

# Vliv regulace drenážního odtoku na množství i jakost povrchových vod

Představení metodiky oceněné Cenou ministra zemědělství 2024

... v rámci dvojice workshopů, konaných  
na ČZU v Praze dne 16. 9. 2024 a  
na Mendelově univerzitě v Brně dne 17. 9. 2024

Kulhavý Zbyněk, VÚMOP, v.v.i.



Ve čtvrtek 22. 8. 2024 byla na jubilejní výstavě Země živitelka předána ministrem zemědělství 3. cena 🏆 za nejlepší realizovaný výsledek výzkumu a experimentálního vývoje našemu dlouholetému pracovníkovi, doc. Ing. Zbyňkovi Kulhavému, CSc.

Oceněným výsledkem je certifikovaná metodika "Snižování zátěže povrchových vod zdroji plošného zemědělského znečištění při uplatnění regulace drenážního odtoku"

Cílem metodiky je shrnutí poznatků o vlivu regulace drenážního odtoku na retenci a akumulaci vod a zejména na zlepšení jakosti vod recipientů těchto staveb, zaměřené na využití v oblasti zemědělství a vodního hospodářství. Metodika poskytuje návody na kvantifikaci efektů aplikace různých metod řízení drenážního odtoku v podmínkách ČR, na způsoby pořízení vstupních podkladů o přírodních podmínkách lokality, na technické způsoby úprav (modernizací) stávajících staveb zemědělského odvodnění a na provozní podmínky regulace.

Dalšími účastníky jsou: Česká zemědělská univerzita v Praze, Mendelova univerzita v Brně, Agroprojekce Litomyšl, spol.s.r.o.

Metodiku si můžete pořídit jak tištěnou, tak online na stránkách [knihovny VÚMOP](#).



Zpracovali:

**Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.**  
Zabovřeská 250, 150 00 Praha 5 – Zbraslav  
(podíl 40 %, řízení týmu zpracovatelů)  
Z. Kulhavý  
P. Fučík  
I. Pelíšek



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

**Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra vodních zdrojů**  
Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbát  
(podíl 25 %, kapitoly 2.3.2, 2.5)  
S. Matuša  
K. Bářková  
M. Miháliková



**Mendelova univerzita v Brně, Ústav aplikované a krajinné ekologie**  
Zemědělská 1, 613 00 Brno  
(podíl 30 %, kapitoly 2.1.1, 2.5, 2.5.1)  
M. Štátná  
J. Kozlovská Dufková  
P. Opletlová  
T. Mašíček



**Agroprojekce Litomyšl, spol. s r.o.**  
Rokycanova 114, 566 01 Vysoké Mýto  
(podíl 5 %, kapitoly 2.2.4, 2.3.4)  
J. Jakoubek



Oponovali:

prof. Ing. Ľuboš Jurík, PhD. – Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre (SK), Ústav krajinného inžinierstva (FZKI), Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra

prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc. – Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 3178/8, 150 00 Praha 5 – Smíchov

Ing. František Pavlík, Ph.D. – Státní pozemkový úřad, Odbor půdní služby, Husinecká 1024/11a, 130 00 Praha 3 – Žižkov



## Kapitola metodiky: 2.1.1 Charakteristika procesů tvorby jakosti drenážních vod

**Dusík**, zejména anorganický, je vyplavován trvale a intenzivně.

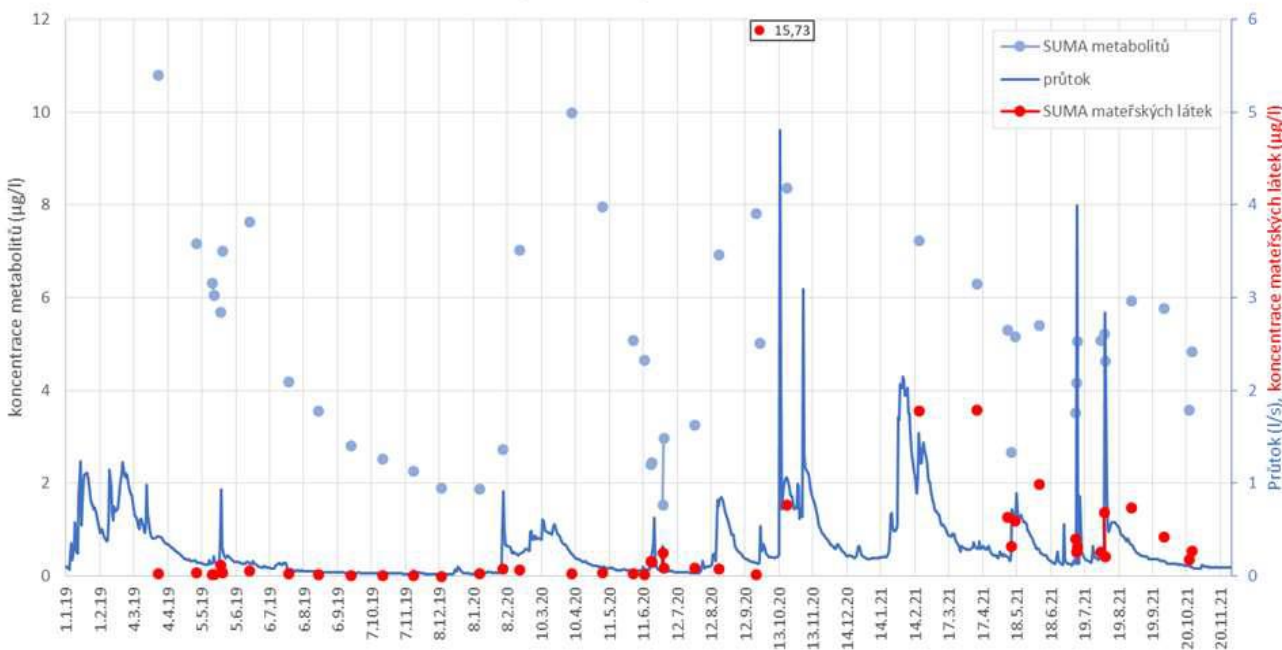
Koncentrace  $\text{NO}_3$  v drenážích pod ornou půdou v ČR pohybují v rozpětí 60 – 250  $\text{mg.l}^{-1}$  průměrně 110  $\text{mg.l}^{-1}$   $\text{NO}_3$  (tj. 14 – 56  $\text{mg.l}^{-1}$ ; N) viz řada 30ti let - VÚMOP

Specifický látkový odnos dusíku drenážemi z orné půdy se pohybuje v hodnotách 10 – 70  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ , průměrně cca 30  $\text{kg.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ .

**Fosfor** (partikulovaný i rozpuštěný) je v drenážních vodách nacházen obecně

v nízkých koncentracích; během srážko-odtokových epizod, mohou

Černičí Š2 - pesticidy v letech 2019-2021



obně **Prostředky na ochranu**

**rostlin** (pesticidy).

Koncentrace a látkové odnosy v drenážních vodách mohou být poměrně významné.

V transportu pesticidů hrají roli preferenční cesty, např. makropóry, trhliny a pukliny.

## Kapitola 2.1.2 Rešerše zahraničních pramenů

Výzkumné práce na toto téma (USA, Kanada, Dánsko, Švédsko, Německo, Nizozemí, Polsko, Pobaltské země, Velká Británie, Itálie, Čína, Egypt, Blízký a střední východ, aj.) dokladují, že lze pomocí regulace drenážního odtoku :

- **zvýšit úroveň mělké HPV o 20 – 70 cm,**
- **oddálit okamžik kulminace drenážního průtoku o 50 – 90 %,**
- **snížit celkový drenážní odtok o cca 15 – 40 %.**

Z hlediska zlepšení jakosti odtékající vody funguje regulace staveb odvodnění:

- **zvýšením využití živin plodinami,**
- **snížením odtoku** (*a tudíž odnosu látek*)
- **posílením samočisticích procesů v půdě** (*např. denitrifikace ve vodou nasyceném, anaerobním prostředí*).

