

PŘÍPRAVA LISTŮ OPATŘENÍ TYPU A V POVODÍ VN ŠVIHOV NA ŽELIVCE KE  
ZLEPŠENÍ JAKOSTI A ZVÝŠENÍ RETENCE VODY

## Katalog opatření

### Zpracovali:

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



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

České vysoké učení technické v Praze



Sweco Hydroprojekt a.s.



Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka,  
veřejná výzkumná instituce



Povodí Vltavy, státní podnik



POVODÍ VLTAVY

AQUATIS a.s.



Česká geologická služba



Duben 2022

**Seznam katalogových listů**

Katalogové číslo	Název katalogového listu	Stránka
P01	Záchytný - odváděcí příkop s alternativou regulace a infiltrace	4
P02	Svodný příkop	10
P03	Retenční (vsakovací) průleh	15
P04	Svodný průleh	22
P05	Vsakovací a ochranná hrázka	27
P06	Protierozní sedimentační nádrž / sedimentační jímka	32
P07	Suchá nádrž (s infiltrační funkcí)	36
P08	Polní cesta s protierozní funkcí	42
P09	Protierozní / infiltrační mez	47
P10	Terasování	54
P11	Zatrvnění údolnice	59
P12	Zatrvněný - zasakovací pás	66
P13	Vsakovací rýha (jáma)	72
P14	Vsakovací šachta	80
P15	Přehrážky s možnou infiltrací vody	85
P16	Systémy pasivní a aktivní regulace odtoku	90
P17	Eliminace odtoku z cestní sítě	97
D01	Regulace odtoku z pramenních jímek s ochranným zatrvněním	106
D02	Odkrytí zatrubněných hlavních odvodňovacích zařízení	112
D03	Kontrolované spontánní stárnutí drenáže	122
D04	Zalesnění zemědělské půdy; alternativně: výsadba plantáží RRD - na odvodněných pozemcích	129
D05	Lokální eliminace drénu (části drénu) - zaslepení	135
D06	Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění	142
D07	Snížení intenzity drenážního odvodnění – clony	149
D08	Tůň dotovaná drenážní vodou nebo tůň na drenážní výusti	156
D09	Objekt na drenáži typu kořenové čistírny	160
D10	Biofiltr v návaznosti na drenážní systém	165
D11	Převody vod na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení	174
D12	Regulace na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení	179
D13	Převody drenážních vod na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení	183
D14	Regulace na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení	188
D15	Zasakovací drén	201
K01	Zatrvnění infiltrační oblasti s návazností na odvodnění	208
K02	Mokřad v dolní části drenážního systému (či v návaznosti na něj) s předřazeným objektem pro zpomalení odtoku	212
E01	Liniová zeleň	220
E02	Vegetační doprovod	223
C01	Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní	226
C02	Agrotechnické postupy pro zvýšení infiltrace a retence vody a zlepšení její kvality	228

*Legenda k použitému písmennému značení a barevnému rozlišení katalogových položek*

P	opatření pro povrchový odtok x erozní smyv
D	opatření pro drenážní vody
K	kombinovaná opatření (pro P a D)
E	krajinotvorná opatření
C	obecný postup

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P01</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Záchytný - odváděcí příkop s alternativou regulace a infiltrace</b>

## Popis opatření

Záchytný odváděcí příkop je liniový prvek, jehož úkolem je zachytit povrchový odtok a převést jej na infiltraci, případně odvést ho mimo chráněnou plochu do recipientu (často do svodného příkopu).

Příčný profil příkopu je nejčastěji lichoběžníkový, se šířkou ve dně 0,3 – 0,6 m, hloubkou 0,6 – 1,2 m a sklonem svahů 1:1,5 až 1 : 2. Pokud je to možné vzhledem ke sklonovým poměrům, dimenzi příkopu a místním materiálům, je preferováno, aby příkopy byly opevněné pouze zatravněním.

Z hlediska lokalizace jsou odvodňovací příkopy děleny na:

- **záchytné** – které jsou situovány nad chráněným pozemkem a zabraňují přítoku vnějších vod,
- **sběrné** – které jsou navrhovány přímo v ploše řešeného pozemku s cílem zkrátit volnou délku povrchového odtoku tak, aby nedocházelo k překročení přípustné ztráty půdy. Vzdálenost příkopu od horní hranice pozemku či mezi jednotlivými příkopy je navržena na základě zjištěné erozní ohroženosti, například podle přípustné délky svahu vypočtené pomocí USLE nebo podle kritické délky ze simulačního modelu SMODERP.

Příkopy jsou dimenzovány na dobu opakování nejméně 5 let, pokud je cílem jen ochrana zemědělského pozemku. Pro ochranu intravilánu nebo jiné infrastruktury je míra ochrany vyšší dle konkrétních podmínek, zpravidla na srážku s opakováním 10 – 50, výjimečně 100 let.

Pro podporu infiltrace je, v případě kombinace příkopu s hrázkou a zatravněvacím pásem (jedná se o určitou variantu protierozní / infiltrační meze P09), možno příkop opatřit příčnými přehrázkami sloužícími jako regulace odtoku, které v kombinaci s mírným podélným sklonem mohou vytvořit akumuláční prostor využitelný pro infiltraci zadržené vody. Záchytný příkop s infiltrační schopností je třeba navrhovat v lokalitách, které splňují geologické a pedologické podmínky umožňující efektivní zasakování. V případě zhoršených pedologických poměrů je povrchové vsakování možné optimalizovat úpravou skladby podloží. Pod přibližně 100 mm vysokou vrstvou ornice je možné uložit geotextilii a pod geotextilii alespoň 100 mm vysokou vrstvu štěrkopísku.

Spodní vrstvy záchytného příkopu musí být umístěny minimálně jeden metr nad maximální hladinu podzemní vody. Příkop s infiltrační schopností se neumísťuje nad zástavbu či infrastrukturu, do prostoru sesuvných území a v dalších nevhodných lokalitách, které popisuje katalogový list C.

Při dimenzování záchytných příkopů s infiltrační schopností je třeba mít na paměti, že přehrázky snižují průtočný profil a tím snižují kapacitu příkopu. Návrh záchytného příkopu musí být navrhován tak aby byl schopen odvést návrhovou srážku.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Nad příkopem je vhodné založit zatravněný pás k zachycení erozních splavenin v šířce min. 6 m, kde bude docházet k prvotnímu zachycování splavenin nesených odtokem (opatření P12 Zatravněný pás). Pod příkopem se zpravidla buduje ochranná protierozní mez za účelem zvýšení retenčního objemu



příkopu a využití materiálu z výkopu (opatření P09 Protierozní / infiltrační mez), zde je možné také vybudovat přehrážky (opatření P15) pro zadržení vody fungující jako regulace odtoku povrchové vody. Příkopy jsou velmi často nezbytným objektem při návrhu polních cest s protierozní funkcí (opatření P08). Příkop jakožto liniový prvek v krajině je vhodné využít pro zvýšení estetické hodnoty krajiny výsadbou vegetace, případně i jako součást územních systémů ekologické stability (opatření E01 a E02).

Před zaústěním příkopu do recipientu je vhodné na něm vybudovat sedimentační jímku, která zachytí nesené splaveniny (opatření P06). V opačném případě příkop může působit kontraproduktivně z hlediska ochrany jakosti vody a tuto bude zhoršovat.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	4	4	4	2	4

### Vliv na vodní režim

Odvodňovací příkop ovlivňuje odtokové poměry při přívalových deštích spíše negativně (do jisté míry urychluje odtok), případná kompenzační opatření mohou být řešena na svodných příkopech (opatření P02) např. protierozní sedimentační nádrží (opatření P06) nebo suchou nádrží (opatření P07) před zaústěním do recipientu.

### Vliv na povrchovou erozi půdy a její důsledky

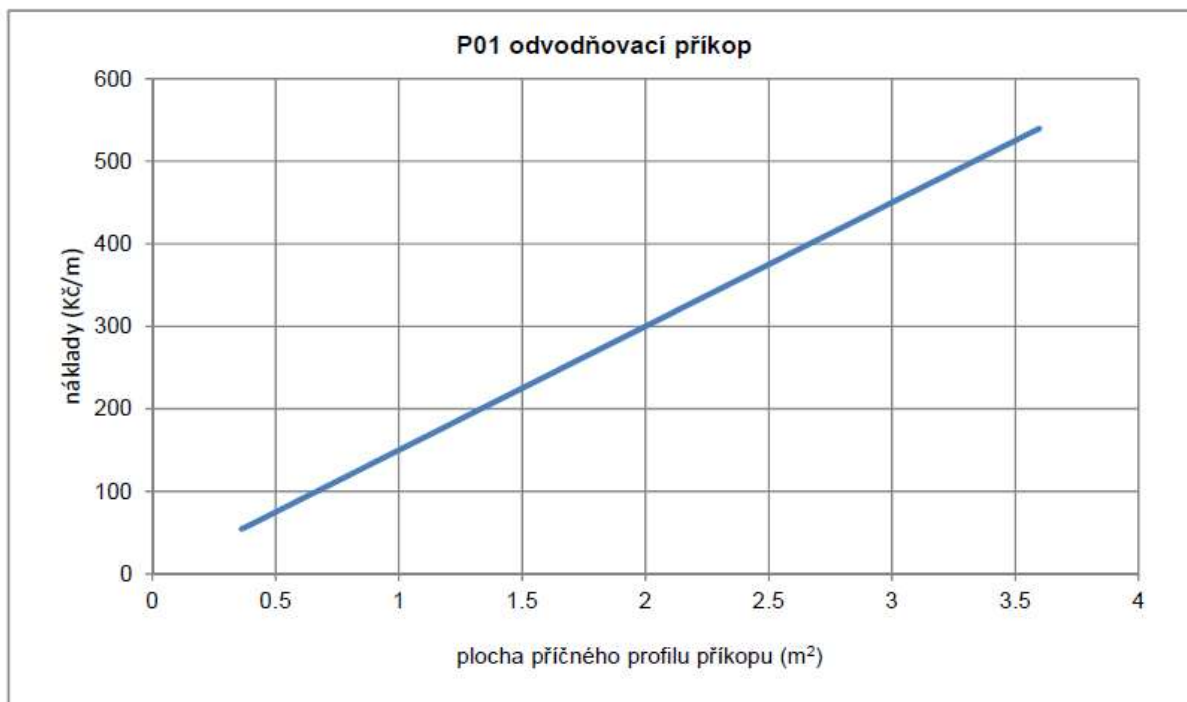
Odvodňovací příkop ochraňuje před erozí buď zájmový pozemek (v případě příkopu záchytného) nebo zkracuje délku dráhy povrchového odtoku (v případě příkopu sběrného) na zemědělském pozemku tak, aby nedocházelo k překročení přípustné ztráty půdy.

### Ekologické přínosy

Samotný odváděcí příkop příznivě snižuje erozi půdy, ale nejedná se o prvotně ekologické opatření. Ekologický přínos mají jeho doprovodná opatření, například vegetační pásy, liniovou výsadbu – lokální biokoridory.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení příkopu se odvíjejí od jeho dimenzí a jsou znázorněny v grafu závislosti na ploše příčného profilu příkopu pro 1 m délky.



## Nároky na údržbu

Podmínkou trvalé funkčnosti odvodňovacích příkopů je jejich pravidelné čištění od nánosů a porostů, a to zejména po erozně odtokových epizodách, kdy je třeba v rámci kontrolních prohlídek ověřit míru zanesení sedimenty a zajistit jejich případné odtěžení. Současně je třeba věnovat pozornost souvisejícím objektům, především propustkům a mostkům, a udržovat jejich průtočnost.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- návrhový průtok [ $m^3/s$ ; QN];
- délka příkopu [m];
- šířka příkopu ve dně [m];
- sklony svahů příkopu [1 : m];
- podélný sklon (%);
- typ opevnění.

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

### Použitá literatura:

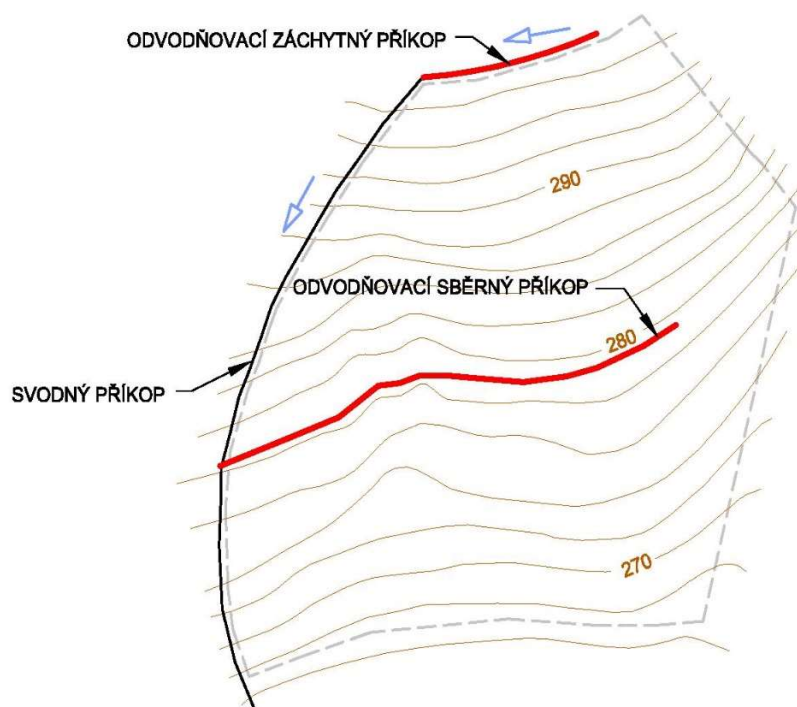
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

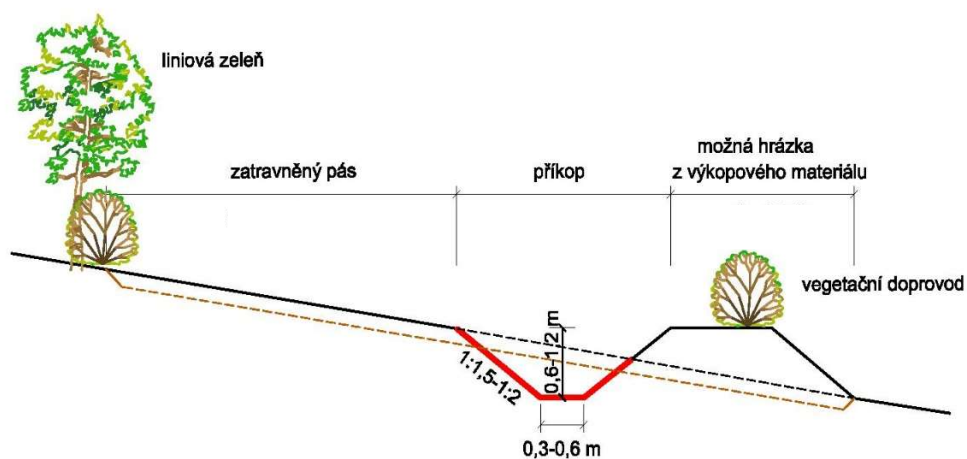
Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická příloha – schéma opatření

### SITUATIVNÍ USPOŘÁDÁNÍ:



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:





## Fotodokumentace



Záchytný příkop v k.ú. Chyjice (Zdroj: <http://www.spucr.cz>)



Sběrný příkop v k.ú. Hořany (Zdroj: <http://www.spucr.cz>)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P02</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Svodný příkop</b>

## Popis opatření

Svodný příkop je recipientem sběrných či záchytných příkopů či průlehů. Jeho úkolem je bezpečné svedení zachycené vody do vodního toku, nádrže nebo jiného recipientu, a to pokud možno nejkratší cestou. Je velmi pravděpodobné, že tyto příkopy budou dimenzovány pro větší sklony. Do příkopu svodného může být zaústěno i několik příkopů sběrných nebo záchytných, jeho rozměry jsou proto zpravidla větší, odpovídající dimenzování dle hydraulických hledisek. Díky většímu podélnému sklonu jsou svodné příkopy prakticky vždy opevněny. Nejjednodušší volbou jsou betonové žlabovky, nebo betonové desky ve dně a patách svahů. Svahy jsou často chráněny polovegetačními tvárnici. Pro snížení podélného sklonu nivelety dna a zpomalení průtoku mohou sloužit zvláštní objekty – například kamenité skluzy, přehrážky nebo kaskáda žlabovek, umístěných stupňovitě nad sebou. Z hlediska dimenze je třeba při navrhování svodných příkopů respektovat návrhové parametry všech zaústěvaných sběrných nebo záchytných příkopů po trase.

Pro ochranu jakosti vody v recipientu je vhodné před zaústěním svodného příkopu navrhovat sedimentační jímky k zachycení neseného především jemnozrnného sedimentu (opatření P06).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Svodné příkopy jsou často navrhovány pro odvodnění polních cest s protierozní funkcí (opatření P08), případně se doplňují protierozními sedimentačními jímkami nebo nádržemi (opatření P06). Pokud je svodný příkop navrhován ve volné krajině, je podle možností vhodné doplnit i krajínotvorná opatření (E01, E02).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	5	5	5	5	5

### Vliv na vodní režim

Svodný příkop ovlivňuje odtokové poměry při přivalových deštích spíše negativně (do jisté míry urychluje odtok), jako kompenzační opatření lze navrhnout speciální objekty pro zpomalení odtoku, např. kaskády, přehrážky apod., případně před zaústěním do recipientu situovat suchou nádrž (opatření P07). Nejedná se nicméně o klasické protierozní opatření, ale jen o nezbytný doplněk systému, zajišťující bezeškodní odvedení zachycené vody z pozemku.

## Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

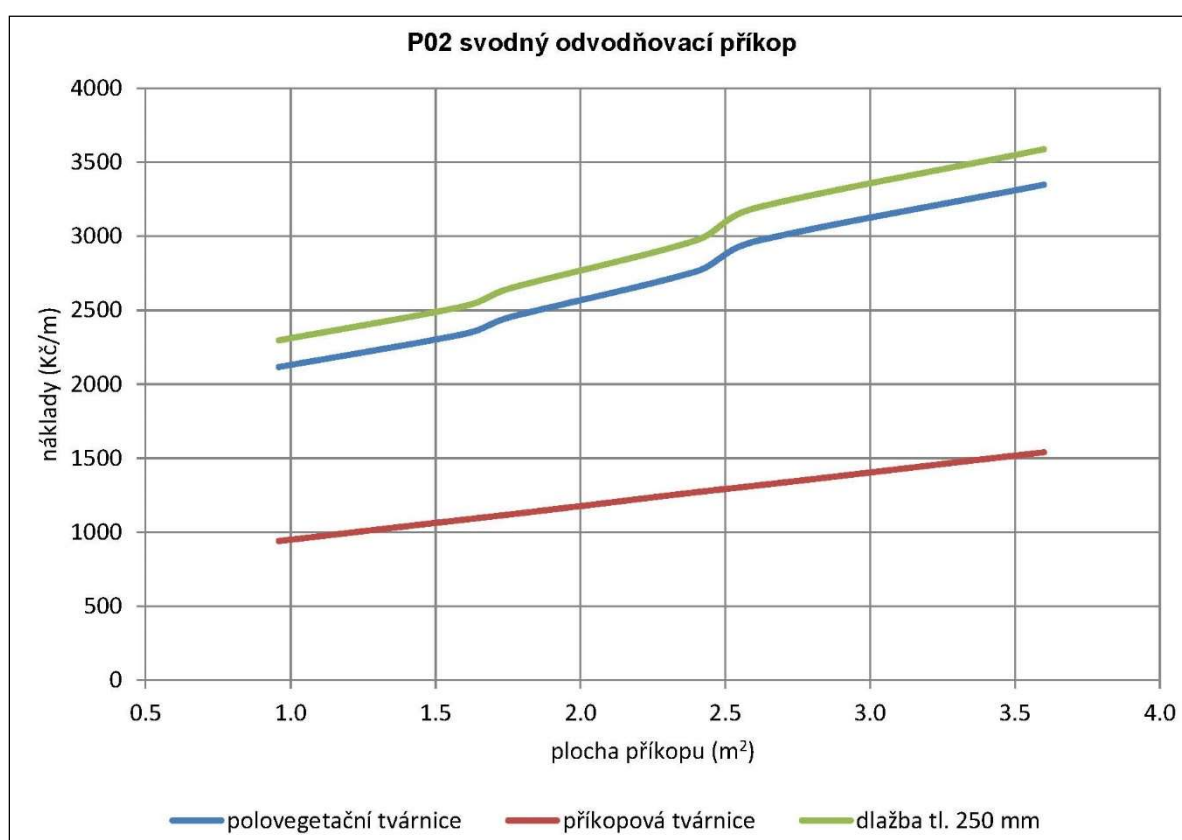
Svodný příkop je pouze nezbytným prvkem soustavy příkopů protierozních, případně průlehů; samostatně povrchovou erozi pozemku neovlivňuje.

## Ekologické přínosy

Svodný příkop není primárně navrhován pro přímý ekologický přínos – přínosem mohou být s ním realizovaná doprovodná opatření, např. vegetační pásy nebo lokální biokoridory.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení svodného příkopu jsou závislé na velikosti jeho průtočného profilu a na způsobu opevnění. V grafu jsou uvedeny tři možnosti opevnění – příkopovou tvárnici (pouze opevnění dna), příkopovou tvárnici doplněnou polovegetačními tvárnici zhruba do 2/3 délky svahů a kamennou dlažbou.



## Nároky na údržbu

Nároky na údržbu svodných příkopů jsou obdobné jako u jiných vodohospodářských děl. Nezbytné je provádět pravidelnou vizuální kontrolu technického stavu svodných příkopů a to hlavně po povodňových událostech - zejména stavu opevnění a případných objektů – propustků, skluzů apod.

## Podklady pro návrh opatření:

Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;

- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- délka příkopu [m];
- šířka příkopu [m];
- sklony svahů příkopu [1 : m];
- podélný sklon (%);
- typ opevnění.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

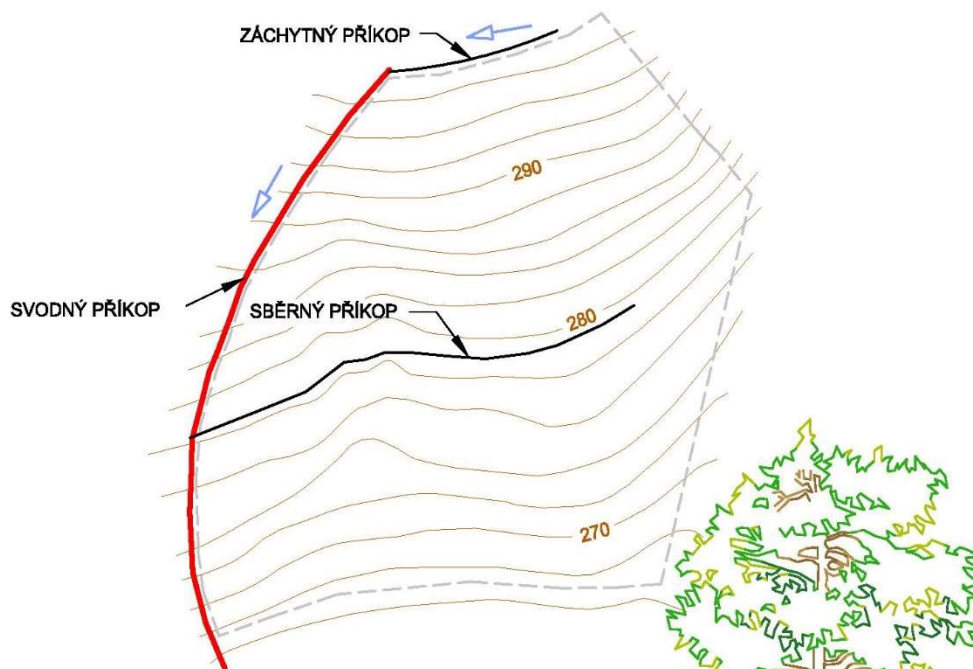
**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

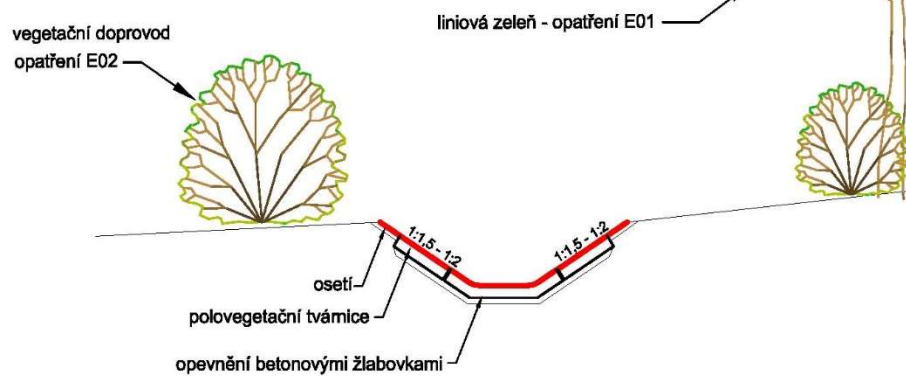


## Grafická příloha – schéma opatření

### SITUATIVNÍ USPOŘÁDÁNÍ:



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



## Fotodokumentace



Svodný příkop u obce Rašovice (Zdroj: <http://soutezsr.spucr.cz>)



Svodný příkop v k.ú. Dobelice (foto Sweco Hydroprojekt a.s.)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P03</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Retenční (vsakovací) průleh</b>

## Popis opatření

Retenční průleh je liniový prvek, jehož úkolem je zachytit povrchový odtok a převést ho na infiltraci, případně jej odvést mimo chráněnou plochu do recipientu (často do svodného průlehu nebo příkopu). Infiltrace v retenčním příkopu může mít potenciálně výrazný vliv na snížení odtoku z krajiny a doplňování zásoby podzemní vody. Tyto prvky se dimenzují na celkový objem odtoku ze srážky ze zdrojové plochy. Obvykle proto mají větší příčný profil než prvky čistě odváděcí. Vyšší objemy vody, nad úrovní akumulací schopnosti průlehu, pak musí být průleh schopen odvést bezpečně mimo chráněné území. Retenční průleh se rovněž zásadně neopevňuje ve dně a svazích – byla by tím popřena jeho základní funkce. Sklony svahů by neměly překročit 1 : 5, zpravidla jsou navrhovány mírnější (např. 1 : 10) tak, aby byl průleh přejezdný, případně obdělávatelný. Retenční průlehy jsou vhodné na pozemcích se sklonem do 4°.

Retenční průlehy se navrhují tak, aby ve svém akumulacím prostoru dokázaly zachytit celý objem odtoku z výše ležících pozemků při návrhové srážce pro N = 5, 20, 100 let, přičemž hloubka průlehu je v rozmezí 0,3 – 1,0 m. Retenční průlehy se navrhují (pokud to podmínky dovolují) s nulovým sklonem nivelety dna. U návrhů s nenulovým sklonem nivelety dna musí být vsakovací průlehy opatřeny vhodnou formou regulace odtoku - např. přehrázkami (opatření P15). Návrh podélného sklonu a příčného profilu průlehu se provádí pomocí hydrologických metod a při dimenzování je třeba vzít v úvahu případnou existenci příčných přehrázek.

Retenční průlehy je třeba navrhovat v lokalitách, které splňují geologické a pedologické podmínky umožňující efektivní zasakování. V případě zhoršených pedologických poměrů je povrchové vsakování možné optimalizovat úpravou skladby podloží. Pod přibližně 100 mm vysokou vrstvu ornice je možné uložit geotextilii a pod geotextilii alespoň 100 mm vysokou vrstvu štěrkopísku.

Spodní vrstvy vsakovacího průlehu musí být umístěny minimálně jeden metr nad maximální hladinu podzemní vody. Konkrétní konečné umístění a dimenzování infiltračních prvků je třeba konzultovat s hydrogeologem. Retenční průleh musí být na vhodném místě vybaven vypouštěcím zařízením s opevněným korunovým přelivem, zaústěným do zatravněné údolnice nebo do vhodného svodného prvku či do vodoteče. Retenční průleh se neumísťuje nad zástavbu či infrastrukturu, do prostoru sesuvných území a v dalších nevhodných lokalitách, které popisuje katalogový list C.

S výhodou lze pro intenzivnější zasakování využít kombinaci retenčního průlehu a zasakovací rýhy. Srážková voda je v tomto případě zachycena v zasakovacím průlehu a přes půdní profil je zasáknuta do podzemního kolektoru tvořeného technickým opatřením typu zasakovacího bloku nebo výplní pórovitým materiálem (štěrkem). Tímto způsobem je zajištěno dostatečné předčištění vody před vstupem do podzemní části.

Pokud zasakování v dané lokalitě není možné nebo vhodné, navrhuje se vytvoření záchytných či sběrných průlehů pro zachycení a odvedení povrchového odtoku mimo chráněnou plochu do recipientu (odváděcí průleh).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Pod průlehem se zpravidla buduje protierozní mez za účelem zvýšení retenčního objemu průlehu a využití materiálu z výkopu (opatření P09 Protierozní / infiltrační mez). Sklony svahů meze musí být rovněž mírné (max. 1 : 5), aby byla zajištěna jejich přejezdnost. Nad průlehem se zakládá zatravněný pás (opatření P12). Na hrázce nebo pod ní je možno založit doprovodnou vegetaci (opatření E01, E02). Retenční průlehy s podélným sklonem je třeba opatřit regulací odtoku v podobě vhodného hrazení vytvářejícího akumulaci prostor (opatření P15 - přehrážky). Retenční průlehy je možné kombinovat také se zasakovací rýhou (opatření P13). Při navrhování retenčních průlehubů je třeba respektovat pravidla specifikovaná v katalogovém listu opatření C - Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	1-2	1-2	1	1	1

### Vliv na vodní režim

Retenční průlehy zachycuje celé množství povrchového odtoku při návrhové srážce a převádí ho na infiltraci.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Retenční průlehy ochraňuje před erozí buď zájmový pozemek (v případě průlehu záchytného) nebo zkracuje délku povrchového odtoku na zemědělském pozemku tak, aby nedocházelo k překročení přípustné ztráty půdy. Současně ale zabraňuje posunu usazených splavenin do recipientu.

Opatření tedy minimalizuje i následné zanášení vodních toků a nádrží.

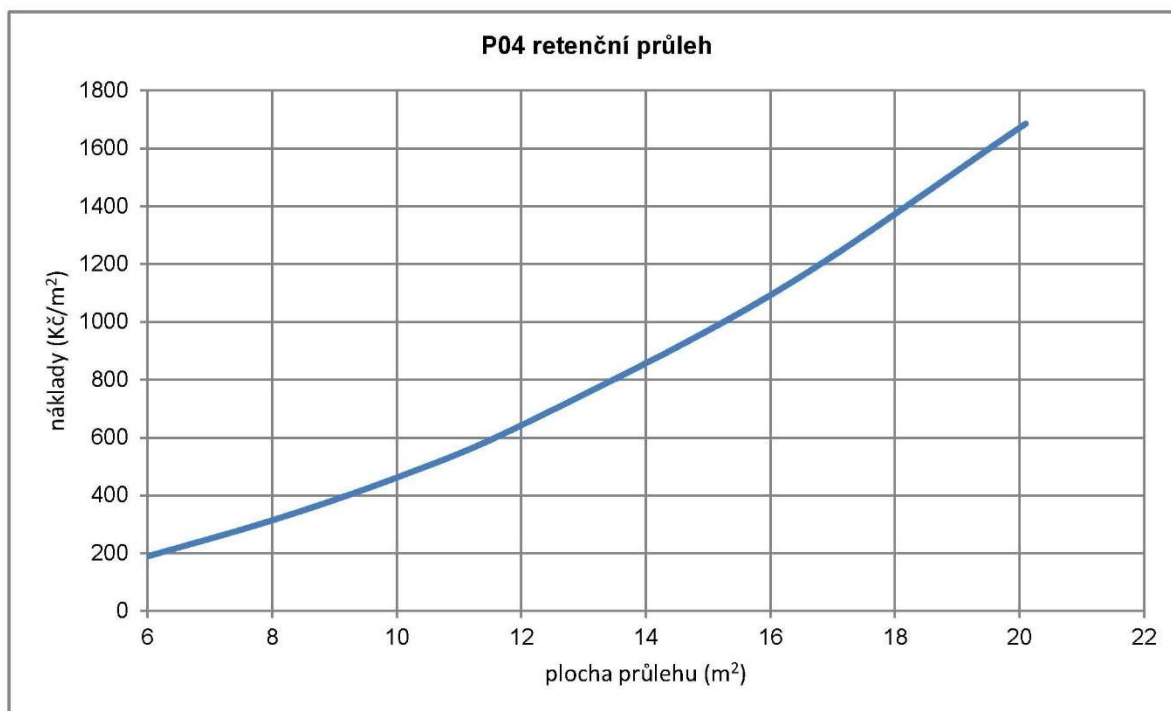
### Ekologické přínosy

Samotný retenční průlehy nemá vliv na přírodní prostředí, ekologický přínos mají jeho doprovodná opatření, u kterých je možno realizovat vegetační pásy – lokální biokoridory.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení průlehu se odvíjejí od jeho dimenzí a jsou znázorněny v grafu v závislosti na půdorysné ploše průlehu pro 1 m délky.





## Nároky na údržbu

Nároky na údržbu průlehu jsou obdobné jako u jiných vodohospodářských děl. Po povodňových událostech je třeba kontrolovat stav svahů a dna a zejména množství sedimentů. Pravidelně by měla být prováděna údržba travních porostů a dřevinného doprovodu, včetně odstraňování sedimentů a přebytečné biomasy. V případě opakovaného ukládání jemnozrnného erozního sedimentu dojde po čase k zakolmatování dna a výraznému snížení rychlosti infiltrace. Proto je vhodné jemnozrnný sediment ze dna průlehu periodicky odstraňovat, a to až na rostlý terén.

Současně je třeba věnovat pozornost stavu vypouštěcího zařízení, po povodňových epizodách zkontrolovat, zda nedošlo k ucpání výpusti nebo nebylo poškozeno opevnění korunového přelivu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod;
- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- návrhová srážka;
- délka a hloubka průlehu [m];
- půdorysná plocha [ $\text{m}^2$ ];
- sklony svahů příkopu [1 : m];
- návrhový zachytný objem průlehu [ $\text{m}^3$ ];
- storativita horninového podloží.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Použitá literatura:**

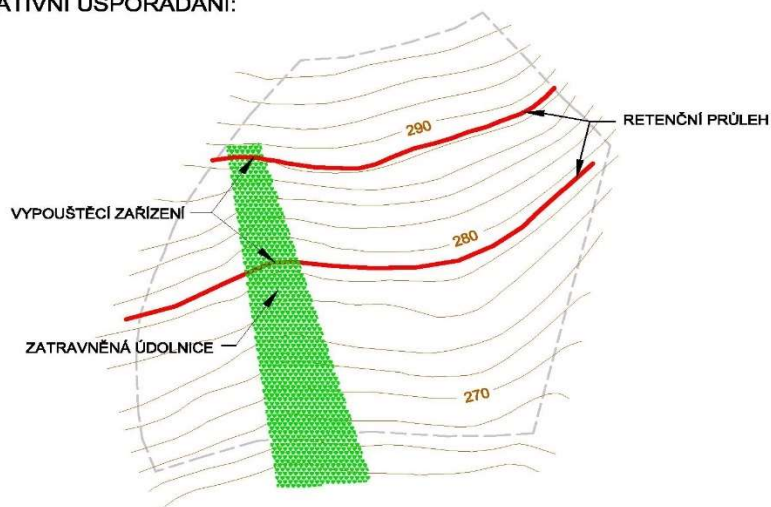
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Kulhavý Z. a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi;
- Novotná J. a kol., 2015: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR;
- Dzuráková M. a kol., 2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině.

**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

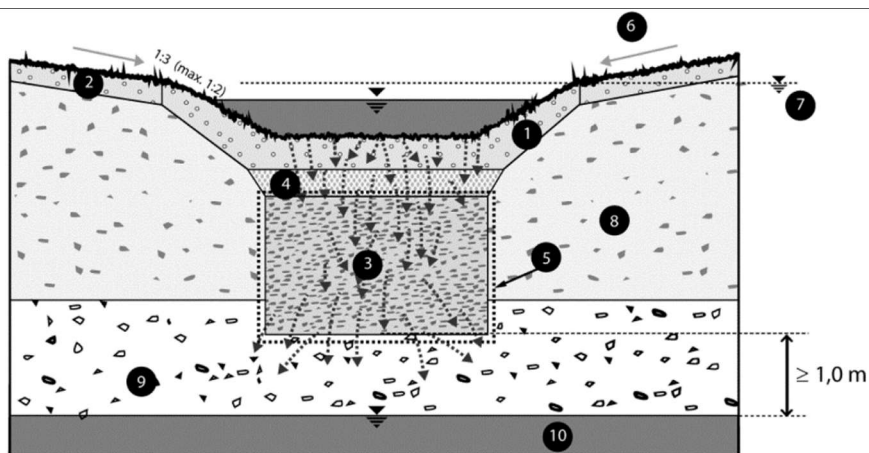
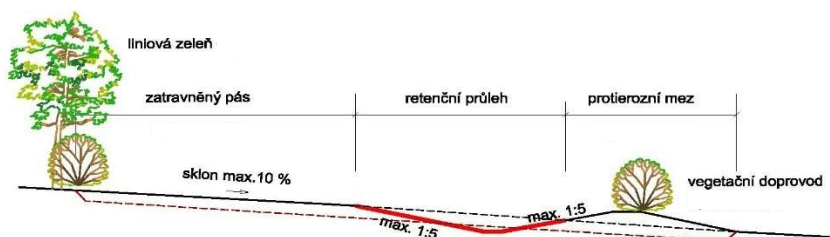
Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická příloha – schéma opatření

### SITUATIVNÍ USPOŘÁDÁNÍ:



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



- |  |  |
|--|--|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s | 5 - Geotextilie  |
| 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m                                      | 6 - Plošný povrchový přítok                            |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky)               | 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m              |
| 4 - Píščito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1.10^{-4}$ m/s             | 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
|  | 9 - Propustné půdní a horninové prostředí              |
|  | 10 - Max. hladina podzemní vody                        |

Kombinace vsakovacího průlehu a vsakovací rýhy (zdroj: TNV 75 9011)



## Fotodokumentace



Zatravněný retenční průleh u města Zábřeh na Moravě (zdroj <http://www.zabreh.cz/>)



Zatravněný retenční průleh u města Zábřeh na Moravě (zdroj <http://www.zabreh.cz/>)





Příklad kombinace vsakovacího průlehu a vsakovací rýhy v k.ú. Syrovice (foto AQUATIS a.s.)



Příklad kombinace vsakovacího průlehu a vsakovací rýhy v k.ú. Syrovice (foto AQUATIS a.s.)



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P04</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Svodný průleh</b>

## Popis opatření

Svodný průleh je obdobně jako svodný příkop recipientem příkopů či průlehů odváděcích. Jeho úkolem je bezpečně svedení zachycené vody do vodní nádrže nebo toku. Trasa průlehu je vedena po hranici pozemku, případně údolnicí.

