznačné
- **Charakter srážko-odtokové odezvy lokality:**
  - i) Průběh a intenzita srážky
  - ii) Vlhkostní poměry v povodí a jeho různých zónách
  - iii) Zastoupení složek odtoku během S-O epizod i normálových stavů – podíl přímého odtoku (**povrchový + rychlý podpovrchový; 70 – 100 % odnosu pesticidů během přímého odtoku**)
- Podíl odnosu pesticidu makropóry / drenáží: 0,01 – 3% z aplikované dávky



# Vyplavování pesticidů drenážemi

## Metabolity

- jsou vázány na pomalý - základní a svahový odtok (relativně dlouhá doba zdržení vody v povodí; 0.5 – 3 roky).

## Mateřské látky

- vyplavují se v S-O Epizodách
- jsou vázány na přímý odtok (rychlá voda z příčinné srážky)
- 1 až 60 dní po aplikaci (podle průběhu počasí)

# (Umělý) mokřad

- **Jedno z možných opatření pro zvýšení retence vody a zlepšení její kvality**
- **Lokalizace - v návaznosti na:**
- **drenážní detail (POZ) nebo na HOZ, dráhu soustředěného odtoku; v údolnici, v nivě toku....**
- **Poklady topografické, geomorfologické, půdní, hydrologické...**
- **Vždy potřeba řešit vlastnické vztahy**
- **Vždy potřeba řešit dopady na výše i níže ležící pozemky**
- **Vždy potřeba jednat v souladu se zákonem (odvodnění je VH stavba)**

**Jaký zvolit design se zohledněním výše uvedeného a pro optimální účinnost (???)**

# Mokřady pro čištění drenážních vod – podklady pro navrhování

Hlavní procesy odbourání pesticidů v Um. Mokřadech:

- Biologické odbourání
- Fotodegradace
- Fytoakumulace
- Adsorpce
- Desorpce
- Sedimentace

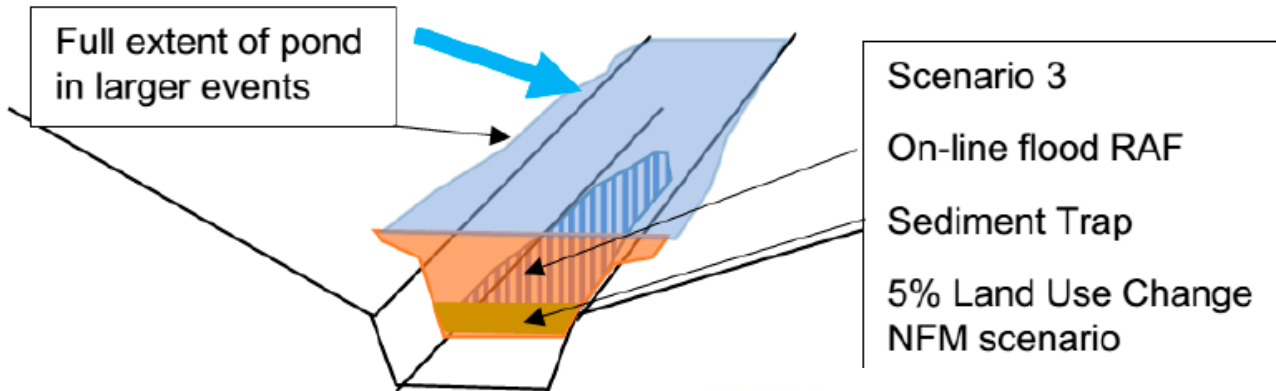
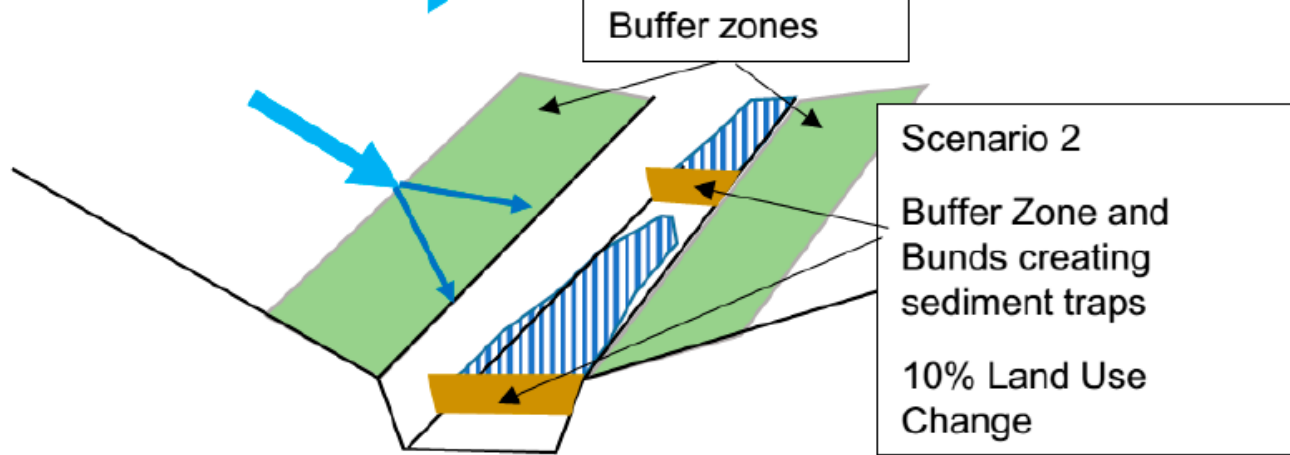
**Odbourání pesticidů: 20-70%**