V průměru je snížení látkového odnosu v drenážní vodě pro dusík dokladováno

o 20 – 50 %, pro látkový odnos fosforu potom 30 – 50 % při zachování či mírném zvýšení výnosu plodin.

Ke snížení ztrát živin je možné využít několika technických opatření – kromě regulace odvodnění také odváděním drenážních vod přes **mokřady** a **biofiltry**.

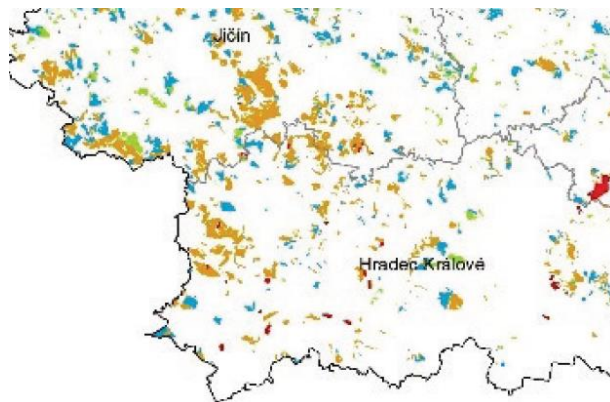
## Kapitola 2.2.1 Kritéria vhodnosti stavby k modernizaci

Zpravidla jsou posuzována dvě hlavní kritéria:

- **sklonitost** území,
- hydropedologické poměry, zejména blízkost HPV k povrchu a významnost **pedogenetických procesů** souvisejících s dostatkem vody.

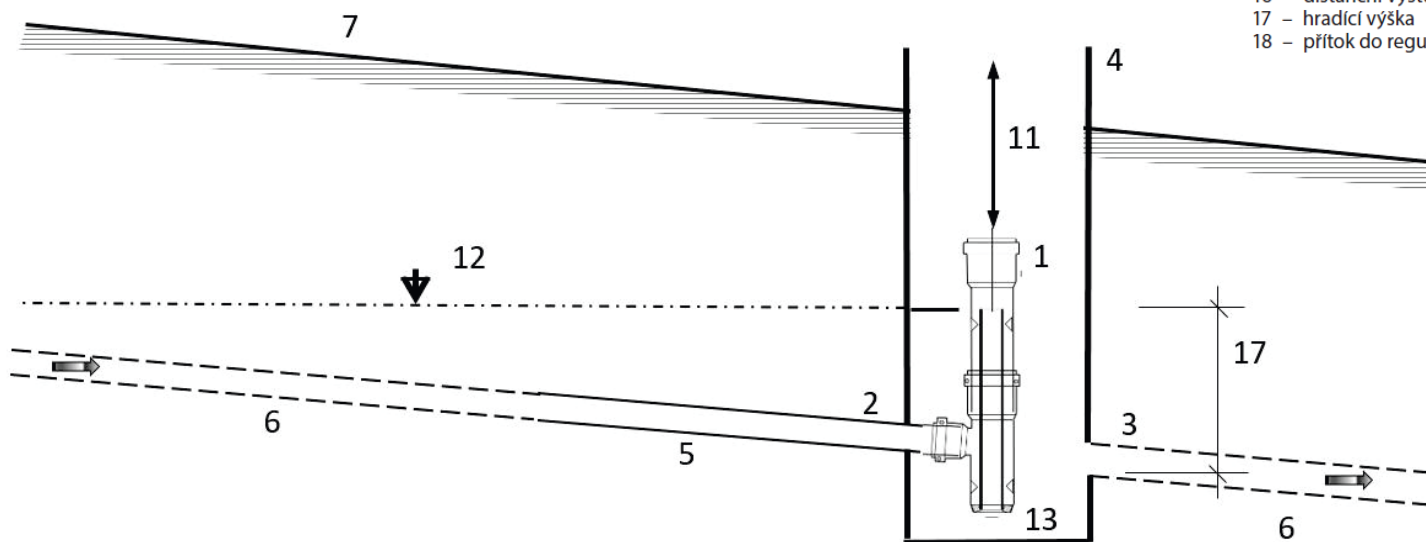
**kategorie potenciálních ploch vhodných k regulaci odtoku:**

- 1 Nevhodné
- 2 Výjimečně vhodné
- 3 Potenciálně vhodné
- 4 Vhodné
- 5 Velmi vhodné