Příčný profil průlehu je lichoběžníkový, případně parabolický, hloubka 0,3 až 1,0 m Sklony svahů by neměly překročit 1 : 5, zpravidla jsou navrhovány mírnější (např. 1 : 10) tak, aby byl průleh přejezdny. Max. střední profilová rychlost pro zatravněné průlehy je 1,5 m/s, při vyšších rychlostech musí být průleh opevněn, např. dlažbou nebo polovegetačními várnici. Z hlediska dimenze je třeba při navrhování svodných průlehů respektovat návrhové parametry všech zaústovaných sběrných nebo záchytných příkopů / průlehů po trase a objekty vybudované v trase svodného průlehu (přehrážky, skluzy a pod.).

Pro snížení podélného sklonu nivelety dna a zpomalení průtoku mohou sloužit zvláštní objekty – například kamenité skluzy, přehrážky nebo kaskáda žlabovek, umístěných stupňovitě nad sebou. Z hlediska dimenze je třeba při navrhování svodných průlehů respektovat návrhové parametry všech zaústovaných sběrných nebo záchytných průlehů či příkopů po trase. Přehrážky též mohou sloužit jako regulace odtoku a vytvářet za vhodných podmínek akumulaci prostor využitelný pro infiltraci zadržené vody. Pokud je akumulaci prostor dostatečný (záleží na morfologických vlastnostech reliéfu) může zde také docházet k usazování erozního materiálu (viz. opatření P06 Protierozní sedimentační nádrž / sedimentační jímka).

Z důvodu ochrany kvality vody před vnosem jemnozrnného erozního sedimentu je velmi žádoucí na svodném průlehu před jeho zaústěním do recipientu vybudovat záchytnou sedimentační jímku (opatření P06).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Svodné průlehy mohou být navrhovány pro odvodnění polních cest s protierozní funkcí (opatření P08), případně kombinovány s travními pásy nebo výsadbou liniové vegetace (opatření E01, E02). Pro zmírnění podélného sklonu mohou být doplňovány přehrážkami (opatření P15).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	5	5	5	5	5

### Vliv na vodní režim

Svodný průleh ovlivňuje odtokové poměry při přivalových deštích spíše negativně (do jisté míry urychluje odtok), jako kompenzační opatření lze navrhnout speciální objekty pro zpomalení odtoku, např. kaskády, přehrážky apod., případně před zaústěním do recipientu situovat suchou nádrž (opatření P07).

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

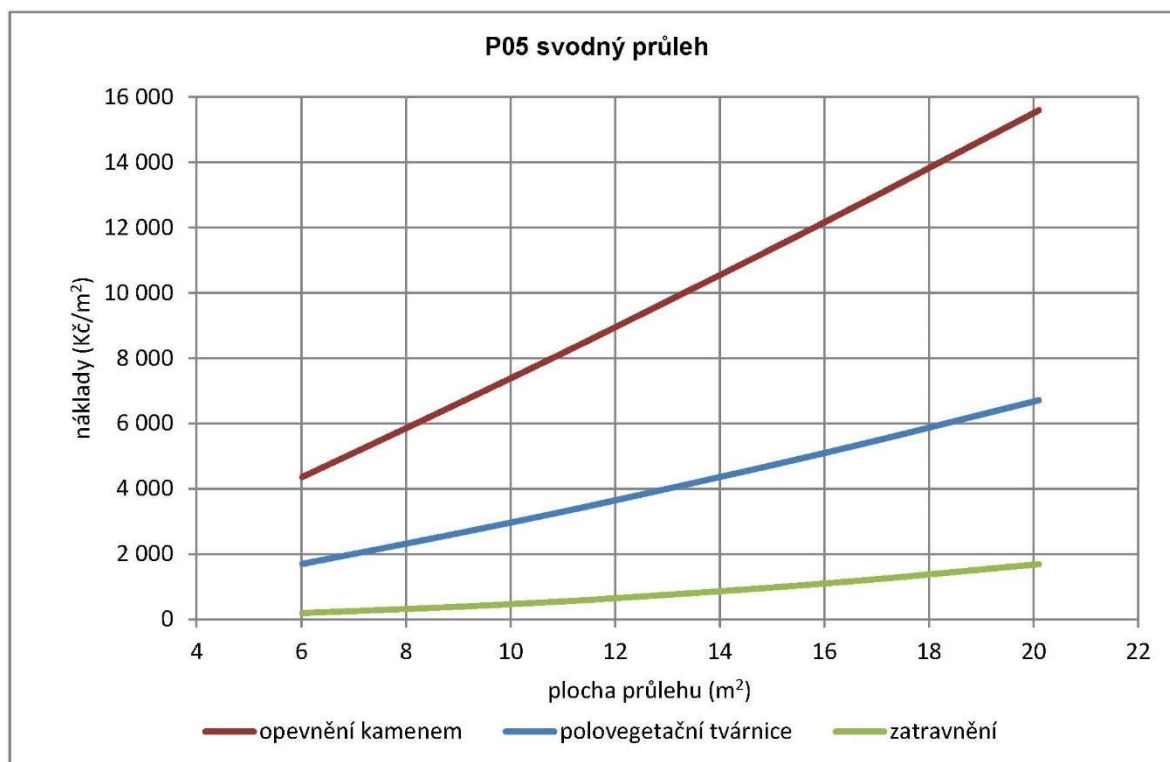
Svodný průleh je pouze nezbytným prvkem soustavy protierozních příkopů, případně průlehů, samostatně povrchovou erozi neovlivňuje.

### Ekologické přínosy

Samotný svodný průleh nemá vliv na přírodní prostředí, ekologický přínos mají jeho doprovodná opatření, u kterých je možno realizovat vegetační pásy – lokální biokoridory.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení svodného průlehu se odvíjejí od jeho dimenzí a způsobu opevnění a jsou znázorněny v grafu závislosti na půdorysné ploše průlehu pro 1 m délky.



## Nároky na údržbu

Nároky na údržbu svodných příkopů jsou obdobné jako u jiných vodohospodářských děl. Nezbytné je provádět pravidelnou vizuální kontrolu technického stavu průlehů a to hlavně po povodňových událostech - zejména stavu opevnění a případných objektů – propustků, skluzů apod.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- délka průlehu [m];
- šířka průlehu ve dně [m];
- půdorysná plocha [ $\text{m}^2$ ];
- sklony svahů průlehu [1 : m];
- podélný sklon.

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

### Použitá literatura:

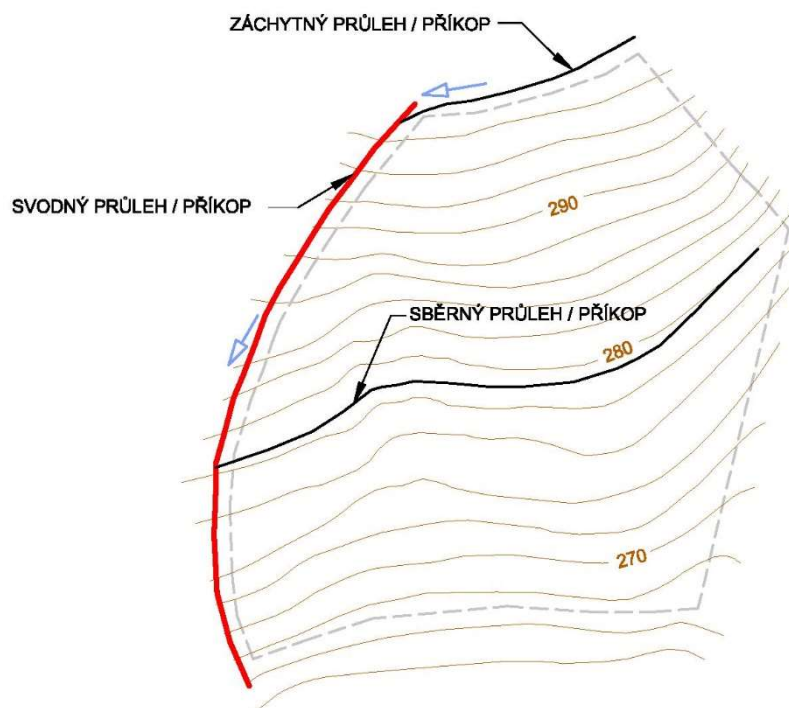
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

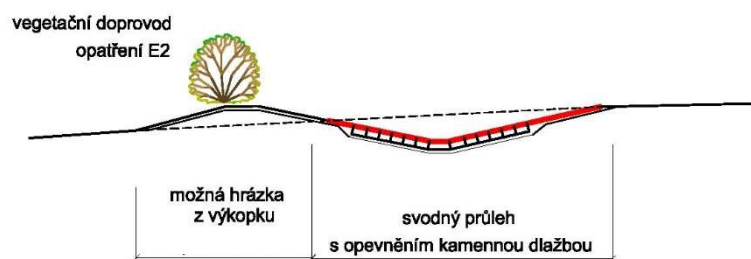
Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická příloha – schéma opatření

### SITUATIVNÍ USPOŘÁDÁNÍ:



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



## Fotodokumentace



Svodný průleh v k.ú. Pašovice na Moravě (Zdroj: <http://soutezsr.spucr.cz>)



Svodný příkop u obce Rašovice (Zdroj: <http://soutezsr.spucr.cz>)



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P05</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Vsakovací a ochranná hrázka</b>

## Popis opatření

Ochranné hrázky jsou používány buď ve spojení se záchytným příkopem nebo průlehem – pak se v zásadě jedná o protierozní mez (opatření P09), nebo samostatně jako ochranné hrázky, budované na ochranu určité lokality (většinou zastavěného území) před povrchovým odtokem z výše ležících pozemků. Hrázka je v takovém případě budována při dolním okraji pozemku, její trasa je vedena po vrstevnici s mírným odklonem, bez bezodtokých míst. Hrázky jsou tvořeny zemním tělesem lichoběžníkového tvaru a stabilizovány zatravněním. Pokud může dojít k zatopení návodního líce hrázky, je nutno ji budovat tak, aby byla zachována její stabilita, tj. dodržet požadovaný stupeň zhutnění a podélný profil koruny hrázky vést bez lokálních depresí, ve kterých by mohlo dojít k soustředěnému přelítí.

V zahraničí (především v USA) jsou hrázky navrhovány i v ploše pozemku a fungují v podstatě jako alternativa k sběrnému nebo svodnému příkopu a jejím účelem je přerušeni volné délky svahu. Variantou, rovněž občas používanou v zahraničí je vsakovací (retenční) hrázka, přísně vrstevnicově orientovaná, která má za cíl zadržet povrchově odtékající vodu. V tomto případě je nutno hrázku vybavit vypouštěcím zařízením. Jednoduchým a v USA používaným principem je spadišťová šachta (z drenážních skruží), která omezuje maximální výšku hladiny nad hrázkou. Protože prostor nad hrázkou se bude zanášet erozním sedimentem, je spadišťová šachta v průběhu času navyšována současně s korunou hrázky. Alternativou vsakovací hrázky přísně vrstevnicové, jsou hrázky s velmi mírným podélným sklonem, kde pro vytvoření akumulčního prostoru jsou vybudovány přehrážky (jako regulace odtoku) s nižší výškou koruny než vlastní hrázka. Zde je třeba správně dimenzovat kapacitu přelivů přehrážek, aby v místě navázání na ochranu hrázku nedocházelo k jejímu přelévání.

Hrázky mohou být přejezdné a nepřejezdné. Přejezdné hrázky mají max. sklon svahů 1 : 5, lépe 1 : 10.

Korunu hrázky je možno ozelenit křovinnou nebo stromovou vegetací, čímž v krajině vznikne zajímavá ekologická linie.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Protierozní hrázka může být kombinovaná s příkopem (opatření P01 Záchytný - odváděcí příkop s alternativou infiltrace), nebo retenčním průlehem (P03 Retenční (vsakovací) průleh)). Nad vsakovací hrázkou (případně průlehem či příkopem) se doporučuje navrhnout zatravněný pás (opatření P12), V této kombinaci pak hrázka vytváří protierozní / infiltrační mez (opatření P09). Odtok zadržené vody v prostoru meze lze regulovat přehrážkami (opatření P15). Opatření pro podporu infiltrace se nedoporučuje realizovat nad zástavbou. Korunu hrázky je možno ozelenit (opatření E01, E02).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:  
třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	4	4	4	3	4

### Vliv na vodní režim

Vsakovací protierozní hrázky regulují odtok z malých povodí na odtok neškodný a umožňují část odtoku infiltrovat do půdy. Pokud jsou umístěny přímo v ploše pozemku, zkracují volnou délku svahu, čímž významně snižují erozi a transport erozních splavenin.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

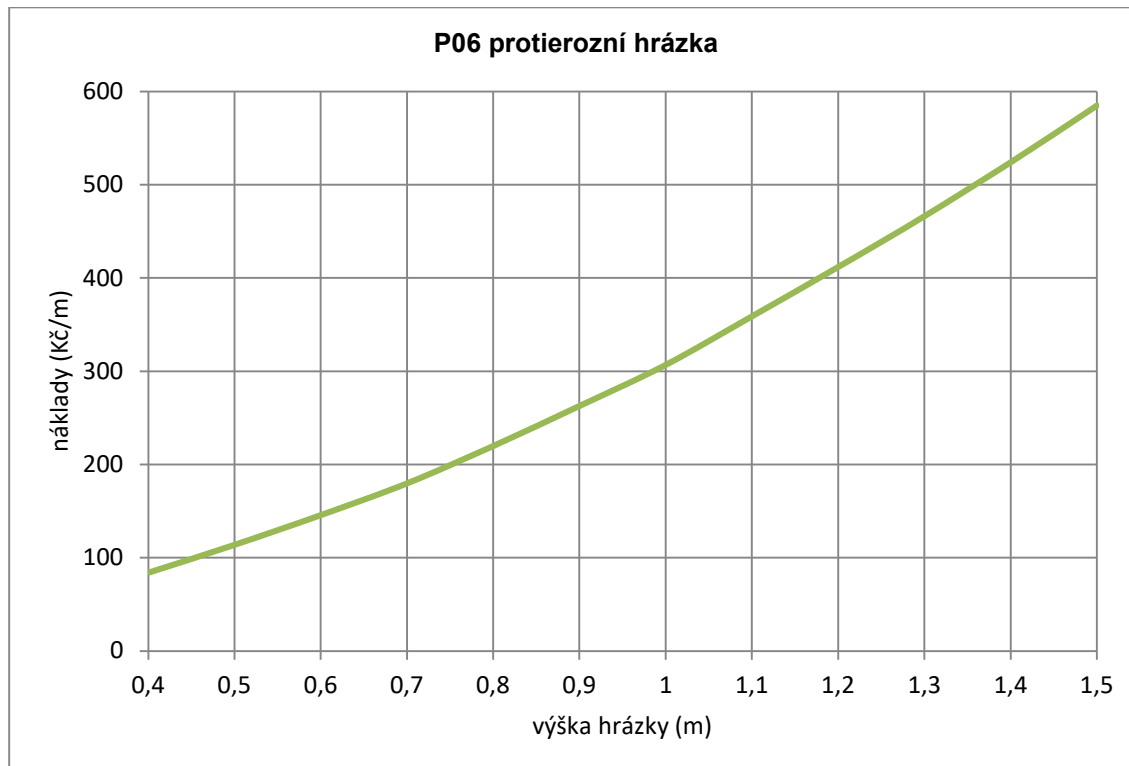
Protierozní hrázky zabraňují přísunu splavenin do chráněného území, jedná se tedy pouze o lokální efekt.

### Ekologické přínosy

Protierozní hrázka může být osázena vhodnou vegetací s krajinnotvornou funkcí.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení hrázky se odvíjejí od jejich dimenzí a jsou znázorněny v grafu závislosti na ploše příčného profilu hrázky pro 1 m délky.





## Nároky na údržbu

V případě zatravnění navrženého prvku je nutné zahrnout do provozních nákladů sečení (2x ročně). Dále je nutná pravidelná údržba objektů a kontrola stavu opevnění po průtoku větších vod.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku nebo lokality;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- délka hrázky [m];
- šířka hrázky v koruně [m];
- sklony svahů [1 : m];
- objem návrhové povodně [m<sup>3</sup>];

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

### Použitá literatura:

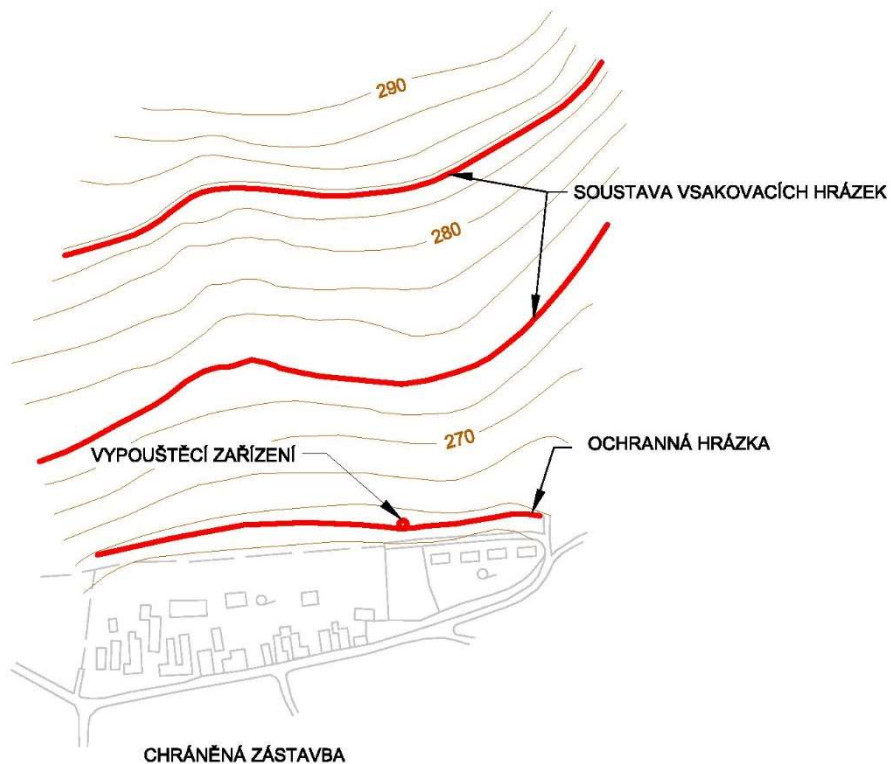
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

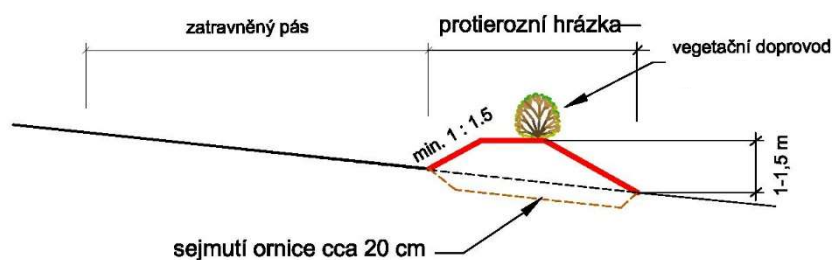
Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická příloha – schéma opatření

### SITUATIVNÍ USPOŘÁDÁNÍ:



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



## Fotodokumentace



Ochranná hrázka nad obcí Dolní Brusnice (Zdroj: Navrhování TPEO, Václav Kadlec a kol., 2014)



Příklad soustavy hrázek na orné půdě (zdroj metodika Ochrana zemědělské půdy před erozí, Janeček a kol., 2012)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P06</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Protierozní sedimentační nádrž / sedimentační jímka</b>

## Popis opatření

Protierozní sedimentační nádrže slouží k ochraně intravilánu nebo recipientu před následky transportu smyté zeminy a povrchového odtoku ze zemědělských pozemků. Tyto nádrže mají malou plochu povodí, takže zpravidla zachycují i celý objem odtoku během epizody s dobou opakování 5 – 10 let. Po usazení sedimentu je voda následně vypouštěna, případně infiltrována. Protierozní sedimentační nádrže jsou navrhovány na dráze soustředěného odtoku s dostatečnou zdrojovou plochou a vhodnou konfigurací profilu k vybudování.

Nádrže plní řadu protierozních funkcí, zejména snižují podélný sklon údolí, zachycují splaveniny a část odtoku vody převádějí infiltrací na podzemní odtok. K sedimentaci transportovaných půdních částic v prostoru nádrže dochází vlivem snížení průtočné rychlosti. Voda z nádrže po odsazení nesených půdních částic buď odtéká výpustným potrubím, nebo vsakuje do dna nádrže. Podmínkou infiltrace vody do půdního profilu dna nádrže je jeho dostatečná infiltrační schopnost (vhodné jsou např. písčité, nejvýše písčitohlinité půdy). Schopnost infiltrace lze podpořit vytvořením propustnější vrstvy ve dně tvořenou minimálně 100 mm vysokou vrstvou štěrkopísku oddělenou geotextilií. Zároveň je ale třeba mít na paměti, že vzhledem k funkci sedimentační nádrže se zde bude vyskytovat jemný erozní materiál, který brání zvýšené infiltrační schopnosti.

Nádrže, u kterých se předpokládá masivní přísun smyté zeminy, je nezbytné doplnit vybavením, které umožní čištění retenčního prostoru (zpevněný sjezd do dna nádrže, manipulační plocha).

Na svodných příkopech nebo průlezích je možno pro zachycení sedimentu navrhnout jednoduché sedimentační jímky.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Protierozní sedimentační nádrž je nejčastěji navrhovaná jako předzdrž před suchou nádrží (opatření P07), případně jako stabilizační prvek v údolnicích (opatření P11). Sedimentační nádrž (nebo sedimentační jímka) je také navrhována před zaústěním svodných prvků (svodný příkop, nebo svodný průleh – opatření P02 a P04) do recipientu. Nádrže je třeba osadit odtokovým a vypouštěcím zařízením (opatření P16 Systémy pasivní a aktivní regulace).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3	3	4	2	4

### Vliv na vodní režim

Snížení množství odtoku protierozní sedimentační nádrží je nevýznamné – nádrže mají většinou malé povodí a retardace odtoku spočívá pouze v množství vody, převedené na infiltraci.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

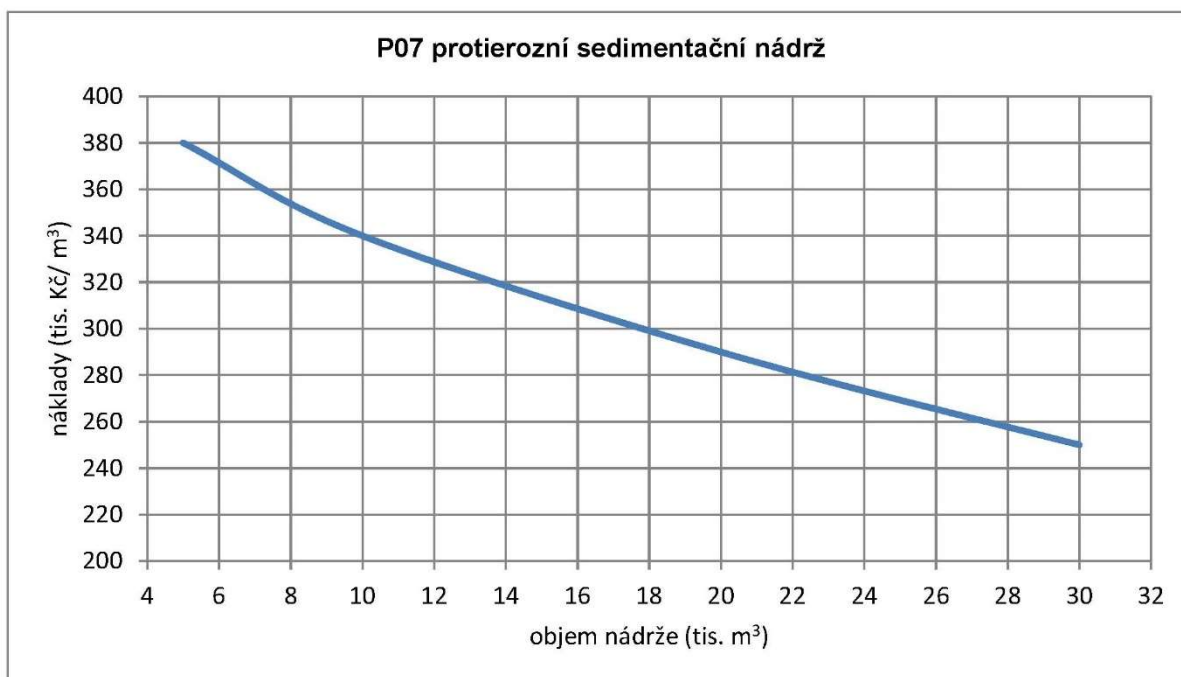
Protierozní sedimentační nádrž zabraňuje odnosu sedimentů ze svého povodí, v ploše povodí povrchovou erozi neovlivňuje.

### Ekologické přínosy

Významným přínosem protierozních sedimentačních nádrží je snížení přísunu živin do vodních toků a nádrží a tím omezení nežádoucí eutrofizace. Nádrž může být na březích osazena vegetačním doprovodem a umožňuje tak vznik zajímavých biotopů.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení protierozní sedimentační nádrže se odvíjejí od jejich dimenzí a jsou znázorněny v grafu závislosti na objemu nádrže. Pro násyp hráze se předpokládá využití místního materiálu, většinou lze použít materiál z budoucí nádrže.



### Nároky na údržbu

Podmínkou trvalé funkčnosti protierozní sedimentační nádrže je pravidelná údržba, spočívající v odstraňování usazenin ze dna nádrže a pravidelná kontrola stability hráze a stavu objektů.

### Podklady pro návrh opatření:

#### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;



- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- výška hráze (m)
- objem návrhové povodně [ $\text{m}^3$ ];
- návrhový záchytný objem nádrže [ $\text{m}^3$ ].

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Fotodokumentace



Protierozní sedimentační nádrž (Zdroj SPÚ Ing. Kamil Kaulich)



Protierozní sedimentační nádrž v k.ú. Štípa (Zdroj: <http://soutezsr.spucr.cz>)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P07</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Suchá nádrž (s infiltrační funkcí)</b>

## Popis opatření

Suché nádrže vytvářejí vymezený ochranný prostor, který se plní při průchodu povodňových vod, snižují povodňové průtoky a po průchodu povodňové vlny se řízeně vyprazdňují. Retenční nádrže zadržují velké množství vody zejména při přivalových srážkách. Zásadně tak mohou ovlivňovat a zpomalovat odtok vody z krajiny. Při vhodném geologickém podloží zvyšují infiltraci vody do půdy a horninového prostředí v oblasti zátopy a při postupném vyprazdňování i pod nádrží. Je nutné ale podotknout, že objem vody, který se vsákne ve vlastní nádrži, tvoří zpravidla pouze malý zlomek z celkového objemu povodňové vlny. Vzhledem k riziku zakolmatování dna nádrže jemným erozním materiálem, se pro nádrže se zvýšeným požadavkem na intenzitu infiltrace, doporučuje nad vlastní suchou nádrží zřídit sedimentační nádrž.

Vhodnost lokality infiltrační nádrže vychází z geologických poměrů a její konečné umístění a dimenzování je nezbytné konzultovat s hydrogeologem.

Vhodné je v místě zátopy realizovat doplňková opatření, jako jsou tůně, popř. ponechané zemníky, které mohou funkci tůní částečně nahradit. Z hlediska prostorového uspořádání je ve většině případů nádrž průtočná, výjimečně boční.

Plocha zátopy je v období běžných průtoků zpravidla zemědělsky využívána, nejčastěji jako louky či pastviny.

Objem suché nádrže je většinou určen morfologií území, případně limitující zástavbou nebo technickou infrastrukturou. Suchá nádrž může mít i malý objem stálého nadržení – tato vodní plocha tvoří lokální biocentrum (umělý mokřad), aniž by významně ovlivnila celkový objem nádrže.

Hlavními objekty suché nádrže je hráz a výpustná zařízení (výpustě a bezpečnostní přeliv). Vodohospodářské řešení se provádí podle ČSN 73 6815. Musí z něho být patrná transformace N-letých průtoků a musí být prokázána bezpečnost díla za povodní. Návrh výpustných zařízení se řídí ustanoveními ČSN 75 2410. Pro suché nádrže se doporučuje navrhovat výpustná zařízení, která nevyžadují obsluhu, tj. zpravidla bez pohyblivých konstrukcí. Každá suchá nádrž musí mít vyřešeno převádění velkých vod. Ve výjimečných a řádně zdůvodněných případech lze u zemních hrází nižších než 5 m nahradit bezpečnostní přeliv převáděním povodňových průtoků přes korunu hráze. V tomto případě musí být koruna hráze a vzdušní líc hráze upraveny a opevněny tak, aby nemohlo vlivem přepadajícího paprsku vody dojít k jejich poškození.

Aktivní regulace odtoku může být využita v konkrétních případech, kde na retenční nádrž navazují infiltrační prvky a to tak, aby byla podpořena retenční schopnost těchto prvků. Příkladem použití takové aktivní regulace může být propojení zasakovací galerie (zasakovací rýhy) s nádrží, která akumulovanou vodu průběžně zasakuje do nižších geologických vrstev. Regulační prvek pak řídí efektivní využití zadržené vody. Potenciální objem suché nádrže pak lze rozdělit na zásobní prostor s objemem vody využitelné pro průběžné zasakování, ovladatelný retenční prostor pro transformaci povodňové vlny určený odtokovým zařízením a neovladatelný retenční prostor definovaný bezpečnostním přelivem.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Suché nádrže se nejčastěji navrhuje jako závěrečný prvek systému protipovodňové a protierozní ochrany. Vodu akumulovanou v retenční nádrži lze za vhodných podmínek využívat jako zdroj pro další typy infiltračních opatření, jako je např. zatravněná údolnice či zatravněný pás (opatření P11 a P12), retenční průleh (opatření P03), vsakovací rýha (opatření P13) nebo zasakovací drén (opatření D14). Pro



efektivnější řízení využití zadržené vody v suché nádrži je možné na nádrži instalovat aktivní systém regulace odtoku vody (P16).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	2	2	3	1	4

### Vliv na vodní režim

Suchá nádrž zachycuje celý objem odtoku při návrhové srážce a pozvolna ho vypouští pod hráz. Ovlivnění množství odtoku povrchové vody je tedy významné.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

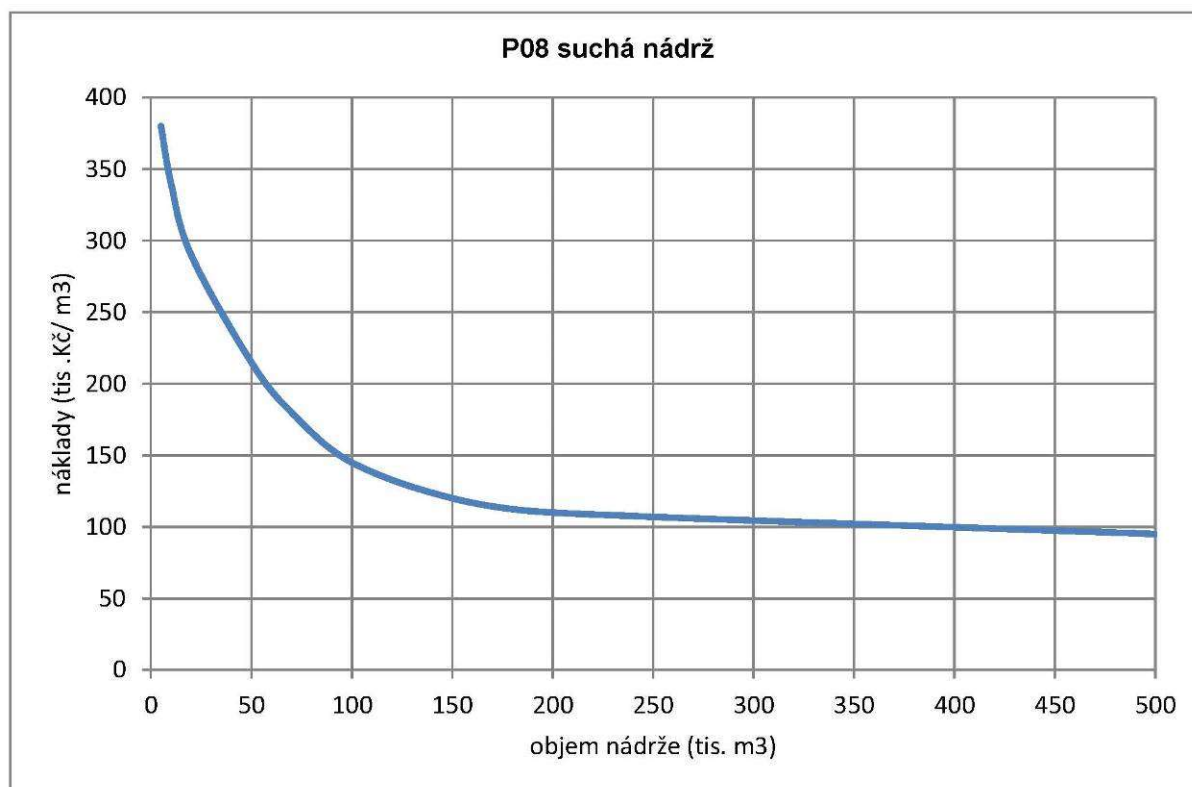
Suchá nádrž zabraňuje odnosu sedimentů ze svého povodí, v ploše povodí povrchovou erozi neovlivňuje.

### Ekologické přínosy

V nádrži zadržaná voda zvyšuje podíl infiltrace do podloží nádrže, zvyšuje územní výpar a tím upravuje mikroklima, podle způsobu vyprazdňování zlepšuje průtoky v korytě vodního toku pod nádrží a transformací odtoku tak zvyšuje podíl vod infiltrovaných v trase vodního toku do břehů i do podloží. Významným přínosem je lokální biocentrum (umělý mokřad), který vznikne v případě stálého nadržení.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení suché nádrže se odvíjejí od jejich dimenzí a jsou znázorněny v grafu závislosti na ploše objemu nádrže. Pro násyp hráze se předpokládá využití místního materiálu, většinou lze použít materiál z budoucí nádrže.



## Nároky na údržbu

V průběhu provozu nádrže jsou nutné pravidelné vizuální kontroly objektů díla, případně ověřování funkčnosti jednotlivých zařízení. Po průchodu povodně je nutno provést podrobnou prohlídku díla a odstranit nežádoucí předměty ze zátopy a z prostoru výpustných zařízení (tuto činnost je nutno provádět průběžně v pravidelných intervalech), odtěžit případné nánosy a odstranit případné škody na vegetačním krytu v prostoru nádrže. Všechny tyto činnosti jsou zakotveny v provozním, případně i manipulačním řádu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- zjišťovací řízení pro posouzení vlivu nádrže na životní prostředí podle zákona 100/2001 Sb. (pokud objem nádrže přesahuje 100 000 m<sup>3</sup> nebo výška hradičí konstrukce přesahuje 10 m);
- kategorizace vodního díla z hlediska technickobezpečnostního dohledu;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže;
- ČSN 75 2415 Suché nádrže;
- ČSN 73 6815 Vodohospodářská řešení vodních nádrží

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- výška hráze (m);
- délka hráze v koruně (m);
- šířka koruny hráze (m);
- objem návrhové povodně [ $\text{m}^3$ ];
- návrhový retenční prostor nádrže [ $\text{m}^3$ ];
- prostor stálého nadržení [ $\text{m}^3$ ];
- kapacita vypustných zařízení, tj. spodní výpusti a bezpečnostního přelivu.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

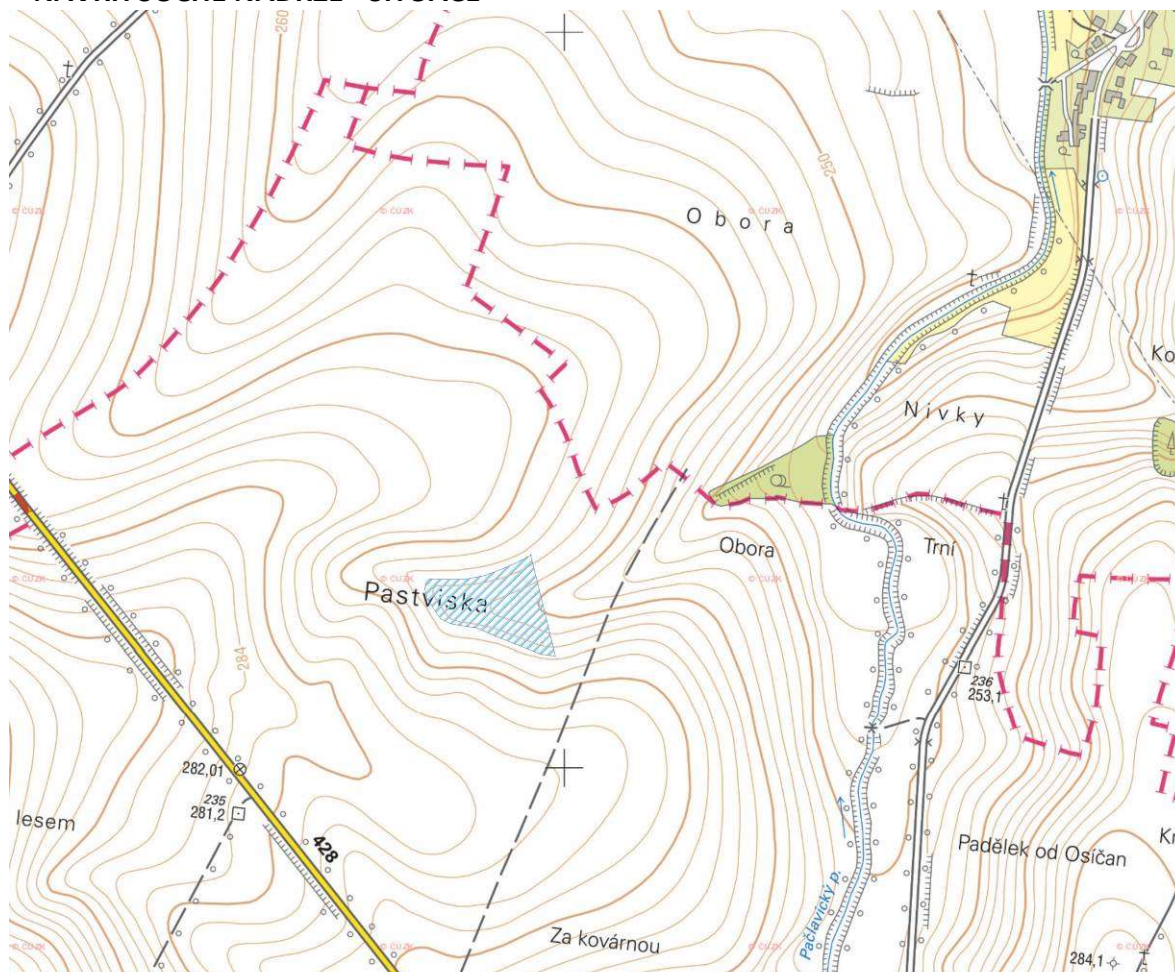
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi;
- Novotná J. a kol., 2015: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR
- Dzuráková M. a kol., 2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině.