Umístění a velikost:

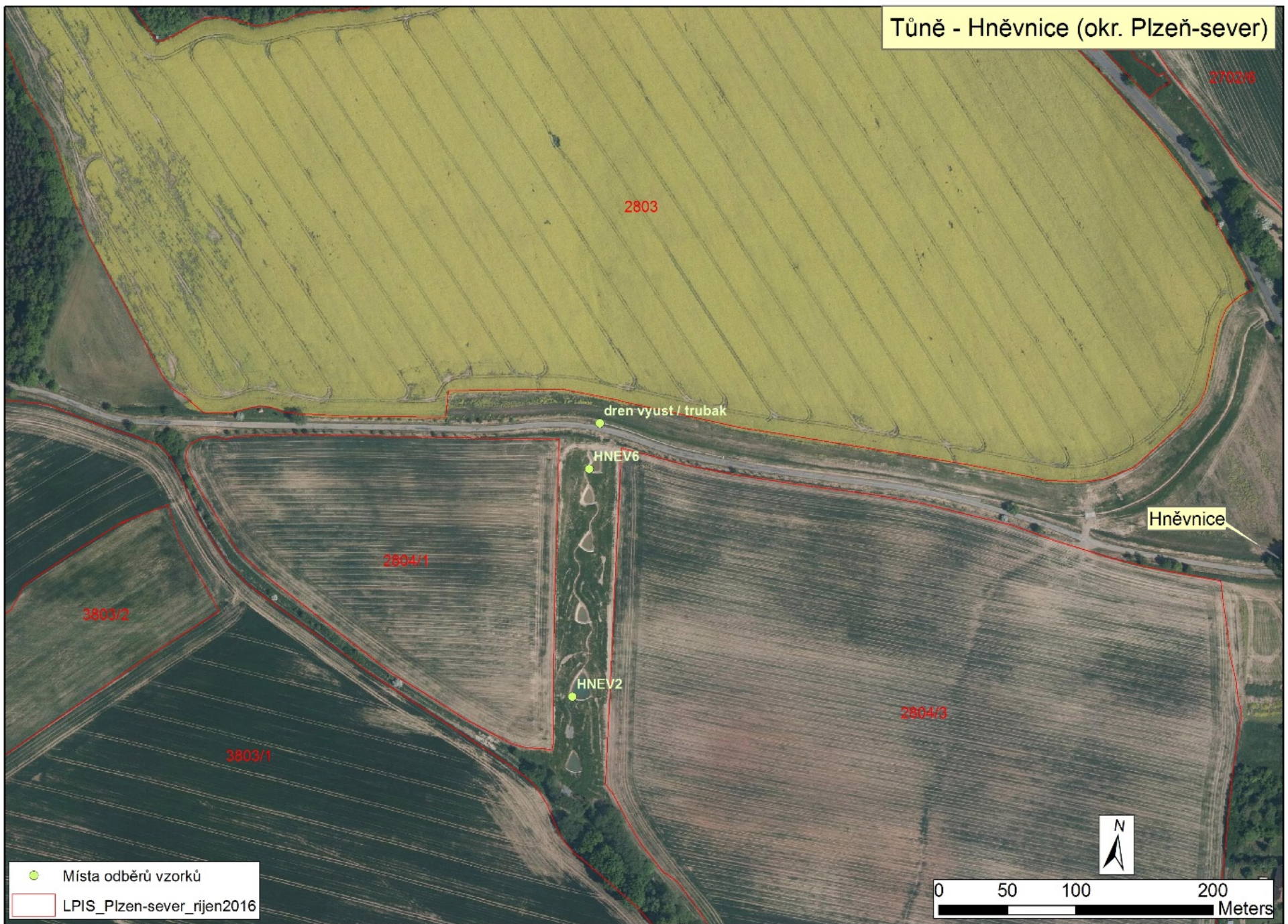
- Na drenáži, v návaznosti na ni
- Poměr plochy mokřadu / ploše povodí > 1% (2-5%)
- Minimální doba zdržení vody 2 dny (dusičnany); 2-10 dny pro pesticidy
- Um. mokřady – lepší delší než širší
- Zatím nepřiliš zohledňována hydrologie lokality – drenážní a povrchový odtok

Hlavní zjištěné faktory pro odbourání pesticidů

- Koc substrátu (půdní adsorpční koeficient)
- Poločas rozpadu pesticidu (DT50; počet dnů potřebných pro odbourání 50% mateřské látky)
- sezónnost
- Vegetace (typ, zapojení)
- **Doba zdržení vody v mokřadu**