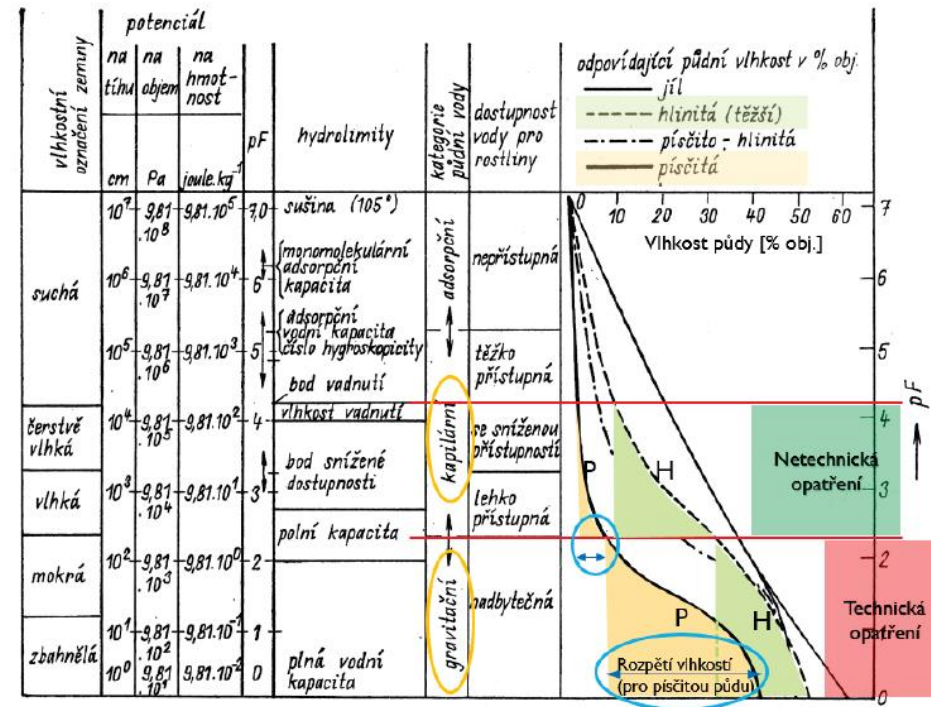
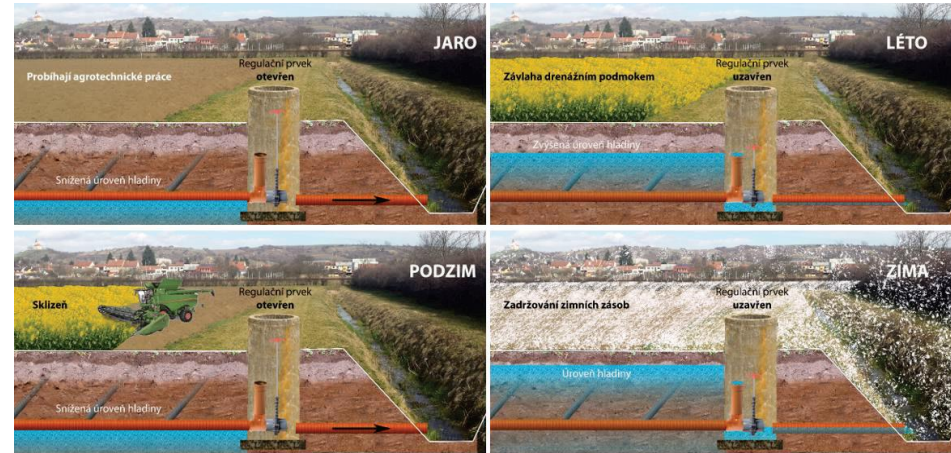
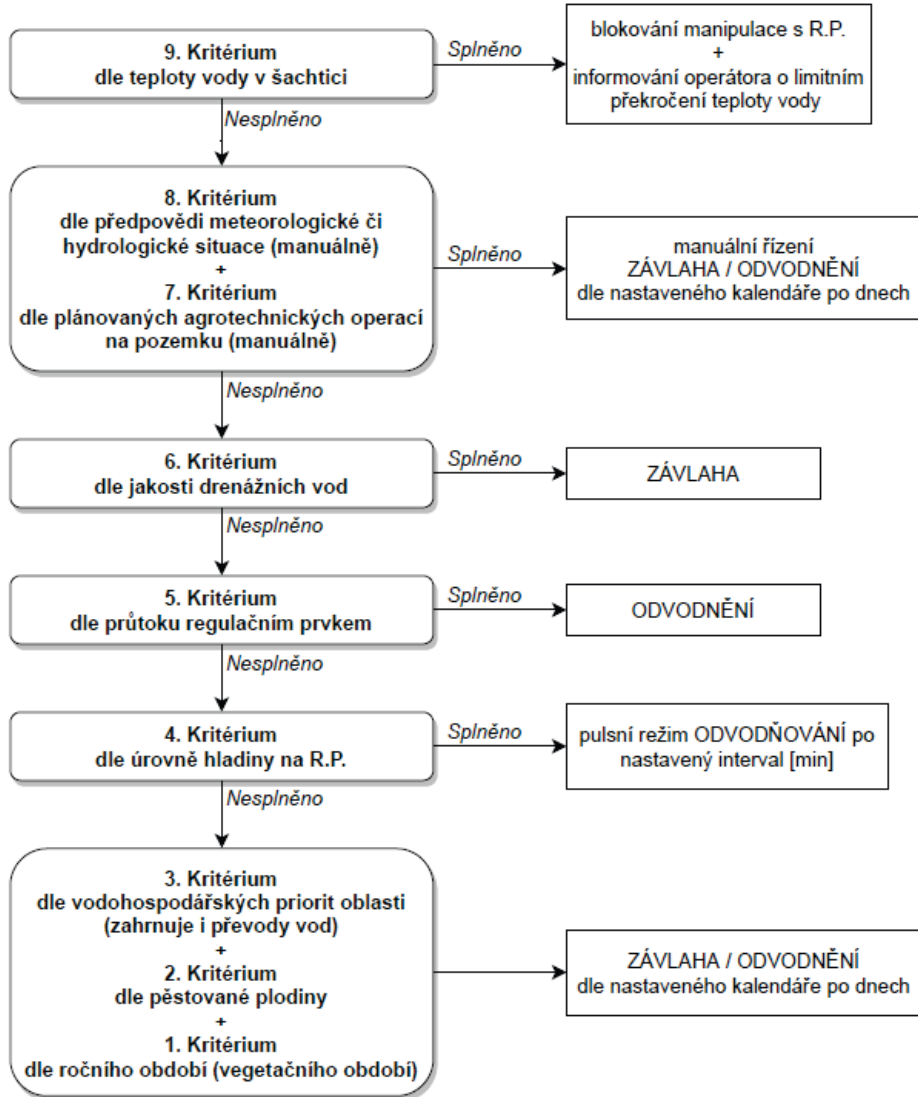
LEGENDA

- 1 – regulační prvek
- 2 – vtokové potrubí
- 3 – výtokové potrubí
- 4 – drenážní šachtice
- 5 – drenážní potrubí neperforované
- 6 – drenážní potrubí perforované
- 7 – terén
- 8 – T-kus
- 9 – trubka
- 10 – středová hradící trubka
- 11 – táhlo ovládání
- 12 – horní úroveň hladiny
- 13 – odtok z regulačního prvku
- 14 – těsnění dosedací plochy
- 15 – těsnící O-kroužek
- 16 – distanční výstupky
- 17 – hradící výška
- 18 – přítok do regulačního prvku