**DOPORUČENÝ (PŘEDPOKLÁDANÝ) NOSITEL OPATŘENÍ**

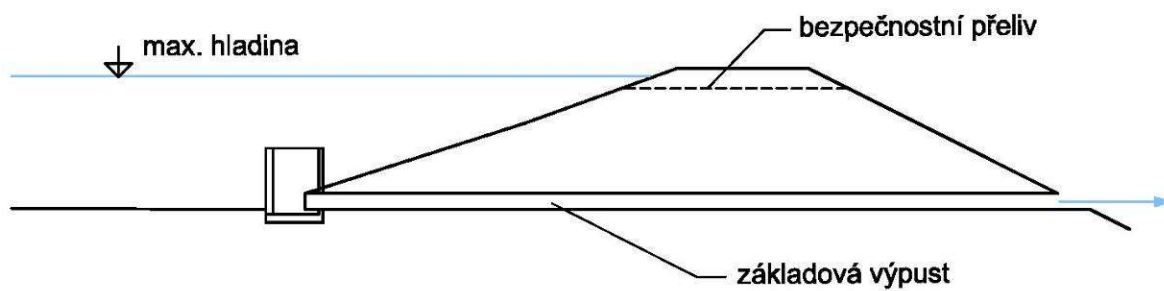
Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická část – schéma opatření

### NÁVRH SUCHÉ NÁDRŽE - SITUACE



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ HRÁZÍ





## Fotodokumentace



Suchá vodní nádrž Čermná II – koryto pod hrází (foto Sweco Hydroprojekt a.s.)



Suchá nádrž Pod Holubicemi (foto Sweco Hydroprojekt a.s.)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P08</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Polní cesta s protierozní funkcí</b>

## Popis opatření

Hlavním a historicky daným účelem cest je propojení sídelních oblastí a zpřístupnění obhospodařovaných pozemků, ale polní cesty mohou plnit mnoho dalších funkcí. Polní cesta s protierozní funkcí je kombinovaným typem opatření, kdy běžná místní komunikace je cíleně vedena v přibližně vrstevnicovém směru a je umístěna do míst, kde je třeba přerušit příliš dlouhý a erozně ohrožený svah. Cesta by měla být na straně proti svahu doplněna cestním příkopem, případně průlehem, jehož funkcí v tomto případě je nejen odvodnění komunikace, ale i zachycení povrchového odtoku z výše ležícího pozemku. V případě přidruženého průlehu je možné při vhodných podmínkách vodu akumulovat pomocí přehrázek. Tím lze dosáhnout regulace odtoku a infiltrace zadržené vody. V těchto případech je ale třeba vhodně dimenzovat průtočný profil tak, aby provedl požadovaný objem průtoku, aby nedocházelo k přelévání polní cesty a tím jejímu poškození. Příkop u polní cesty se dimenzuje stejně jako protierozní, ale navíc musí splňovat i parametry cestního příkopu.

Z hlediska omezení využívání pozemku se jedná o opatření s minimálními dopady. Cesta zajišťuje pohodlný přístup na přilehlé pozemky. Je však nutné vybudovat na vhodných místech sjezdy z cesty na pozemky.

Polní cesty s protierozní funkcí jsou typem opatření, které s největší pravděpodobností bude realizováno jen v případě zpracování komplexních pozemkových úprav pro daný katastr.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Polní cesty jsou většinou doprovázeny liniovými odváděcími prvky (opatření P01 odvodňovací příkop nebo odváděcí průleh a opatření P12 zatravněný pás. Pro podporu regulace odtoku a infiltrace je možné polní cestu doplnit také retenčním průlehem (opatření P03) a přehrázkami (opatření P15).

Polní cesty jakožto liniový prvek v krajině je vhodné využít pro zvýšení estetické hodnoty krajiny výsadbou vegetace, případně i jako součást územních systémů ekologické stability (opatření E01 a E02).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	4	4	4	4	4

## Vliv na vodní režim

Protierozní polní cesty v kombinaci s dalšími liniovými prvky protierozní ochrany ovlivňuje odtokové poměry při přívalových deštích spíše negativně (do jisté míry urychluje odtok), případná kompenzační opatření mohou být řešena na svodných příkopech (opatření P02).

## Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Vhodný návrh cestní sítě doplněné o záchytné příkopy, průlehy, a zatravněné pásy rozděluje nevhodně velké půdní bloky a omezuje povrchovou erozi tím, že dochází k zachycení transportovaných částic krátce po začátku transportní cesty. V případě řádného využívání navrženého opatření dochází k zachycení půdních částic a tím ke zjednodušení procesu navrácení půdy na místa původního odnosu.

## Ekologické přínosy

Protierozní polní cesta může být doprovázena vhodnou vegetací, případně s doplněním dalšími krajinnými prvky a tvořit tak součást ekologické kostry krajiny.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení polní cesty bez odvodňovacích prvků (příkop/průleh včetně propustků) a doprovodné vegetace lze orientačně odhadnout podle kategorie takto:

hlavní polní cesta 2500 Kč/m

vedlejší polní cesta 1870 Kč/m

## Nároky na údržbu

Údržba polních cest spočívá v případných opravách jejich krytu v závislosti na jeho typu. Dále je nutná pravidelná údržba objektů (propustků, příkopů a sjezdů) a kontrola stavu jejich opevnění po průtoku větších vod.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- analýza dostupnosti pozemků z hlediska majetkových vztahů;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy
- ČSN 73 6109 Projektování polních cest

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- délka polní cesty [m];
- šířka vozovky a krajnic [m];
- typ vozovky;
- max. podélný sklon (%);
- údaje o doprovodných objektech.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

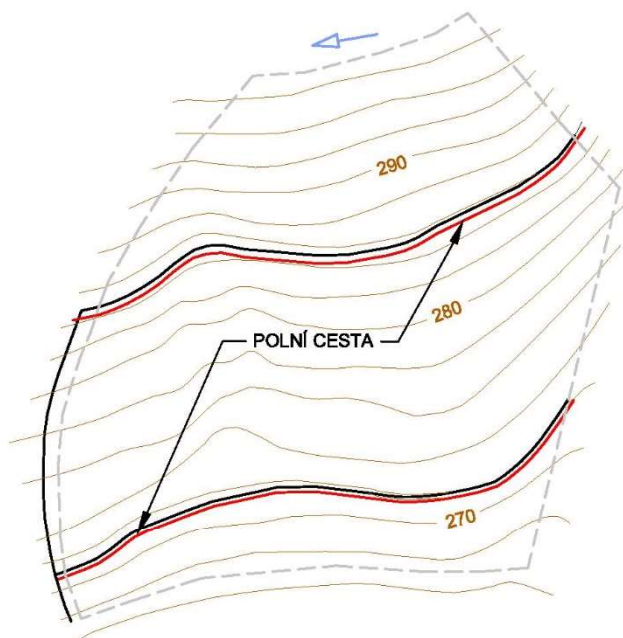
**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

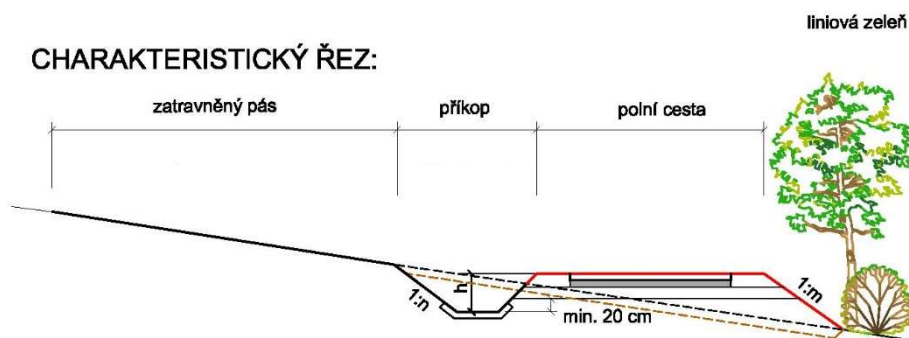


## Grafická příloha – schéma opatření

### SITUATIVNÍ USPOŘÁDÁNÍ:



### CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



### POZNÁMKA:

návrhové parametry polní cesty a krajnice dle návrhové kategorie  
podélný sklon cesty max. 10%

## Fotodokumentace



Výstavba polní cesty v k.ú. Odrlice (Zdroj: <http://soutezsyr.spucr.cz>)



Polní cesta v k.ú. Deblův (Zdroj: <http://soutezsyr.spucr.cz>)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P09</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Protierozní / infiltrační mez</b>

## Popis opatření

Historické meze vznikaly na hranicích pozemků a měly formu nízkých kamenných hrázek, převážně vrstevnicově orientovaných a tvořily díky staletí trvajícím procesům (zejména vrstevnicové orbě, při níž byla půda překlápěna směrem po svahu) nízké terasy. Současné meze jsou budovány jako nízké hrázky doplněné mělkým příkopem či průlehem v podélném sklonu do 3 %. Hrázky mají zpravidla výšku 0,5 – 1,5 m a sklon svahů 1 : 1,5 – 1 : 2 a většinou jsou doplněny výsadbou křovinné a stromové vegetace.

Protierozní mez by mimo zachycení a odvedení povrchového odtoku současně měla plnit funkci krajinyotvornou. Hrázka bývá osázená vhodnou vegetací, případně doplněna dalšími prvky s krajinyotvornou funkcí.

Pokud může dojít k zatopení návodního líce hrázky, je nutno ji budovat tak, aby byla zachována její stabilita, tj. dodržet požadovaný stupeň zhutnění a podélný profil koruny hrázky vést bez lokálních depresí, ve kterých by mohlo dojít k soustředěnému přelití.

V případě kombinace s retenčním průlehem (v některých případech též se záchytným příkopem) je možno využít protierozní mez k zasakování povrchové vody. Pro tyto účely je vhodné budovat protierozní mez nulovým, nebo s velmi mírným podélným sklonem (0,1 – 0,3%) a zároveň jej opatřit systémem regulace odtoku v podobě soustavy přehrážek, které umožní akumulaci povrchové vody. při dimenzování infiltrační meze je třeba počítat se snížením průtočného profilu vlivem přehrážek a zvolit dostatečné převýšení hrázky nad přehrážkami, aby byl bezpečně odveden nezachycený průtok.

V případě zhoršených pedologických poměrů je povrchové vsakování možné optimalizovat úpravou skladby podloží. Pod přibližně 100 mm vysokou vrstvu ornice je možné uložit geotextilii a pod geotextilii alespoň 100 mm vysokou vrstvu štěrkopísku.

Pokud je zatravněný pás situován nad mezí, transportované půdní částice sedimentují a postupně dochází k vyplnění prostoru nad mezí a vytvoření obdoby nízkých teras, jejichž protierozní působení spočívá ve snížení podélného sklonu svahu (princip terasování a funkce historických mezí). Pro udržení akumulační a infiltrační funkce je třeba pravidelně odstraňovat sedimenty a přebytečnou biomasu.

Spodní vrstvy protierozní meze se zasakovací funkcí musí být umístěny minimálně jeden metr nad maximální hladinu podzemní vody. Konkrétní konečné umístění a dimenzování infiltračních prvků je třeba konzultovat s hydrogeologem.

Protierozní objekty se zasakovací funkcí se neumísťují nad zástavbu či infrastrukturu, do prostoru sesuvných území a v dalších nevhodných lokalitách, které popisuje katalogový list C.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Protierozní meze jsou vždy tvořeny kombinací hrázky s liniovými prvky odváděcími případně zasakovacími (opatření P01 odvodňovací příkop, P03 vsakovací průleh a P12 zatravněný pás, P15 přehrážky, P16 systémy pasivní a aktivní regulace odtoku).

Mez jakožto liniový prvek v krajině je vhodné využít pro zvýšení estetické hodnoty krajiny výsadbou vegetace, případně i jako součást územních systémů ekologické stability (opatření E01 a E02).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	1-2	1-2	1	1	1

### Vliv na vodní režim

Protierozní meze v kombinaci s dalšími vsakovacími prvky protierozní ochrany umožňují infiltraci odtoku z malých povodí do půdy. Pokud se jedná o prvky odváděcí, prvek mohou mít na retenci vody v krajině negativní vliv. Ten může být potlačen vhodným geometrickým uspořádáním a vytvořením retenčních prostor.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Vliv mezí na povrchovou vodní erozi se odvíjí od způsobu kombinace s výše uvedenými opatřeními.

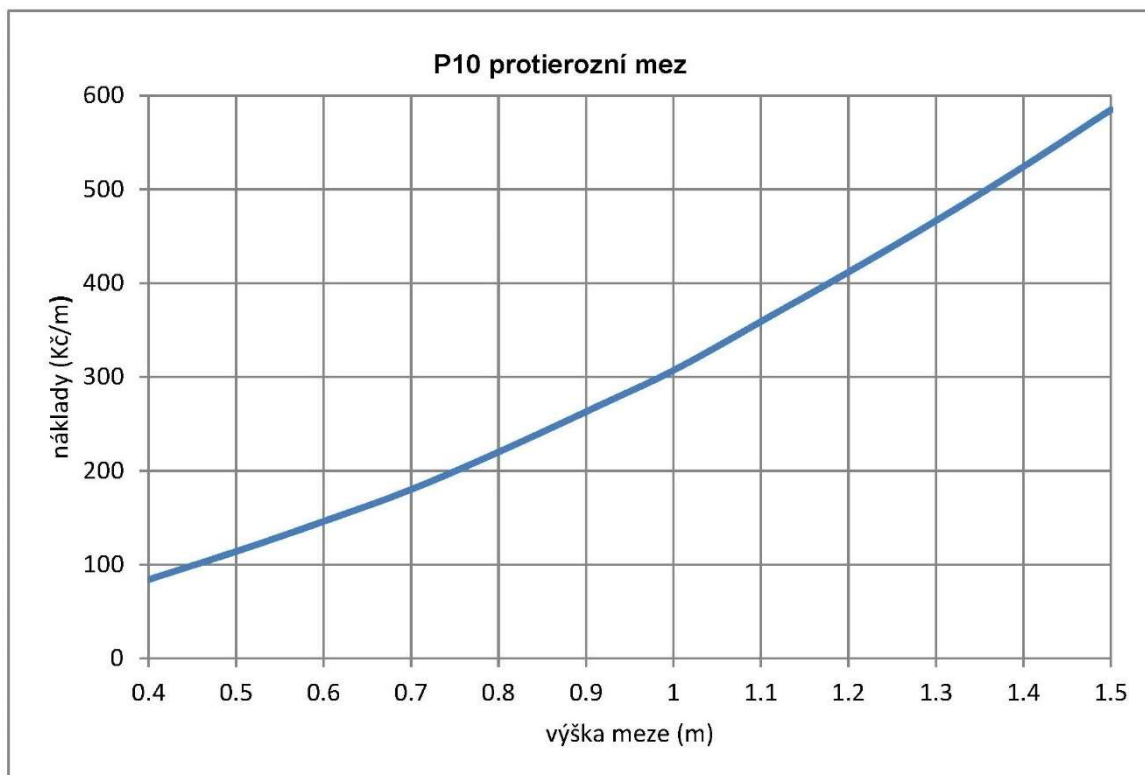
### Ekologické přínosy

Protierozní mez by měla být osázena vhodnou vegetací, případně s doplněním dalšími krajinnými prvky a tvořit tak součást ekologické kostry krajiny.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zřízení tělesa meze se odvíjejí od jejich dimenzí a jsou znázorněny v grafu závislosti na ploše příčného profilu hrázky pro 1 m délky.





## Nároky na údržbu

V případě zatravnění navrženého prvku je nutné zahrnout do provozních nákladů sečení (2x ročně). Dále je nutná pravidelná údržba objektů a kontrola stavu opevnění po průtoku větších vod. V případě kombinace s retenčním (zasakovacím) průlehem je třeba pravidelně odstraňovat sedimenty a přebytečnou biomasu. V případě opakovaného ukládání jemnozrnného erozního sedimentu dojde po čase k zakolmatování dna a výraznému snížení rychlosti infiltrace. Proto je vhodné jemnozrnný sediment ze dna průlehu periodicky odstraňovat a to až na rostlý terén.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- délka meze [m];
- šířka hrázky v koruně [m];
- sklony svahů [1 : m];
- typ opevnění;
- návrhové hodnoty hydrologické (průtok, objem odtoku).

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

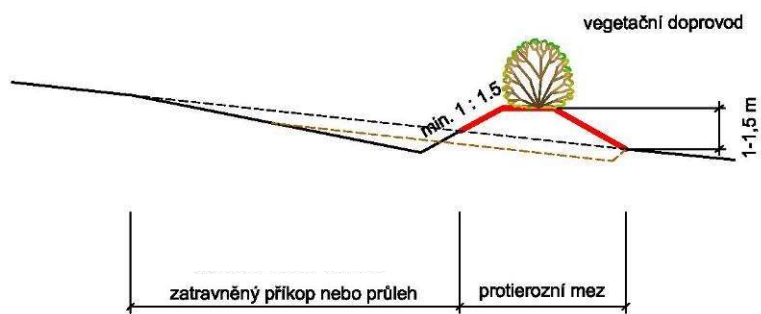
**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická příloha – schéma opatření

CHARAKTERISTICKÉ ŘEZY:

MEZ S PŘEDSAZENÝM PŘÍKOPEM NEBO PRŮLEHEM



## Fotodokumentace



Mez s průlehem v k.ú. Letonice (foto Sweco Hydroprojekt a.s.)



Mez s průlehem v k.ú. Kobeřice (autor: P. Karásek, VÚMOP)





Mez s průlehem v k.ú. Tatenice (autor: P. Karásek, VÚMOP)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P10</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Terasování</b>

## Popis opatření

Terasy se navrhují na velmi svažitéch pozemcích pro zmenšení jejich velkého sklonu terénními stupni a rozdělují svah na úseky tak, aby povrchový odtok nedosáhl nebezpečného erozního účinku.

Určitou nevýhodou je, že budování teras představuje velký zásah do ekosystémů zemědělsky nevyužívaných lokalit, kde dochází k narušení geologických, geomorfologických, pedologických i biologických poměrů takto upravovaného území.

Terasy se navrhují při sklonech větších než 20 % a podle způsobu opevnění se dělí na

- terasy zemní, které mají terasový stupeň stabilizován vegetačním opevněním;
- terasy s opěrnými zdmi, které mají terasový stupeň stabilizován opěrnou nebo zárubní zdí

Podle tvaru a velikosti plošiny rozeznáváme typy teras:

- terasy úzké, umožňující výsadbu 1 až 2 řad vinné révy nebo ovocných stromů a keřů,
- terasy široké, umožňující výsadbu nejméně tří řad vinné révy nebo ovocných stromů a keřů.

Nedílnou součástí návrhu teras by měly být doprovodné objekty, jako jsou bermy (lavičky, ke zvýšení stability terasového svahu), obratiště (slouží k otáčení mechanizace), protismykové zářezy (k zajištění stability násypových částí), drenážní odvodnění, protierozní příkopy, průlehy, polní cesty a sjezdy a výjezdy.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Terasová plocha může být před přítokem vnějších vod chráněna záchytným příkopem (opatření P01) nebo průlehem (opatření P03), případně odváděcími prvky

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	4	4	4	4	4

### Vliv na vodní režim

Na terase dochází k infiltraci dešťových vod a tedy k retardaci povrchového odtoku, případně k dočasné retenci vody a k dlouhodobé akumulaci vody v půdních pórech (zvýšením vlhkosti půdy).

## Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Terasy patří mezi nejúčinnější protierozní opatření. Jejich realizací je přerušena délka svahu, zvyšuje se infiltrace dešťových vod a minimalizuje odnos splavenin.

## Ekologické přínosy

Výstavba teras znamená vážný zásah do hydrologických, půdních, biologických a ostatních poměrů krajiny. Může znamenat velký zásah do ekologických vazeb a mohou se narušit přirozené ekologické mechanismy. Krajinná výsadba na terasových svazích může do jisté míry tyto negativní dopady zmírnit.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na vybudování teras zahrnují poměrně náročné stavební práce, zahrnující sejmutí ornice, vybudování terasových plošin, svahů a doprovodných objektů, případně i konstrukce pro zpevnění svahů. Poté následuje fáze rekultivace, která spočívá v hloubkovém kypření, vyhnojování průmyslovými a statkovými hnojivy s doplňujícím zeleným hnojením. Vzhledem k nestejně náročnosti nelze náklady určit orientačně, ale je třeba je stanovit individuálním výpočtem.

## Nároky na údržbu

Údržba teras zahrnuje především údržbové práce terasových svahů a doprovodných objektů, sečení travních porostů na terasových plošinách a pokračující rekultivační práce.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- biologické hodnocení;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí;
- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- šířka a délka terasových plošin [m];
- výška terasových stupňů [m];
- rozchod teras [m];
- podélný a příčný sklon terasových plošin [%];
- sklony svahů teras [1 : m];

- typ opevnění.
- plocha terasovaného pozemku.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

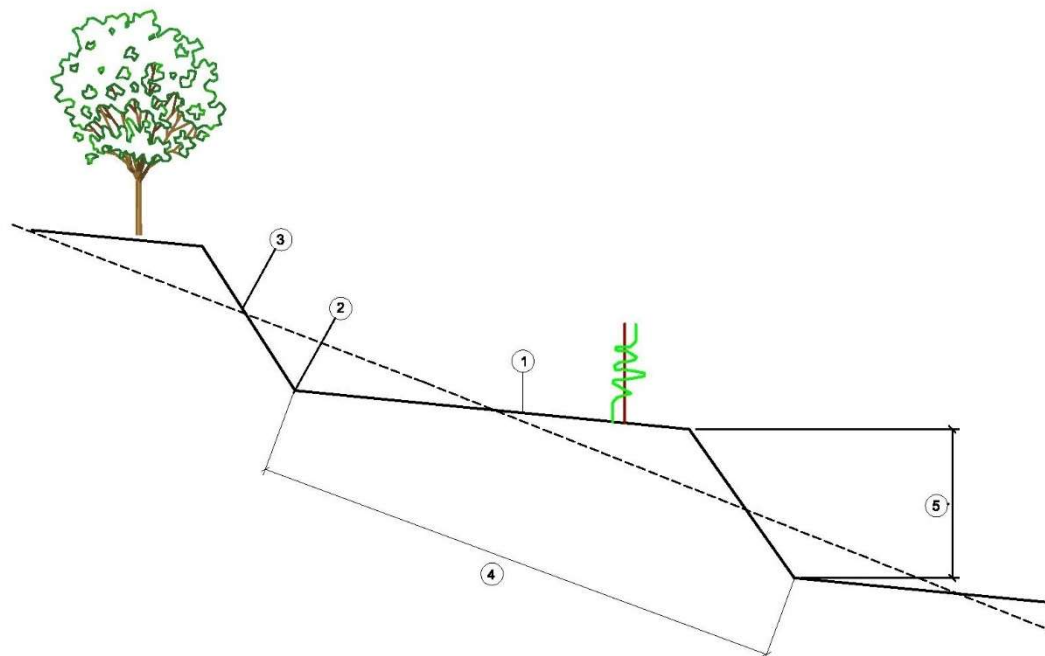
## **Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku



## Grafická příloha – schéma opatření

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



LEGENDA:

- 1 - terasová plošina
- 2 - pata terasy
- 3 - svah terasy
- 4 - rozchod teras
- 5 - výška terasového stupně

## Fotodokumentace



Terasy v k.ú. Nikolčice (foto Sweco Hydroprojekt a.s.)



Vinice pod zámkem Mělník

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P11</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Zatravnění údolnice</b>

## Popis opatření

Zatravnění údolnice patří mezi nejjednodušší technická protierozní opatření. Prioritním cílem opatření je zajistit stabilitu dráhy soustředěného povrchového odtoku a zabránit vzniku rýhové eroze a následnému odnosu zeminy do vodních toků. Dobře utvářený travní drn je schopen odolávat vysokým rychlostem proudící vody a redukovat odnos půdních částic z pozemku. Zároveň částečně zachytává částičky splaveniny, které voda unáší z výše ležících zemědělských pozemků a zpomaluje proud vody. Všemi těmito procesy napomáhá travní porost k zadržení plošného znečištění ze zemědělských pozemků – dusíku a fosforu.

K identifikaci drah soustředěného odtoku lze využít analýzy mapových podkladů, nebo digitální model terénu v prostředí GIS, respektive v nadstavbách pro software ESRI ARC-GIS. Výsledky analýz je dále vhodné ověřit přímo v terénu. Stabilitu těchto drah je nezbytné posuzovat hydraulickými výpočty především na kritickou rychlost a tečné napětí. Pokud není údolnice jednoznačně definována, je možné ji pomístně upravit do požadovaného příčného profilu, nejčastěji parabolického, případně lichoběžníkového tvaru.

V rámci návrhu je nezbytné definovat potřebnou šířku zatravnění údolnice, a to na základě hydrotechnických výpočtů (srážkoodtokového modelu povodí), zjištěných kulminačních průtoků a podélného sklonu údolnice. V některých odůvodněných případech je nutné tvar údolnice upravit nebo dokonce provést opevnění dna údolnice např. kamenným záhozem. Významný vliv na odolnost zatravnění proti vodní erozi mají i zvolené druhy trav pro zatravnění. Nejčastěji jsou využívány směsi obsahující kostřavu luční, kostřavu červenou, lipnici luční, jílek vytrvalý.

Hranice mezi ornou půdou a zatravněnou údolnicí **nesmí představovat morfologickou překážku proudění vody** (brázda na okraji zatravnění, případně zvýšená úroveň zatravnění). V opačném případě se vody z povrchového odtoku na zatravněný pás nedostanou a vytváří dráhu soustředěného odtoku podél zatravněné údolnice. Dále je třeba navrhovat zatravnění údolnice, tak aby se nad ní nevytvářel soustředěný odtok, který by při nátoku na zatravnění mohl způsobit vznik rýhové až stržové eroze.

Pro zvýšení infiltrační funkce je možné údolnici přehradit soustavou přehrážek (opatření P15) a tím zmírnit podélný slon údolnice a vytvořit retenční prostory pro zasakování vody.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Podél travního pásu je vhodné vysázet vegetaci (opatření E02), ale pouze solitérní stromy bez pásu křovin pro umožnění údržby zatravněné údolnice a hranice mezi ornou půdou a drnem. Pro snížení rychlostí v údolnicích s větším podélným sklonem je možno navrhnout protierozní sedimentační nádrže (opatření P06), které v tomto případě mají funkci retenčních přehrážek (opatření P15). Zatravněná údolnice může být zaústěna do retenční nádrže (opatření P07).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	2	2	2	2	2

### Vliv na vodní režim

Zatavněná údolnice s dobře zapojeným drnem snižuje rychlost vody. Pokud je doplněna retenčními přehrázkami, je alespoň část odtoku přeměňována na vsak a potom je vliv na odtok povrchové vody poměrně významný.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Zatavněná údolnice jsou schopny bezpečně, bez projevů eroze odvést povrchový odtok. Ochranný účinek trav spočívá především v útlumu kinetické energie, ve snížení rychlosti a množství povrchově stékající vody projevující se snížením její vymílací a transportní schopnosti a zejména v mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem.

### Ekologické přínosy

Údolnice je možno s výhodou využít pro diverzifikaci krajiny výsadbou vegetace podél travního pásu.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zatavnění lze určit na základě nákladů obvyklých opatření OPŽP, které činí 20 000 – 100 000 Kč/ha podle použité travní směsi a náročnosti na realizaci. K ceně realizace zatavněné údolnice je třeba přičíst také náklady na případnou úpravu dna údolnice (terénní modelování, opevnění apod.) a také případné náklady na přehrážky regulující rychlost a velikost odtoku.

### Nároky na údržbu

Pro správnou funkci zatavněné údolnice je nutná pravidelná a pečlivá údržba hranice mezi ornou půdou a drnem, tak aby se nevytvářela morfologická překážka proudění vody. Pro vlastní údolnici se za běžnou údržbu považuje obhospodařování podobné jako v případě jiných zatavněných pozemků (pravidelná seč, odstraňování biomasy, hnojení, prořezávání drnu).

### Podklady pro návrh opatření:

#### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;



- biologické hodnocení;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:**

- EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí;
- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy.

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- šířka údolnice [m];
- délka údolnice [m];
- typ opevnění;
- plocha terasovaného pozemku.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

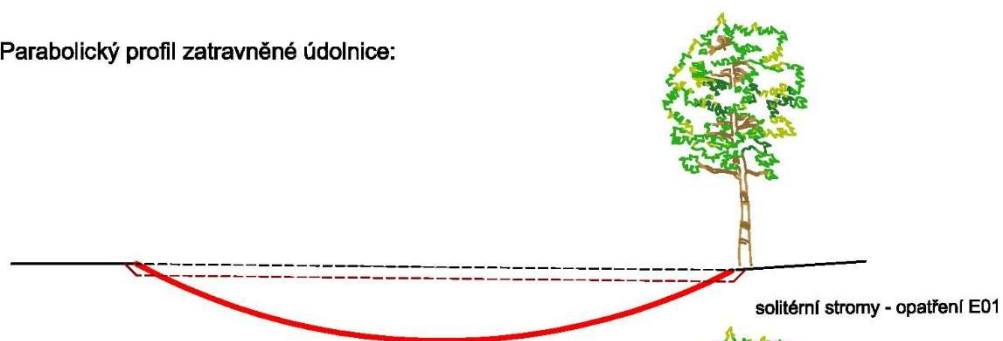
**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

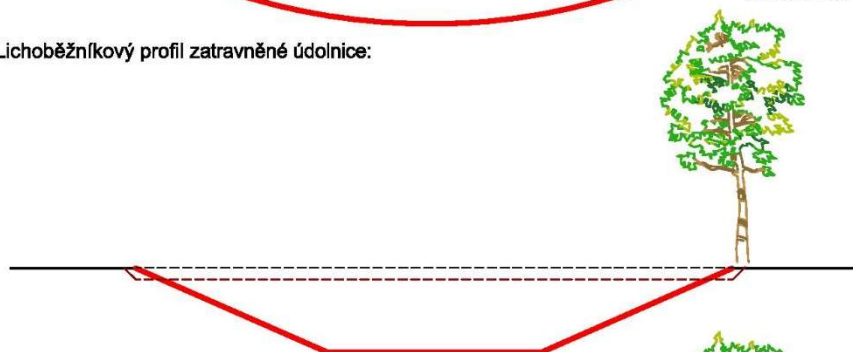
## Grafická příloha – schéma opatření

### CHARAKTERISTICKÉ ŘEZY:

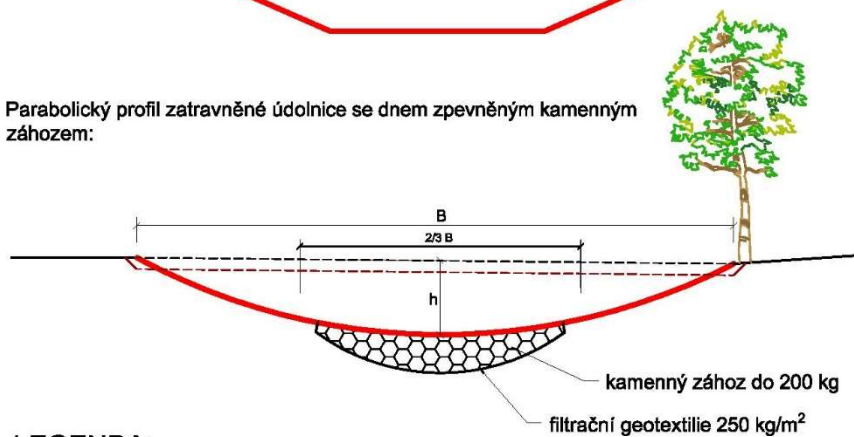
Parabolický profil zatravněné údolnice:



Lichoběžníkový profil zatravněné údolnice:



Parabolický profil zatravněné údolnice se dnem zpevněným kamenným záhozem:



### LEGENDA:

B - šířka profilu při hloubce h  
b - šířka profilu ve dně (opevnění)

## Fotodokumentace



Zatavněná údolnice v k.ú. Lejčkov (zdroj: Metodika opatření k posílení infiltračních procesů v krajině)



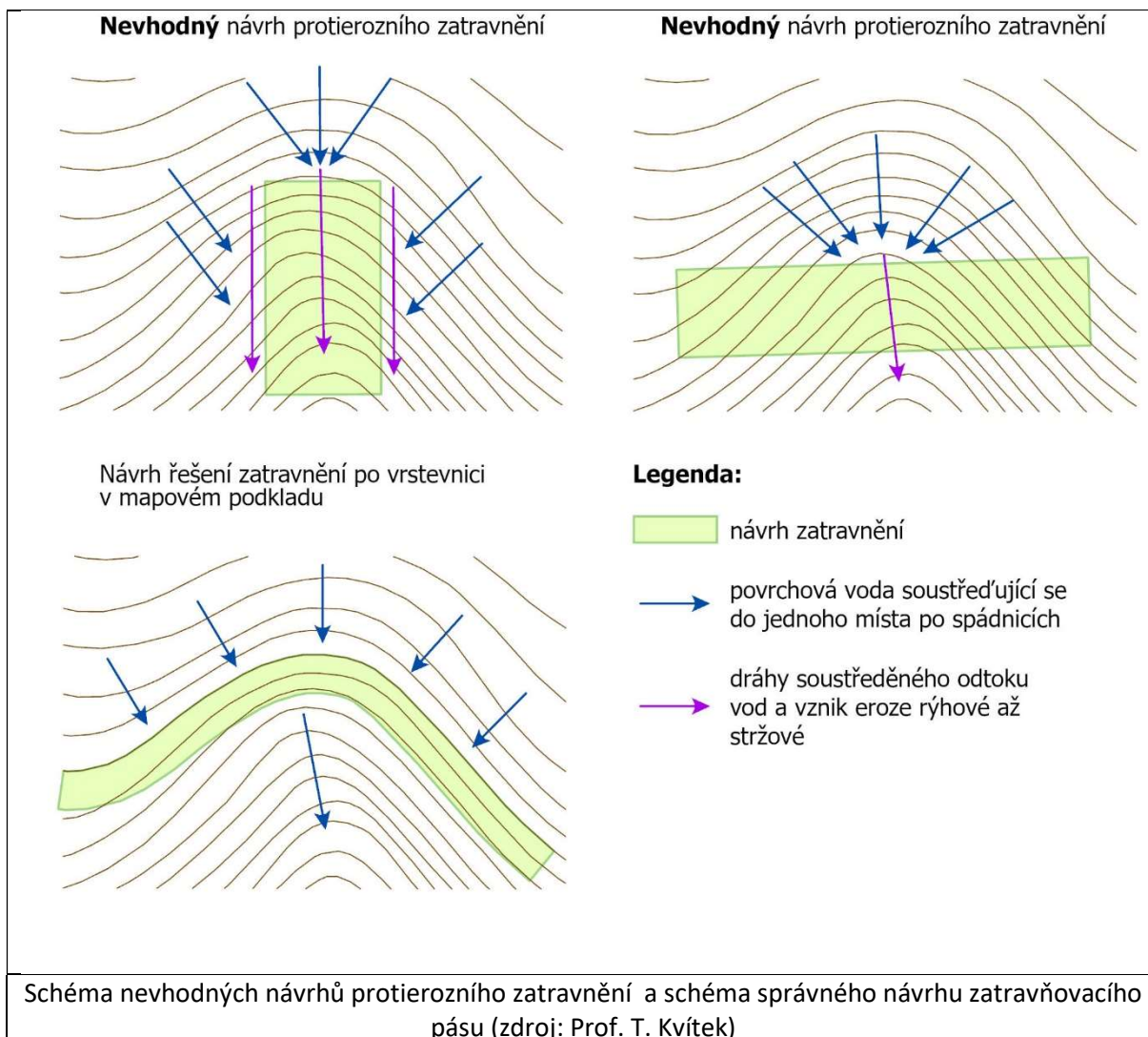
Zatavněná údolnice (zdroj: Metodika ekonomického hodnocení PEO)

### Nevhodné návrhy a provedení zatravnění údolnice



Protierozní zatravněný pás s nevhodným napojením na obhospodařovaný pozemek  
– (zdroj: VÚMOP)





<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P12</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Zatavněný - zasakovací pás</b>

## Popis opatření

Zatavněný pás je zpravidla navrhován nad liniovými prvky, zachycujícími erozní odtok z pozemků pro zachycování splavenin nesených odtokem. Jeho minimální šířka by měla být 5, lépe 6 m. Pro udržení maximální drsnosti je třeba provádět pravidelné sečení, a proto je vhodné, aby v pásu nebyly sázeny stromy, neboť pod nimi nelze udržovat kvalitní drn. V případě kombinace příkopu se zelení je žádoucí, aby výsadba byla prováděna na okraji zatavněného pásu.

U erozně ohrožených pozemků, nacházejících se v blízkosti vodních toků, by měly být aplikovány ochranné zatavněné zasakovací pásy o šířce 20 m. Jejich funkce spočívá především v převedení části vody přitékající z přilehlého pozemku k vodoteči na infiltraci a tím jednak podpořit retenci území a jednak chránit jakost vody v toku před přímým vniknutím znečišťujících látek.

Zatavněné pásy se zasakovací funkcí mohou být zakládány i samostatně pro přerušení dráhy povrchového odtoku, zachycení půdního smyvu a převedení povrchového odtoku na podpovrchový.

Hranice mezi ornou půdou a zatavněním **nesmí představovat morfologickou překážku proudění vody** (brázda na okraji zatavnění, případně zvýšená úroveň zatavněného pásu). V opačném případě se vody z povrchového odtoku na zatavněný pás nedostanou a vytváří dráhu soustředěného odtoku podél protierozního prvku. Dále je třeba navrhovat zatavněný pás tak aby se nad ním nevytvářel soustředěný odtok, který by při nátoku na zatavnění mohl způsobit vznik rýhové až stržové eroze, nejlépe tedy po vrstevnici.

V odůvodněných případech lze zvýšit účinnost vsakování například přimícháním písku do horní humusové vrstvy nebo vytvořením podkladního, dobře propustného polštáře pod půdní profil (např. z hlinitého písku, písku nebo štěrkopísku). Při vysokých požadavcích na intenzivní zasakovací funkci je nezbytné respektovat geologické a pedologické poměry, proto je vhodné konečné umístění a dimenzování konzultovat s hydrogeologem.

Pro zatavnění jsou nejčastěji využívány směsi obsahující kostřavu luční, kostřavu červenou, lipnici luční a jílek vytrvalý.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Zatavněný pás je vhodné umístit nad odvodňovacími příkopy, průlehy a polními cestami, tedy všude tam, kde je třeba zachytit splaveniny nesené odtokem z výše ležících pozemků.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3	3	3	2 - 4	3

### Vliv na vodní režim

V zatravněném pásu situovaném nad příkopem, průlehem nebo polní cestou dochází ke snížení rychlosti odtoku povrchové vody a tím i k částečnému zasakování, zásadní vliv na množství odtoku zatravněné pásy nemají. Pokud jsou zatravněné pásy navrženy jako zasakovací, lze jejich vliv na snížení povrchového odtoku označit za významný.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

V zatravněném pásu jsou zachycovány splaveniny nesené povrchovým odtokem. Pokud jsou zatravněné pásy navrženy tak, aby důsledně přerušovaly dráhu povrchového odtoku, má toto opatření významný vliv na omezení povrchové eroze. Rovněž významnou roli v omezení povrchové eroze hrají zatravněné zasakovací pásy podél vodních toků a nádrží.