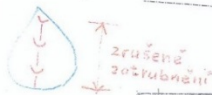


VEREJNÁ	VYPRACOVANÁ	ROZPRACOVANÁ	DOHODENÁ	KONTROLOVANÁ	<b>Ing. Jiří Panuška</b> projektová kancelář Sušická 12a, 326 00 Pízeň Tel: 37740366, IČO: 1141121
	Ing. Panuška				
KRAJ	okres Pízeňský	okres OÚ Hněvnice			STUPĚŇ DUR + DSP
INVESTOR	Okres Hněvnice, Hněvnice 1, 320 22 Hněvnice				ESKIZUM 04/12
ANOTACE	Hněvnice - protipovodňová opatření				FORMÁT
					SKALA
SO-PS					ARCHIVACE
OSAZENÍ					MĚR. 1:500
					ČÍSLO VÝKRU. F 8
Situace č. 3 - odtrubnění vodoteče 1:500					

**MĚSTSKÝ ÚŘAD NÝRÁNY**  
 pracoviště Pízeň  
 Obor životního prostředí  
 Americká 89, 304 66 Pízeň  
 - 1 -

3

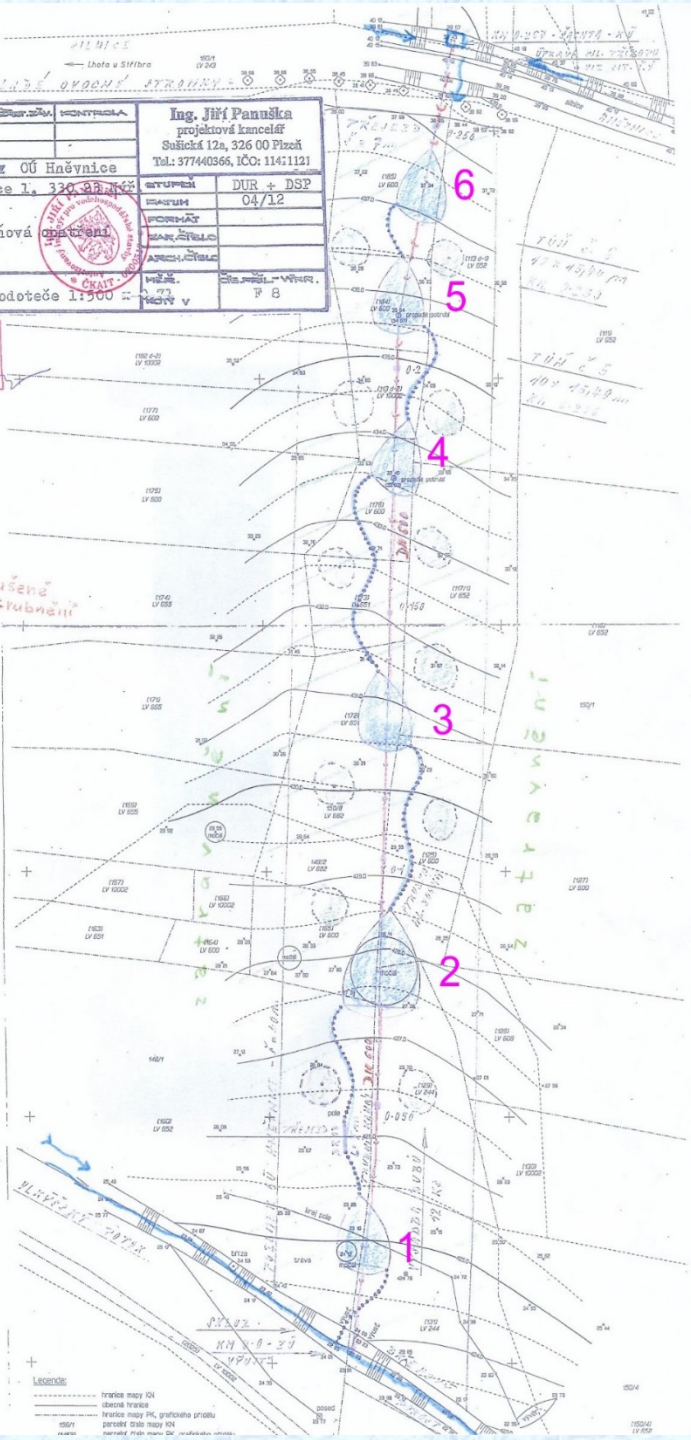
TÚH č 4 - 40 x 15,40 m  
 KH 0-174



TÚH č 3 - 40 x 15,40 m  
 KH 0-122

TÚH č 2 - 40 x 15,40 m  
 KH 0-057

TÚH č 4 - 40 x 15,40 m  
 KH 0-015

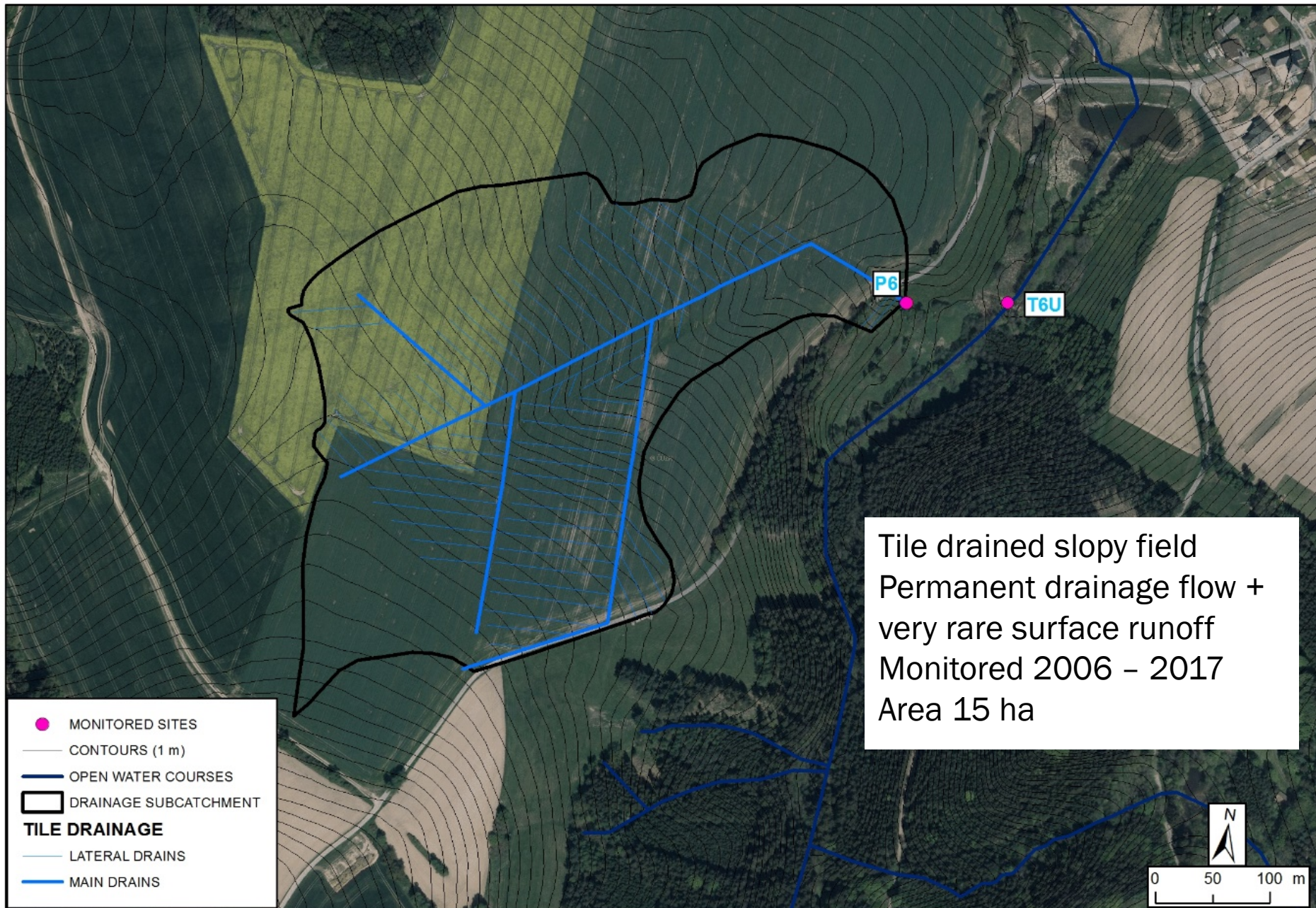


Legenda:  
 - - - - - tračnice masy OÚ  
 - - - - - tračnice  
 - - - - - tračnice masy PK, grafického přílohu  
 - - - - - tračnice OÚ  
 - - - - - tračnice PK, grafického přílohu  
 - - - - - tračnice OÚ