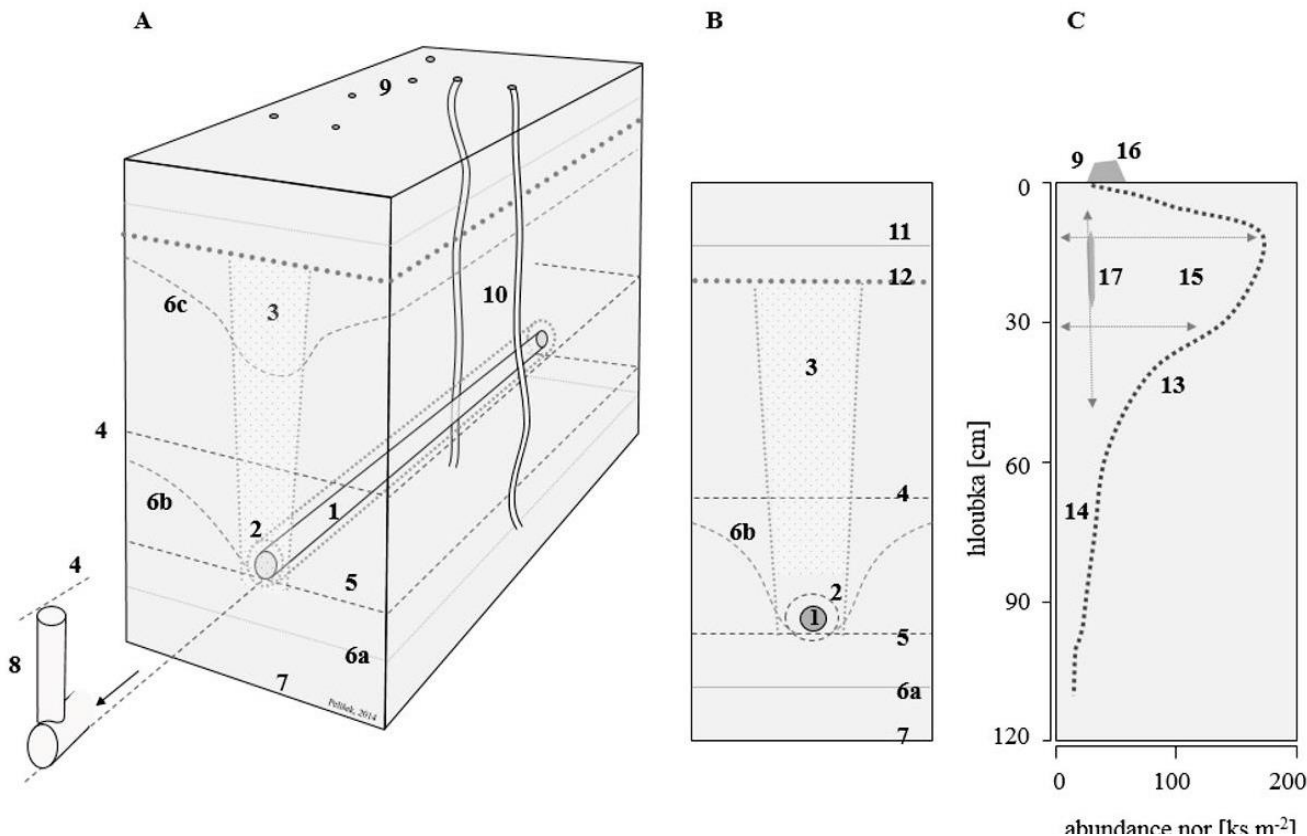


# Kapitola 2.2.3 Zásady manipulace na stavbách odvodnění

## Blokové schéma priorit kritérií



## Kap. 2.3.3 Funkce makropórů a erozivita půdy při uplatnění drenážního podmoku



### A. Celková situace hlavních prvků: *[výběr hlavních položek legendy; celá legenda je v metodice, str. 45]*

3 – výplň drenážní rýhy; 4 – úroveň HPV při regulaci odtoku; 6 (a, b, c) – příklady úrovně HPV; 7 – úroveň nezvětralého podloží; 8 – schematizovaný regulační prvek a regulovaná výška vzduší HPV v místě regulačního prvku; 9 – vyústění zoogenních makropórů na povrchu půdy; 10 – vertikální zoogenní makropór

### B. Vertikální řez – hlavní hydrické a antropogenní vlivy:

11 – hloubka kořenové zóny TTP; 12 – hloubka orby

### C. Přirozená distribuce zoogenních pedohydatod v půdním profilu (mimo drén):

14 – zóna převážně vertikálních nor hlubinných žížal; 15 – zóna převážně horizontálních nor žížal; 16 – materiál vynášený zoedafonem na povrch půdy; 17 – materiál vnášený do zoogenních makropórů vody do půdy, a tedy s hydrologickým účinkem.

## Kapitola 2.3.4 Vliv intenzity kapilárního vzlínání

Výpočet  $M_z$  vychází z následující rovnice (viz ČSN 75 0434):

$$M_z = k_z \cdot (r_1 \cdot V_c - r_2 \cdot \alpha \cdot S_v - r_3 \cdot W_z - W_k)$$

kde:

$k_z$  ztrátový součinitel vyjadřující průměrný podíl všech ztrát závlahové vody, s výjimkou ztrát v přivaděči (viz článek 4.2.2 z ČSN 75 0434);

$M_z$  závlahové množství [mm], přepočteno přes plochu PB na [m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>]

$r_2$  redukční součinitel pro úpravu  $\alpha$  v závislosti na sklonu terénu

$\alpha$  součinitel využitelnosti srážek v závislosti na druhu půdy (viz ČSN 75 0434)

$S_v$  dlouhodobý průměr srážek [mm] za vegetační období a pro jeden ze dvojice období let

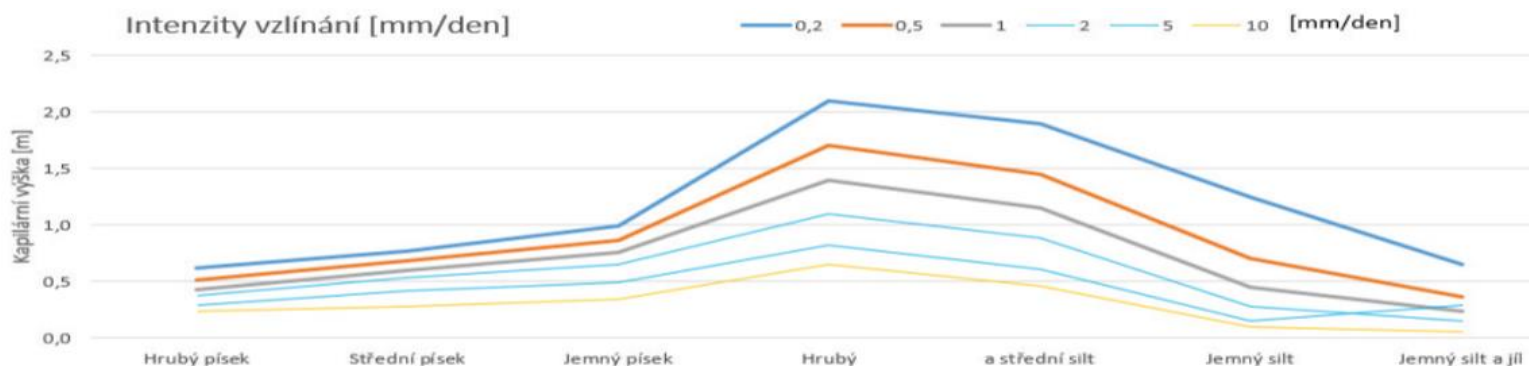
$r_3$  redukční součinitel pro úpravu  $W_z$  v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu

$W_z$  využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období (po zimním období) [mm]

$W_k$  využitelné množství vzlínající podzemní vody [mm]

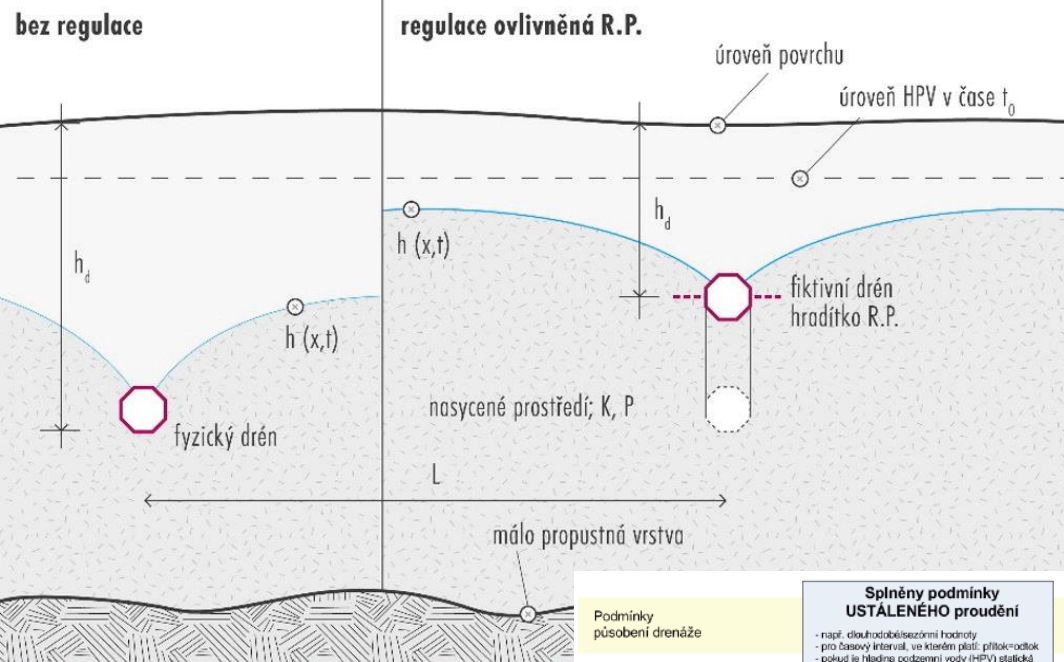
$V_c$  vláhová potřeba plodiny [mm]