### Ekologické přínosy

Zatravněné pásy zvyšují diverzitu a tím i ekologickou stabilitu krajiny, a to zejména v případě, že jsou provázeny vegetačním doprovodem.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na zatravnění lze určit na základě nákladů obvyklých opatření OPŽP, které činí 17 až 65 tis. Kč/ha.

### Nároky na údržbu

Pro správnou funkci zatravněného pásu musí být travní porost pravidelně sečen tak, aby si udržel vyšší drsnost. Dále je třeba provádět obvyklou péči o trvalé travní porosty (odstraňování biomasy, hnojení, prořezávání drnu). Pravidelně a pečlivě musí být rovněž udržována hranice mezi ornou půdou a drnem, tak aby se nevytvářela morfologická překážka proudění vody.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- biologické hodnocení;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- šířka údolnice [m];
- délka údolnice [m];
- typ opevnění;
- plocha terasovaného pozemku.

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

### Použitá literatura:

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku



## Fotodokumentace



Zatravněný pás podél revitalizované Sedlnice ve Studénce, časopis Ochrana přírody 6/2016

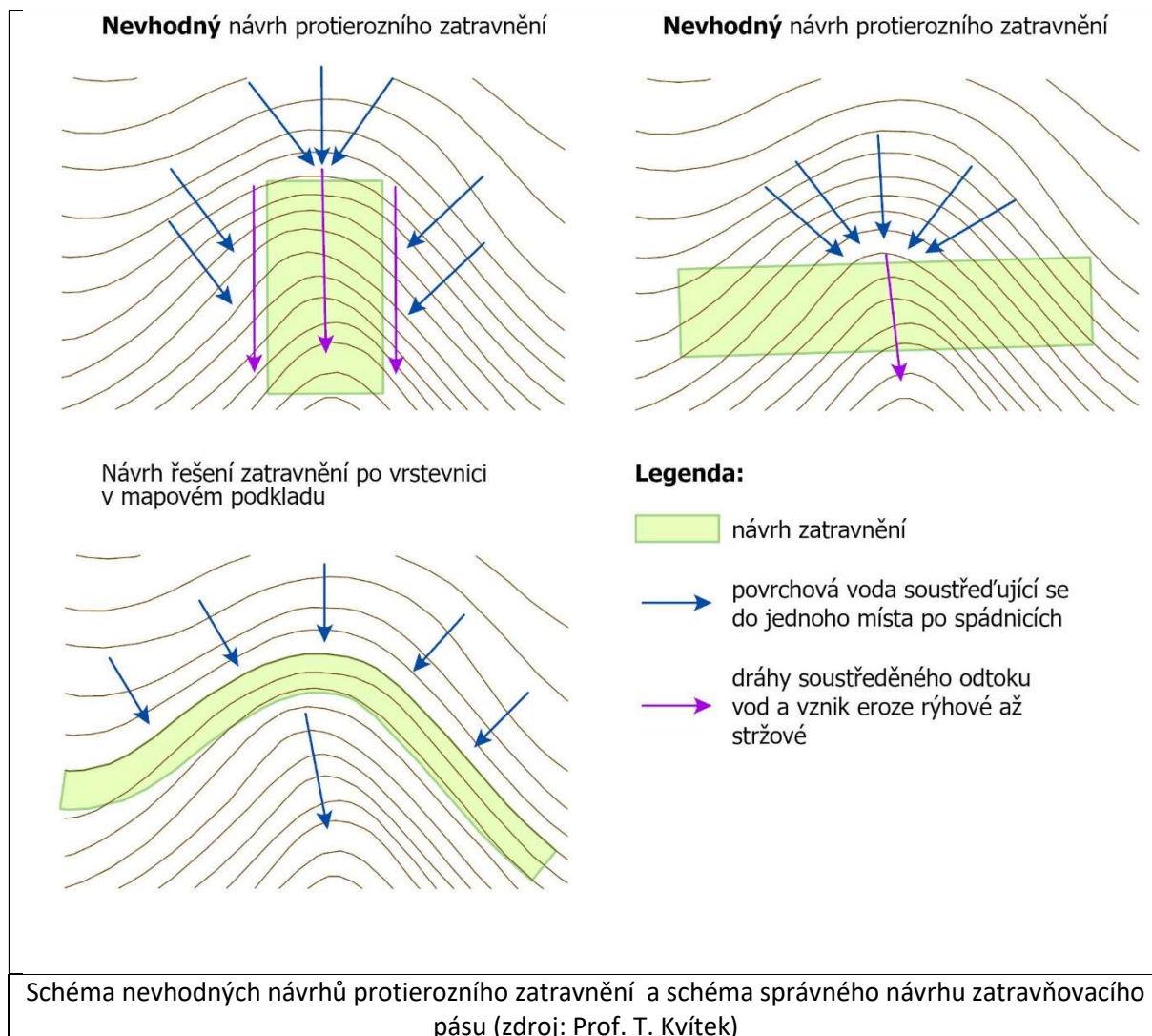


Zasakovací pásy v k.ú. Bohumilice (okres Břeclav) (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)

## Nevhodné návrhy a provedení zatravňovacího pásu



Protierozní zatravněný pás s nevhodným napojením na obhospodařovaný pozemek  
– (zdroj: VÚMOP)





<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P13</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Vsakovací rýha (jáma)</b>

## Popis opatření

Při vyplnění vsakovací rýhy štěrskem je akumuláční (retenční) prostor pro zachycení vody ze srážky vytvořen pórovitostí výplňového štěrkovitého materiálu, odkud se dále vsakuje do podloží. Voda se do akumuláčního prostoru přivádí potrubím přes usazovací kalovou jímku a rozdělovací šachtu. Předčištění a zadržení splavenin před vtokem do retenčního prostoru je u tohoto opatření nezbytné. Stavební řešení u delších vsakovacích rýh musí být provedeno tak, aby byla voda pokud možno rovnoměrně rozvedena po celé délce rýhy, zpravidla prostřednictvím soustavy drenážního potrubí. Proti vnikání částic z okolního horninového prostředí do pórů výplňového materiálu je vhodné odstupňovat velikost zrn a vytvořit přechodový filtr mezi štěrskem a okolní horninou, případně vytvořit přechod pomocí filtrační geotextilie. Dno vsakovací rýhy musí být umístěno minimálně 1 m nad maximální hladinou podzemní vody. Dále je třeba respektovat také další územní limity (sesuvná území, ochrana pitných vod, základové rýhy staveb a komunikací, atd.). Tyto podmínky jsou specifikovány v katalogovém listu opatření C - Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní.

Alternativní způsob vsakování srážkové vody k tradiční rýze vyplněné štěrskem je retenční prostor vytvořen plastovými bloky s perforovanými stěnami (zasakovací galerie). Využití je vhodné zejména tam, kde není k dispozici dostatečně velká plocha pro štěrkovou vsakovací rýhu, nebo při nižší propustnosti horninového podloží, kdy je třeba počítat s delší dobou zdržení vody a větším akumuláčním objemem. Některé typy bloků garantují díky své propracované konstrukci vysokou únosnost a jsou vhodné i pod plochy pojížděné těžkou technikou. Na rozdíl od klasické technologie štěrkových drenáží s absorpční schopností 30-35 % dosahují vsakovací bloky akumuláční schopnost až 3x větší (cca 95 %).

Nevýhodou opatření je hrozící zanášení výplňového materiálu akumuláčního prostoru a kolmatace filtrační vrstvy, což může vést ke snížení zadrženého objemu vody nebo rychlosti infiltrace vody do podloží. Po realizaci prvku hrozí riziko vysoušení nadloží okolního území (voda je přes vsakovací rýhu (jámu) převáděna přímo do spodnějších vrstev horninového profilu) i různě širokého lemu vsakovacího prvku – prvek v období sucha nebo nízkých objemů srážek působí jako drenáž na sousedící půdní a horninový profil, tím může dojít k trvalému vláhovému stresu pro případnou doprovodnou vegetaci.

S výhodou lze pro intenzivnější zasakování využít kombinaci Retenčního průlehu a zasakovací rýhy. Srážková voda je v tomto případě zachycena v zasakovacím průlehu a přes půdní profil je zasáknuta do podzemního kolektoru tvořeného technickým opatřením typu zasakovacího bloku nebo výplní pórovitým materiálem (štěrkem). Tímto způsobem je zajištěno dostatečné předčištění vody před vstupem do podzemní části.

Efektivita navrhovaného opatření je určena geologickými podmínkami, proto je nezbytné tyto prvky navrhovat ve vhodných hydrogeologických podmínkách, které budou před vlastní realizací ověřeny geologickým průzkumem.



## Kombinace s dalšími typy opatření

Vsakovací rýhu je vhodné kombinovat s retenčním průlehem (opatření P03) a dále s retenční nádrží (P07), jejíž odtok může být zaústěn do zasakovací rýhy, případně do systému retenčního průlehu se vsakovací rýhou. Před vsakovací rýhu je třeba zařadit prvek sloužící k zadržení jemného erozního materiálu (zatravnovací pás P12, sedimentační nádrž/jímka P06), aby nedocházelo k zanášení rýhy. Opatření je třeba kombinovat také se svodnými prvky, které přivedou srážkovou vodu k zasakovacímu prvku (záchytný a svodný příkop P01 a P02, nebo vsakovací a svodný průleh P03 a P04). Protože zasakovací rýha může mít velkou únosnost, lze ji kombinovat také s polní cestou s protierozní funkcí (opatření P08), pod jejíž konstrukcí lze rýhu umístit. Při navrhování vsakovací rýhy je třeba respektovat pravidla specifikovaná v katalogovém listu opatření C - Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	2-3	2-3	2	1*	2-3

\* - účinnost je vysoká, přesto ji není žádoucí uplatňovat z hlediska zanášení objektu (a zvyšujících se nákladů na následnou údržbu – čištění).

### Vliv na vodní režim

Vsakovací rýha zachycuje značné množství povrchového odtoku při návrhové srážce a převádí ho na infiltraci. Po realizaci prvku hrozí riziko vysoušení nadloží okolního území (voda je přes vsakovací zařízení převáděna přímo do spodnějších vrstev horninového profilu).

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Projeví se jen nevýznamně. Za běžného provozu se riziko vzniku vodní eroze nezvyšuje. Případné poruchy regulačních, rozdělovacích nebo bezpečnostních objektů nebo nevhodný návrh opatření mohou riziko vodní eroze (povrchové i nitropůdní) zvýšit.

### Ekologické přínosy

Zlepšuje se vodní režim lokalit určených k infiltraci. Zvyšuje se retence a akumulace vody v krajině. Přeskupují se složky odtoku směrem k základnímu podpovrchovému odtoku.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Pro odhad investičních nákladů je třeba rozlišovat, zda se jedná o rýhu vyplněnou štěrkem nebo vsakovacími bloky. Charakteristická jednotka – m<sup>3</sup> obestavěného prostoru nebo m<sup>3</sup> objemu retenčního prostoru (dáno pórovitostí materiálu).

### Zasakovací rýha vyplněná štěrkem:

Jednotková cena 2 500 – 4 000 Kč/m<sup>3</sup> obestavěného prostoru.

Jednotková cena 7 000 – 12 000 Kč/m<sup>3</sup> objemu retenčního prostoru (při uvažované pórovitosti 35 %).

### Zasakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky:

Jednotková cena 6 000 – 15 000 Kč/m<sup>3</sup> obestavěného prostoru.

Jednotková cena 6 000 – 16 000 Kč/m<sup>3</sup> objemu retenčního prostoru.

## Nároky na údržbu

Pravidelná kontrola nátoku a případně i výtoku, stejně tak jako kontrola dalších objektů pro přívod vody, zejména pravidelné čištění usazovacích objektů. Čištění a revize podzemních prvků, pokud to zvolený systém umožňuje.

## Podklady pro návrh opatření:

### **Základní vstupní podklady pro návrh opatření:**

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### **Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod;
- TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami.

### **Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### **Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [m<sup>3</sup>/s; Q<sub>N</sub>];
- návrhová srážka;
- plocha zasakovací rýhy [m<sup>2</sup>];
- hloubka zasakovací rýhy [m];

- výška zasakovacího prvku [m];
- půdorysná plocha [m<sup>2</sup>];
- návrhový záchytný objem zasakovací rýhy [m<sup>3</sup>].

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Použitá literatura:**

- Novotná J. a kol., 2015: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR;
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Kulhavý Z. a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

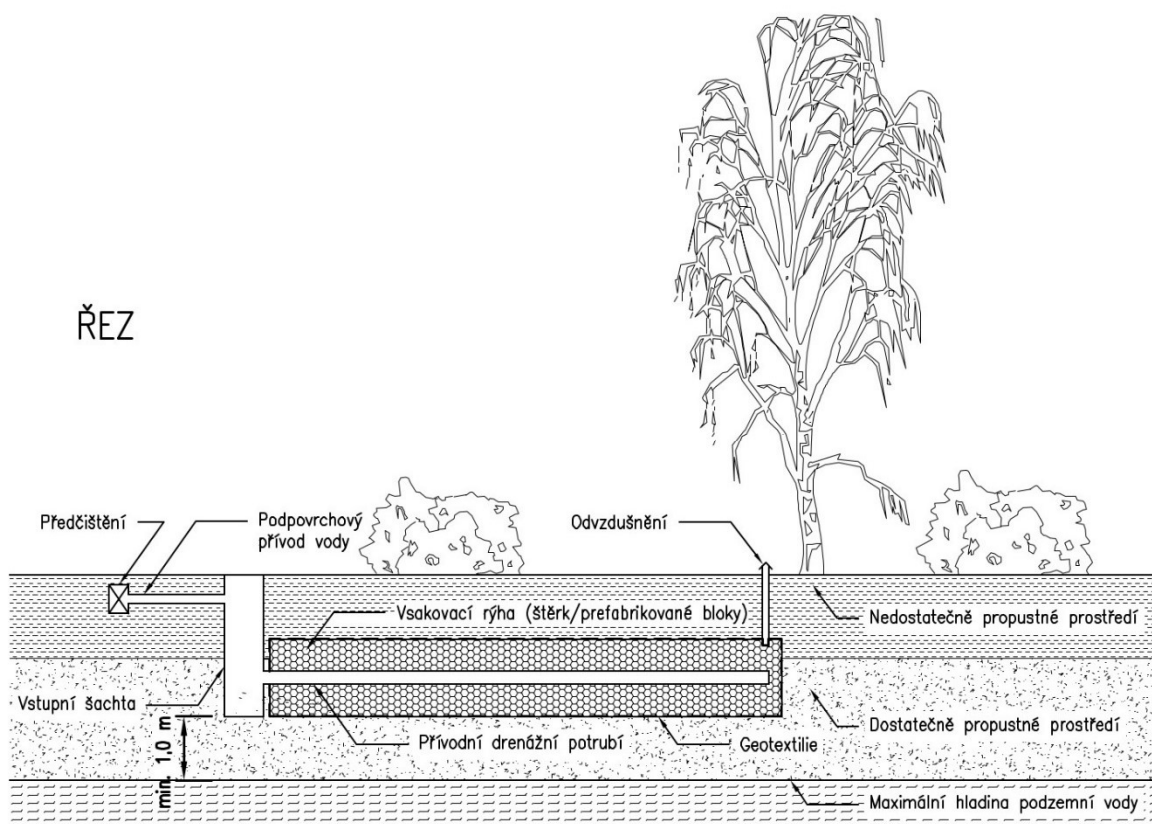
## **Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

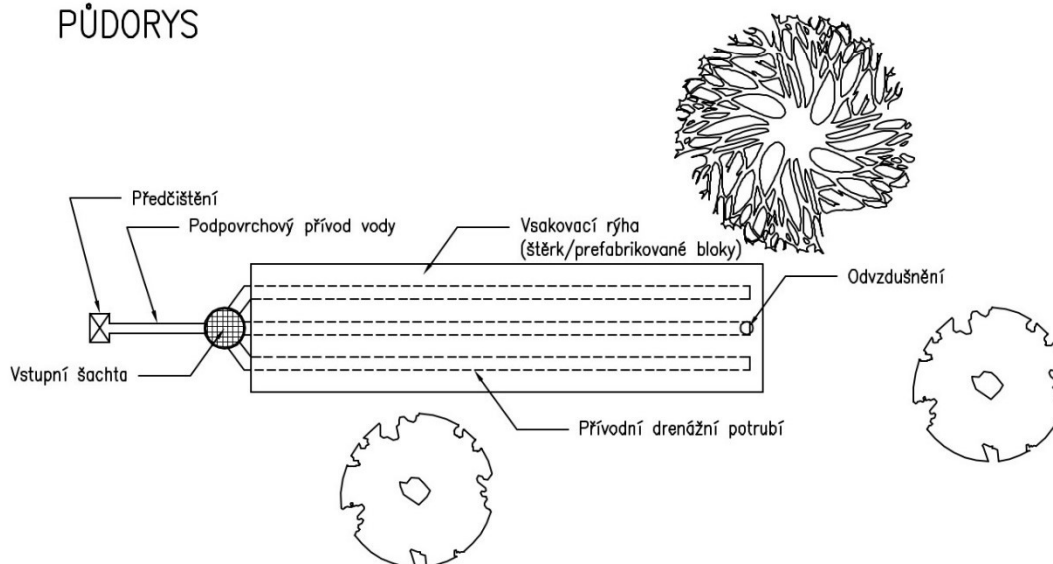
## Grafická příloha – schéma opatření

### ZASAKOVACÍ RÝHA

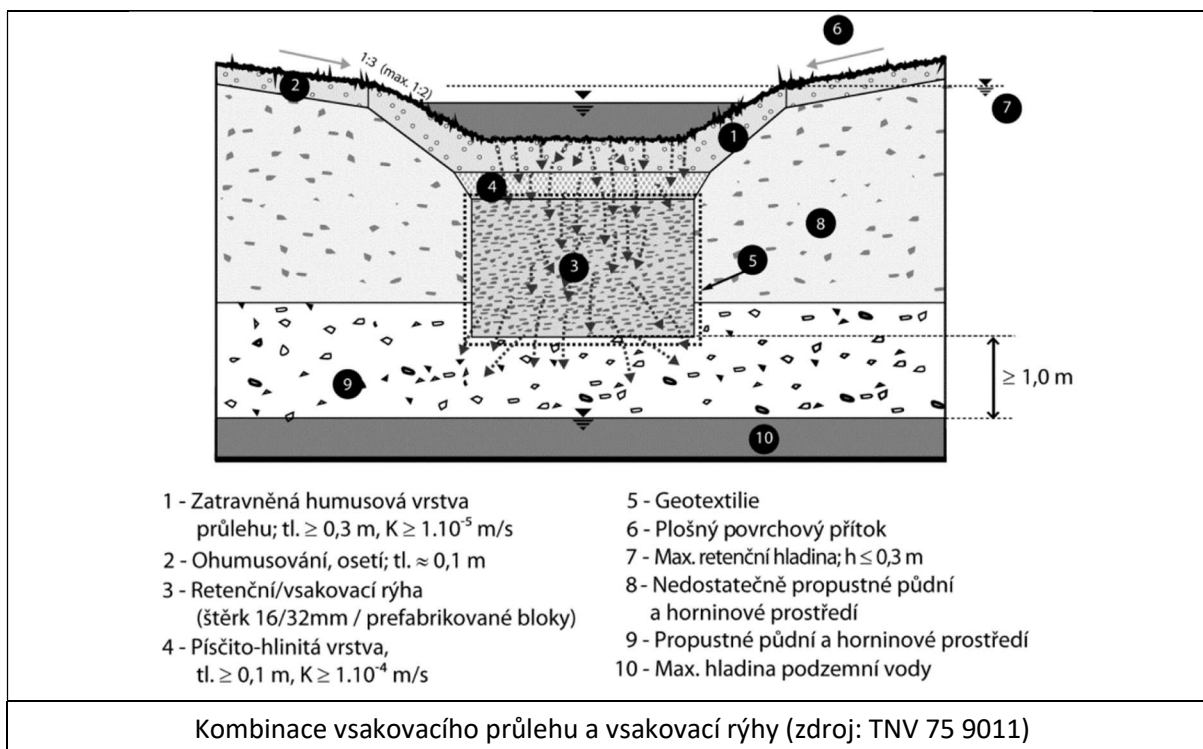
#### ŘEZ



#### PŮDORYS







### Fotodokumentace



Příklad kombinace vsakovacího průlehu a vsakovací rýhy v k.ú. Syrovice (foto AQUATIS a.s.)





Příklad řešení vsakovací jámy



Zasakování v kombinaci s polní cestou – obec Předenice (zdroj Mazín V.)



Příklad aplikace zasakovacích bloků



Příklady komerčních zasakovacích bloků



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P14</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Vsakovací šachta</b>

## Popis opatření

Retenční prostor vsakovací šachty je tvořen vnitřním prostorem mezi skružemi šachty a jeho objem je závislý na vnitřním průměru skruží a hloubce šachty. Zasakování do horninového prostředí může probíhat ve dvou směrech, vertikálně přes perforovanou stěnu skruže a horizontálně přes propustné dno. Aby se zamezilo zanášení šachty nečistotami, je nutné na přítokovém potrubí umístit prvky pro předčištění a zachycení splavenin, např. kalovou jímku, filtrační šachtu apod. Podle typu šachty je rovněž nutné omezit zanášení zasakovacích otvorů stěny šachty a filtrační vrstvy dna aplikací vhodného typu opatření (geotextilie, filtrační vak).

Výhodou tohoto systému je malá náročnost na zábor pozemku, který tento prvek vyžaduje, a to vzhledem k tomu, že pro vsakování a akumulaci se uplatňuje zejména výškový rozměr prvku. Výhodou je také poměrně snadná čistitelnost a údržba akumulačního prostoru v případě jeho zanesení. Nevýhodou je vyšší pracnost při realizaci opatření (práce v hloubkách, náročné výkopové práce) a poměrně vysoká cena betonových prvků. Nutnou podmínkou je, že v území musí být hladina podzemní vody zaklesnuta až pode dnem vsakovací šachty, a to minimálně 1 m. Dále je třeba respektovat také další územní limity (sesuvná území, ochrana pitných vod, základové rýhy staveb a komunikací, atd.). Tyto podmínky jsou specifikovány v katalogovém listu opatření C - Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní.

Šachta taktéž může zájmové území částečně vysoušet. Při jejím návrhu je proto nutné posouzení místních podmínek hydrogeologem – z hlediska vhodnosti vsakování i ochrany podzemních vod.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Toto zařízení je vhodné použít současně se záchytným či svodným příkopem (opatření P01 a P02) a v souvislosti s odvodněním polních cest (opatření P08). Dále je třeba opatření kombinovat se zařízeními zadržujícími erozní materiál (opatření P06, P12). Při navrhování vsakovací šachty je třeba respektovat pravidla specifikovaná v katalogovém listu opatření C - Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
--	-------	-------	---	----	-----------

třída účinnosti	3-4	3-4	2-3	1*	3-4
-----------------	-----	-----	-----	----	-----

\* - účinnost je vysoká, přesto ji není žádoucí uplatňovat z hlediska zanášení objektu (a narůstajících nákladů na následnou údržbu – čištění).

### Vliv na vodní režim

Vsakovací šachta zachycuje část povrchového odtoku při návrhové srážce a převádí ho na infiltraci. Šachta taktéž může zájmové území částečně vysoušet (voda je přes vsakovací zařízení převáděna přímo do spodnějších vrstev horninového profilu).

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Vsakovací šachta povrchovou erozi neovlivňuje.

### Ekologické přínosy

Zlepšuje se vodní režim lokalit určených k infiltraci. Zvyšuje se retence a akumulace vody v krajině. Přeskupují se složky odtoku směrem k základnímu podpovrchovému odtoku.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Charakteristická jednotka – m<sup>3</sup> retenčního prostoru šachty.

Jednotková cena 7 000 – 35 000 Kč/m<sup>3</sup> retenčního objemu vsakovací šachty (dle typu šachty a způsobu provádění).

## Nároky na údržbu

Pravidelná kontrola nátoku a případně i výtoku, stejně tak jako kontrola dalších objektů pro přívod vody, zejména pravidelné čištění usazovacích objektů. Pravidelná kontrola technického stavu skruží. Kontrola usazovacího prostoru, dle potřeby čištění akumulačního prostoru.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod;
- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;



- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- návrhová srážka;
- průměr šachty [m];
- hloubka šachty [m];
- objem šachty [ $\text{m}^3$ ].

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

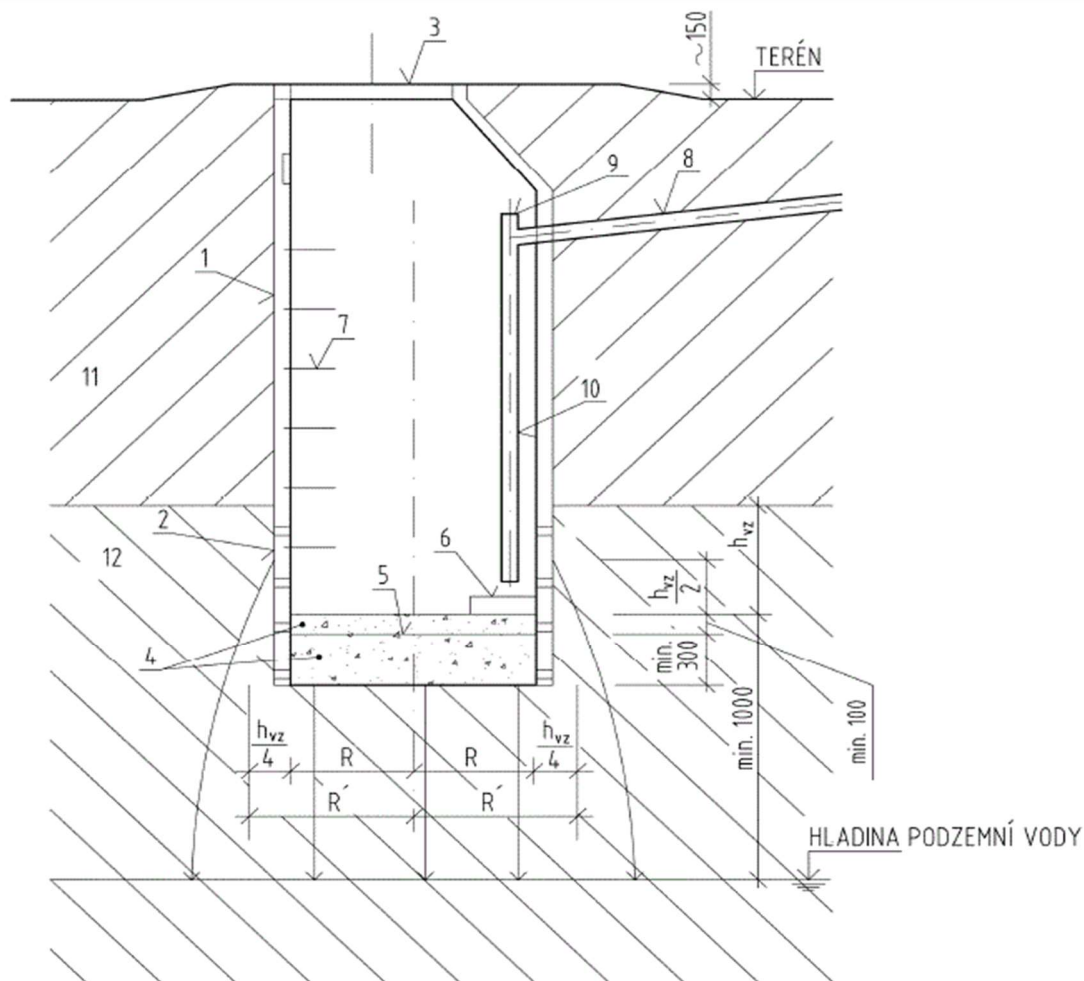
**Použitá literatura:**

- Novotná J. a kol., 2015: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR;
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Kulhavý Z. a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.

## **Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

### Grafická příloha – schéma opatření

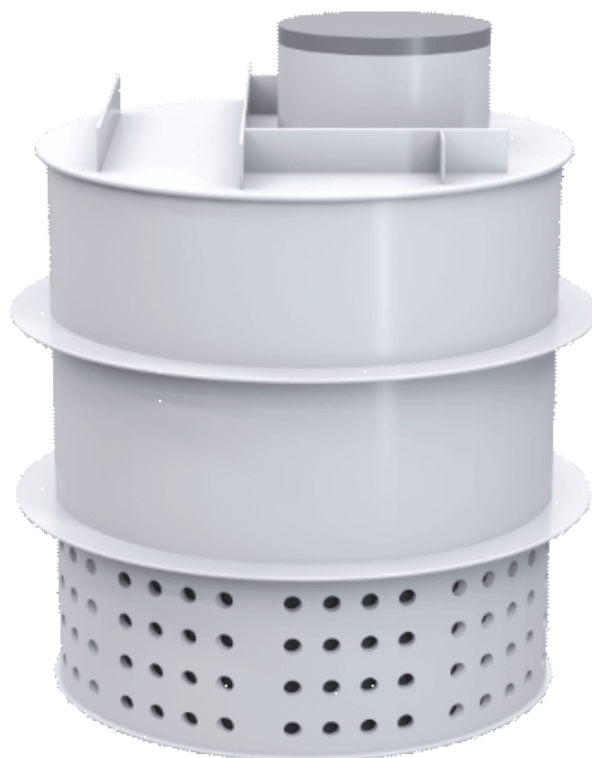


#### Legenda

- 1 Skruže bez otvorů
- 2 Skruže s otvory
- 3 Poklop s otvory nebo mříž plnící funkci odvětrání a bezpečnostního přelivu
- 4 Štěrkopísek
- 5 Geotextilie
- 6 Dlaždice (betonová deska)
- 7 Stupadla
- 8 Přítokové potrubí
- 9 Otevřené svislé hrdlo
- 10 Svislé potrubí
- 11 Málo propustné horninové prostředí
- 12 Propustné horninové prostředí
- $R$  Poloměr vsakovací šachty
- $R'$  Poloměr vsakovací plochy vsakovací šachty
- $h_{vz}$  Výška propustných stěn

Schéma – vsakovací šachta (zdroj: ČSN 75 9010)

## Fotodokumentace



Příklady komerčního řešení vsakovací šachty

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P15</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Přehrážky s možnou infiltrací vody</b>

## Popis opatření

Přehrážky jsou známé především jako opatření k hrazení bystřin a strží, ale je možná i jejich realizace v drahách soustředěného odtoku na zemědělsky obdělávaných pozemcích. Zde je vhodné realizovat nízké přehrážky v běžně suchých drahách soustředěného odtoku. Opatření je třeba kombinovat se zatravněním údolnice (opatření P11). Tyto příčné prahy, pásy či stupně bývají bez spodních výpustí (jako tomu bývá u přehrážek pro hrazení bystřin), podporují stabilizaci údolnice, snižují podélný sklon, slouží k akumulaci soustředěného odtoku a napomáhají bezpečnému odvedení odtoku při zvýšených srážkových událostech.

Parametry přehrážky vychází z použitého materiálu na konstrukci a z přírodního profilu dráhy soustředěného odtoku, do kterého se umísťuje. Přehrážky v drahách soustředěného odtoku jsou navrhovány tak, aby nepřevyšovaly hloubku nejvýraznější části údolnice. Přehrážky ve stržích jsou vybaveny také zařízením pro spodní odtok, případně systémem pasivní regulace odtoku (opatření P16).

Přehrážky mohou sloužit jako prvek pasivní regulace odtoku povrchové vody při umístění na vhodných liniových opatřeních (např. retenční průleh P03, svodný průleh P04, protierozní / infiltrační mez P9). Opatření vybavené přehrážkami zadržují povrchovou vodu ve zdrojových lokalitách a tím zvýší akumulační schopnost a dále také objem zasakované vody. Při využití příčných přehrážek je třeba počítat se snížením průtočného profilu původního liniového opatření v místě přehrážky a zvolit dostatečné převýšení průtočného profilu nad těmito přehrážkami, aby byl bezpečně odveden nezachycený průtok.

Obdobně jako u přehrážek v zatravněné údolnici se u akumulačních opatření navrhují nízké přehrážky bez spodních výpustí. Tyto přehrážky budou navrhovány většinou jako zemní se zpevněním přelivné koruny pomocí kameniva. V případě potřeby je možné také tyto přehrážky v průlezech konstruovat jako přejezdné pro zemědělskou techniku, což zlepšuje dostupnost pozemků v okolí průlehu. Přejezdné přehrážky budou konstruovány jako krátké úseky hlavních polních cest realizované kolmo na průleh s opevněním krajnice a násypů aby při přelévání přehrážky nedocházelo k jejímu poškození.

Přehrážky je také velice vhodné umístit do starých nevyužívaných úvozových cest, které mohou za srážek tvořit dráhy soustředěného odtoku. V případě vhodných geologických podmínek je doporučeno toto opatření kombinovat se zasakovacími prvky, jako P13 vsakovací rýha, nebo P14 vsakovací šachta, či se zatravněním okolních pozemků.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Přehrážky se kombinují se zatravněním údolnice (opatření P11), případně s opevněním drah soustředěného odtoku. Okolí přehrážek může být doplněno vegetačním doprovodem (opatření E02). Přehrážky se také kombinují se svodnými, či retenčními průlehy (opatření P03 a P04).



## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3	3	3	3	3

### Vliv na vodní režim

Přehrážky mají pozitivní vliv na akumulaci vody v krajině, přerušení nebo zpomalení odtoku v dráze soustředěného odtoku a zvýšení vsaku do půdy.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Přehrážky zpomalují povrchový odtok, čímž ochraňují zatravněnou údolnici, nebo průleh před projevy dnové eroze. V retenčních prostorech se usazuje erozní materiál, čímž se opatření podílí na snížení zanášení vodních toků a nádrží.

### Ekologické přínosy

Hlavními vlivy na krajinu jsou zachycení nebo snížení množství odnesených půdních částic a zvýšení vsaku do půdy.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Realizační náklady se budou významně lišit v závislosti na využitém materiálu použité technologii a morfologii řešeného území. Mohou se také lišit při využití místních materiálů.

Cena zemní hrázky používaná k zadržení vody v retenčních průlezích odpovídá přibližně 100 Kč za metr délky hrázky, tj. cca 500 – 1 000 Kč za přehrážku. V případě přejezdné přehrážky bude cena zhruba 2 500 Kč za metr, tj. 10 000 – 20 000 Kč za přejezdnou přehrážku.

## Nároky na údržbu

Je nutná pravidelná údržba objektů a kontrola stavu po průtoku větších vod, odtěžení sedimentu, údržba travního porostu a případné výsadby, opravy objektu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- návrhová srážka;
- délka hrázky [m];
- maximální výška hrázky [m];
- návrhový zachytný objem průlehu [ $\text{m}^3$ ].

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Použitá literatura:**

- Dzuráková M. a kol., 2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině
- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Kulhavý Z. a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi.
- 

**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Fotodokumentace



Gabionové přehrážky v DSO v k.ú. Říčky (okres Brno-venkov) (zdroj: VÚV TGM, v.v.i.)



Přehrážka v zatravněné DSO s ozeleněním v k.ú. Starovice (okres Břeclav) (zdroj: Karásek , VÚMOP)



Přehrážky v odvodňovacích příkopech (HOZ) vyptvářející pasivní regulaci odtoku (zdroj: P. Fučík VÚMOP)





Zděné přehrážky v k.ú. Dlouhé na Moravě (okres Žďár nad Sázavou) (zdroj: Karásek , VÚMOP)



Balvanitý skluz pod vybudovanou přehrážkou na zaniklé cestě (zdroj: Mazín, Státní pozemkový úřad)



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P16</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Systemy pasivní a aktivní regulace odtoku</b>

## Popis opatření

Opatření určená k akumulaci a retenci vody jsou závislá na správně zvoleném systému regulace odtoku. Odtoková zařízení můžeme dle funkce rozdělit na:

- bezpečnostní
- regulační

Akumulační prvky musí být uzpůsobeny tak, aby neškodně převedly objem vody, který nejsou schopny akumulovat. Jedná se o systém bezpečnostních přelivů či jiných systémů majících za cíl ochranu technických konstrukcí objektů a neškodné převedení vysokých průtoků v oblastech, které je nutno ochránit před účinky povodňových škod (intravilán obcí apod.).

Regulace odtoku pak může být pasivní (bez pohyblivých konstrukcí) a aktivní. Pasivní regulace spočívá v proměnlivém odtokovém profilu, který je závislý na výšce hladiny v regulovaném prvku. Nejčastěji je řešen odtokovým žlabem s průtočným profilem ve tvaru V, systémem trubkových propustí uložených v různých úrovních přehrážky; případně pevnou přelivnou hranou obdélníkového přelivu.

U suchých nádrží je regulace ovladatelného retenčního prostoru řešena také systémem propustí, které upravují odtok až do výše neovladatelného retenčního prostoru, kde jsou pak průtoky převáděny nějakou formou bezpečnostního přelivu.

Aktivní regulace pak předpokládá pohyblivé prvky, které umožňují řízené vypouštění zadržené vody. Může se jednat o širokou skupinu různých zařízení. Nejčastěji jsou využívány jednoduché konstrukce, jejichž funkčnost není tak silně limitována důkladnou údržbou. Mezi takové zařízení patří systém dluží, či šoupátek s různým způsobem ovládání. Tato zařízení je nutné instalovat na objekty, u nichž je třeba ovládat zadržanou vodu. Primárně se tedy jedná o malé vodní nádrže (suché i ty se stálou hladinou). Ovladatelnými výpustnými zařízeními je třeba osazovat také retenční průlehy tak, aby bylo možné je v případě nutnosti neškodně vyprázdnit.

V případě vhodných podmínek je možné prostřednictvím aktivní regulace řídit nátok vody do systémů podporujících intenzivnější zasakování (retenční průlehy, zasakovací rýhy, galerie). Tento systém by šlo využít u nádrží, které mají dostatečný objem zadržené vody, který lze využít pro zasakování do geologických struktur. Prvek aktivní regulace pak řídí efektivní využití zadržené vody. Příkladem takové regulace je například plovákový uzávěr umístěný v šachtě u podzemního zasakovacího zařízení (zasakovací galerie), který podle výšky hladiny v galerii otevírá či zavírá přítok vody z výše položené nádrže. Tímto způsobem by bylo zajištěno průběžné plnění tohoto zasakovacího zařízení a efektivní využití zadržené vody pro převod do geologických struktur.