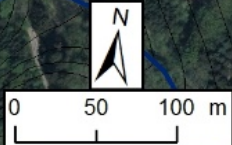






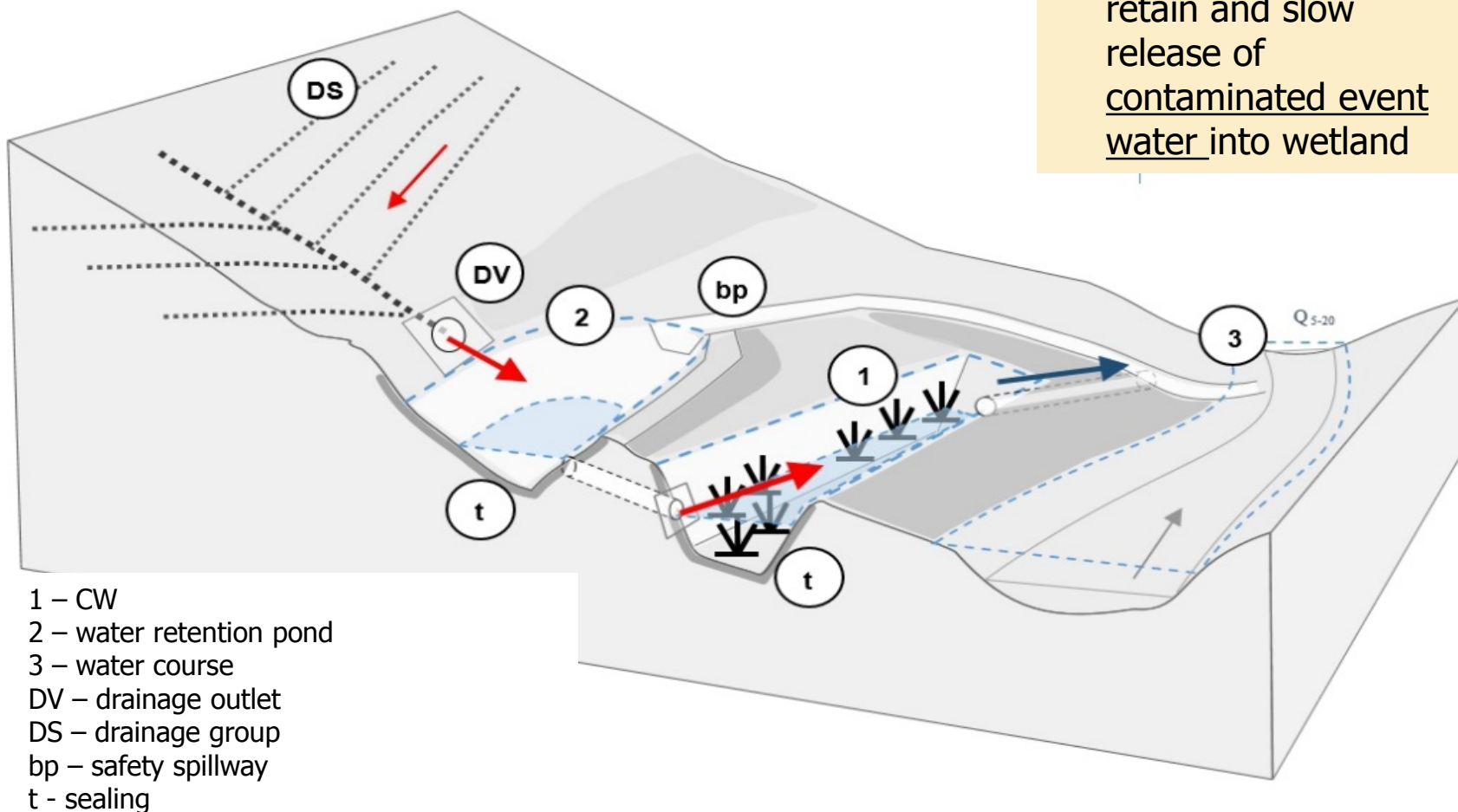
Tile drained slopy field  
Permanent drainage flow +  
very rare surface runoff  
Monitored 2006 – 2017  
Area 15 ha

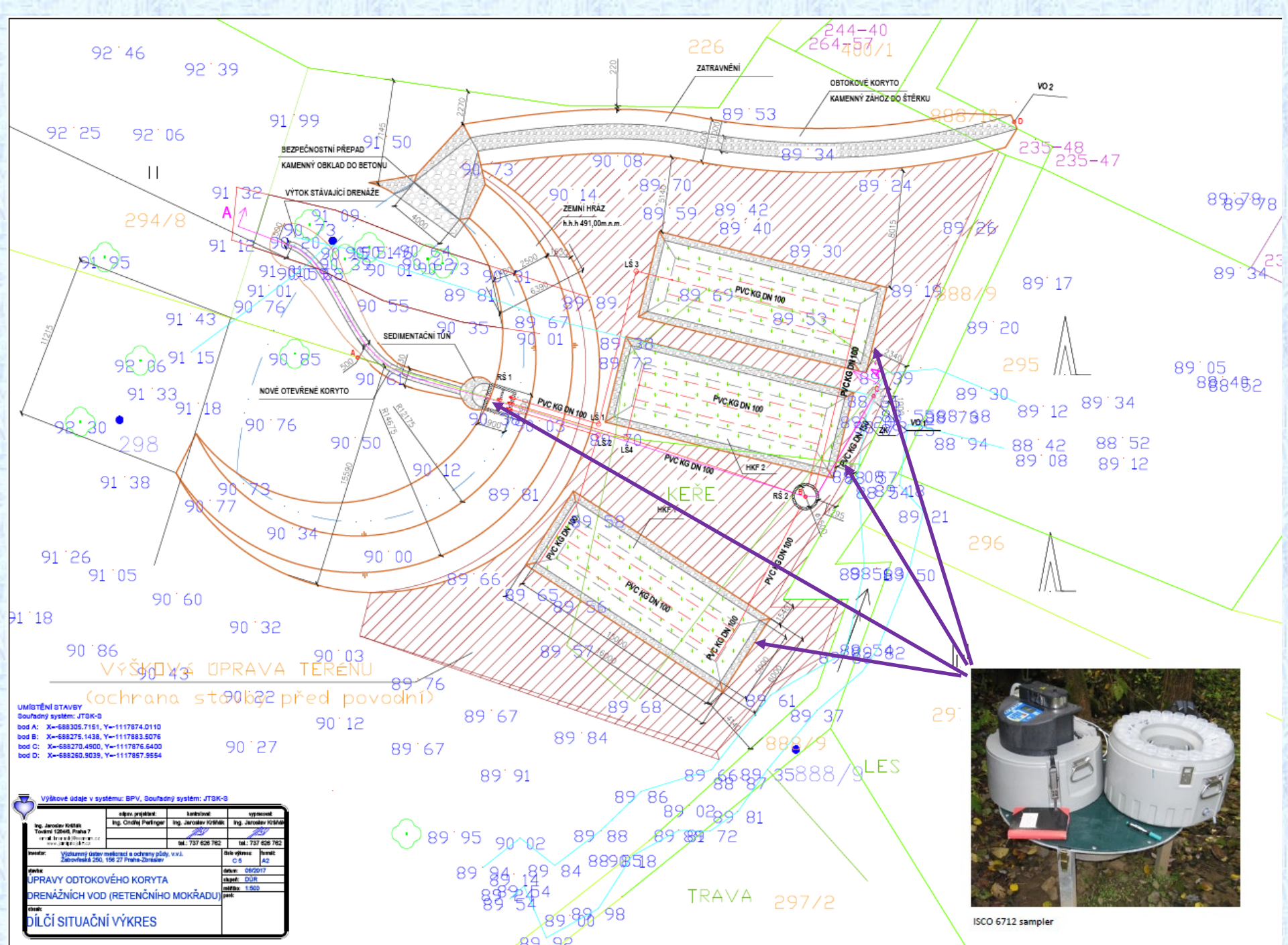
- MONITORED SITES
- CONTOURS (1 m)
- OPEN WATER COURSES
- ▭ DRAINAGE SUBCATCHMENT
- TILE DRAINAGE**
- LATERAL DRAINS
- MAIN DRAINS