$r_1$  redukční součinitel pro úpravu  $V_c$  v závislosti na sklonu terénu



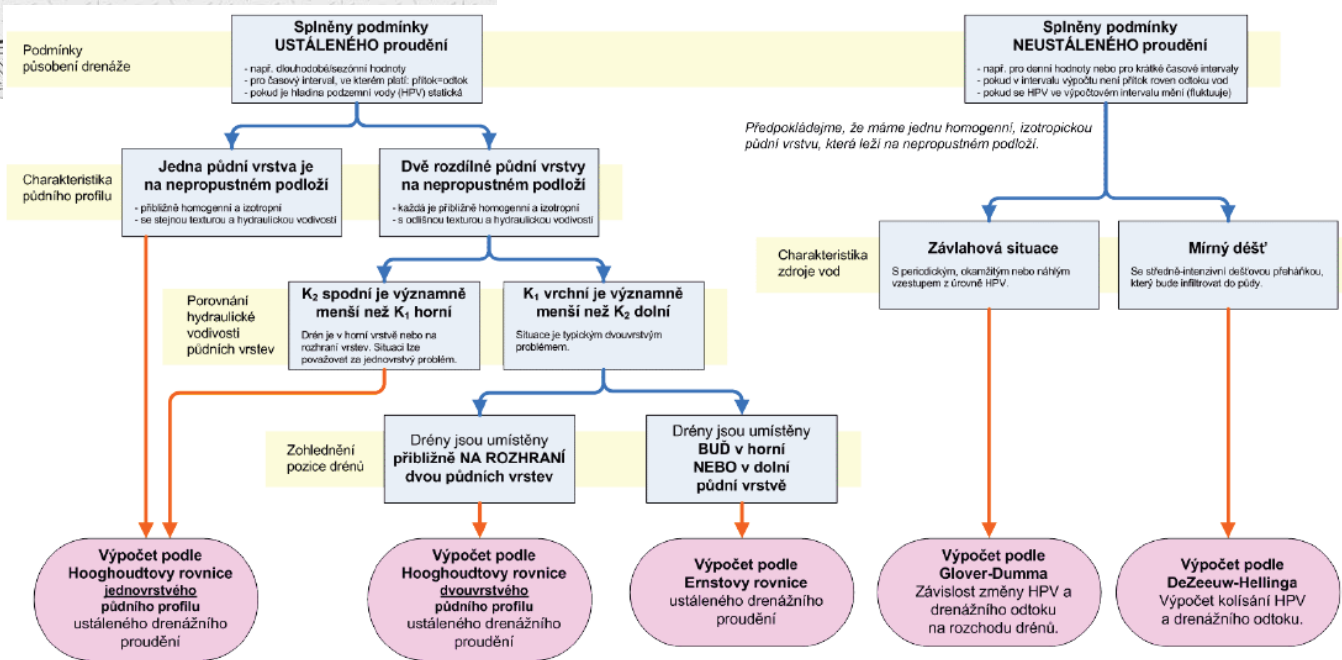
# Kapitola 2.4 Výpočtové nástroje pro kvantifikaci efektu regulace

<https://nastroje.hydrmeliorace.cz/regulace/>



## Kalkulátor pro kvantifikaci efektu regulace odtoku vody

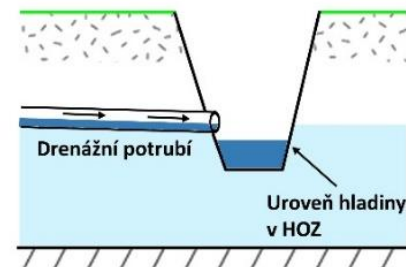
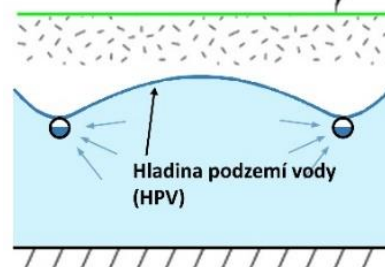
Výpočet efektu regulačního opatření na odvodňovacích prvcích, jakými je otevřený odvodňovací příkop nebo dren, je založen na kalkulátoru, publikovaném na adrese <https://hydrmeliorace.vumop.cz>, jeho modifikací pro vyjádření diferencí drenážního odtoku vlivem regulace v konkrétních místních podmínkách konkrétní stavby odvodnění. Řešení vychází z popisu dosahu vzdutí, daného sklonem terénu a výškou vzdutí vody regulačním prvkem. Dále respektuje vrstvenatost půdního profilu a jeho hydrofyzikální parametry. Umožňuje volit různé metody výpočtu, odpovídající přírodním a technickým podmínkám fungování systému odvodnění. Výsledkem je kvantifikace vlivu regulace odtoku na množství odtékajících vod a tedy nepřímo stanovení změny retenční schopnosti odvodněného pozemku. Kalkulátor nalezne uplatnění ve sféře vodního hospodářství, zemědělství i životního prostředí. Kalkulátor vznikl jako plánovaný výstup projektu [TAČR](#) s evidenčním číslem [TA02020384](#)



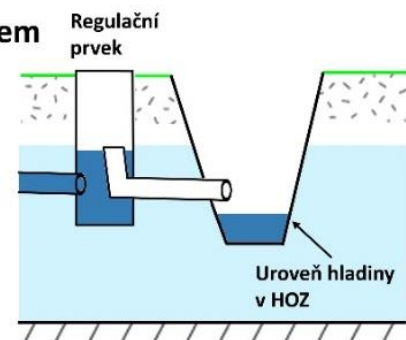
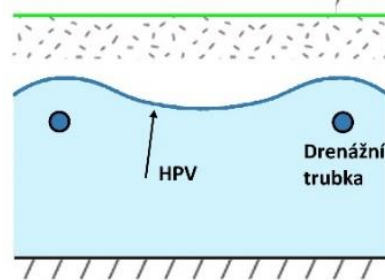
Různé typy konstrukčních řešení  
staveb odvodnění  
**projevující se na úrovni HPV**

- **tradiční odvodňovací drenáž:** je schopna pouze odvádět vodu z půdy do podrobného (POZ) a hlavního odvodňovacího zařízení (HOZ),
- **drenáž s regulovaným odtokem:** může technickými zařízeními omezovat odtok vody z POZ do HOZ,
- **regulační drenáž:** může omezovat odtok jako drenáž s regulovaným odtokem, a navíc umožňuje napouštět do drénů cizí (závlahovou) vodu, která pak z drénů infiltruje do okolní půdy.

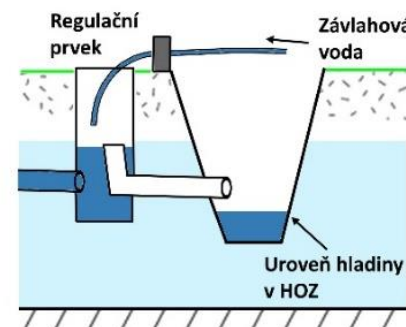
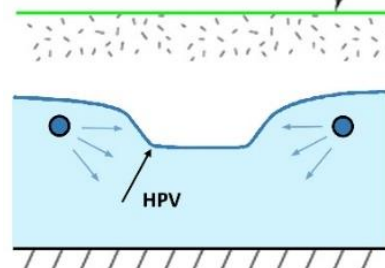
Tradiční drenáž



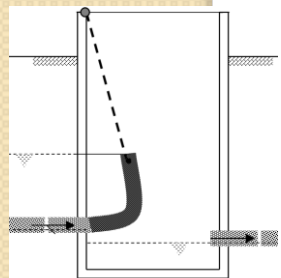
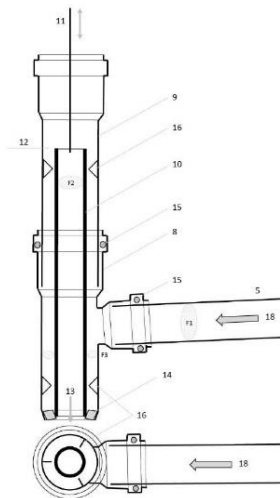
Drenáž s regulovaným odtokem