Za systém regulace odtoku lze považovat také přehrážky (opatření P15) umístěné na vhodných liniových opatřeních (např. retenční průleh P03, svodný průleh P04, protierozní / infiltrační mez P09). Tyto přehrážky zabraňují zrychlenému odtoku a vytváří akumulaci vody využitelné pro následnou infiltraci.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Regulační systémy jsou vždy navrhovány jako součást komplexního řešení manipulace s povrchovou vodou. Jsou umísťovány na zařízení umožňující akumulaci většího množství vody. Jedná se většinou o vodní nádrže (opatření P07) a to jak o suché, tak i ty se stálou hladinou. Je třeba je také instalovat na retenční průlehy (opatření P03), v případě potřeby také na přehrážky (opatření P15).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti					

### Vliv na vodní režim

Regulace odtoku má za cíl zefektivnit hospodaření s povrchovým odtokem a zmírňovat škodlivé účinky extrémních průtoků pomocí jejich transformace tím, že umožňují určitou míru řízení škodlivých průtoků.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Regulační systémy zpomalují povrchový odtok, čímž ochraňují zatravněnou údolnici nebo průleh před projevy dnové eroze. Prodloužením doby zdržení v retenčních prostorech dochází k usazování erozního materiálu, čímž se opatření podílí na snížení zanášení vodních toků a nádrží.

### Ekologické přínosy

Efektivní řízení zvýšených odtoků umožňuje převod povrchového odtoku na infiltraci.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Realizační náklady se budou významně lišit v závislosti na konkrétním systému regulace odtoku (bezpečnostní, regulační, aktivní, pasivní, ...) i na konkrétním provedení v daných podmínkách.

## Nároky na údržbu

Náročnost údržby je dána typem regulačního zařízení. Pasivní systémy je třeba pravidelně kontrolovat, obzvláště pak po průchodu větších průtoků, zda nedošlo k poškození nebo zanesení jednotlivých objektů. Aktivní systémy pak vyžadují precizní pravidelnou kontrolu funkčnosti jednotlivých komponent, obzvláště pak funkčnosti pohyblivých součástí. Kontroly a údržba musí odpovídat zvolené technologii a bude řízena manipulačním řádem. Kontrolu aktivních systémů je třeba provádět také vždy po významných průtokových událostech.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- typ a charakter navazujících objektů;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- ČSN 75 4210 Hydromeliorace – Odvodňovací kanály;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- návrhový průtok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_N$ ];
- návrhová srážka;
- typ regulačního objektu;
- rozsah řízeného odtoku [ $\text{l/s}$ ];
- průtočnost bezpečnostního přelivu [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

### Použitá literatura:

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Kulhavý Z. a kol., 2015: Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi;
- Dzuráková M. a kol., 2018: Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Fotodokumentace



Hrazení DSO v k.ú. Dlouhé na Moravě (okres Žďár nad Sázavou) (zdroj: Karásek , VÚMOP)



Přehrážky v odvodňovacích příkopech (HOZ) vyptvářející pasivní regulaci odtoku  
(zdroj: P. Fučík VÚMOP)





Přehrážky v odvodňovacích příkopech (HOZ) vyptvářející pasivní regulaci odtoku  
(zdroj: P. Fučík VÚMOP)



Přehrážky v odvodňovacích příkopech (HOZ) vyptvářející pasivní regulaci odtoku  
(zdroj: P. Fučík VÚMOP)

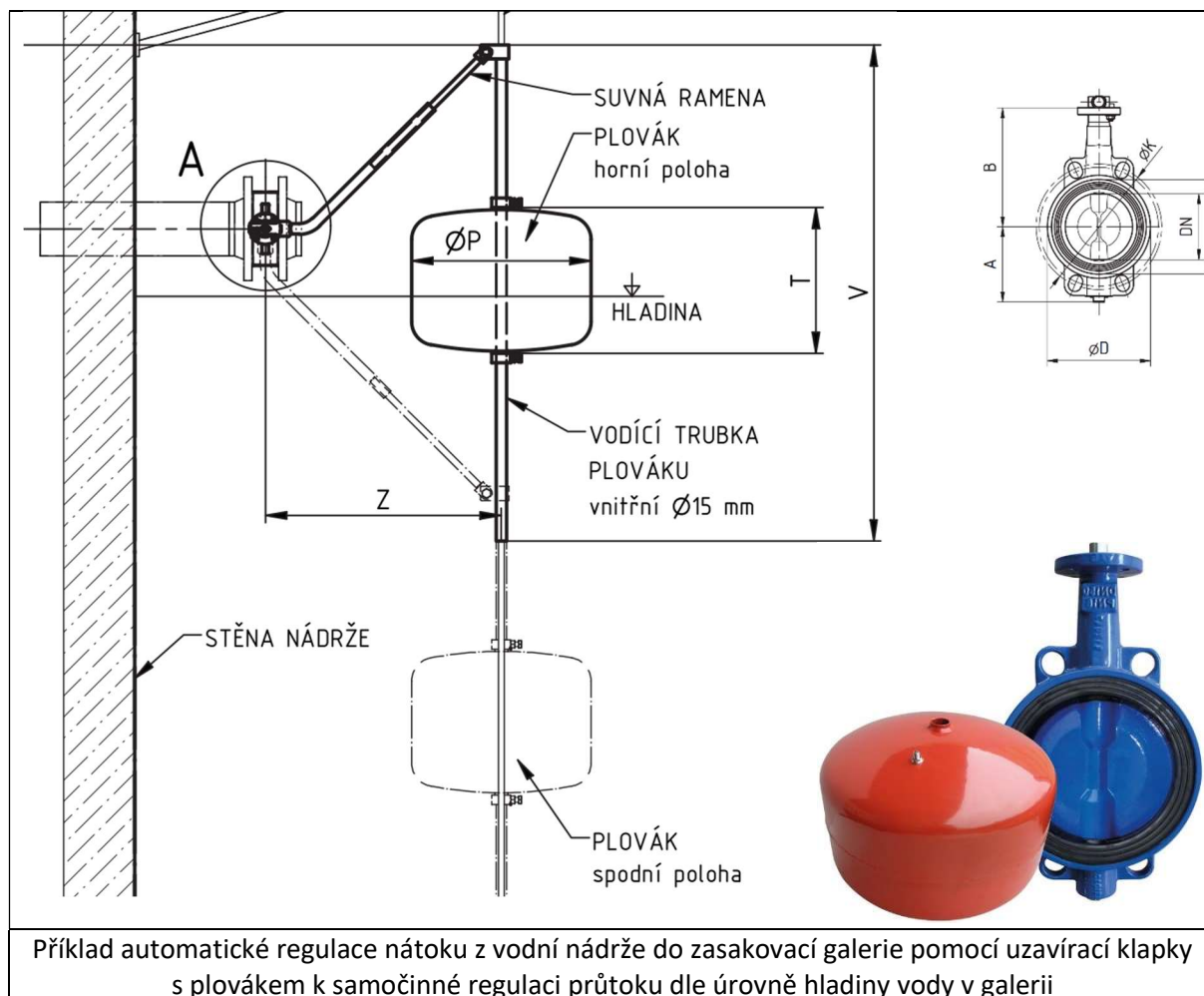




Systém rebulace odtoku v intravilánu v dráze soustředěného odtoku formou přehrážek s hradítky (zdroj: Německo)



Ochranná hrázka nad obcí Dolní Brusnice se systémem výpustných zařízení (Zdroj: Navrhování TPEO, Václav Kadlec a kol., 2014)



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>P17</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Eliminace odtoku z cestní sítě</b>

## Popis opatření

Hlavním účelem cest je propojení sídelních oblastí a zpřístupnění obhospodařovaných pozemků. Cestní síť tvoří polyfunkční prvek krajiny, je však také spolu s přirozenými toky hlavním regulátorem povrchového odtoku. Součástí každé cesty v systému protierozní ochrany jsou příkopy, odvádějící nejen přebytečnou srážkovou vodu z vozovky, ale i z přilehlých pozemků (viz katalogový list P08 – Polní cesta s protierozní funkcí).

Polní cesta musí splňovat veškeré technické požadavky dle ČSN 73 6109 Projektování polních cest. Pro eliminaci odtoku z cestní sítě a podporu následného zasakování povrchové vody je nezbytné postupovat dle následujících doporučení:

- posouzení lokálních podmínek pedologických a hydrogeologických a na základě výsledku navrhnout podpovrchové zasakování či zasakování do hlubších geologických struktur – viz kat. list C
- při zasakování do hlubších geologických struktur je nezbytné provést geologický průzkum – viz kat. list C
- u cest s podélným sklonem větším než 6 %, které nejsou opatřeny vozovkou se stmelěným krytem, se doporučuje návrh svodnic.

Zásady návrhu svodnic:

Při navrhování svodnic vody je nutno posoudit jejich průtočnost a rozestupy v závislosti na podélném sklonu a způsobu využití polní cesty, na množství atmosférických srážek v oblasti, na druhu a vlastnostech zemín v podloží apod. V závislosti na podélném sklonu se doporučuje navrhnout svodnice vody v orientačních vzdálenostech – viz následující tabulka.

*Doporučené vzájemné vzdálenosti svodnic na zemních cestách*

<b>PODÉLNÝ SKLON V %</b>	<b>VZDÁLENOST SVODNICE [ M ] (ČSN 73 6109 A ČSN 73 6108)</b>
6	40 - 60
8	35 - 50
10	25 - 35
12	22 - 32
14	18 - 28
16	14 - 25

Svodnice jsou příčná odvodňovací zařízení pro odvádění povrchové vody z koruny cesty do příkopů nebo na násypový svah. Zmírňují účinky vodní eroze, neboť zkracují dráhu vody stékající v podélném směru po koruně cesty a zamezují soustředování větších průtočných množství.



Aby měla svodnice potřebný sklon, je pokládána v úhlu 30° od příčné osy cesty. Šikmé umístění svodnic zaručí, že rychlost vody v nich není nižší než rychlost vody přitékající po koruně cesty, což vede k zamezení ukládání plavenin v jejich profilu. Proti zvýšené erozi by mělo být místo vyústění svodnice na násypovém svahu chráněno např. kamenným záhozem nebo zatravněním. V místě svodnic je nutné na několika metrech přerušit střešovitý příčný sklon vozovky.

Na konstrukci svodnic se používá různý materiál jako je dřevo, beton a ocel. Nejčastěji používaným typem jsou svodnice zhotovené ze dvou kuláčů či svodnice ocelové. V některých případech se klasické svodnice mohou nahradit tzv. zemní svodnicí neboli zemní kynetou. Jde o objekty zbudované s minimálními náklady přímo v profilu cesty bez použití dalších materiálů, jsou nenáročné na údržbu, jsou však obtížněji přejezdné. Zemní svodnice mohou být vhodnou variantou řešení (zejména na doplňkových polních cestách), ovšem za předpokladu dodržení bezpečnosti provozu na dané komunikaci.

Při navrhování svodnic je nezbytné řešit i bezeškové odvedení soustředěné vody. Zpravidla se navrhuje zemní příkopy, či zasakovací příkop. Délka koryta pod svodnicí musí být dostatečně dlouhá, aby voda ze svodnice odtékala, a musí být v přiměřeném sklonu, aby kapacita svodnice nebyla omezována sedimentací splavenin a současně aby nedocházelo k poškození svodnice vody nebo koryta erozí. V případě, že je za svodnicí vody navrženo zasakovací zařízení, nesmí jeho prázdný prostor mezi srážkovými epizodami ohrožovat okolní vegetaci snížením hladiny podzemní vody v okolních půdách.

Pro bezeškové odvedení soustředěné vody ze svodnic (či jiných typů příčného odvodnění cesty) je nutné zajistit vhodnými následnými prvky:

- odvedení soustředěné vody a převedení na podpovrchový odtok
- odvedení soustředěné vody a převedení na zasakování do hlubších geologických struktur
- odvedení soustředěné vody a převedení na neškodný povrchový odtok (v místech, kde z hlediska geologických podmínek není možné zasakování vody) a převedení vody do míst vhodných pro zasakování

Efektivita navrhovaného opatření je určena geologickými podmínkami, proto je nezbytné tyto prvky navrhovat ve vhodných hydrogeologických podmínkách, které budou před vlastní realizací ověřeny geologickým průzkumem.

Typy příčného odvodnění polních cest je vždy nutné navrhovat s souladu s technickými požadavky účelové komunikace.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Příčné odvodnění na polních cestách je nutné zaústit do retenčních prvků, jako opatření P13 vsakovací rýha (jáma), či P14 vsakovací šachta (za vhodných geologických podmínek) či při povrchovém

zasakování se zatravněným pásem (opatření P12). Pro převedení vody do míst s vhodnými podmínkami pro vsakování slouží liniové odváděcí prvky (opatření P01 záchytný příkop, ).

Polní cesty jakožto liniový prvek v krajině je vhodné využít pro zvýšení estetické hodnoty krajiny výsadbou vegetace, případně i jako součást územních systémů ekologické stability (opatření E01 a E02).

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti					

### Vliv na vodní režim

Správně navržené a provedené opatření může zmírňovat negativní důsledky urychleného odtoku v době přívalových srážek. V kombinaci s opatřením na podporu infiltrace vody omezíme zrychlený odtok povrchové vody a zvýšíme retenci území. Při realizaci zasakovacích prvků (opatření) může docházet k vysoušení nadloží okolního území (voda je přes vsakovací zařízení převáděna přímo do spodnějších vrstev horninového profilu). Z tohoto důvodu je vždy nezbytné posouzení konkrétní lokality pomocí hydrogeologického průzkumu.

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Správně provedené příčné odvodnění cestního tělesa snižuje erozní účinky a transport splavenin a tím nebezpečí druhotných škod jejich nevhodnou sedimentací na přilehlých pozemcích či ve vodní síti.

Vhodný návrh cestní sítě doplněné o záchytné příkopy, průlehy, a zatravněné pásy rozděluje nevhodně velké půdní bloky a omezuje povrchovou erozi tím, že dochází k zachycení transportovaných částic krátce po začátku transportní cesty.

### Ekologické přínosy

Tímto opatřením s kombinací navazujícím opatřením k podpoře infiltrace vody se zlepšuje vodní režim krajiny. Zvyšuje se retence a akumulace vody v krajině. Přeskupují se složky odtoku směrem k základnímu podpovrchovému odtoku.

Polní cesta může být doprovázena vhodnou vegetací, případně doplněna dalšími krajinnými prvky a tvořit tak součást ekologické kostry krajiny.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Pro odhad investičních nákladů je zásadní, jaký typ příčného odvodnění bude realizováno a dále jaké následné opatření bude provedeno pro podporu vsaku svedené vody. Pro orientační odhad investičních nákladů uvádíme cenové rozpětí pro jednotlivé typy (materiály) svodnic:

- betonový žlab s ocelovým roštem, třída zatížení D400 – cena 4 600 Kč/bm
- ocelová svodnice (šířka 120 mm, hloubka 120 mm) – cena 1 500,- Kč/bm
- kuláč s tlakovou impregnací Ø 12 cm, délka 3 m – cena 725/ks

Zemní práce – stavební část objektu – cca 650,- Kč/m<sup>2</sup>

Ostatní náklady se budou odvíjet od navazujícího opatření pro podporu vsaku vody – viz katalogové listy P13 a P14.

Odhad investičních nákladů je pouze orientační, konkrétní náklady budou záviset na místních přírodních podmínkách dané lokality a vývoji cenové politiky v době případné realizace tohoto opatření.

## Nároky na údržbu

Nároky na údržbu se mohou značně lišit dle použitého typu příčného odvodnění. U „typových svodnic“ jejich působnost a účinnost je podmíněna pravidelnými provozními prohlídkami spojenými s nutným pročištěním průtočných profilů svodnic. Kontrola stavu odvodňovacích prvků je důležitá zejména po průtoku větších vod. Nároky na údržbu mohou být limitujícím faktorem pro použití daného typu svodnice, jako „nejméně“ údržbová se jeví zemní svodnice (kyneta). Při výběru typu svodnic je třeba vždy respektovat provozní nároky na danou cestu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- analýza dostupnosti pozemků z hlediska majetkových vztahů;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- hydrogeologický průzkum
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy
- ČSN 73 6109 Projektování polních cest
- ČSN 73 6108 Lesní cestní síť
- ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami
- TP 83 Odvodnění komunikací

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- délka polní cesty [m];
- šířka vozovky a krajnic [m];
- typ vozovky;
- max. podélný sklon (%);
- počet svodnic definovaných na základě podélného sklonu
- údaje o doprovodných objektech.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

**Použitá literatura:**

- Janeček, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí;
- Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření;
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi,
- Doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc. (ed.), 2020: Technická doporučení pro projektování lesní dopravní sítě,
- Mendlova univerzita v Brně, 2013: Perspektivy krajinného managementu – inovace krajinářských disciplín (reg. číslo projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0080)

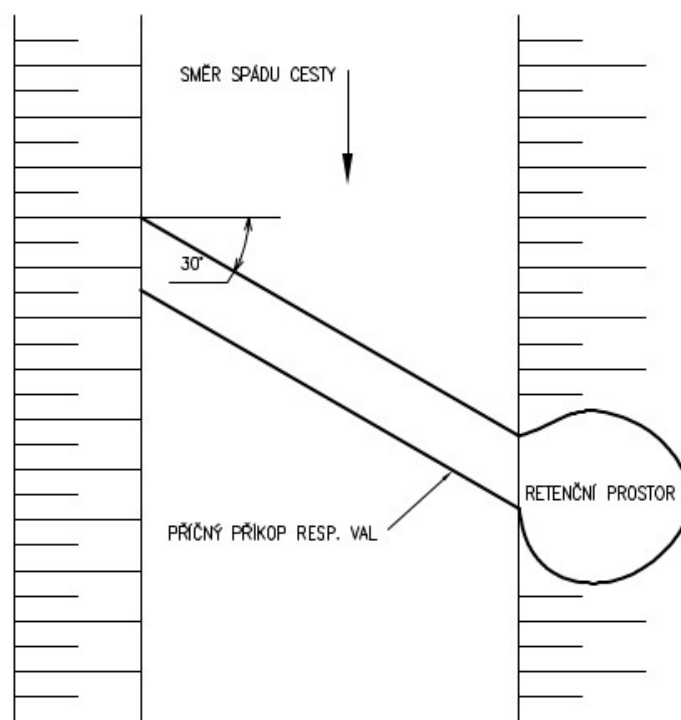
## **Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku



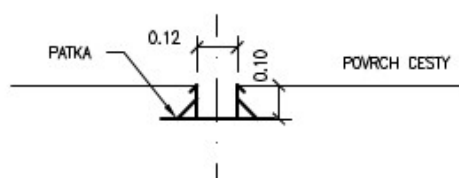
### Grafická příloha – schéma opatření

#### JEDNODUCHÁ TERÉNNÍ ÚPRAVA POVRCHU CESTY

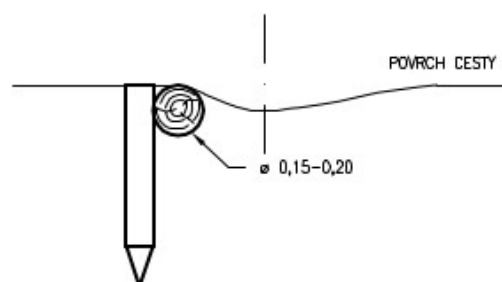


## TYPY SVODNIC VODY

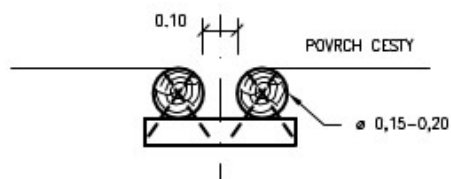
**OCELOVÁ SVODNICE VODY**



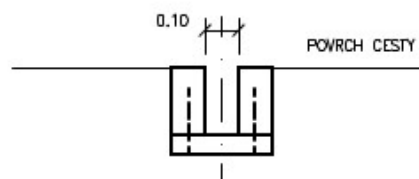
**ZEMNÍ SVODNICE VODY**



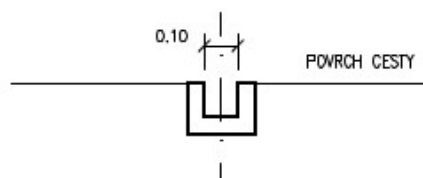
**SVODNICE VODY Z DŘEVĚNÝCH KULÁČŮ**



**SVODNICE VODY Z DŘEVĚNÝCH HRANOLŮ**



**BETONOVÁ SVODNICE VODY Z PREFABRIKÁTŮ**



## Fotodokumentace



Příklad zemní svodnice (Zdroj: Mendlova univerzita v Brně, Perspektivy krajinného managementu – inovace krajinářských disciplín. )



Příklad kuláčové svodnice (Zdroj: Mendlova univerzita v Brně, Perspektivy krajinného managementu – inovace krajinářských disciplín. )





Příklad ocelové svodnice (E-shop L.E.S. CR spol. s r.o. / Katalog / Ocelové svodnice vody)



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D01</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Regulace odtoku z pramenních jímek s ochranným zatravněním</b>

## Popis opatření

Pramenní jímký byly často navrhovány s cílem podchycení podpovrchových vývěřů a zpřístupnění pozemku pro účely intenzivního zemědělského využití. Pramenní jímký v takových případech byly napojeny na odvodňovací systém a voda z nich byla odváděna při současném snížení úrovně HPV.

Z hlediska dnešního vodohospodářského pojetí je žádoucí tyto objekty zcela zrušit, nebo alespoň upravit tak, aby byly opatřeny zařízením, umožňujícím regulaci výšky jejich odtoku, a aby pozemky s pramenními jímkami nebo jejich část byly převedeny z orné půdy na TTP.

Principem opatření je zvýšení (regulace) úrovně HPV v místě jímký, dosažené vložem přehrážky a zvýšením úrovně přelivné hrany. Hradící prvek může být umístěn na odtokovém potrubí buď uvnitř pramenní jímký, nebo vně objektu. Vzhledem ke zvýšení úrovně HPV je zřízen současně ochranný zatravněný pás kolem jímký, v němž dojde díky regulaci ke zvlhčení stanoviště.

V souvislosti s další částí odvodňovacího systému v nejbližším okolí jímký (zvláště pod jímkou nebo vedle jímký), je třeba posoudit riziko nepřiměřeného zvýšení gradientu HPV a s tím související riziko vnitropůdní eroze. Pokud takové riziko existuje, je třeba tyto části odvodňovacího systému vyřadit z činnosti (zaslepením, zasypáním atd.).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření bude na základě vyhodnocení místních podmínek kombinováno nejčastěji s:

- D05 Lokální eliminace drénu (části drénu), nebo D06 Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění, což je v řadě případů součástí opatření; zvětšení rozsahu eliminace může souviset s dalšími požadovanými efekty na pozemku a na pozemcích sousedních (Poznámka: Opatření D07 - Snížení intenzity drenážního odvodnění - clony, je zpravidla v těchto případech opatřením nevhodným, neboť přerušené úseky drenážního odvodnění způsobí z trvalé filtrační přetížení půdy, dané charakterem vodnosti pramenní jímký.);
- P03 Vsakovacím průlehem, umožňujícím intenzivnější liniový vsak zachycené vody;
- P11 Zatravnění údolnice nebo P13 Zatravněný pás, pokud bude pramen vyveden až na povrch pozemku;
- D04 Zalesnění zemědělské půdy v blízkém okolí jímký;
- D08 Tůň dotovaná drenážní vodou – v tomto případě vodou z pramenní jímký; podmínkou je vyřešit bezpečný odvod přebytků vod, odtékajících z tůně;
- D13 Převod drenážních vod na úrovni POZ – v tomto případě převod vod, odtékajících z pramenní jímký.

Kombinace opatření zpravidla zvyšuje v těchto případech jejich účinnost především z hlediska zvýšení akumulace vody v povodí; zlepšení jakosti odtékajících vod nebude hlavním smyslem opatření.

## Efekty opatření

- snížení odtoku, akumulace vody v pramenné oblasti;
- vůči řešeným skupinám znečišťujících látek je kladem posílení přímých efektů (zdroj vody pro naředění vodního objemu s návaznými efekty na hydrobiotu) i nepřímých (zásobení vegetace vodou, jakožto konzumenta přebytečných živin);
- eliminují se možné střety zájmu při intenzivním produkčním využívání pozemků;
- lokální zvýšení evapotranspirace (ovlivnění mikroklimatu);
- zatravnění (travní pás) slouží jako retardér a filtr pro případný povrchový odtok z exfiltrace nadržené vody.

### Vliv na vodní režim

Tímto opatřením dojde ke zvýšení úrovně HPV (s plnou saturací půdy vodou) a ke zvýšení intenzity kapilárního vztlínání k povrchu pozemku. Pokud tato dotace není eliminována evapotranspirací, dojde ke zvýšení vlhkosti nesaturované zóny nad úrovní HPV (zvýšení podílu zaplněných půdních pórů). To má za následek zpravidla (lokální) snížení intenzity infiltrace srážek a často zvýšení podílu složky odtoku povrchové vody (proti tomu působí efekt provedeného zatravnění zvýšením propustnosti kořenového balu). Zvyšuje se také intenzita a množství vody, odtékající mělkým podpovrchovým odtokem (odtok hypodermický).

Z hlediska ovlivnění režimu odtoku vod z pozemku se intenzita odtoku sníží a zvýší se akumulace vody v půdním profilu.

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Opatření může zvyšovat riziko vodní eroze (povrchové i podpovrchové) v místech pod opatřením – viz popis výše. Zatravnění okolí jímky působí opačným efektem, zejména pokud se nachází v trase soustředěného povrchového odtoku; výsledný efekt je potom dán mírou jednotlivých účinků. (Poznámka: U středně těžkých a těžkých půd zpravidla při hodnocení infiltrační schopnosti povrchu převažuje negativní efekt vysoké HPV nad pozitivním efektem vyššího podílu preferenčních cest vlivem zatravnění pozemku.)

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	1
vodní eroze	3 až 5 (příp. 6 - negativní)

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

## Vliv na jakost vody

Vzhledem k tomu, že se u tohoto opatření zpravidla jedná o regulaci jakostně kvalitní podzemní vody, nebývá tato voda znečištěna dále sledovanými látkami a tudíž ani účinnost opatření na zlepšení jakosti vod není výrazně vyšší. Opatření se uplatňuje zejména s ohledem na zlepšení akumulace vody v místě (včetně zvýšení perkolace do podzemních zvodní) a zvýšení podpovrchového svahového odtoku, případně s efektem ředění méně jakostních vod, vznikajících na nižších částech pozemku, vodami čistšími.

Pokud pramenní jímka řešila podchycení bodového vývěru vod, znečištěných ve vyšších partiích povodí, uplatní se opatření podobnými efekty na jakost vod jako opatření K02.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti (viz tabulka):

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
sezonní vodnost pramene	4-5	4-5	3-4	5	4-5
trvalá vodnost pramene	4-5	3-4	1 až 2	5	3-4

Vliv regulace na jakost vod, odtékajících z drenážní skupiny souvisí zejména s vodností pramene. Za předpokladu, že jakost vod pramenného vývěru je řádově lepší než jakost vod z infiltrace půdním profilem, bude účinnost opatření vyšší u trvalé vodnosti pramene. Paradoxně při sezónní vodnosti se zlepšení jakosti drenážních vod projeví pouze po dobu přetoku vody z PJ. Paradox se projevuje při porovnání opatření s neregulovaným odtokem z PJ, který zlepšuje jakost vody na drenážní výusti, ovšem negativně se hodnotí malá akumulační schopnost povodí - rychlé odvádění vody z pramene.

## Ekologické přínosy

Zvýšení variability vlhkostních režimů půd, následně zvýšení biodiverzity, z organizačního hlediska rozčlenění celistvého půdního bloku na části s různou kulturou.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Provedení předrealizačního průzkumu k popisu odtokového režimu pramene a jeho vhodnosti pro instalaci regulačního objektu. Vhodný je terén o sklonu do 6%, kde je možné realizovat ochranný kruh/polygon nebo pás. Dále je třeba dohledat v blízkosti se nacházející jiné odvodňovací prvky, které budou na zvýšení HPV reagovat (drenážní systémy, příkopy), způsob odvádění vody z pramenní jímky - trasu i aktuální stav objektů.

S ohledem na změnu vodního režimu směrem k vyššímu zamokření, je nutné vyjádření souhlasu dotčených vlastníků pozemků (nejen v místě realizace, ale podle dosahu opatření i pozemků sousedních). Ke zvážení je také způsob manipulace s regulačním objektem: trvalé vyhrazení či zvolený (např. sezónní) režim manipulace; resp. manuální nebo automatizovaný princip.

## Nároky na údržbu

Bezporuchový provoz předpokládá běžnou kontrolu a údržbu objektu; v případě požadované manipulace s regulačním prvkem, provádění změn nastavené úrovně přelivu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt a stav melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- vydatnost pramene;
- hloubka pramenní jímky a niveleta odvodňovacích prvků;
- požadovaná úroveň regulované HPV;
- nasycená hydraulická vodivost půdního prostředí (případně jednotlivých vrstev);

### Další potřebné parametry a údaje:

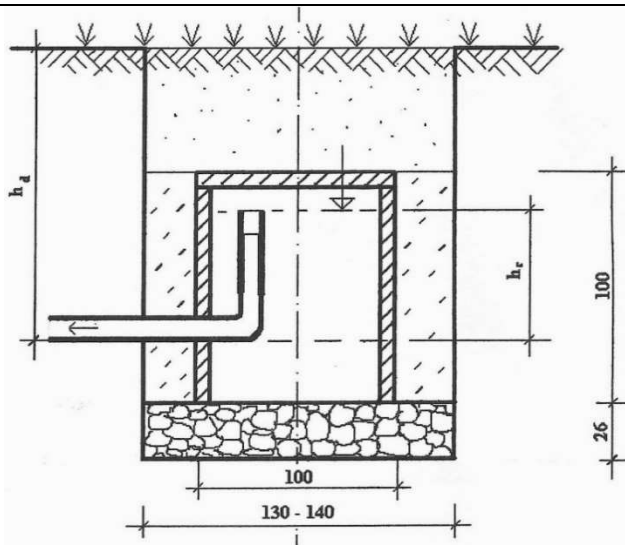
- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

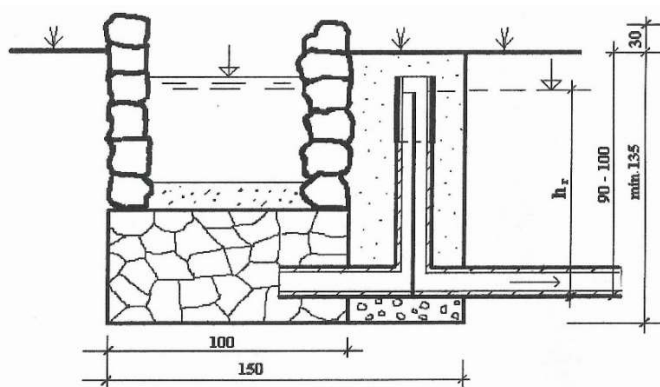
Vlastník pozemku, skupina vlastníků, hospodařící subjekt, další uživatel vodního zdroje.



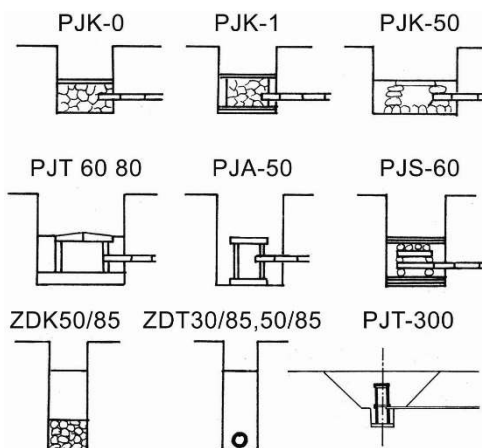
### Grafická příloha – schéma opatření



Podzemní regulace pramenní jímky (Soukup M., Kulhavý Z. dle TNV 75 4221); regulace uvnitř objektu jímky

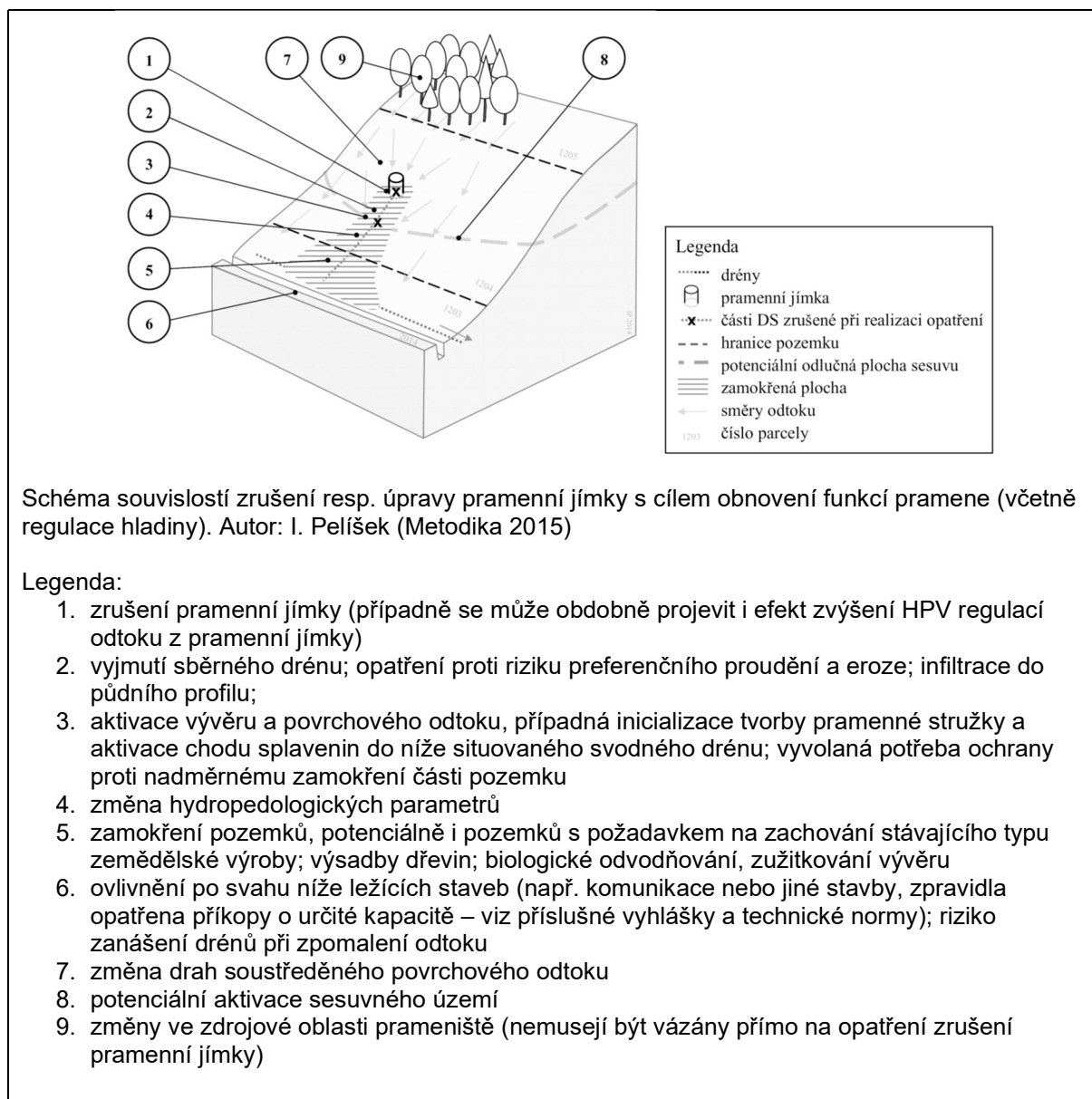


Regulace pramenní jímky - povrchové odkrytí pramene (TNV 75 4221); regulace vně objektu jímky



Příklady schématického znázornění a značení různého provedení pramenních jímek podle typizačních směrníc, platných v době realizace.  
(zdroj: F. Kulhavý, Z. Kulhavý: Navrhování hydromelioračních staveb, 2008)

### Schéma širších vazeb



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D02</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Odkrytí zatrubněných hlavních odvodňovacích zařízení</b>

## Popis opatření

Do hlavního odvodňovacího zařízení (HOZ) jsou zaústěny systémy podrobného odvodnění (POZ) jednotlivých pozemků. Parametry HOZ (kapacita, hloubka, směrové poměry) byly předurčeny řešením POZ. Přednostně byl HOZ řešen jako otevřený, pouze ve výjimečných případech byl řešen jako zatrubněný. Zatrubnění vytvářelo dobré podmínky pro velkoplošné obhospodařování půdy i ve složitějších přírodních podmínkách, nevytvářelo překážky pro provoz zemědělské techniky a nerozčleňovalo pozemek na bloky. V době realizace stavby odvodnění byla kritériem pro vymezení rozdílu mezi svodným drénem a HMZ světlost potrubí (limitem je světlost potrubí  $J_s=400$  mm).

Současné vodohospodářské pojetí parametrů hydrografické sítě a jejich krajinářské i ekologické funkce, zároveň s provozními kritérii vyžadujícími jednoduchost údržby a minimalizaci rizikových objektů, mění pohled na zatrubněné HOZ. Účelnost opatření je třeba hodnotit i ve vztahu k případné přetrvávající příčině zamokření a budoucímu plánovanému využívání pozemků.

Hlavním principem opatření je zrušení zatrubněného úseku HOZ a jeho odkrytí/otevření. Trubní odpad se využitím přírodě blízkých úprav tak navrací do podoby drobného vodního toku, který, mimo jiné, vytváří lepší podmínky pro procesy samočištění, kontroly a údržby. Provedená úprava však musí respektovat existenci systémů odvodnění přilehlých pozemků co do zachování možnosti jejich zaústění i rizik poškození přilehlých odvodňovacích prvků (zpravidla drénů) změnou směrového vedení trasy HOZ, hloubkou atd. Pokud je však současně zrušeno systematické odvodnění přilehlých pozemků a nejedná se o vodoteč s trvalým průtokem vody, lze vytvořit koryto s charakterem průlehu a jeho zpevnění vegetačním krytem.

Technické parametry jsou limitovány místními podmínkami, včetně rozsahu zachování zaústěných systémů podrobného odvodnění přilehlých pozemků. Návrh bude vycházet ze zásad přírodě blízkých úprav toků. Specifikem prováděné revitalizace je nutnost zohlednit zaústění zachovaných částí odvodňovacího systému přilehlých pozemků. Zpravidla je situováním hranic plošného systému odvodnění přilehlých pozemků také vymezen volný prostor údolnice pro návrh nové trasy toku (sevření mezi sběrné či ochranné drény stávajících drenážních skupin). Pokud dojde během návrhu či realizace k přerušení/obnažení odvodňovacího prvku/drénu, je nutné jej sanovat v patřičné vzdálenosti od místa přerušení (u horní části drénu) nebo jej zaústit či napojit (u dolní části drénu). Pokud by takových zaústění bylo třeba realizovat neúměrné množství, lze všechny drény podchytit jedním novým svodným drénem, vedeným souběžně s trasou revitalizovaného toku a provést jeho zaústění ve vhodném místě (zpravidla s uplatněním minimálního sklonu drénu tak, aby jej bylo možné vyústit ve vyměřené niveletě toku).

Trasa zatrubněného odpadu nebyla záměrně navrhována v nejnižším místě údolnice z důvodů minimalizace rizika porušení vodní erozí povrchu pozemku. Proto bude eliminační zásah vyžadovat přeložení trasy do skutečné údolnice a s tím související potřebu projednání změny vlastnických práv k dotčeným pozemkům (např. geodetické zaměření, zpracování geometrického plánu a následné převedení zájmové plochy z kategorie orné půdy do kategorie vodní tok) atd.