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

- **CW treatment system:** capture, retain and slow release of contaminated event water into wetland





UMÍSTĚNÍ STAVBY  
 Souřadný systém: JTSK-S  
 bod A: X=688305.7151, Y=1117874.0110  
 bod B: X=688275.1438, Y=1117883.5076  
 bod C: X=688270.4900, Y=1117876.6400  
 bod D: X=688260.9039, Y=1117857.9554

Výškové údaje v systému: BPV, Souřadný systém: JTSK-S

objekt	objekt	objekt
Ing. Jaroslav Králík Touřská 1264/8, Praha 7 IČ: 478888888	Ing. Ondřej Petránek	Ing. Jaroslav Králík Ing. Jaroslav Králík
telefon: 737 626 762	fax: 737 626 762	fax: 737 626 762

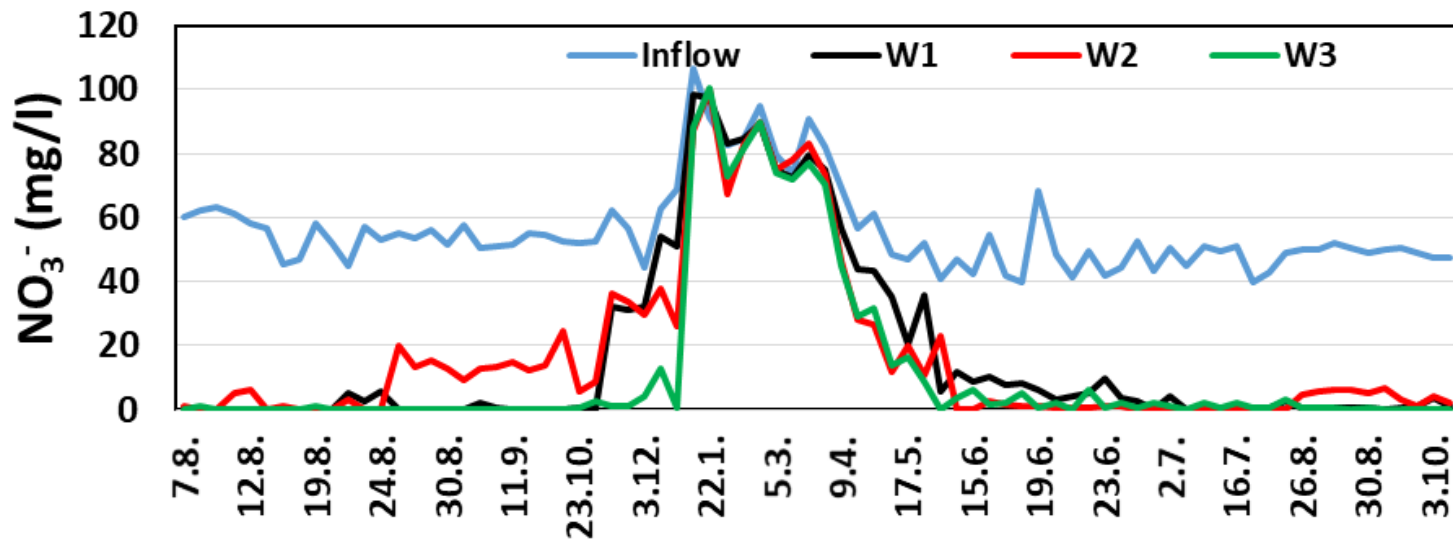
stav: 1:500/17	datum: 02/2017
objekt: ÚPRAVY ODTOKOVÉHO KORYTA DRENÁŽNÍCH VOD (RETENČNÍHO MOKŘADU)	list: 1:500
autor: [blank]	list: [blank]