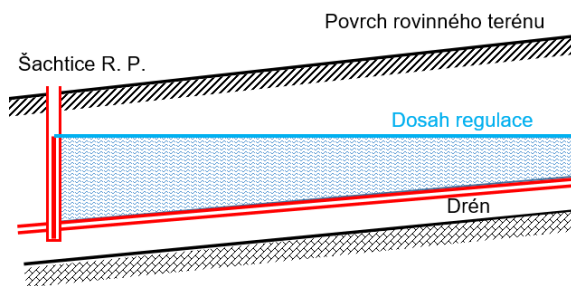
Regulační drenáž



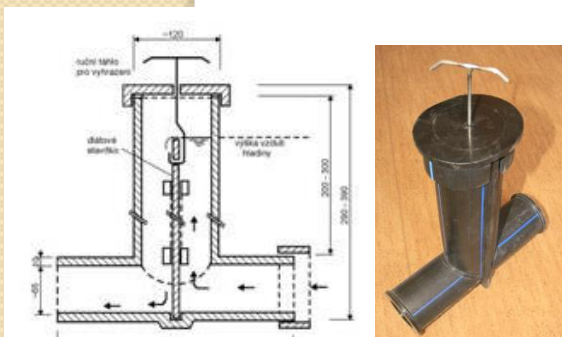
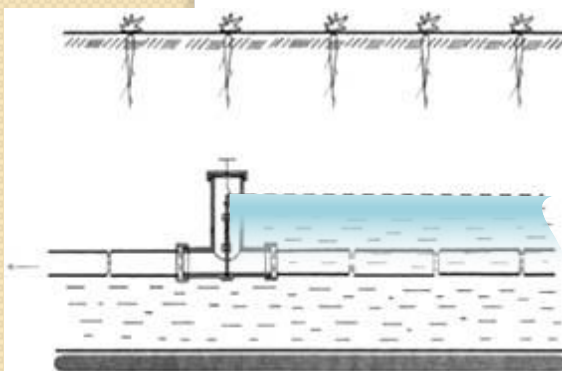
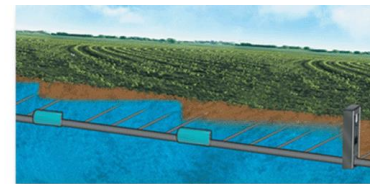
# Způsoby regulace drenážního odtoku a/ v drenážní šachtici



Manuální řízení (husí krk)



# Způsoby regulace drenážního odtoku **B/ bez drenážní šachty**



Autor: P. Fučík

## Kapitola 2.4.2 Model JAKOST

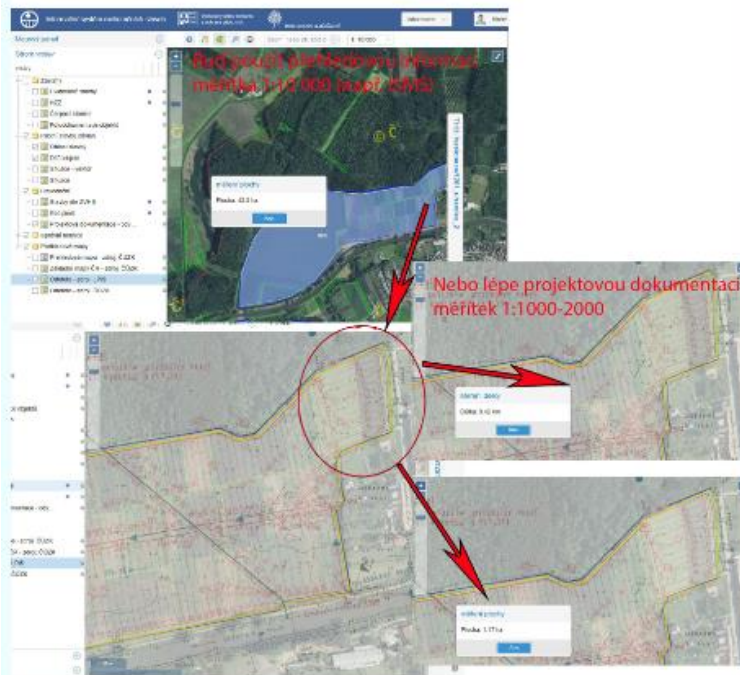
<https://nastroje.hydrmeliorace.cz/jakost/>

### Plošný rozsah odvodňovací stavby a jakost drenážních vod

ZPĚT NA ÚVOD

Doporučený způsob získání hodnot pro zadávací formulář vpravo:

- buď odvozením z přehledových map (např. na adrese <https://meliorace.vumop.cz/>)
- odečtením z projektové dokumentace
- nebo jiným vhodným způsobem z leteckých snímků, geodetických podkladů atd.



Zadejte prosím vstupní data

F - Plocha stavby odvodnění ovlivněná regulací

10.00

[ha]

O - Obvod předmětné plochy ovlivněné regulací

700.00

[m]

Pokud je v okolí stavby vysoká HPV, zaškrtněte checkbox a nebude docházet k redukcí výše zadané plochy F.

J - Typická hodnota zvoleného ukazatele jakosti drenážní vody

50.00

[mg/l]

Odvozená data, kontrola zadání

Vypočtená data

Výsledek výpočtu

Regulovaná drenáž	Tradiční drenáž	Efekt regulace	Jednotkový odnos [kg/den/ha]
[kg/den/celou plochu]			
98.94	309.78	210.84	21.08

## Kapitola 2.5

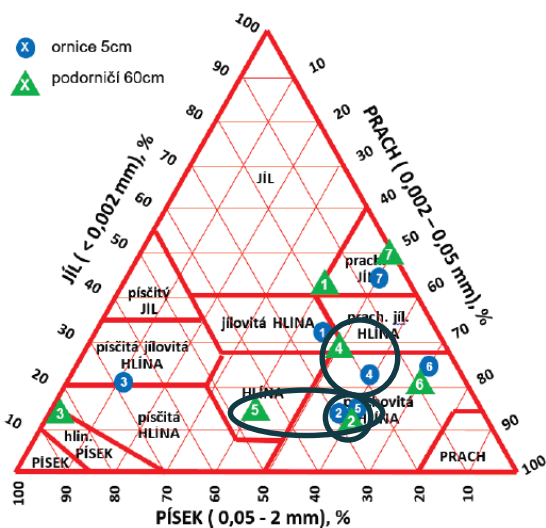
### Shrnutí poznatků výzkumu realizovaného na modelových lokalitách projektu

Lokalita/ okres	Typ odvodňovací stavby	Využití pozemku/ průměrný výnosový potenciál /* <sup>2</sup> [%]/ plodina v r. 2021	Plocha [ha] drenážní skupiny/ souřadu	Plocha [ha] dosahu regulačního prvku	Sklonitost drenážní skupiny [%]	Index DR /* <sup>1</sup> [-]
Bzenec okr. Hodonín	klasická	orná půda / 100,6 / vojtěška	3,704	2,167	0,10	0,585
Kolesa- Vápno okr. Pardubice	regulační drenáž	orná půda / 103,3 / slunečnice	5,971	3,407	0,26	0,571
Uherčice okr. Břeclav	regulační drenáž	orná půda / 101,0 / kukuřice	25,784	11,553	0,06	0,448
Helvíkovice okr. Ústí n.O.	klasická	louka / 104,1	1,034	0,143	3,48	0,138
Pokřikov okr. Chrudim	klasická	orná půda / 100,7 / řepka	5,457	0,452	3,33	0,083
Za Kněžourem okr. Chrudim	klasická, doplněná břehovou infiltrací	orná půda / 97,1 / kukuřice	3,337	0,084	5,00	0,025
Louka- Pokřikov okr. Chrudim	klasická	louka / 97,8	2,675	0,041	3,75	0,015