Pokud se zaústí jednotlivé stávající svodné drény, nebude zpravidla vyhovovat niveleta nového toku niveletě původního zaústění drénu, a proto bude třeba provést různé varianty opatření, která budou mít za cíl výškově vyřešit zaústění do revitalizovaného toku:

- otevřít drenážní rýhu svodného drénu a provést přeložení drénu v menším (maximálně v povoleném minimálním) sklonu tak, aby niveleta vyústění drénu odpovídala niveletě revitalizovaného koryta. Délka přeložení drénu proti jeho spádu bude stanovena odvozením z výškových poměrů;
- předmětný svodný drén před břehovou čarou nového toku zalomit ve směru toku a drén vést podél revitalizovaného toku v minimálním povoleném sklonu tak daleko, než bude možné jeho výškové zaústění do revitalizovaného toku;
- zvolit vhodné kombinace výše uvedených řešení;
- řešit zaústění drénu podle návrhů publikovaných Justem (2003, 2005).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření bude zpravidla navazovat nebo bude vyvolávat potřebu návrhu dalších typů opatření:

- P11 Zatravnění údolnice a s tím související organizační opatření agrotechnická nebo D04 – Zalesnění zemědělské půdy
- D05 Lokální eliminace drénu, D06 Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění a to v úsecích konfliktu revitalizace HOZ s drény POZ
- D12 Regulace na úrovni HOZ, pokud je současně žádoucí odtok řídit

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty:

-zvýšení podílu infiltrace vody do půdně-geologického prostředí (posílení přirozené složky filtrace a dotace podzemních vod), a to:

- -snížením intenzity přímého odtoku zrušením hydraulicky hladkého potrubí HOZ
- -obnovením spojitosti vodoteče s přilehlými pozemky
- -snížením hydraulického spádu v případě zvýšení nivelety dna HOZ a uplatnění odvodňovací funkce

-snížení intenzity odtoku z území a zvýšení HPV;

-zvýšení retenčního a akumulačního účinku – zvětšení množství vody, které je za běžných i za malých průtoků zadržováno v délkové jednotce vodního toku, parametr významný z hlediska ekologického, případně rybářského;

- zlepšení fyzikálních a chemických podmínek pro odbourávání nežádoucích látek (světelné, tepelné, pH, ...), zvětšení aktivních povrchů pro žádoucí biologickou aktivitu, tj. procesů v úzké návaznosti na samočisticí schopnost toků;



- vytvoření denitrifikačních podmínek v případě bočních tůní a v přiléhajícím půdním profilu;
- vytvoření sedimentačních prostorů (akumulačních podmínek) pro nerozpuštěné látky;
- posílení odbourávání nežádoucích koncentrací látek (živin) formou využití vegetací;
- účinnost opatření závisí na optimálním poměru intenzity vstupu znečišťujících látek a kapacity opatření (tj. nepřekročení resilienční schopnosti úseku odkrytého HOZ);
- revitalizační efekty: při obnově vodního toku příp. mokřadu i při zřízení průlehu s výsadbami (obnova přirozených funkcí toku, oživení vodoteče a zlepšení podmínek pro zvýšení biodiverzity), s přihlédnutím k případnému zachování odvodňovací funkce napojených systémů zemědělského odvodnění;
- obnova mokřadních anebo lučních biotopů;
- zpravidla prodloužení trasy koryta a zvětšení samočisticí schopnosti toku;
- návrat k přirozenému začlenění hydrografického prvku do krajiny, včetně dlouhodobých funkcí výsadeb stanovištně vhodných dřevin;
- snížení rizik vyplývajících ze zatrubnění (potenciálně na vtoku, v místě instalovaných šachet, na vyústění), jakými jsou eroze okolních pozemků, zanášení a zarůstání, vytváření kaveren a degradace stavebních materiálů;
- snížení náročnosti údržby a oprav.

#### Negativní efekty

- ztráta výměry hospodářsky využitelné plochy;
- obtížnější zemědělský management dotčených pozemků;
- ztráta hydraulického spádu na úroveň dna odtrubněného HOZ (v případě vyšší nivelety dna nově zřízeného otevřeného HOZ, resp. drobného vodního toku, nebo průlehu) – tj. snížení odvodňovacího účinku;
- ztráta retenční kapacity půd v lokalitách se zvýšenou vlhkostí (při nevhodném zvýšení HPV);
- riziko ohrožení sousedních, hydrologicky navazujících pozemků zaplavením cizí vodou, popř. splaveninami pocházejícími z eroze při vyšších vodních stavech. (Pozn.: tyto mechanismy zpravidla působí i v případě zatrubnění a prvotním místem ohrožení je vtokový objekt trubního odpadu – jeho vtoková kapacita);
- riziko nežádoucích erozně-akumulačních procesů v případě neupraveného drobného vodního toku;
- riziko zarůstání drénů v případě výsadeb dřevin (břehové porosty);
- zhoršení přístupnosti koryta pro údržbu v případě ponechání části funkcí HOZ;
- náročnost řešení při zachování funkce přilehlých POZ (zahrnuje i riziko nevhodně provedeného návrhu napojení POZ např. mělce uloženými svodnými drény – riziko destrukce materiálu drénu pojezdy technikou, mrazy atd.).

### Vliv na vodní režim

Doporučovanými charakteristikami přírodě blízkých koryt (jako zpravidla cílovým stavem odtrubnění HOZ) jsou zejména:

- -přírodně malá průtočná kapacita (průtočná kapacita je navrhována s ohledem na přírodní podmínky lokality a požadované zachování využívání okolních pozemků, resp. zachování funkčního detailu odvodnění, v případě drobných vodních toků v nezastavěné krajině, jaké ve většině případů budou vznikat revitalizací HOZ, obvykle přírodně malá průtočná kapacita nepřesahuje úroveň Q30d);
- -přírodně velká tvarová členitost, zejména členitost trasy (sled oblouků, kterému v podélném profilu odpovídá sled tůní a proudných brodů), rozměrů a tvarů příčných průřezů, průběhu břehových čar a dnové čáry – tomu odpovídá i diametrálně vyšší schopnost odvádění povrchově stékající vody z přilehlých pozemků;
- -přírodě blízké tvary příčných průřezů – zejména dostatečný poměr šířky kynety k hloubce;
- -přírodně velká hydraulická členitost (proměnlivost hloubek vody a rychlostí proudění v korytě – souvisí s tvarovou členitostí);
- -s opatřením související obnova přiměřeně širokého zatravněného (příp. dřevinného) potočního pásu (potoční pásy jsou obnovovány v případě dostatku prostoru). Obnovení koryta s potočním pásem představuje hodnotnější řešení než pouhé obnovení koryta. V případě zvlněných a meandrujících koryt lze jako doporučení pro návrh šířky pásu uvádět morfologicky přirozenou šířku meandračního pásu, která bývá orientačně 10 až 14 násobkem šířky vlastního koryta. Ideálním řešením je obnovení potočního pásu v celé šíři nivy – snižuje se tak zátěž toku cizími polutanty (souvisejícími s provozem na sousedních pozemcích nebo s jejich stavem).

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Zpravidla posuzováno jako pozitivní efekt (snížení unášecí síly změnou směrových a výškových poměrů trasy), zejména pokud je doplněno travním/bylinným/dřevinným pásem podél břehové čáry. Vzhledem k tomu, že trasa původního zatravněného HOZ nebyla vedena v nejnižším místě, stabilizují se opatřením poměry vodní eroze dotčených pozemků.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	1
vodní eroze	1 až 3

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále

### Vliv na jakost vody

Vlivy jsou popsány v obecné části a souvisí s tím, že nově upravený HOZ začíná plnit řadu funkcí, přiřazovaných přírodním řešením koryt DVT.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	4	4-5	3-4	1-3	4

Převedení drah soustředěného odtoku z údolnice na frontální odtok do odkrytého HOZ, výrazně snížený o doplněné břehové pásy s vegetací, sníží transport NL, přesto bude k povrchovému odtoku nadále docházet, v menší míře, avšak s přímou vazbou na HOZ (dříve nebylo možné z důvodu jeho uložení pod povrchem).

### Ekologické přínosy

Je uvedeno v obecné části kapitoly efektů opatření. Zpravidla jsou vnímány jako celkově pozitivní.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Investiční náklady souvisí s rozsahem řešeného úseku a doprovodných opatření. Pro rozpočtování investičních nákladů platí postupy používané ve stavebnictví, v oblasti revitalizace vodních toků. Vyvolanými doplňujícími náklady jsou opatření vedoucí buď k zachování funkce odvodnění přiléhajících systémů, nebo vedoucí i k jejich eliminaci.

Cenové rozpětí následné revitalizace se pohybuje v rozmezí 1 500 – 3 000 Kč/bm (cena odvozena z provádění revitalizačních opatření - příčné objekty, vegetační doprovod atd.).

### Nároky na údržbu

Rozsah provádění údržby odpovídá správě drobného vodního toku navíc s případně zachovanými prvky a funkcemi POZ. Obvyklým cílem řešení je navození přírodě blízkého stavu s minimálními nároky na průběžnou údržbu (netýká se POZ).

V úvahu přichází i náklady na zaváděcí údržbu, které zahrnují – pro prvních několik let po uvedení do provozu – korekce morfologického vývoje koryta (například pokud je nové koryto, v němž se dosud nezapojily přirozené stabilizační mechanismy, nevhodně pozměněno průběhem přívalového odtoku) a údržbu zakládaných porostů.

### Podklady pro návrh opatření:

Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;

- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).
- Vybrané kapitoly metodik a pokynů pro revitalizace DVT (např. od autorů Ehrlich P., Gergel J., Just T., Vrána K., Zuna J.)

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- kapacita koryta (původního zatrubněného a nově navrženého – se zohledněním povrchového přítoku)
- vzorový příčný profil koryta (hloubka, šířka v patě, sklony břehů, materiály atd.)
- podélný sklon původní a nové trasy

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, správce HOZ, vlastník pozemku, vlastníci pozemků opatřením dotčených.



## Grafická příloha – fotodokumentace

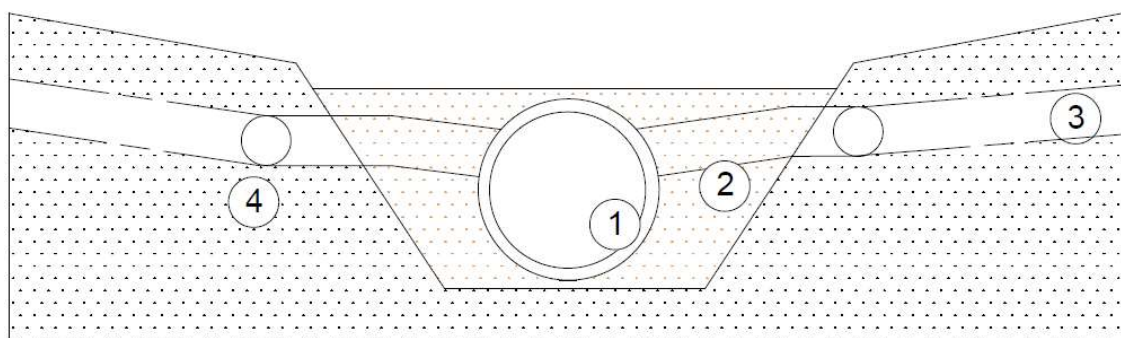


Odtrubnění HOZ provedené jako revitalizace vodního toku a vytvoření přírodě blízkého koryta v k. ú. Dolní Moravice. (AOPK, 2000, foto: L. Bureš)



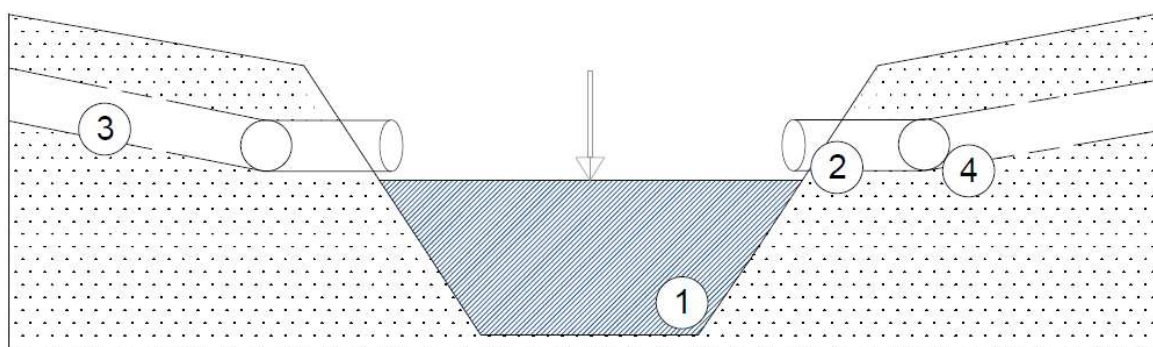
Celkový pohled na komplexní řešení údolnice po odtrubnění HOZ, revitalizaci vodního toku, vybudování tří malých vodních nádrží, zatravnění a výsadbách dřevin (stav lokality dle obr. nahoře v roce 2005). (foto: I. Pelíšek)

### Grafická příloha – schéma opatření



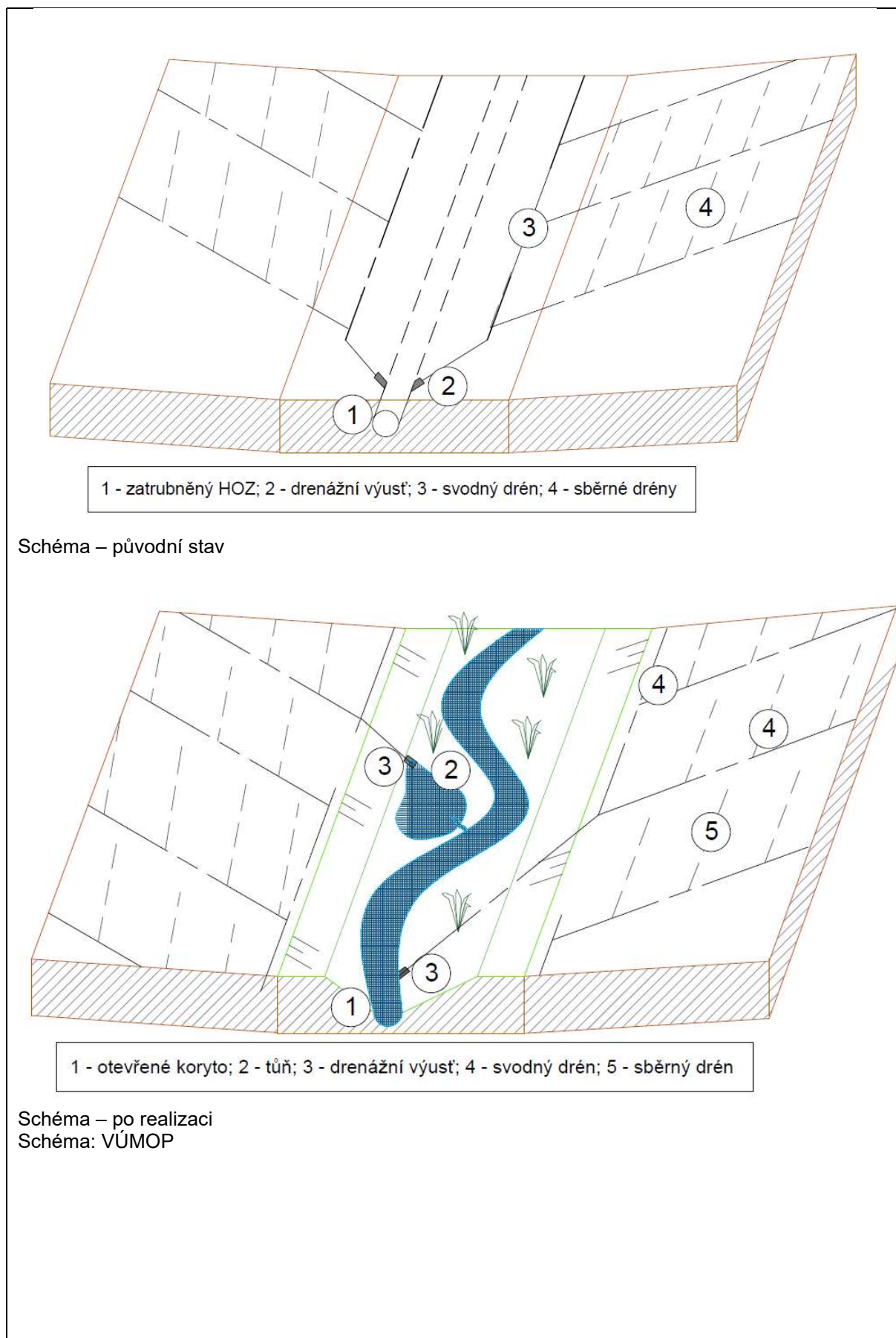
1 - zatrubněný HOZ; 2 - drenážní výust; 3 - svodný drén; 4 - zaústění sběrných drénů

Řez – původní stav

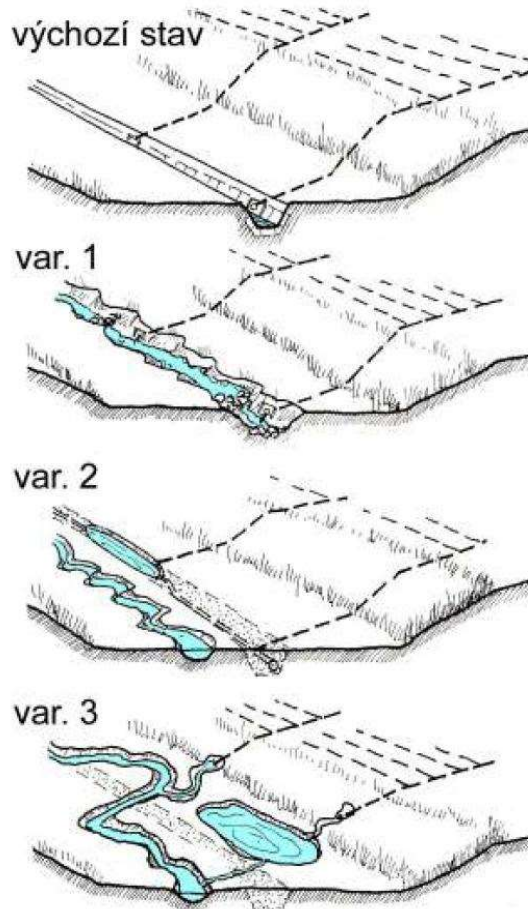


1 - otevřené koryto; 2 - drenážní výust; 3 - svodný drén; 4 - zaústění sběrných drénů

Řez – po realizaci; schéma: VÚMOP



## Schéma širších vazeb



Způsoby zaústění drenážních systémů, převzato z publikace Just a kol. (2005).

Nahoře výchozí stav – schematicky odpovídá i vedení zatrubněného HOZ.

- var. 1) revitalizované koryto je modelováno tak, že si v místech zaústění drenáží zachovává původní hloubku, případně jsou tam situovány přehloubené tůňky, výusti se ponechávají,
- var. 2) do starého koryta se před zasypáním vloží svodný drén (případně v minimálním sklonu), v místech vyústění je také možno ponechat tůň, a ve vhodném místě (kde se setkají nivelety drénu a dna toku) se vyústí do nové vodoteče,
- var. 3) otevření drenáží v bocích nivy, případně na okraji potočního pásu, kde se terén láme do nivy a drenážní vody se nechají volně vytékat na povrch, případně jsou zachycovány mělkými stružkami nebo tůňmi.



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D03</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Kontrolované spontánní stárnutí drenáže</b>

## Popis opatření

Drenážní systémy postupně ztrácí svoji odvodňovací účinnost. Děje se tak snižováním funkčnosti objektů na drenáži (šachtic, drenážních výustí) a liniových prvků systému (drenážního potrubí, drenážní rýhy, případně zvláštních opatření na drenáži – filtrů, pokud byly realizovány atd.). Důvodem jsou fyzické stárnutí konstrukčních prvků (degradace stavebních hmot, kolmatace zemitými částicemi, zarůstání biologické a chemické), výskyt hydrologických jevů (povodně, eroze půd), nedostatečná údržba, mechanické poškození (např. kolize se zemědělskou technikou, vandalismus). V různých podmínkách probíhá stárnutí drenáže různým tempem pro různé stavební části a projevuje se různým způsobem. Předpokládaná životnost drenáží je 30-50 let, celý systém však neskončí svoji funkčnost najednou, často životnost drénů přesahuje i jedno století.

Aby se účinnost drenážního systému ve vytipovaných vhodných místech postupně vytratila a aby systém odvodnění ukončil bez negativních projevů svou etapu funkčnosti, je třeba se tomuto procesu průběžně věnovat a v případě nežádoucích projevů účinně zasáhnout a negativní jevy eliminovat (např. objevující se bodový vývěr drenážních vod, následně způsobující soustředěný povrchový odtok a erozi půdy atd.). Ideálním stavem je návrat do období před výstavbou odvodnění, včetně všech s tím souvisejících důsledků (zvýšení hydromorfismu půd: vývěry podzemních vod, častější zamokření povrchovou a podzemní vodou). Ve většině případů však takového stavu není již možné dosáhnout. I zanesené, zborcené drény, včetně hydraulického spolupůsobení drenážní rýhy, budou nadále způsobovat půdní nehomogenitu specifických vlastností a povedou půdní vodu lépe než okolní prostředí. "Kontrolované stárnutí" v tomto případě reprezentuje činnost, jakými jsou dohled, případně asistence. Vyvolané jevy však mohou vyžadovat zvýšené úsilí a náklady na jejich zvládnutí, pokud se projeví. Údržba a provádění oprav odvodňovacích zařízení je omezeno jen na zásahy nezbytně nutné k odvrácení případných škod na stavbách, níže ležících pozemcích atp. Předpokladem je znalost procesu degradace konkrétního drenážního systému (zahrnuje potřebu disponovat stavební dokumentací, provádět kontrolní prohlídky, napravovat lokální negativní projevy stárnutí atd.). To vše směřuje k brzkému a bezkonfliktnímu ukončení funkčnosti systému drenážního odvodnění (systému celého nebo jen jeho části).

Z hlediska posuzovaného znečištění povrchových vod vodami drenážními, bude se opatření projevovat v místě zaústění POZ do HOZ prokazatelným vyrušením přítoku drenážních vod se všemi s tím souvisejícími projevy. Případné poruchy se pak projeví až v ploše odvodněného pozemku, nebo na plochách sousedních, z hlediska zátěže povrchových vod se složky přítoku přeskupí směrem ke zvýšení zonálního podpovrchového (hypodermického) přítoku vod z pozemků, přilehlých k vodnímu toku.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Vhodnost dalších typů opatření bude souviset s aktuálním stavem drenážního systému, četností a místy poruch, zájmu na intenzitě ukončení funkčnosti stavby atd.

V našich podmínkách se velmi často vyskytuje proces zanášení a zarůstání drénů, způsobený nedostatečnou nebo neodbornou údržbou HOZ (často z důvodu nerespektování souvislosti HOZ a POZ). Dlouhodobě zanesený HOZ způsobí následné zanášení drénů zemitými částicemi směrem od drenážní výusti proti spádu drénu. Nálety dřevin (zejména v příbřežní zóně HOZ) mohou současně způsobovat i zarůstání drénů kořeny. Drenážní výusti bývají poškozovány nekvalifikovanou údržbou HOZ (necitlivým čištěním), drenážní šachtice jsou poškozovány různými příčinami nevhodného provozu na pozemku. To vše způsobuje poškozování a rychlejší stárnutí drenážního systému a může být využito k tomuto účelu, je-li požadován.

Cíleně lze opatření kombinovat zejména s:

- D04 Zalesnění zemědělské půdy, které způsobí rychlejší zarůstání drénů kořeny dřevin;
- D05 (Lokální eliminace drénu), D06 (Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění), D07 (Snížení intenzity drenážního odvodnění) – v těchto případech se v určitých úsecích zruší funkčnost drénu (používá se spíše jako nápravné opatření při řešení nežádoucích projevů aplikovaného opatření);
- opatření D12 Regulace na úrovni HOZ nebo K02 Mokřad v dolní části drenážního systému - může za určitých podmínek způsobovat stejný efekt jako je zanesení drenážní výusti a přilehlého úseku svodného drénu, resp. přispívá k intenzivnějšímu stárnutí drenážního systému.

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- snížení intenzity odvodnění;
- při postupném snižování intenzity odvodnění lze očekávat i postupné snižování zátěže drenážních vod dusičnanovým dusíkem (podpora denitrifikace v obnovených anaerobních podmínkách), částečně i rozpuštěnými i partikulárními formami fosforů (nepřímo omezením aplikací hnojiv na produkční /odvodněné/ ploše, snížení intenzity vtoku vod do drenáže);
- snížení intenzity odtoku vod, zejména omezení zbytečných ztrát mělké podzemní vody;
- návrat lokality do stavu, blízkému stavu před realizací odvodnění – a to ve většině aspektů (zvýšení zamokření i zvýšení úrovně hladiny podzemní vody).

### Negativní efekty

- sníží se infiltrační a retenční schopnost půd;
- dílčí omezení provzdušněnosti půdního profilu a omezení žádoucích oxidačních procesů;
- zhoršení podmínek pro efektivní zemědělský management lokality (např. seč TTP a odvoz biomasy) při zvýšení intenzity zamokření;
- při déletrvajících deštích může v nižších polohách (úpatí) svažitých odvodněných ploch docházet k trvalejší akumulaci vod i na povrchu půdy.

### Vliv na vodní režim

Dochází ke snížení intenzity odtoku vod, zejména omezení zbytečných ztrát mělké podzemní vody neproduktivním drenážním odtokem. Změní se vlhkostní režim pozemku směrem k vyššímu zamokření. Zvýšení úrovně HPV a následně i vlhkosti půdy zvyšuje složku přímého odtoku v rámci srážko-odtokového procesu. Zároveň se snižuje infiltrační schopnost půdy. Naopak se zvyšují složky podpovrchové filtrace (svahový odtok) a perkolace (sycení podzemních zvodní).

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Erozní ohroženost je zvýšena rizikem vývěřů drenážních vod na povrch pozemku (v místě lokálního zneprůtočnění drénu a vytvoření pozitivního hydraulického tlaku v potrubí vůči povrchu pozemku). Sekundárně je neodvodněný pozemek náchylnější na vodní erozi (u půd středně těžkých a těžkých), jak je popsáno výše. Dále je vyšší riziko tvorby povrchového odtoku a vzniku eroze při aplikaci opatření v místech lokálních údolnic a svažitéch odvodněných pozemků.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	1 až 2
vodní eroze	5 (příp. 6 - negativní)

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

### Vliv na jakost vody

Z hlediska ovlivnění jakosti vod v recipientech odvodňovacích systémů, se bude toto opatření projevovat spíše pozitivně, neboť se zpravidla sníží intenzita zemědělského využívání pozemku a původně soustředěný přítok drenážních vod se rozptýlí do větší oblasti přítoku mělkého podpovrchového. Negativně se na jakosti vod vodního toku může projevit zvýšení složky povrchového odtoku z pozemku (riziko splachu) s vyšším rizikem vodní eroze (projevující se bodově /z míst lokálního přemokření nebo z míst vývěru drenážních vod na povrch/ nebo plošně).

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
rovina do 2% /**	3-4	1-2	1-2	4-5	3-4
sklon nad 9% /**	4-5	3-4	1-3	4-5	4-5

/\*\* / hodnoty jsou odvozeny z údajů, využívaných pro regulované odvodňovací systémy (viz TNV 75 4221) a z metodik pro ochranu zemědělské půdy před erozí

## Ekologické přínosy

Souvisejí se snižováním intenzity zemědělství na pozemku, případně se zvýšením diverzity vodních režimů a následně s podporou biodiverzity.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Pokud je funkce odvodnění pozemku nežádoucí a přesto zásadním způsobem nezhoršuje podmínky dotčených pozemků, je kontrolované spontánní stárnutí drenáže nejméně ekonomicky náročným opatřením. Opatření je vhodné tam, kde je drenážní systém z větší části již nefunkční (např. vlivem zanášení, inkrustace sloučeninami železa, liniovým zarůstáním či borcením drenážního potrubí). Uplatňuje se bez větší pozornosti i tam, kde byly vlastní návrh i realizace odvodnění nadbytečné.

## Nároky na údržbu

Pokud zvolené opatření vyhovuje uživateli a vlastníkovému pozemku a nezpůsobuje škody na pozemcích sousedních (i ve smyslu zohlednění celistvé topologie stávajícího drenážního systému), zpravidla se nároky na údržbu nezvyšují.

V případě, kdy se na pozemcích vyskytují výrazné projevy snižování funkčnosti odvodnění a kdy je třeba tyto projevy zmírňovat, mohou se nároky na údržbu neúměrně zvyšovat.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- projektová dokumentace ke stavbě odvodnění, nejlépe se zákresy skutečného provedení, nebo adjustovaná pomocí nástrojů DPZ;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- velikost drenážního odtoku upravovaných drenážních skupin;
- technické řešení drenážního systému (adjustovaná situace, materiál potrubí).



**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Hospodařící subjekt, vlastník pozemku.

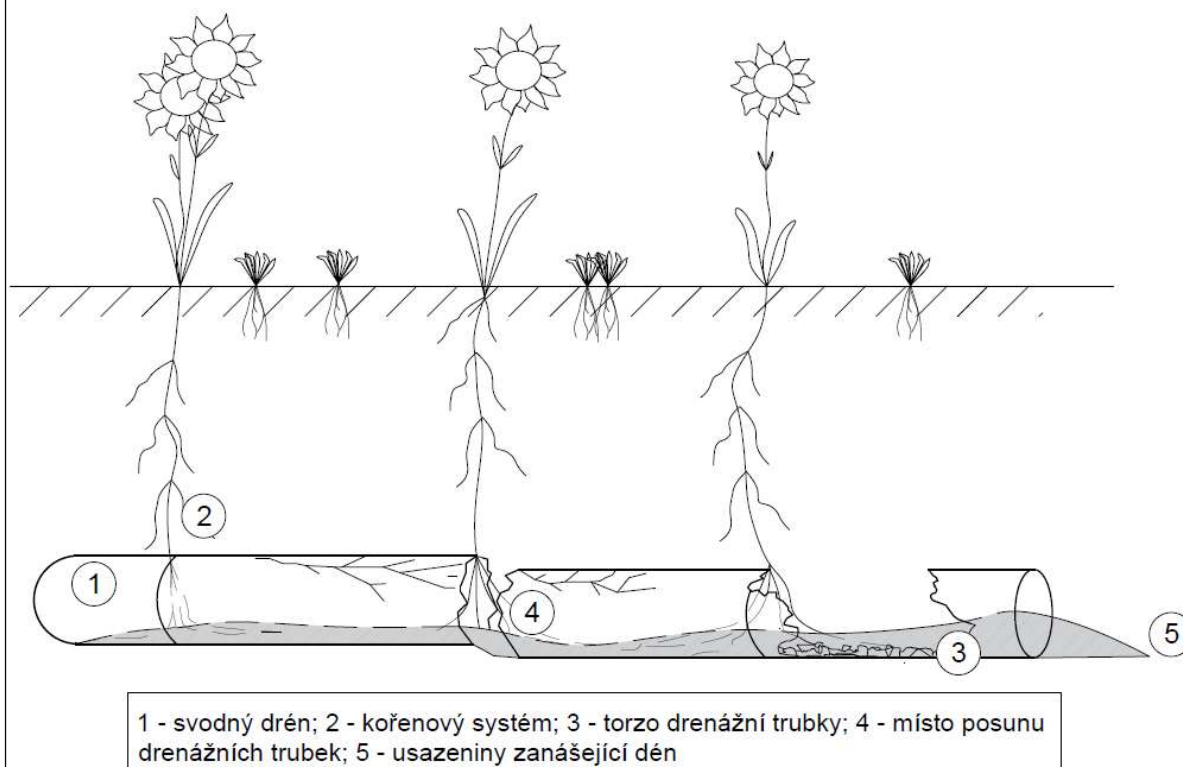
**Grafická příloha – fotodokumentace**

Příklad zanášení průtočného profilu drénu zemitými částicemi. Detail drenážní trubky z pálené hlíny, z poloviny zanesený sedimenty. (foto: Z. Kulhavý)



Příklad spontánního zarůstání drénů kořeny dřevin v situačně náchylných polohách (u drenážní šachtice, u drenážní výusti, při podcházení drénu pod kořenovým balem dřeviny / linií dřevin apod.) s efektem úplného zamezení drenážního odtoku. Lokalita Pokřikov, Mrákotín a Libice n. Doubravou. (foto: P. Pražák, M. Čmelík a P. Mikšíček)

### Grafická příloha – schéma opatření



### Schéma širších vazeb

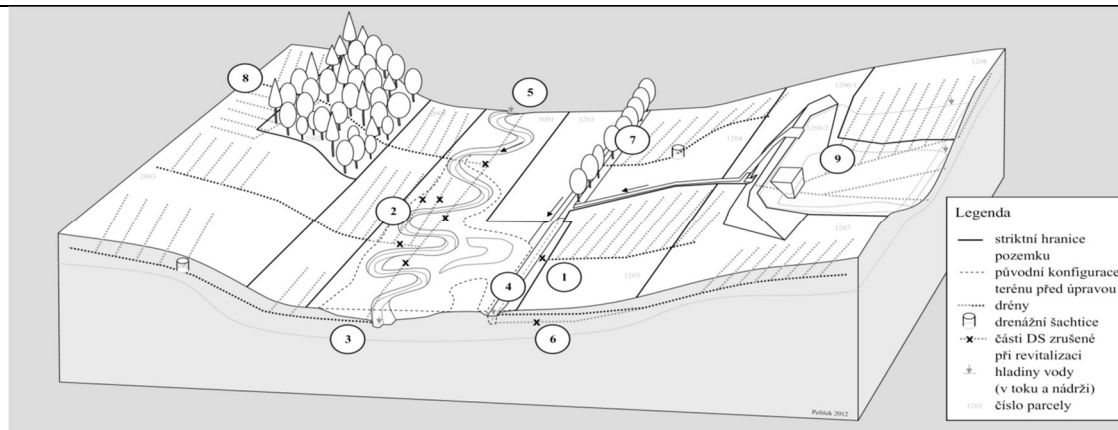


Schéma možných vlivů, působících na stárnutí drenážních systémů v krajině.

Autor: I. Pelíšek (Metodika, 2015)

Legenda: 1 – poškození nebo zrušení drenážní výusti (např. vlivem údržby HOZ), 2 – poškození části drenážního systému v říční nivě (provádění revitalizace, povodňové nátrže břehů), 3 a 4 – změna úrovně terénu: obnažení drénů (vlivem vodní eroze, stavební činnosti) nebo zvýšené krytí drénu (sedimentace, jiná stavební činnost), 5 – realizace úprav trasy koryta (revitalizace, řešení povodňových škod), 6 – rekonstrukce svodného drénu (oprava, vymělení recipientu), 7 – výsadba nebo nálet dřevin a zarůstání drénu kořeny, 8 – změna užívání pozemku (např. zalesnění, plantáže RRD apod.), 9 – výstavba vodohospodářských děl nerespektujících systém odvodnění (suché retenční nádrže, revitalizace říční nivy)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D04</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Zalesnění zemědělské půdy; alternativně: výsadba plantáží RRD – na odvodněných pozemcích</b>

## Popis opatření

Opatření je realizováno v souvislosti s existencí systémů zemědělského odvodnění na pozemku.

Důvody pro zalesnění technicky odvodněné zemědělské půdy by měly být závažné a posouzené komplexně z hledisek dlouhodobých cílů zemědělství, ochrany přírody a krajiny i vodního hospodářství, nejen tedy parciálních zájmů vlastníka pozemku, resp. stavbou dotčené skupiny vlastníků, neboť se u odvodnění jedná o nemalé investice, v minulosti vložené do pozemku, s cílem zvýšit hodnotu půdy, její produkční potenciál, a tedy i cenu, je-li hydromeliorační stavba v řádném stavu. V opačném případě může zalesnění vyvolat další následné investice nebo vyžadovat nápravná opatření. A naopak, následné odlesnění daného pozemku a jeho opětovné využití jako zemědělská půda může znamenat dílčí zhoršení půdních vlastností a samozřejmě další náklady. Je třeba rozlišovat přírodní podmínky stanoviště – pokud je pozemek dosud zemědělsky využíván, jsou sklonové poměry, mocnost půdního profilu i kvalita půdy zpravidla ve všech parametrech příznivější než stanoviště, historicky vhodné pro zakládání lesa.

Zalesněním odvodněných zemědělských pozemků dojde ke změnám jejich vodního režimu zejména s efektem mimoprodukčním v oblasti funkcí hydrických a funkcí ochrany půd (protierozní působení). Je třeba ovšem vzít v úvahu také zvyšující se transpirační a intercepční charakteristiky hospodářských lesů (zejména smrkových porostů středních poloh) vlivem rostoucích teplot vzduchu jako důsledku klimatických změn, čímž dochází v těchto lesních porostech k nižší dotaci vody do podzemních vod hlubších zvodní. Pokud dochází k zalesnění celé drenážní skupiny (ta je identifikována dle příslušnosti skupiny drénů k jedné drenážní výusti), jedná se o optimální variantu zpracování návrhu zalesnění, kdy se minimalizují rizika poškozování zájmů vlastníků či uživatelů dalších, nezalesněných částí stávající stavby.

Specifické jsou z tohoto pohledu plantáže rychle rostoucích dřevin (RRD), neboť důraz kladený na produkční funkce porostu, krátká doba obmýti i skutečnost, že se pozemek nevyčleňuje ze zemědělských ploch, nezaručuje trvalé dosažení optimálních hydrofyzikálních vlastností povrchu půdy jako tomu je u lesních pozemků a jak je popsáno výše. Vlastnosti kořenového balu RRD (zejména jeho hloubka) se budou výrazně diferencovat podle místních, klimatických a hydrologických podmínek, avšak v dlouhodobém časovém horizontu zpravidla nebudou závislé na genotypu dřeviny, nýbrž na vodním režimu stanoviště. K prorůstání do drenáže bude docházet prakticky vždy, budou-li se měnit v okolí drénu vzdušné a vláhové podmínky.

*(Poznámka: Kořeny topolů při pěstování v hustém sponu prorůstají půdní profil v dlouhodobějším časovém horizontu do hloubky přibližně 60 cm, kořeny vrb cca 40–50 cm, avšak v případě trvalejšího nedostatku vláh v půdě mohou proniknout i hlouběji, zejména do míst s vyšší vlhkostí v prostoru drenáží.)*

Jako zásadní kritérium pro popis rizik změn funkčnosti stavby odvodnění na pozemcích, určených k zalesnění, se jeví situování zalesněné části vzhledem k topografii celého drenážního systému.



Zpravidla se nezalesňuje celá zájmová plocha stavby odvodnění, ale pouze její některé partie (horní, střední nebo dolní). Dalším posuzovaným kritériem je aktuální stav systému drenážního odvodnění, rozsah výskytu závad a tendence stárnutí systému.