**DÍLČÍ SITUAČNÍ VÝKRES**

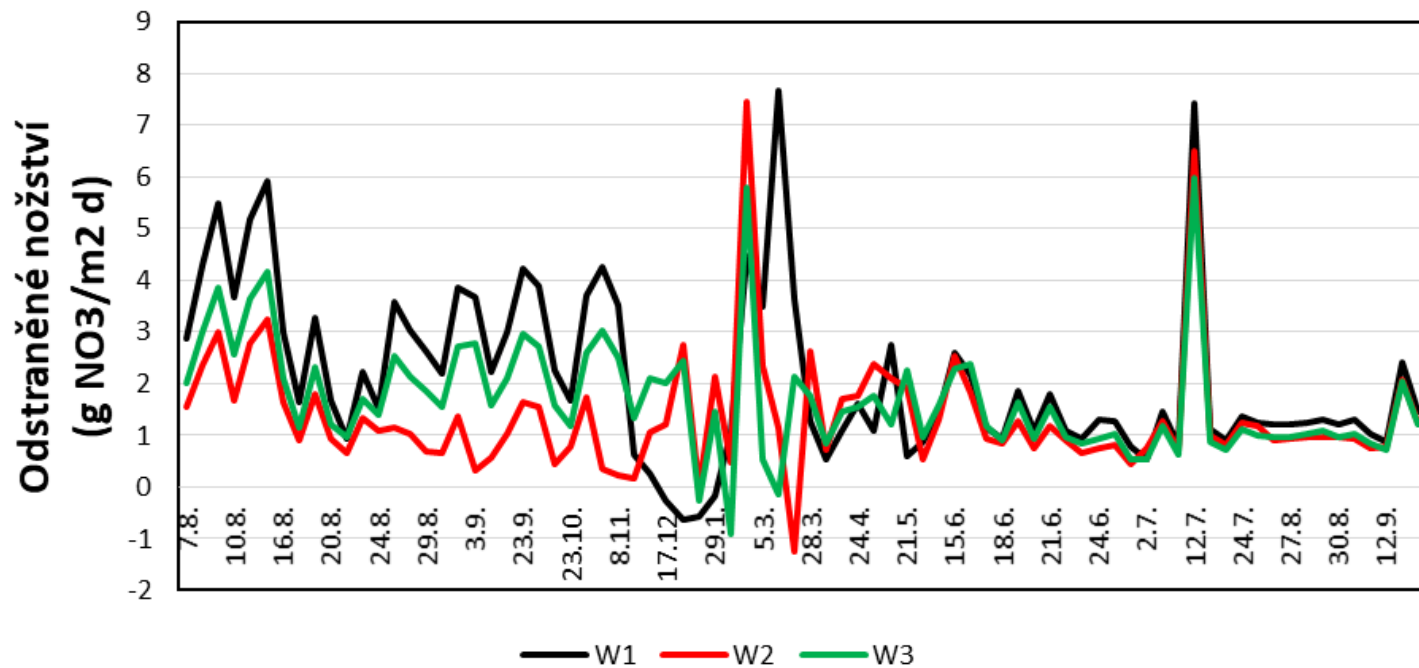


ISCO 6712 sampler





Účinnost: 70-80%



# ŘÍZENÁ APLIKACE METAZACHLORU

SRPEN 2019: řízená aplikace pesticidu (přípravek AUTOR, ú.l. metazachlor; 250 ug/l ); vzorkování po deset dní

	odnos v g/den						
	P6	vstup do M1	vstup do M2	vstup do M3	M1	M2	M3
26.8. 8:20							
26.8. 9:45	1,5131	0,6052	0,3783	0,5296			
26.8. 11:00	1,0260	0,4104	0,2565	0,3591			
26.8. 12:30	2,5875	1,0350	0,6469	0,9056	0,0001	0,0016	0,0003
27.8.	0,0061	0,0024	0,0015	0,0021	0,0009	0,0145	0,0001
28.8.	0,0027	0,0011	0,0007	0,0010	0,0009	0,0644	0,0001
29.8.	0,0011	0,0004	0,0003	0,0004	0,0040	0,0759	0,0002
30.8.	0,0012	0,0005	0,0003	0,0004	0,0316	0,0496	0,0011
31.8.	0,0008	0,0003	0,0002	0,0003	0,0191	0,0274	0,0027
1.9.	0,0007	0,0003	0,0002	0,0003	0,0240	0,0602	0,0036
2.9.	0,0006	0,0003	0,0002	0,0002	0,0266	0,0217	0,0078
3.8.	0,0005	0,0002	0,0001	0,0002	0,0087	0,0467	0,0007
4.9.	0,0004	0,0002	0,0001	0,0002	0,0123	0,0386	0,0005
<b>suma</b>	<b>5,1408</b>	<b>2,06</b>	<b>1,29</b>	<b>1,80</b>	<b>0,13</b>	<b>0,40</b>	<b>0,02</b>
<b>sumární odstranění (v g)</b>					1,93	0,88	1,78
<b>sumární odstranění (v %)</b>					<b>93,77</b>	<b>68,83</b>	<b>99,05</b>