## Kapitola 2.5.1

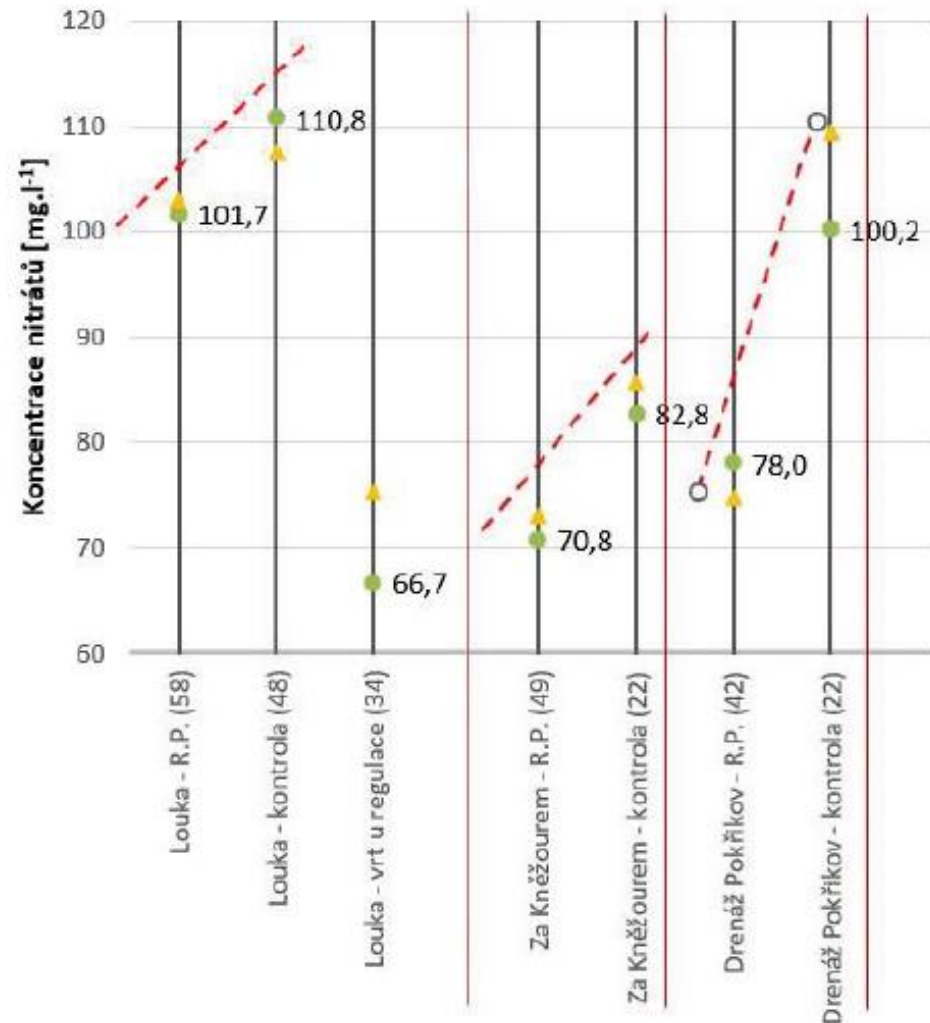
### Souhrn hlavních poznatků z oblasti jakosti drenážních vod, odvozených z experimentů na modelových plochách projektu

Kroužky zvýrazněno:  
**prachovitá hlína**  
**jílovitá hlína**  
**hlína**

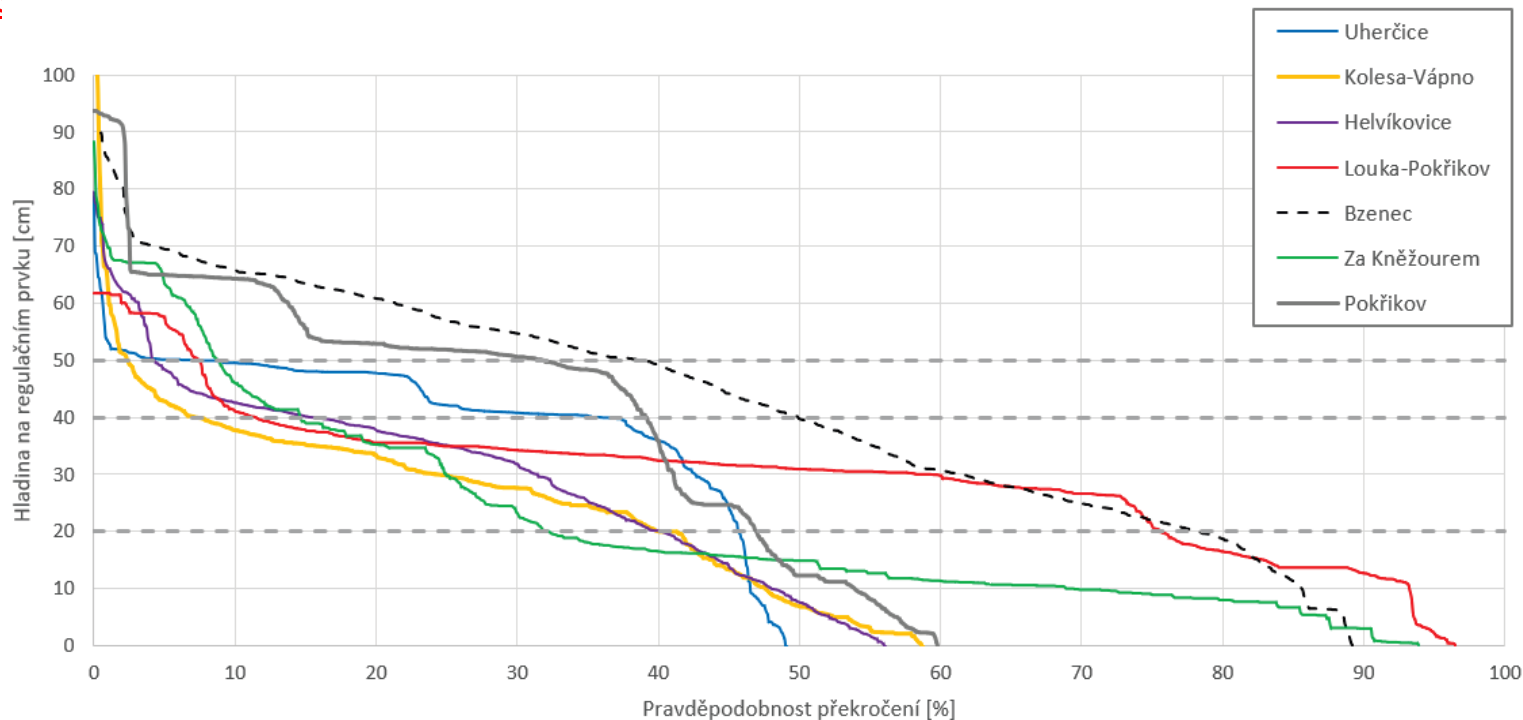


**Obr. 2.5.1** Klasifikace půdního druhu modelových lokalit s využitím trojúhelníkového diagramu

LEGENDA k použitému číselnému označení lokalit: 1 – Helvíkovice, 2 – Za Kněžourem, 3 – Kolesa-Vápnno, 4 – Louka-Pokřikov, 5 – Pokřikov, 6 – Uherčice, 7 – Bzenec



## Kap. 2.5.3 Analýza četnosti dosažených úrovní řízené hladiny v drenážním systému



Z grafů vyplývá následující:

– 32 – 47 % z celkové doby měření (tj. z cca 1 200 dní) byla minimálně u všech lokalit

(tj. po dobu 384–564 dní) **HPV zvýšena alespoň o 20 cm**; avšak například stavba louka

-Skuteč nebo Bzenec toto zvýšení hladiny dosáhlo po dobu až 840-900 dní (75-78 %),

– pokud byly přelivné hrany regulačních prvků nastaveny průměrně na výšku 60 cm

## Kapitola 5. Ekonomické aspekty

Náklady na **vybudování** jednoho metru krychlového **podzemního akumulčního prostoru** (u modernizace stávající stavby zahrnuje průzkum, projektování a instalaci regulačních prvků) začínají na částce **2.50 Kč/m<sup>3</sup>**.