## Kombinace s dalšími typy opatření

V rámci tohoto typu opatření, nebo jako opatření souběžně navrhované, se uplatňují:

- P01 – Odvodňovací příkop (sběrný nebo záchytný), realizovaný na okraji nebo uvnitř plochy zalesnění;
- D02 – Odkrytí zatrubněných HOZ, zejména z důvodu přístupnosti a spolehlivosti HOZ (uvnitř nebo na okraji zalesňovaného pozemku); zalesněným pozemkem nesmí procházet zatrubněný odpad;
- D03 – Kontrolované spontánní stárnutí drenáže, zejména prováděné s využitím dřevin (v takovém případě se ztotožňuje s opatřením D04);
- D05 (Lokální eliminace drénu), D06 (Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění) nebo D07 (Snížení intenzity drenážního odvodnění) - v těchto případech se v určitých úsecích zruší funkčnost drénu (preventivně nebo následně jako nástroj zmírnění nežádoucích projevů již realizovaného opatření);
- D11 (Převody vod na úrovni HOZ), D12 (Regulace na úrovni HOZ), D13 (Převody drenážních vod na úrovni POZ) – pokud dochází v HOZ k regulaci odtoku vod nebo se voda převádí k infiltraci apod.

V rámci opatření se uplatňují další technické způsoby, zde nezahrnuté, jako jsou: záslepky, odkrytí drénu (nejen HOZ) a jeho nahrazení otevřeným odvodňovacím kanálem, přeložení svodného drénu a jeho zaústění ve vhodných místech do HOZ atd.

## Efekty opatření

Zalesněním jsou, vzhledem ke změnám vodního režimu drenáží odvodněného pozemku, obecně dosahovány následující efekty:

- zvýšení vlhkosti půdy v zóně aerace; rozvoj kořenové hmoty a zvýšení retenční schopnosti pro vodu v oblasti kořenů cca o 8-10 %obj.;
- zvýšení denitrifikace půdní a podzemní vody (redukcí dusičnanů na oxidy dusíku a vzdušný dusík);
- změna využití živin, a to i v návaznosti na zadržení vod, povrchově odtékajících ze ZPF a nesoucích řešené skupiny znečišťujících látek (při vhodné prostorové posloupnosti odtoku vody ze ZPF);
- účinnost opatření je dána poměrem intenzity přínosu znečištění a resilienční nebo pufrací schopností zalesněných ploch (plocha, struktura, věk, stav porostů);
- snížení kulminace velkých vod až o polovinu;
- snížení maxim objemů velkých vod a zvýšení minim otoků v suchém období, tj. vyrovnání vodního režimu krajiny;
- snížení povrchového odtoku a jeho transformace na méně škodlivý odtok podpovrchový;
- zvýšení ochrany půdy před erozí (vodní i větrnou), tj. posílení protierozní funkce zalesněného území;
- zvýšení vodní kapacity pramenů zvýšením retenční schopnosti lesní půdy;

- zvýšení infiltrační schopnosti lesních půd;
- zvýšení intenzity filtrace vod do nižších zvodní vlivem zvýšení vlhkosti půdy (hydrogeologický aspekt);
- snížení sumy odtoků z lesního území oproti pozemkům zemědělským;
- zvýšení úrovně hladiny podzemní vody první zvodně (zóny nasycení);
- zvýšení podílu intercepce a často i evapotranspirace ve srovnání s ornou půdou;
- zlepšení tepelné bilance území zejména snížením přehřívání suššího povrchu půdy;
- lepší zachycení a využití zimních srážek (zlepšení podmínek infiltrace do půdy);
- zvýšení diverzifikace vodních režimů v rámci povodí s dopady na zvýšení biodiverzity;
- podpora procesů tvorby kyselého humusu a rašelinění organické hmoty;
- snížení procesů mineralizace organické hmoty v půdě;
- zvýšení kvality odtékajících vod z lesa;
- zvýšení ekologických funkcí krajiny;
- zvýšení funkcí zdravotních, sociálních, kulturních a rekreačních, les je významným krajinným prvkem;
- dosažení změny poměru produkčních a mimoprodukčních funkcí území směrem k posílení krajinně-ekologických hodnot území, které jsou zpravidla v komplementárním vztahu a které se druhotně dotýkají řady dalších aspektů.

### Vliv na vodní režim

Opatření se výrazně mění vodní režim pozemku. A to již ve fázi zakládání porostu, následně ve fázi plné účinnosti zalesnění (s efektem prorůstání kořenů dřevin do drénů). V širších souvislostech je uvedeno v kapitole Efekty opatření.

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

U lesních porostů se uplatňuje pozitivní vliv na vodní erozi. Naopak u RRD (uplatňuje se výsadba do úhuru) se popisují spíše zvýšení erozních rizik, které se zmírňují až po několika letech provozu plantáže (v době rušení plantáže se riziko eroze náhle výrazně zhorší).

kategorie vlivu	třída účinnosti / <sup>*</sup>
vodní režim	1
vodní eroze	1 (u RRD 4 až 2)

<sup>\*</sup> / klasifikace použita podle tříd, uvedených dále

### Vliv na jakost vody

Souhrnně lze popisovat zvýšení kvality vod, odtékajících z lesa na rozdíl od vod, odtékajících ze zemědělsky využívaného pozemku. Podrobnosti jsou uvedeny výše v rámci popisu širších souvislostí.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	1-2	1	1	1	1

### Ekologické přínosy

Zalesnění významně ovlivňuje řadu environmentálních hledisek – ta jsou u zalesnění zpravidla vnímána pozitivně, avšak při výsadbě RRD nemusí záměr tato hlediska vždy pozitivně naplnit. Dále je třeba zvažovat vlivy na krajinný ekosystém.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Zalesnění zemědělské půdy se řídí (z ekonomických stimulů) nařízením vlády č. 239/2007 Sb., o stanovení podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy, a nařízením vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě určených pro energetické využití, ve znění pozdějších předpisů. Zalesnění lesní půdy je nutno provádět dle zpracovaného lesního hospodářského plánu, lesní hospodářské osnovy dle zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), hlava IV. Údaje o „vhodnosti zalesnění“ (písm. t) slouží k efektivnímu a environmentálně cílenému zalesňování zemědělské půdy, které je podporováno v rámci podopatření podle čl. 22 nařízení EU č. 1305/2013 – zalesňování a zakládání lesů.

Z výše uvedeného vyplývá, že lze čerpat dotace na zakládání lesa za podmínek, stanovených legislativou. Náklady tak budou závislé na možnosti dotace čerpat nebo nikoli.

Rámcově lze uvést následující náročnost: příprava plochy k zalesnění + příprava půdy cca 8 000 – 14 000 Kč/ha. Proces výsadby představuje náklady od 4 000 – 12 000 Kč/ks. Cena sazenic se značně liší podle druhu dřeviny, stáří resp. výšky sazenice a způsobu pěstování (kontejner, prostokořenná sazenice), od cca 4 – 60 Kč bez DPH/ks. Průměrné náklady na sazenice se při souvislém sponu 50x50 cm pohybují v rozmezí cca 150 000 – 400 000 Kč/ha.

### Nároky na údržbu

Údržba je dána charakterem porostu a tomu odpovídajícími pravidly – souvisí s účelem využití. Provozní náklady představuje ochrana lesa a management (ožin, prostřihávky, prořezávky, odvoz), průměrně v rozmezí cca 8 000 – 16 000 Kč/ha/rok.

V případě, kdy se na pozemcích vyskytují výrazné projevy snižování funkčnosti odvodnění a kdy je třeba tyto projevy zmírňovat, mohou se nároky na údržbu neúměrně zvyšovat. Je třeba zvážit, že nadměrné lokální zamokření půdy nevyhovuje ani lesním dřevinám a může mít za následek chřadnutí nebo úhyn dřevin, vývraty apod., což reprezentuje významnou ekonomickou újmu. Proto je předprojektový průzkum, obsahující analýzu původních příčin zamokření, významnou součástí projektu zalesnění.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- nařízení vlády č. 239/2007 Sb., o stanovení podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a Metodika MZe k provádění tohoto nařízení (zpravidla s aktualizacemi pro každý rok účinnosti);
- nařízení vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy;
- zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon);
- [Kulhavý](#) a kol. 2015 Zalesňování v minulosti odvodněných zemědělských pozemků.
- [Hruška](#) a kol., 2020. Je hydrologická bilance lesních povodí ovlivňována více klimatickými, nebo vegetačními faktory?

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- plocha zalesnění;
- charakter zalesnění;
- optimální úroveň HPV (dosahované v průběhu realizace opatření i po dosažení cílového stavu) – souvisí s původními příčinami zamokření pozemku, ke kterým navržené opatření zpravidla směřuje.

### Další potřebné parametry a údaje:

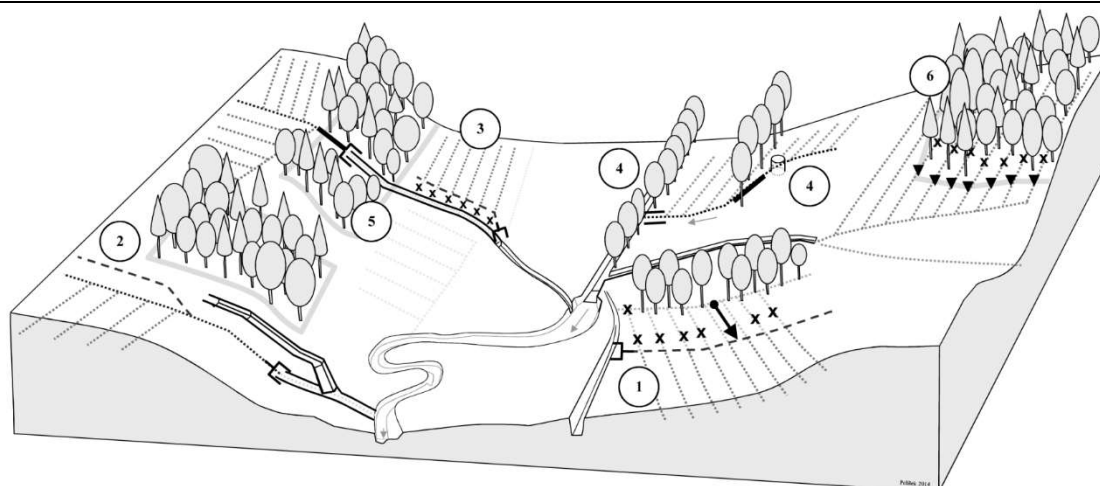
- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku



### Schéma širších vazeb



Přehled důsledků zalesnění, příčin snížení funkčnosti drenážního systému a návrh opatření pro snížení rizika vlivu zalesnění na územně rozsáhlejší drenážní systém.

Autor: I. Pelíšek (Metodika, 2015)

#### LEGENDA:

- 1 – změna trasy vedení svodného drénu, zkrácení sběrných drénů a přeložení drenážní výusti
- 2 – vybudování záchytného (ochranného) drénu či otevřeného příkopu
- 3 – podchycení sběrných drénů, změna topologie původní stavby odvodnění
- 4 – výsadby dřevin v kontrolovaném pásu (např. břehových porostů, biokoridorů apod.)
- 5 – převedení svodného drénu přes pozemek plošně zalesněný
- 6 – zalesnění části drenážního systému

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D05</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Lokální eliminace drénu (části drénu) - zaslepení</b>

## Popis opatření

Opatření je vhodné navrhovat tam, kde je existence systematického odvodnění považována z různých důvodů za nadbytečnou nebo nežádoucí (z hlediska množství nebo jakosti drenážních vod). Přerušení drenážního odtoku v liniových konstrukčních prvcích odvodňovacího systému (ve sběrných nebo výjimečně i svodných drénech) lze dosáhnout různým způsobem. Přerušení musí být konstrukčně stabilní, trvale účinné a nesmí vytvářet ve směru po spádu drenáže žádná další rizika (vymílání a přesuny zemního materiálu). Hlavním cílem eliminace je v takovém případě posílení akumulace vody v původně drénovaném půdním profilu nebo zvýšení jeho retenční a akumulační schopnosti a prakticky zrušení drenážního odtoku.

Technický prvek, vkládaný do systému drenážního odvodnění, slouží k úplnému zahrazení v celém průtočném profilu (světlosti) drenážního potrubí. Je však třeba brát v úvahu, že nadále může zůstat hydraulicky účinná drenážní rýha! Toto řešení není opatřeno funkční obdobou „bezpečnostního přelivu“ pro případ extrémního přítoku vod, musí být proto navrhováno s obezřetností. Návrhovým parametrem je zejména vzdálenost instalace jednotlivých přerušení.

K přerušení drenážního odtoku lze nejjednodušeji využít vyjmutí části drenážního prvku a zasypání vhodnou zeminou, nebo užitím jednoduché konstrukce z přírodního nebo umělého materiálu (pálená hlína, deska z kovu nebo PVC), nejlépe však kombinací obou způsobů.

Při realizaci opatření se vyžaduje přerušit drenážní potrubí po úsecích provedením výkopu až do úrovně uložení drénů. Musí dojít ke zjevnému zastavení průtoku místem přerušení, přestože fakticky bude nadále docházet k podpovrchovému průtoku/obtoku různými cestami průsaků (provedeným zaslepovacím zásypem, obtokem drenážní rýhou i rostlým terénem) z důvodu takto vytvořených spádů hladin (hydraulických gradientů). Ve vodném období tak dojde k vytvoření podpovrchové kaskády hladin v trase původního drénu (zachované části drénu budou nadále působit odvodňovacím účinkem a budou přivádět vodu k místu přerušení).

Opatření lze s výhodou použít u drenážních systémů, kde se HPV pohybuje větší část roku pod úrovní drénů a kde je dostatečná hydraulická vodivost rostlé zeminy, čímž se uplatní mechanismus zasakování drenážní vody do půdních horizontů, nacházejících se pod úrovní uložení drénů.

Přerušení liniového odvodňovacího prvku je provedeno po úsecích tak, aby se minimalizovala rizika možných negativních projevů, jakými mohou být: nerovnoměrnost provlhčení/zamokření, nitropůdní eroze a tvorba podzemních kaveren, vývěry drenážní vody na povrch a následné vytváření vodní eroze pozemku.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření je navrhováno jako lokální, bodové omezení funkce odvodňovacího prvku. Vhodně se tedy kombinuje na jednom pozemku s opatřeními dalšími, například:

- P11 Zatravnění údolnice, P12 Zatravněný pás nebo D04 Zalesnění zemědělské půdy – jejich použití souvisí se snížením intenzity odvodnění půdního profilu, zvýšení HPV i vlhkosti půdy, což vyžaduje /může vyžadovat/ i změnu kultury směrem k typům, lépe snášejícím zvýšenou vlhkost;
- D01 Regulace odtoku z pramenních jímek – kdy požadujeme v blízkosti jímky snížit intenzitu odvodnění a snížit hydraulické gradienty, působící v půdním profilu vlivem regulace, na jedné straně, a funkce zachované části odvodňovacího systému, na straně druhé. V bezprostřední blízkosti pramenní jímky se však toto opatření nedoporučuje navrhovat; vhodné je zde uplatnit opatření D06;
- D03 Kontrolované spontánní stárnutí drenáže – kde místně zvyšuje účinnost opatření, resp. dosahuje eliminačního účinku bezprostředně po realizaci zásahu;
- D07 Snížení intenzity drenážního odvodnění - clony - zde se jedná o analogické opatření, směřující však pouze ke snížení intenzity odvodnění, nikoli k úplné eliminaci – ta může být vyžadována jen v některých místech;
- D13 Převody drenážních vod na úrovni POZ – bude využíváno jen ojediněle v případech, kdy bude (po zaslepení dolní části drénu) vyřešen odvod větších drenážních průtoků v celém objemu, nově realizovanou odbočkou k převodu vod;
- K01 Zatravnění infiltrační oblasti, kdy kombinace s lokální eliminací drénu zvýší intenzitu perkolace srážek do nižších horizontů (pod úroveň uložení drénů) – bude vhodné v lokalitách s krátkodobým zvýšením úrovně HPV a s propustnějšími půdami.

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- zastavení drenážního odtoku (s dopady na množství i jakost vod);
- zvýšení intenzity infiltrace vody z potrubí (drenážní rýhy) do okolního půdního prostředí – zvýšení akumulace vody v přilehlé půdě na úkor snížení infiltrační schopnosti pro povrchové vody;
- vyhovující poměr náročnosti realizace (ceny) a účinnosti eliminace odvodňovací funkce drénu;
- vysoká plošná účinnost;
- využití pro jednotlivý drén (liniová eliminace) i pro skupinu drénů (plošná eliminace).

### Negativní efekty

- nevyrovnanost vlhkostních poměrů v místech přerušení a v úsecích zachovaného drénu;
- riziko zanesení drenážního potrubí usazovanými zemitými částicemi není vnímáno negativně, protože se nepředpokládá obnovení odvodňovací funkce stavby; podpovrchová eroze a transport půdních částic však může vytvářet podzemní kaverny, které hrozí následným propadnutím;
- u použití zásepky, vkládané mezi drenážky hrozí poškození drenážní trubky při instalaci (prasknutí) a tím snížení předpokládaného efektu (je třeba suplovat buď těsnící zeminou, nebo instalací dvou zásepky na jedno místo: na začátek i konec poškozené drenážky);

-obtékání záslepy drenážním obsypem a okolní půdou (sníží účinek eliminace odvodnění), riziko iniciace erozních procesů a vytváření podzemních kaveren v blízkosti drénu (nový zásyp drenážní rýhy v místě přerušeni je třeba důkladně zhutnit!!);

-vývěry drenážní vody na povrch pozemku v místě přerušeni nebo těsně pod tímto místem a její stékání po povrchu s erozivním účinkem; riziko nastává ve svažitéjších územích při větší vzdálenosti (nevhodném návrhu) situování míst přerušeni;

Z výše uvedeného vyplývá, že chybné stanovení návrhových parametrů opatření nebo nesprávné provedení zvyšuje riziko zjevných poruch odvodňovací stavby.

### Vliv na vodní režim

Drenážní odtok je v místě aplikace opatření snížen na nulu; přeskupují se složky odtoku vod směrem k mělkému podpovrchovému odtoku nebo k perkolaci do nižších zvodní. Povrchový odtok se v závislosti na možném snížení infiltrační schopnosti neodvodněné půdy může naopak zvyšovat. Celkově se zvyšuje akumulace vody v půdním profilu a podle konkrétních podmínek se může zvyšovat nebo snižovat jeho retenční schopnost.

Jedná se o metodu, směřující k úplnému zrušení příslušné části odvodňovací stavby. Rozhodující jsou půdní podmínky, příčina původního zamokření pozemku a další související podmínky hydrologické, zvláště možnost vsakování vody do podložních vrstev. V jarním a letním období lze počítat i s odčerpáváním vody rostlinami (složka transpirace – tzv. biologické odvodnění) a dalšími procesy jako je vzlínání vody z HPV, zvýšená evaporace apod., které budou částečně kompenzovat vyřazení technického způsobu odvodnění.

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Riziko vodní eroze se zvyšuje (a to povrchové i podpovrchové) v závislosti na parametrech návrhu a preciznosti provedení. Toto riziko souvisí s možností bodového vývěru drenážních vod na povrch pozemku. Dalším aspektem zvyšování rizika povrchové vodní eroze je zvýšení vlhkosti půdy a s tím související možné snížení infiltrační schopnosti povrchu pozemku.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	2 až 4
vodní eroze	5 (příp. 6 - negativní)

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

### Vliv na jakost vody

Lokální nebo plošná eliminace odvodnění způsobí zrušení odtoku drenážních vod – přímý efekt zlepšení jakosti vody v recipientu. Původně soustředěný přítok drenážních vod se rozptýlí do větší oblasti přítoku mělkého podpovrchového. Změna vodního režimu stanoviště (směrem ke zvýšení vlhkosti půdy) zlepšit procesy denitrifikace a umožní lepší využití živiny rostlinami.

Negativně se na jakosti vod vodního toku může projevit zvýšení složky povrchového odtoku z pozemku (riziko splachu) s vyšším rizikem vodní eroze (projevující se bodově /z míst lokálního přemokření nebo z míst vývěru drenážních vod na povrch/ nebo plošně).



Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
rovina do 2% /**	3	1-2	1-2	4	3
sklon nad 9% /**	4-5	3-5	2-4	4-5	3-4

\*\*/ hodnoty jsou odvozeny z údajů, využívaných pro regulované odvodňovací systémy (viz TNV 75 4221) a z metodik pro ochranu zemědělské půdy před erozí

### Ekologické přínosy

Zpravidla budou hodnoceny jako pozitivní s ohledem na trend návratu pozemku do stavu před jeho odvodněním, zpravidla s tím souvisí i snížení intenzity zemědělského využití pozemku. Variabilita vodních režimů zvyšuje biodiverzitu stanoviště.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Podmínkou minimalizace nákladů na realizaci, zejména na zemní práce, je přesné vytyčení míst pro odkopání drénů. K tomu je velmi výhodná metoda identifikace drénů na leteckých snímcích. Opatření je vhodnější do rovinných území. Je doporučeno, aby místa přerušení odvodňovacího prvku byla přesně polohově zaměřena pro dokladování rozsahu eliminace stavby, ale i pro řešení případů chybné funkce, korekcí, oprav apod.

Náklady na realizaci souvisí s rozsahem návrhu. Malý počet přerušení lze realizovat svépomocí, i bez strojní výkopové techniky. Větší rozsah realizace vyžaduje použití zemních strojů (v té souvislosti je nutné ověřit možné kolize s uloženými podzemními sítěmi – tato podmínka platí obecně při realizaci výkopů). Náklady na přesné vytyčení míst výkopů snižují objem a cenu zemních prací.

Náklady na průzkum a inženýrské práce: cca 1 500 Kč/ha i více.

Náklady na zemní práce při odkrytí drénu cca 50–80 Kč/místo.

Ruční přerušování drénu (vyříznutí, příp. vložení zásepky, zhutnění) cca 20–100 Kč/místo.

Zásyp otevřené drenážní rýhy se zhutněním cca 40–60 Kč/bm.

Odhad ceny eliminace drénu se pohybuje v rozmezí cca 110–240 Kč/bm, resp. 1 přerušování.

### Nároky na údržbu

Opatření nevyvolává další provozní náklady, pokud se neobjevují nepředvídané poruchy. Pokud byla místa přerušování přesně zaměřena, minimalizují se i náklady na následné vytyčení.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- počet míst zaslepení;
- vzdálenosti míst zaslepení (odpovídá konkrétním drénům, jejich sklonům nivelety, půdním poměrům - proto je vhodnější popisovat místa instalace záslepek v situačním plánu);
- parametry zaslepení (materiál a způsob provedení).

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

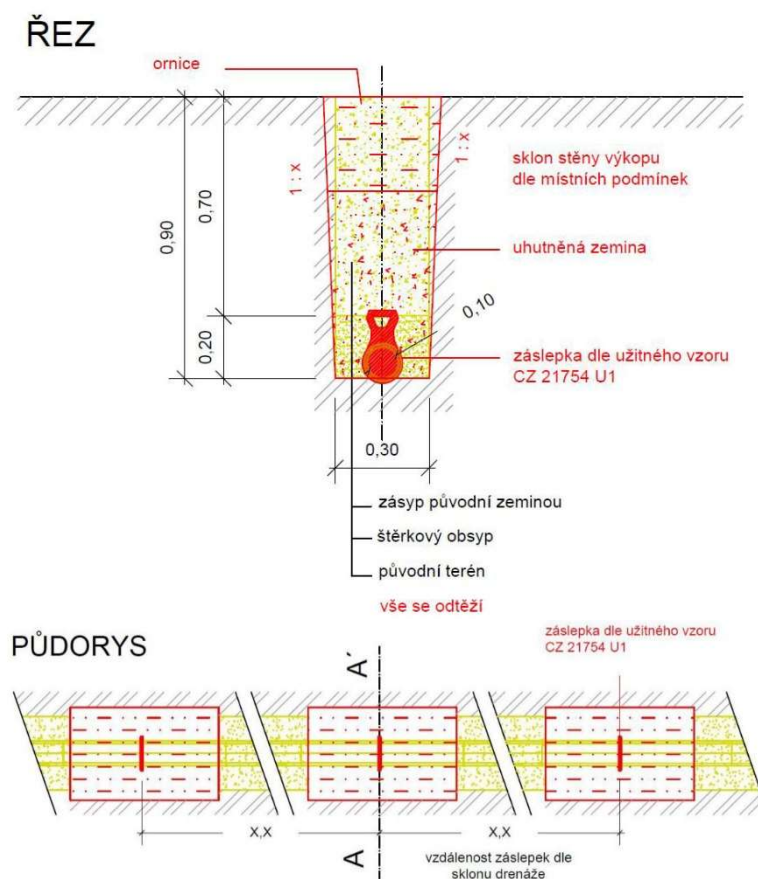
## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

- Vlastník pozemku, hospodařící subjekt

### Grafická příloha – schéma opatření



Příklad instalace záslepky (případně clony) na drénu, kdy je PVC záslepka vložena do stávajícího drénu z pálené hlíny, průměru 0,13 m. (foto: M. Soukup)



Příklad instalace drenážní záslepky na potrubí z pálené hlíny. Zjednodušená výkresová část. (zdroj: Metodika 2013; Hydroprojekt CZ, a.s.)

## Schéma širších vazeb

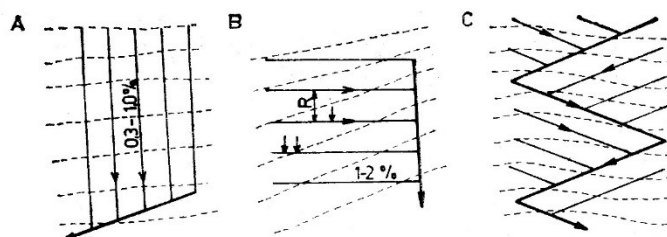


Schéma různého směrového provedení sběrných drénů u plošné trubkové drenáže: A – Drenáž podélná; B – Drenáž příčná; C – Drenáž blesková (protisměrná)

*Poznámka: Směr se vymezuje vzhledem ke sklonu terénu. Účinnost efektu zaslepení je od typu A (nejvyšší) k typu C (nejnižší). To je dáno jak sklonovými poměry (A – v rovinném území), tak zvýšením vlivu propustnosti půdního prostředí na spolupůsobení sousedních drénů (největší roli sehrává u typů B a C).*



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D06</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění</b>

## Popis opatření

Drenážní potrubí, pokud není zcela zanesené zemitými částicemi nebo souvisle zarostlé kořenným balem rostlin působí jako preferenční cesta v půdním prostředí a gravitačně odvádí vodu do nejnižšího místa. Pokud není žádoucí, z různých důvodů, na pozemku odvodňovací systém zachovat, umožňuje toto opatření drenážní prvek velmi účinně eliminovat. Přes vysokou pracnost, finanční nákladnost a potřebnou dokumentační připravenost, však nemusí být konečný efekt odstranění drenážního systému stoprocentní. Je to dáno faktem, že u výkopové technologie provádění drenáží (prakticky 100% provedených staveb v podmínkách ČR) má odvodňovací účinek a schopnost gravitačně dál vodu odvádět i drenážní rýha. Rýha je vyspádována směrem k recipientu, je heterogenní vzhledem k okolnímu rostlému terénu a v některých případech může být její odvodňovací i transportní účinek zesílen realizací zvláštních opatření na drenáži (dle ČSN 75 4200), zejména filtry s hydrologickou funkcí (objemové, tenkostěnné). Opatření lze provádět buď jen na konkrétních drénech, nebo na celém drenážním systému. Variantou úplného odstranění odvodnění může být pouhé snížení intenzity odvodnění eliminací každého n-tého (např. sudého) sběrného drénu namísto variant s využitím regulačních prvků nebo lokálního přerušení.

Vybrané trasy drénů jsou likvidovány odkrytím, vyjmutím drenážek (případně jejich mechanickou destrukcí: zborcením, rozdrčením atd.) a opětovným zasypáním a zhutněním rýhy. Toto opatření může být ve srovnání s opatřením D05 (Lokální eliminace drénu) efektivní v případech, pokud je počet potřebných lokálních přerušení potrubí vysoký a vzájemná vzdálenost těchto přerušení je malá. Tento způsob je také třeba zvolit v případě, kdy neexistuje kvalitní podklad pro vytyčení podzemního drenážního systému pro spolehlivé určení místa odkopání drénů (tj. neuplatní se například možnost využití leteckých snímků pro určení trasy drénu a jeho následné přesné vytyčení v terénu), resp. neexistuje projektová dokumentace – v takovém případě se postupuje ze známého místa (výusti, šachtice) proti trase drénu.

Alternativou odkrytí a odstranění drénu je jeho vyplnění nepropustným materiálem. Může se jednat o injektáž vhodnou hmotou (lépe než cementem stabilizovanou zemitou směsí např. jílem stabilizovanou suspenzí). Podmínkou injektáže je dostatečná délka zapravení injektážní hlavice do drénu, což snižuje počet vstupních výkopů na drénu a zlevňuje zemní práce. Přesto se jedná o poměrně technologicky náročnou a tedy i finančně nákladnou proceduru, která je však velmi účinná. Vhodná je tedy ve specifických podmínkách, které tuto účinnost vyžadují.

## Kombinace s dalšími typy opatření

V úvahu přichází kombinace s opatřeními D03 Kontrolované spontánní stárnutí drenáže nebo D05 Lokální eliminace drénu – a to v exponovaných částech pozemku, kde tato méně účinná opatření nevyhoví. Zejména pak s opatřením D01 Regulace odtoku z pramenních jímek a to v částech drenážního systému v bezprostřední blízkosti jímky.

Dále je opatření vhodné pro části stavebních pozemků, na kterých se buduje novostavba (jakéhokoli typu), v souvislostech katalogu však s typy vodohospodářských staveb, u nichž by existence odvodnění

pod stavbou způsobila funkční nebo bezpečnostní rizika (revitalizace nebo úpravy DVT, projektování MVN), jmenovitě pak:

- P07 Suchá nádrž – a to v místě zakládání sypané zemní hráze (pokud nedojde k odkrytí nadložních vrstev až pod úroveň uložení drénů), a v patřičné délce před základovou spárou zemní hráze v ploše vlastní nádrže;
- D08 Tůň dotovaná drenážní vodou, K02 Mokřad v dolní části drenážního systému - kdy se ruší ta část drenážního systému, která by vodu z tůně/mokřadu odváděla (pokud přesahuje půdorys tůně/mokřadu hodnotu rozchodu drénů a tudíž zasahuje několik drénů);
- D09 Objekt na drenáži typu kořenové čistírny, D10 Biofiltr v návaznosti na drenážní systém – ty části drénů, které nežádoucím způsobem odbočují z místa objektu a nekontrolovaně odvádí vodu (s výjimkou drénu s projektovanou funkcí pro požadovaný odvod vod).

## Efekty opatření

Jedná se zejména o efekty pozitivní:

- zastavení drenážního odtoku (s dopady na množství i jakost vod);
- zvýšení akumulace vody v přilehlé půdě;
- zpravidla se současně jedná o ukončení intenzivního zemědělského obhospodařování pozemku, které obvykle s sebou nese řadu negativních důsledků (pravidelné obnažování půdního povrchu orbou s následky rizika vodní eroze půd, aplikace minerálních hnojiv atd.).

### Negativní efekty

- vysoké náklady opatření (opodstatnění nachází prakticky jen v případech exponovaných lokalit, cílených k jinému způsobu využití než dosud);
- zhoršení podmínek pro efektivní management lokality (při vysoké nákladnosti opatření je v případě zachovaného drenážního systému efektivnější uplatnit princip dvoufunkčních, tj. regulačních systémů na drenáži s možností nadále využívat odvodňovací funkci stávajícího systému).

## Vliv na vodní režim

Drenážní odtok je tímto opatřením zrušen a v dotčeném místě se přeskupují složky odtoku vod směrem k mělkému podpovrchovému odtoku nebo k perkolaci do nižších zvodní. Zvyšuje se akumulace vody v půdním profilu. Povrchový odtok se v závislosti na možném snížení infiltrační schopnosti neodvodněné půdy může naopak zvyšovat. Podle konkrétních podmínek se může zvyšovat nebo snižovat retenční schopnost půdy.

## Vliv na vodní erozi a její důsledky

Vliv je popsán v obecné části kapitoly efektů opatření. Riziko vodní eroze se zvyšuje v závislosti na způsobu odstranění drénu, podkladové dostupnosti (eliminace všech potřebných drénů) a preciznosti

provedení. Vyšší riziko eroze souvisí se zvýšením vlhkosti půdy a možným snížením infiltrační schopnosti povrchu pozemku.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	1 až 2
vodní eroze	5 (příp. 6 - negativní)

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

### Vliv na jakost vody

Z hlediska ovlivnění jakosti vod v recipientech odvodňovacích systémů, se bude toto opatření projevovat spíše pozitivně, neboť se zpravidla sníží intenzita zemědělského využívání pozemku a původně soustředěný přítok drenážních vod se rozptýlí do větší oblasti přítoku mělkého podpovrchového. Negativně se na jakosti vod vodního toku může projevit zvýšení složky povrchového odtoku z pozemku (riziko splachu) s vyšším rizikem vodní eroze (projevující se bodově /z míst lokálního přemokření nebo z míst vývěru drenážních vod na povrch/ nebo plošně).

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
LP, rovina do 2% /**	3	1-2	1-2	4	3
sklon nad 9% /**	3-4	3-4	1-3	4	3-4
TP	3-4	3-4	1-2	4	3

\*/ hodnoty jsou odvozeny z údajů, využívaných pro regulované odvodňovací systémy (viz TNV 75 4221) a z metodik pro ochranu zemědělské půdy před erozí

LP – lehké půdy (propustné)

TP – těžké půdy (velmi málo propustné)

### Ekologické přínosy

Zpravidla budou hodnoceny jako pozitivní s ohledem na trend návratu pozemku do stavu před jeho odvodněním, zpravidla s tím souvisí i snížení intenzity zemědělského využití pozemku. Variabilita vodních režimů zvyšuje biodiverzitu stanoviště.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

V závislosti na místních podmínkách a dostupnosti podkladů o provedení stavby mohou náklady na toto opatření převyšovat cenu pořízení nového drenážního systému, proto by měl být tento typ opatření volen pouze v odůvodněných případech.

Náklady na zemní práce při odkrytí a strojní vyjmutí drénu cca 50–80 Kč/bm.

Zásyp rýhy se zhutněním cca 40–60 Kč/bm.

Odhad jednotkové ceny extrakce drénu cca 90–240 Kč/bm.

## Nároky na údržbu

V případě kvalitního provedení a spolehlivého odstranění všech požadovaných drénů nebudou nutné žádné další provozní náklady.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- délka odstraňovaného/eliminovaného drénu;
- použitá technologie.

### Další potřebné parametry a údaje:

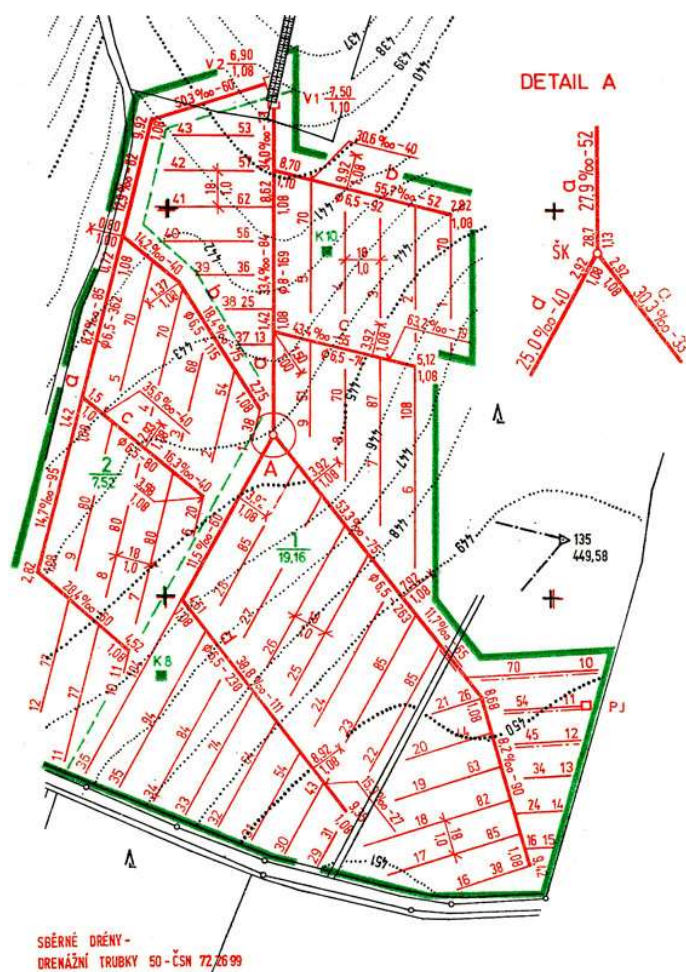
- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

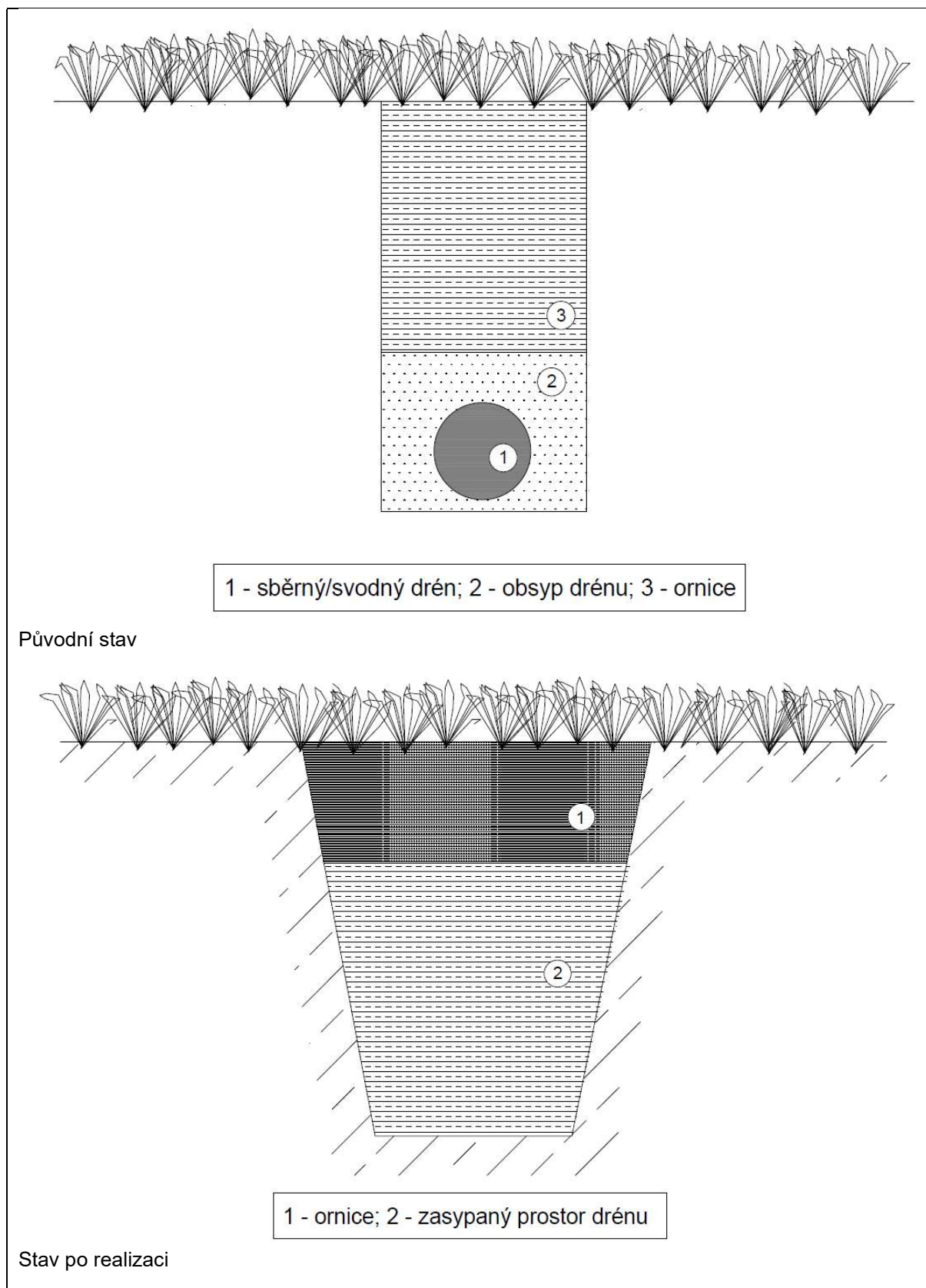
Vlastník pozemku, hospodařící subjekt.