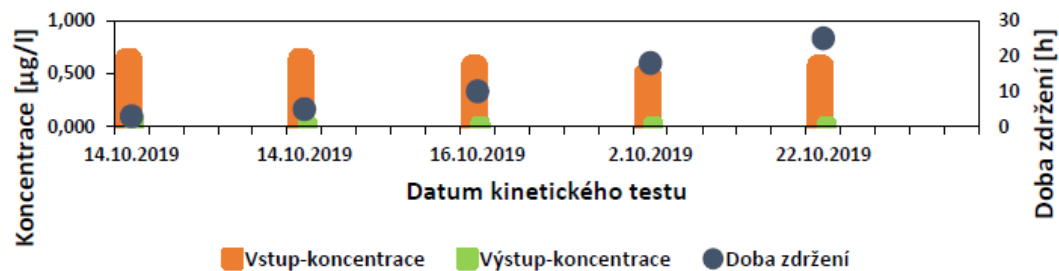
# TESTOVÁNÍ SUBSTRÁTŮ PRO ODSTRANĚNÍ PESTICIDŮ:

- RAŠELINA
- BIOUHEL
- VERMIKULIT



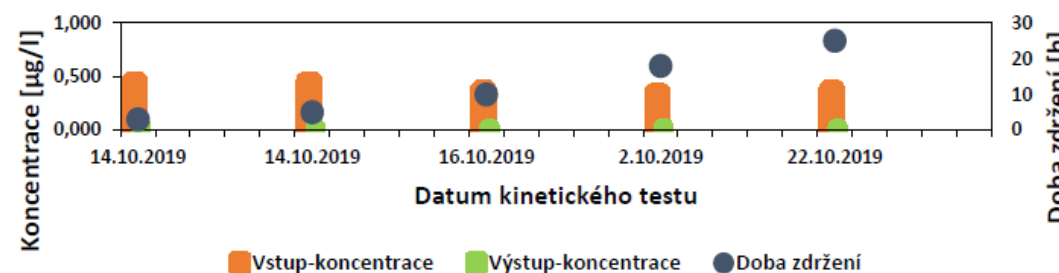


### Účinnost čištění: alachlor ESA



TESTOVANÉ DOBY ZDRŽENÍ:  
5-25 hod

### Účinnost čištění: metolachlor ESA

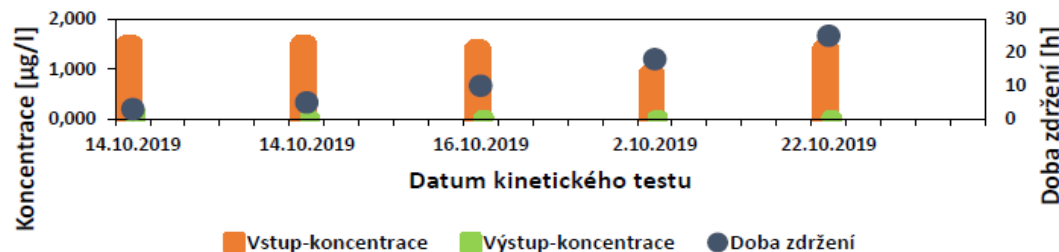


Účinnost: 100%

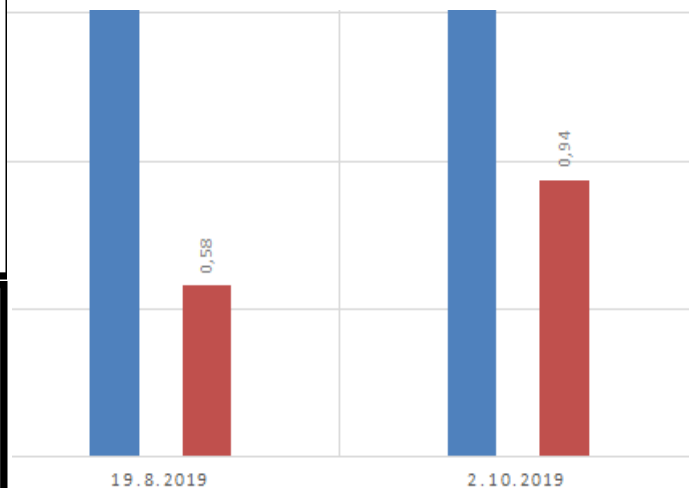
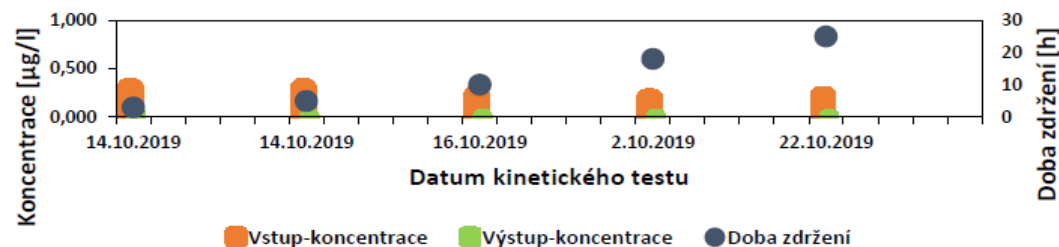
DOBA ZDRŽENÍ: 3 hod:

Účinnost odstranění: 90-95%

### Účinnost čištění: metazachlor ESA



### Účinnost čištění: 2,6 - dichlorobenzamid



**DĚKUJI ZA POZORNOST**

*fucik.petr@vumop.cz*