**Snížení odnosu** dusičnanového dusíku stavbami plošného zemědělského odvodnění na lokalitě Žejbro (okr. Chrudim) **o 1 kg dusíku za rok**, popisuje **úspory v rozmezí 400–500 Kč** (Zajíček et al. 2021).

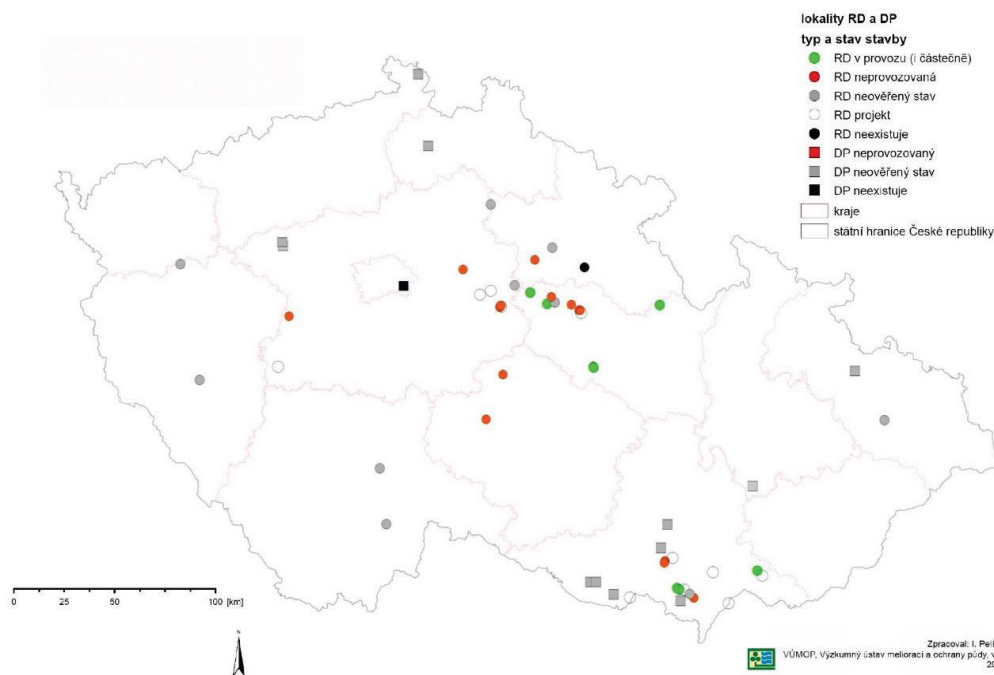
Odhadované náklady úpraven vody (regenerační sůl a likvidace odpadní vody) se pohybují na snížení koncentrací dusičnanů z 50 mg.l<sup>-1</sup> na 15 mg.l<sup>-1</sup> kolem 3,20 Kč /m<sup>3</sup> a na snížení koncentrací dusičnanů ze 100 mg.l<sup>-1</sup> na 50 mg.l<sup>-1</sup> dokonce 6,30 Kč/m<sup>3</sup> (dle informací z vodáren ...)

Zákres lokalizace historických melioračních staveb v ČR s uplatněním principu drenážního podmoku provedený na základě archivních podkladů

LEGENDA:

RD = regulační drenáž;

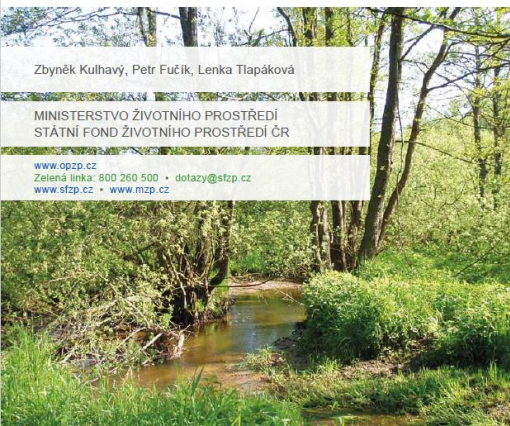
DP = regulace drenážního odtoku



## **Dosahované efekty dvou-funkčního systému odvodnění**

- optimalizace vláhových režimů pozemků
- zvýšení retence i akumulace vody v krajině
- posílení infiltrace a perkolace do hlubších zvodní
- zvýšení využitelnosti rozpuštěných živin
- nastartování denitrifikačních procesů (pod úrovní HPV)
- snížení zátěže povrchových vod vodami drenážními

**PRACOVNÍ POSTUPY ELIMINACE NEGATIVNÍCH FUNKCÍ ODVODŇOVACÍCH ZAŘÍZENÍ V KRAJINĚ**  
 Metodická příručka pro žadatele OPŽP



2013



2017



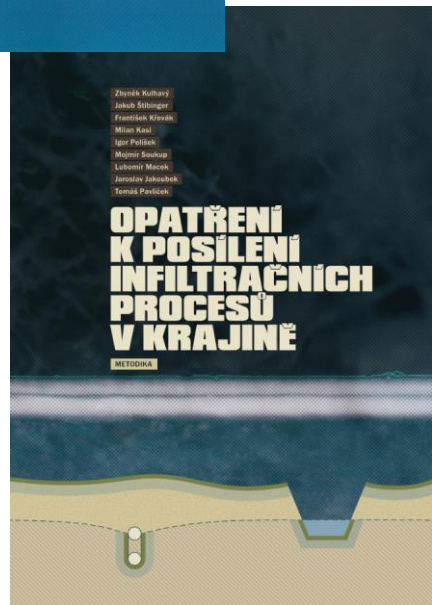
2024



2015



2014



2015



2023

Vydané metodiky VÚMOP, tematicky zaměřené na úpravy vodního režimu zemědělských půd, jsou ke stažení zdarma na adrese: <https://knihovna.vumop.cz> nebo po registraci na adrese [www.hydromeliorace.cz/sw/knihovna](http://www.hydromeliorace.cz/sw/knihovna) (včetně dalších příspěvků)

# Děkuji za pozornost

Zbyněk Kulhavý



Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.  
pracoviště Pardubice  
Boženy Němcové 231, 530 02 Pardubice

Video ČTPZ: Hydromeliorace – voda pro zemědělství a lesnictví

<https://www.ctpz.cz/clanek/hydromeliorace-voda-pro-zemedelstvi-a-lesnictvi->

***kulhavy.zbynek@vumop.cz***

***<http://www.hydromeliorace.cz>***

***<http://www.vumop.cz>***



Hydromeliorace - voda pro zemědělství a lesnictví