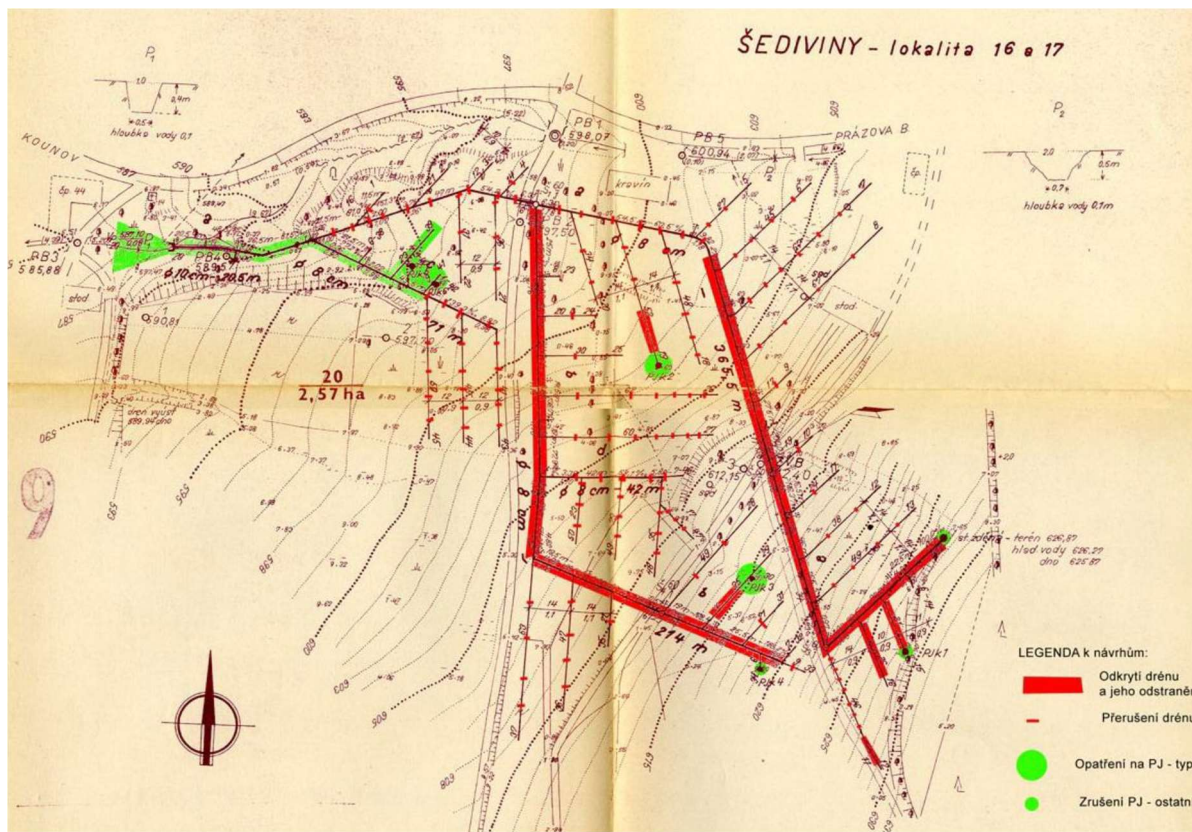
## Grafická příloha – schéma opatření



Příklad podrobné situace zemědělského odvodnění drenáží se dvěma drenážními skupinami (tj. se dvěma drenážními výstupy V1 a V2, zaústěnými do otevřeného příkopu), dále s nadzemní, kontrolní drenážní šachticí ŠK a systémem svodných a sběrných drénů. (zdroj: ČSN 01 3473)  
V rámci projektu eliminace drénů je třeba stanovit rozsah odstranění drénů a místa začátků a konců.  
PP



### Schéma širších vazeb



Příklad koncepčního návrhu eliminačních opatření lokality Šediviny.

Poznámka: Výkres souvisí kromě D06 s uplatněním opatření dalších typů: D01, D05.

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D07</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Snížení intenzity drenážního odvodnění – clony</b>

## Popis opatření

Intenzita odvodnění by měla korespondovat s požadovanou dobou odvodnění to (tj. dobou snížení hladiny podzemní vody z výchozí úrovně při identifikovaném přemokření na úroveň sníženou, tj. požadovanou) a návrhovým stupněm ochrany (zabezpečení No – pravděpodobná četnost opakování) v přímé závislosti na pěstované plodině (viz Tabulka 1).

**Tabulka 1 Stupeň intenzity odvodnění, doba a zabezpečení odvodnění No (zdroj: ČSN 75 4200)**

Stupeň intenzity odvodnění	Doba odvodnění $t_o$ (d)	Zabezpečení odvodnění $N_o$ (roků)
I. velmi vysoký	2	> 10
II. vysoký	3 až 4	10 až 5
III. standardní	5 až 7	5 až 2
IV. nízký	10	< 2

Pokud je intenzita odvodnění vyšší než aktuálně požadovaná, může se snížit rychlost odtoku drenážní vody pomocí hydraulického omezení kapacity konstrukčního odvodňovacího prvku (např. změnou světlosti potrubí, zvýšením drsnosti potrubí nebo vložením retardačních prvků, například clon, lokálních kontrakcí průtočného profilu apod.). Technicky jednoduchým řešením je použití clony, zasouvané mezi drenážky z pálené hlíny nebo zasouvané do vyříznuté spáry u PVC potrubí. Drenážní systém pak bude kapacitně omezen ve vodnějším období a prodlouží se tak doba odvodňování (stupeň intenzity odvodnění dle ČSN 75 4200). Zároveň se sníží velikost kapacitního průtoku odvodňovacím prvkem.

Toto opatření má některá rizika:

- zejména riziko zanášení potrubí splaveninami vlivem vložených překážek do proudu a lokálního snížení rychlosti vody – maximálních průtoků v potrubí (obdobné riziko je i u trvale zahrazených regulačních prvků – hradítek na drenáži);
- hydraulické přetěžování potrubí v místě instalace clony i v přilehlém půdním profilu.

Drenážní clona slouží k regulaci a retardaci odtoku na sběrných drénech podzemní drenážní sítě. Instalací dojde k částečnému zúžení průtočného profilu drenážního potrubí a při zahlcení clony se dosáhne vzduší vody proti proudu, což může odklonit drenážní vodu do přilehlé části drenážního systému a dočasně způsobit efekt "převodu vod" i zvýšení podílu infiltrace drenážní vody do zásypu drenážní rýhy a do půdního profilu. V obdobích nižšího průtoku se drenážní systém navrácí do projektované účinnosti. Plán rozmístění clon na drenážním odvodňovacím systému lze provést obdobně jako při návrhu systému podzemní retardace drenážního odtoku a to buď ve variantě "ob drén" nebo ve variantě instalace na každém sběrném drénu.



Clonu tvoří deska odpovídající tvaru a rozměru drenážního potrubí, s libovolným typem výřezu v průtočném profilu. Clona se vkládá do mezery mezi dvěma drenážními trubkami nebo do rozšířené svislé spáry (ve stávajícím potrubí). Průtočná plocha clony je menší než plocha průtočného průřezu potrubí a drenážní odtok je tím redukován.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření je navrhováno k omezení funkce odvodňovacího prvku v blízkosti místa instalace. Vhodně se tedy kombinuje na jednom pozemku s opatřeními dalšími, například:

- P11 Zatravnění údolnice nebo P12 Zatravněný pás – jejich použití souvisí také s požadavkem snížení intenzity odvodnění půdního profilu, zvýšení HPV i vlhkosti půdy, což vyžaduje /může vyžadovat/ i změnu kultury směrem k typům, lépe snášejším zvýšenou vlhkost;
- K01 Zatravnění infiltrační oblasti, kdy kombinace s hydraulickým omezením průtočnosti drénu zvýší intenzitu perkolace vod do nižších horizontů (pod úroveň uložení drénů) – bude vhodné v lokalitách s krátkodobým zvýšením úrovně HPV a s propustnějšími půdami.

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- regulace drenážního odtoku (s dopady na množství i jakost vod);
- zvýšení intenzity infiltrace vody z potrubí (drenážní rýhy) do okolního půdního prostředí;
- zvýšení perkolace drenážních vod do půdních horizontů pod úroveň uložení drénů;
- zvýšení retence a akumulace vody v přilehlé půdě;
- účinnost opatření vůči řešeným znečišťujícím látkám je dána jeho ovlivněním kulminací průtoků a poměrem velikosti a pufrční kapacity ploch v dosahu opatření a intenzitou vstupů znečištění.

### Negativní efekty

- riziko zanesení drenážního potrubí usazovanými zemitými částicemi v těsné blízkosti před clonou; v takovém případě hrozí riziko postupného vyřazení stavby z funkce;
- poškození drenážní trubky při instalaci clony (prasknutí) a tím vytvoření nežádoucí poruchy, kterou je třeba bezprostředně opravit;
- obtékání clony drenážním obsypem a okolní půdou při větších průtocích (riziko vyplavování zeminy a vytváření kaveren v blízkosti drénu, riziko nežádoucího lokálního zamokření);
- může docházet k občasnému extrémnímu hydrostatickému tlaku v drénu a v důsledku toho k tvorbě vývěřů drenážní vody až na povrch pozemku (zejména v místě instalace clon) a její stékání po povrchu s efekty vodní eroze půdy;
- pro efektivní instalaci je třeba velmi přesného vytyčení drénu.



### Vliv na vodní režim

Drenážní odtok je ve vodnějším období v místě aplikace omezen, což může způsobit dočasné přeskupení složek odtoku vod směrem ke zvýšení podílu mělkého podpovrchového odtoku nebo k podpoře perkolace vod do nižších zvodní. Povrchový odtok se v závislosti na možném dočasném snížení infiltrační schopnosti nedostatečně odvodněné půdy může naopak zvyšovat. Celkově se zvyšuje akumulace vody v půdním profilu a podle konkrétních podmínek se zpravidla zvyšuje jeho retenční schopnost.

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Riziko vodní eroze se zvyšuje (a to povrchové i podpovrchové) v závislosti na parametrech návrhu, vhodnosti pro místní podmínky a preciznosti provedení. Toto riziko souvisí s možností bodového vývěru drenážních vod na povrch pozemku. Dalším aspektem zvyšování rizika povrchové vodní eroze je dočasné zvýšení vlhkosti půdy a s tím související možné snížení infiltrační schopnosti povrchu pozemku.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	2 až 4
vodní eroze	5 (příp. 6 - negativní)

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

### Vliv na jakost vody

Dosahovaný efekt bude nižší než u opatření D03, D05, D06 nebo D04, neboť jsou redukovány pouze kulminace průtokových vln. Současně jsou jen mírně omezeny zemědělské aktivity na pozemku, a pokud nedojde současně ke změně kultury pozemku, nemusí být omezena aplikace hnojiv.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
rovina do 2% /**	2-3	1-2	1-2	3-4	3
sklon nad 9% /**	3-4	3-5	2-4	3-4	3

\*\*/ hodnoty jsou odvozeny z údajů, využívaných pro regulované odvodňovací systémy (viz TNV 75 4221) a z metodik pro ochranu zemědělské půdy před erozí

### Ekologické přínosy

Jejich hodnocení bude záviset na změně intenzity zemědělského využívání pozemku. Vodní režim je přitom změněn pouze mírně, proto významně neomezuje způsob zemědělského využití pozemku. Zvyšuje se však retence a akumulace vod v půdním profilu.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náročnost provedení je dána zejména potřebou přesně vytyčit místo instalace na drénu, což minimalizuje zemní práce. Při přesném vytyčení místa instalace a při strojním provádění zemních prací odpovídá časová náročnost cca 30-45 minut na jednu clonu. Instalaci je třeba provádět pečlivě, aby zůstal drén průtočný.

Náklady na průzkum a inženýrské práce: cca 1 500 Kč/ha i více.

Materiál: cca 50 Kč/clonu.

Náklady na zemní práce při odkrytí drénu cca 50–80 Kč/bm resp. 50 Kč/clonu.

Ruční instalace clony do drénu (vlození, příp. vyříznutí) cca 50–100 Kč/clonu.

Zásyp rýhy se zhutněním cca 40–60 Kč/bm.

## Nároky na údržbu

Protože toto opatření předpokládá zachování funkce drenáže, provozní náklady reprezentují běžnou údržbu, resp. náročnější provádění oprav drenážního systému. Oproti běžnému provozu drenáže existuje však vyšší pravděpodobnost výskytu poruch.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- Metodika 26/2001 Opatření pro regulaci odtoku v zemědělsky využívaném povodí. VÚMOP Praha, ISSN 1211-3972;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- typ a provedení clony, světlost potrubí, průtočná kapacita clony;
- způsob instalace, počet a vzdálenost instalace (optimálně stanoveno na situačním výkresu stavby odvodnění).

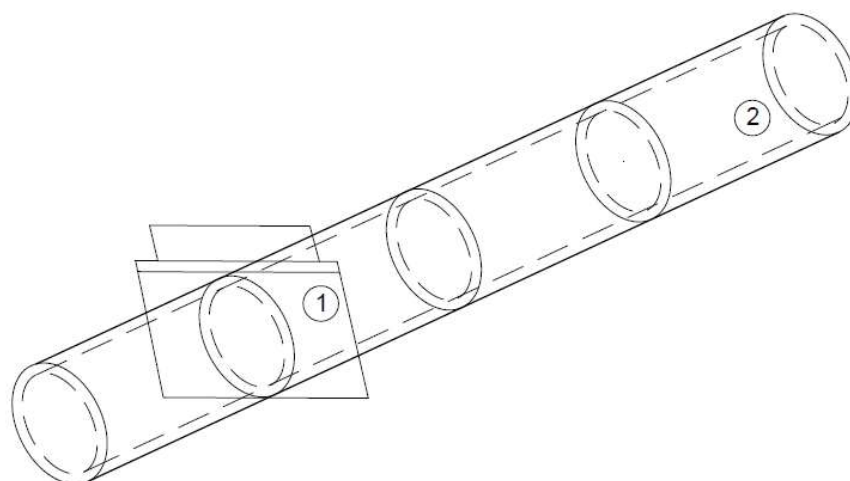
**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

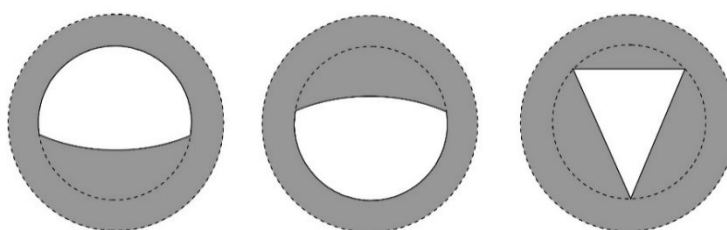
**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Vlastník pozemku, hospodařící subjekt.

### Grafická příloha – schéma opatření



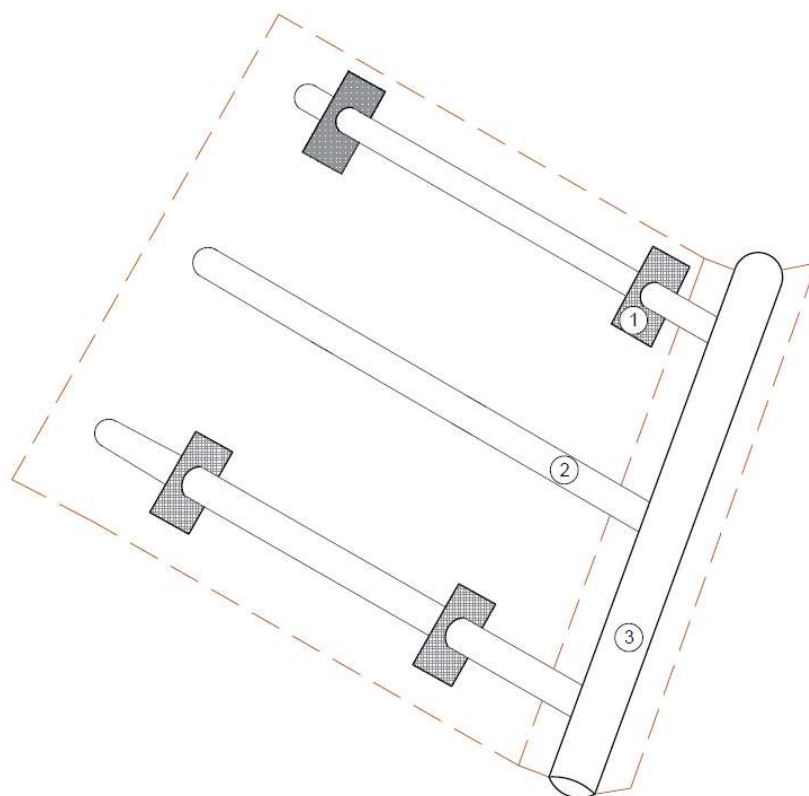
1 - záslepka; 2 - sběrný/svodný drén



Příklady tvarového řešení průtočného otvoru clon (nahore) a konstrukčního řešení včetně způsobu instalace na drenážní potrubí. (foto: M. Soukup)



Záslepka na svodném drénu (Foto: Z. Kulhavý)



1 - záslepky; 2 - sběrné drény; 3 - svodný drén

Schéma možného rozmístění záslepek; schéma: VÚMOP



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D08</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Tůň dotovaná drenážní vodou nebo tůň na drenážní výusti</b>

## Popis opatření

Tůň je terénní deprese nebo prohlubeň v terénu, trvale nebo periodicky naplněná vodou. Tůně jsou zcela zahloubené pod úroveň terénu, nemají hráz ani jiná technická zařízení. Maximální hladina vody v tůni může být dána pouze okolním terénem či zemním valem z jejího výkopku.

Hlavním zdrojem vody pro opatření D08 je voda vytékající z drenážních systémů. Tůně mohou být průtočné nebo neprůtočné – výhradně napájené drenážní vodou, případně v kombinaci s přítokem povrchových vod. Z hlediska zdrojů vod je zapotřebí zevrubná analýza jejich zabezpečení.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Podél břehové linie tůně je vhodné založení zatravněného pásu (opatření P13) jako ochrany před zanášením splaveninami. Pokud to okolní podmínky umožní, je vhodné tůň doplnit o související prvek pro podporu infiltrace běžných i epizodních vod.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3-4	3-4	4	4-5	3-5

### Vliv na množství odtoku povrchové vody

Odtok povrchové vody není tůněmi zpravidla zásadně ovlivněn (předpokládá se, že hlavním zdrojem vody v tůni je voda drenážní).

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Tůněmi je možno stabilizovat poměry v místech drenážních výustí nebo pod drenážními výustmi, tedy tam, kde by mohlo docházet k lokální povrchové erozi.

### Ekologické přínosy

Tůň je významným prvkem ke zvýšení druhové biodiverzity organismů a přírodních procesů. Vedlejším účelem je potom funkce estetická a krajinná.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na tvorbu tůní v ploše do 0,3 ha je možno odhadnout na 400 Kč/m<sup>3</sup> vytěžené zeminy, v ploše nad 0,3 ha na 300 Kč/m<sup>3</sup> vytěžené zeminy. Položka zahrnuje odtěžení zeminy suchou nebo mokrou cestou včetně přesunu, uložení a rozprostření zeminy v rámci lokality.

## Nároky na údržbu

Údržba tůní spočívá v odstraňování náletu, vytrhávání zárůstu, částečném odstranění sedimentu a pomístné úpravě zemních valů. Vždy je nutno brát ohled na vyskytující se biotop, který nesmí být poškozen. Podle dispozičního řešení může být pro dlouhodobou bezkonfliktní funkci zásadní údržba místa vyústění drenáže do tůně (zvláště, pokud se výust nachází pod úrovní trvalé hladiny v tůni). Pokud se drenážní výust nachází nad tělesem tůně a drenážní voda přitéká do tůně povrchově (v podobě tzv. "výhonu"), údržbu výusti i tůně lze provádět odděleně a zpravidla i jednodušeji.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- biologické hodnocení;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- plocha tůně;
- max. hloubka vody (m);
- sklony břehů a dna;
- typ tůně (průtočná / neprůtočná).

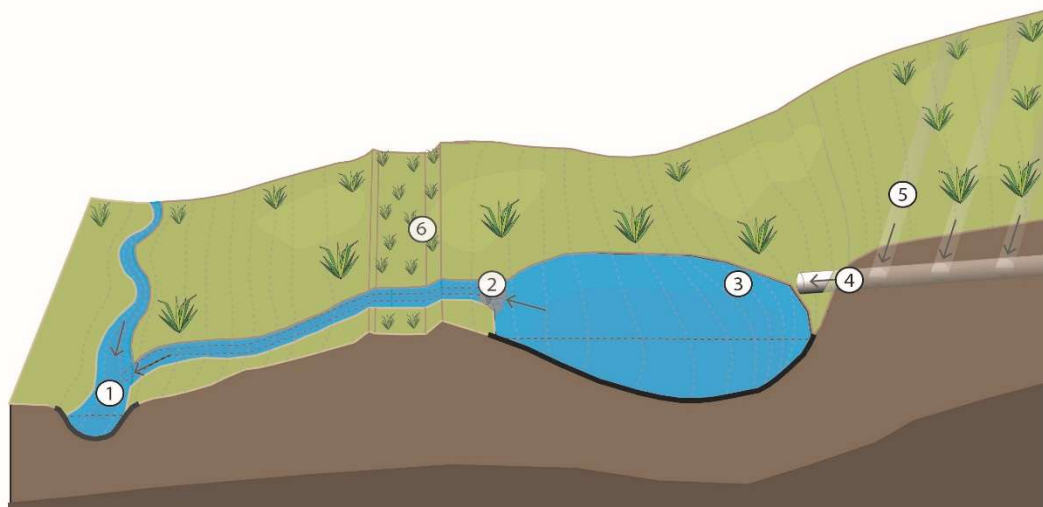
### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku.

### Grafická příloha – schéma opatření



1- recipient; 2 - kamenivo; 3 - tůň; 4 - svodný drén; 5 - sběrný drén; 6 - průleh s podporou infiltrace

Vzorové schéma opatření; Schéma: VÚMOP.



1 - tůň; 2 - doprovodná vegetace; 3 - zemní val z výkopku; 4 - odtok z tůně; 5 - recipient; 6 - sběrné drény; 7a - svodný drén; 7b - svodný a zasakovací drén; 8 - zatravnění; 9 - eliminované drenážní potrubí; 10 - rozšíření vodního toku; 11 - zatravněný pás s podporou infiltrace; 12 - napojení drenážního odtoku do tůně

Vzorový výkres opatření; Schéma: VÚMOP.



## Fotodokumentace



Tůň u obce Malonty (foto Sweco Hydroprojekt, a.s.)



Tůň realizovaná v povodí toku Žejbro (foto A. Zajíček)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D09</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Objekt na drenáži typu kořenové čistírny</b>

## Popis opatření

Kořenová čistírna drenážních vod (KČDV) je v podstatě jednou z variant horizontálního intenzivního umělého mokřadu, zpravidla bez volné hladiny. KČDV tedy fungují na stejných principech jako mokřady, kde probíhají samočistící procesy; zejména denitrifikace. Základním principem kořenové čistírny je průtok drenážní vody ložem s kořenovým filtrem. Kořenový filtr je tvořen substrátem – směsí jemného štěrku a organického materiálu, na jehož povrchu sídlí bakterie, které zajišťují čistící proces. Rostliny vysázené na kořenovém filtru mají doplňkovou funkci – částečně odebírají živiny, dodávají kyslík, na jejich kořenech sídlí bakterie a v zimě působí jako tepelná izolace. Základním parametrem pro odstranění polutantů z drenážních vod (zejména N) bude dostatečná doba zdržení a vhodný substrát (viz Katalogový list K02 - Mokřad).

Druhy rostlin vhodné pro KČDV:

- rákos obecný
- zblochan vodní
- chrastice rákosovitá
- skřípinec jezerní
- orobinec širokolistý
- kamyšík přímořský
- orobinec úzkolistý
- zevar vzpřímený
- sítina rozkladitá
- kosatec žlutý
- ostřice
- puškvorec obecný

## Kombinace s dalšími typy opatření

Kombinace s dalšími opatřeními souvisí s přírodními a zemědělskými podmínkami výše situovaného hydrologicky souvisejícího území. Je vhodné umísťovat opatření D09 do plochých údolních poloh a údolnic přiléhajících z vnější strany (ze strany přítoku svahových a drenážních vod) k vegetačním pobřežním pásům, pod zatravněné údolnice, a/nebo v návaznosti na HOZ. Takto situované objekty typu kořenové čistírny mohou dále navazovat a (úplně či z části) čistit vodu ze sběrných liniových objektů (příkopy, průlehy); tj. opatření pro řešení povrchového odtoku.

Opatření je vhodné kombinovat s dalšími typy opatření:

- P01-P04 (Záchytný - odváděcí příkop, svodný příkop, retenční (vsakovací) průleh, svodný průleh)
- P11 Zatravnění údolnice; P12 Zatravněný pás
- D02 Odkrytí zatrubněných HOZ
- D11 Převody vod na úrovni HOZ

## Efekty opatření

Průměrná účinnost KČDV pro odstranění dusičnanového dusíku z drenážních vod se pohybuje kolem 60-70 %. Pro pesticidy lze odhadovat účinnost KČDV mezi 40–70 %; obdobně jako u podobného typu umělého mokřadu.



### Vliv na vodní režim

Obecně dochází ke zpomalení odtoku drenážní vody (z celého subpovodí; ne z odvodněné půdy) díky jejímu zdržení v poli KČDV a evapotranspiraci.

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3	3-4	2	4	2-4

### Vliv na množství odtoku povrchové vody

Odtok povrchové vody není ovlivněn, pokud není řešeno dle popisu v kapitole "kombinace opatření".

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Jsou spíše zanedbatelné. Pokud je objekt umístěn na odvodněné zemědělské půdě, přicházejí v úvahu negativní důsledky ve smyslu zvýšení pravděpodobnosti povrchového odtoku vody z KČDV, zejména při vyšších drenážních odtocích. V případě situování KČDV do dolní části pozemku s možností výskytu povrchového odtoku z výše ležících částí pozemku, existuje riziko vnosu sedimentu do tělesa KČDV.

### Ekologické přínosy

Kořenová čistírna je uměle vytvořený mokřad, který je významným prvkem ke zvýšení druhové biodiverzity organismů a přírodních procesů. Vedlejším účelem je potom funkce estetická a krajinnotvorná.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Pořizovací náklady na KČDV lze odhadovat na 80 až 150 tis. Kč.

## Nároky na údržbu

Údržba kořenových čistíren spočívá především v údržbě nadzemní biomasy (1x ročně). Po určité době (8 - 12 let) je nutná výměna substrátu; cca 1x za 3-5 let odbahnění či odstranění sedimentu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- identifikace stavby odvodnění
- hydrologické charakteristiky lokality (drenáže a souvisejícího subpovodí)
- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry;

- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- plocha tůně;
- max. hloubka vody [m];
- sklony břehů a dna;
- typ tůně (průtočná / neprůtočná).

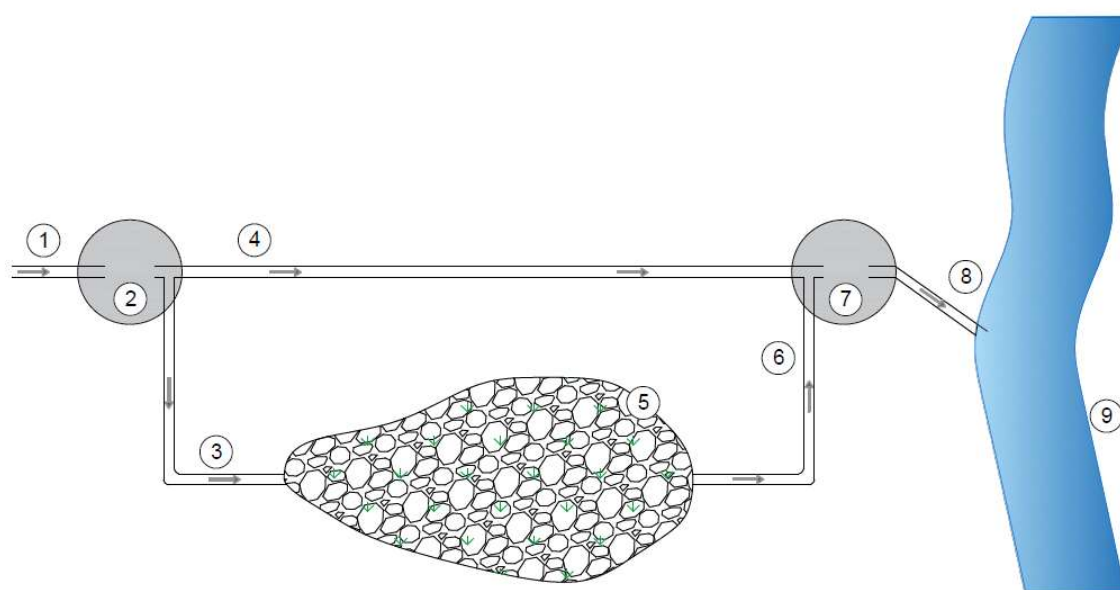
**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření;
- investiční náklady [Kč bez DPH].

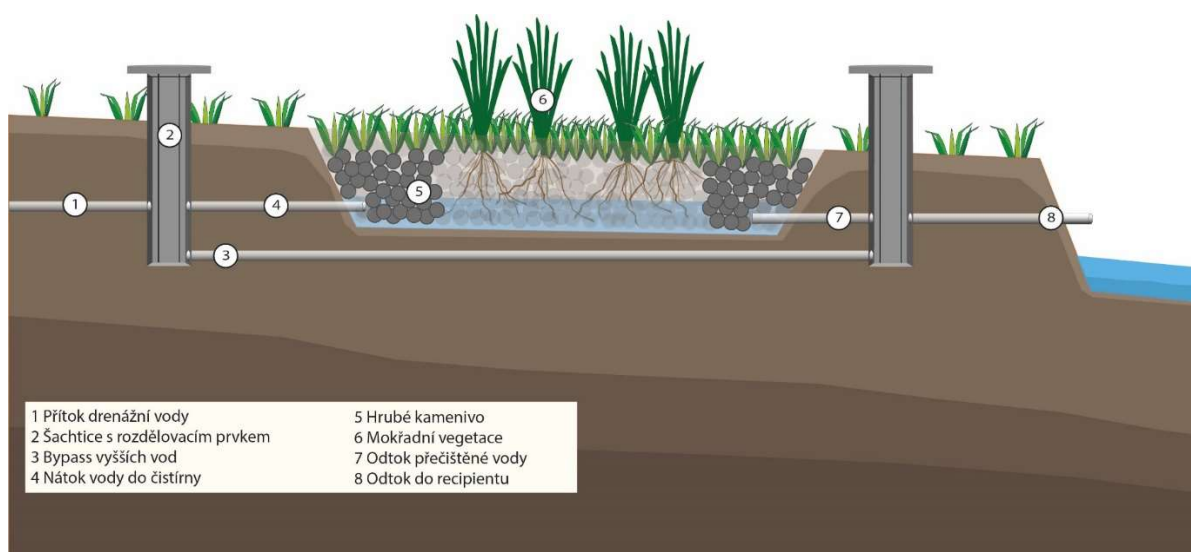
**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

### Grafická příloha – schéma opatření



1 - přítok drenážní vody; 2 - šachtice s rozdělovacím objektem; 3 - nátok vody do kořenové čistírny; 4 - odtok vyšších vod; 5 - prostor kořenové čistírny; 6 - odtok přečištěné vody; 7 - drenážní šachtice; 8 - drenážní výust'; 9 - recipient



1 Přítok drenážní vody	5 Hrubé kamenivo
2 Šachtice s rozdělovacím prvkem	6 Mokřadní vegetace
3 Bypass vyšších vod	7 Odtok přečištěné vody
4 Nátok vody do čistírny	8 Odtok do recipientu

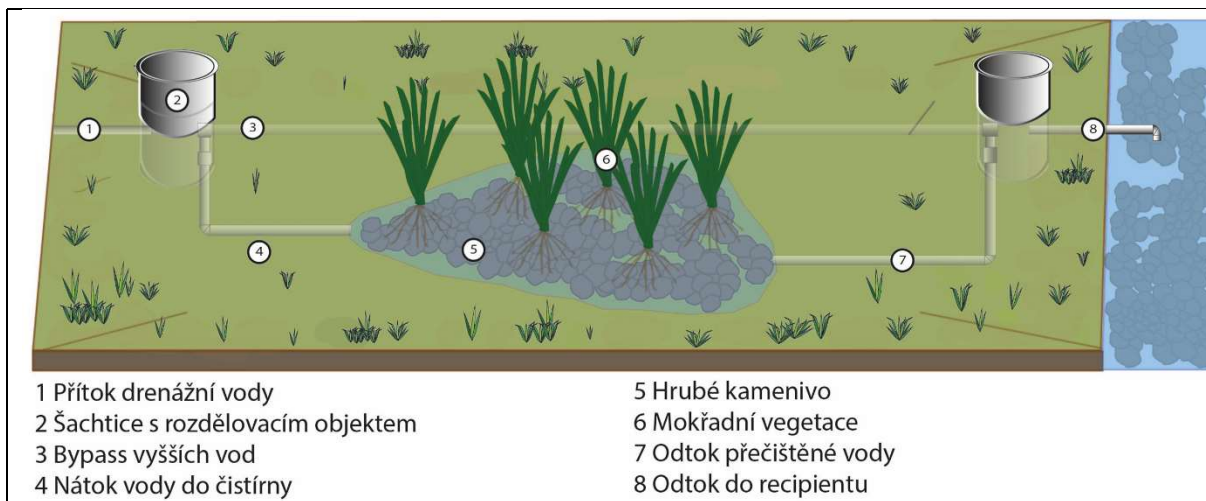


Schéma: VÚMOP

### Fotodokumentace



Kořenová čistírna v Boleboři

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D10</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Biofiltr v návaznosti na drenážní systém</b>

## Popis opatření

Biofiltr/bioreaktor je relativně malé opatření, které slouží k odbourávání polutantů z drenážních vod.

Podstatou funkce biofiltru je průtok drenážní vody kontaminované především živinami (dusičnanový dusík, fosfor) a pesticidy kontejnerem či zemním prostorem, který obsahuje látku tyto polutanty redukuje.

Bioreaktory jsou umísťovány zpravidla v dolní části staveb zemědělského odvodnění na svodných drénech či v návaznosti na drenážní výusti. V ideálním případě je biofiltr umístěn v lokalitě, která již nepatří k zemědělskému půdnímu fondu (ZPF), popř. se zde nachází trvalý travní porost.

Principiálně jsou možná dvě řešení biofiltru. V případě nízkých (nízké desetiny l/s) a pravidelných drenážních průtoků je úsek svodného drénu přímo nahrazen bioreaktorem. V případě vyšších průtoků a v případě rychlé reakce odvodňovací stavby na srážko-odtokové epizody je bioreaktor umístěn paralelně se svodným drénem nebo je situován pod drenážní výustí (pokud to umožňují okolní podmínky). Součástí takového řešení je rozdělovací objekt (nejlépe umístěný v drenážní šachtici) a drenážní potrubí umožňující bezpečný obtok (bypass) části zvýšeného drenážního odtoku tak, aby byla zachována doba zdržení vody v bioreaktoru a tím jeho odpovídající účinnost.

Vlastní bioreaktor může být koncipován jako uzavřený nebo otevřený. Uzavřený bioreaktor je zcela skrytý pod terénem, na kterém může probíhat běžné hospodaření. Otevřený bioreaktor postrádá výhodu neporušeného terénu, výhodou však je možnost osadit jeho svrchní část rostlinami a posílit tak čištění drenážních vod bakteriemi žijícími na kořenech těchto rostlin.

Bioreaktor se vždy skládá z lože nebo kontejneru, ve kterém je uzavřena redukující látka a který zabezpečí izolaci redukující látky od okolního zemního a vodního prostředí. V případě rozměrově menšího uzavřeného biofiltru lze využít plastový kontejner, v případě konstrukčně většího či otevřeného potom lze jako lože využít jámu s plastovou fólií. Okolo fólie je vhodné vložit geotextilii a zemní jámu dorovnat do úrovně okolního terénu zeminou (zemina nad geotextilií je cca 20-30 cm od úrovně terénu), resp. podle lokálních podmínek a potřebě managementu plochy.

Jako náplně biofiltrů, tj. substrátů lze využít různé filtrační materiály, a to jak jednotlivě, tak i jejich vzájemné kombinace. Redukující látka je v naprosté většině případů uhlíkatá, přičemž denitrifikaci zprostředkovávají tzv. chemoorganotrofní bakterie.

Z hlediska odstraňování N-NO<sub>3</sub> se jako nejúčinnější jeví materiály na bázi dřeva – štěpky, které mají vysokou hydraulickou vodivost a poměr C:N od 30:1 do 300:1. Vhodné jsou zejména štěpky z topolu, borovice a modřínu. Labilnější zdroje dusíku, jako je např. pšeničná sláma nebo kukuřice, sice mohou dosáhnout vyšších denitrifikačních rychlostí než dřevní média, ale musí být častěji doplňovány z důvodu rychlého úbytku C a v současné době se od jejich využití ustupuje.

Pro odstranění dalších polutantů, např. pesticidů či biofarmak jsou vhodné filtrační materiály typu biochar (biouhel) a lignit, jakožto přírodní a dobře dostupné materiály s předpokládanou vysokou účinností odstranění široké palety polutantů. Biouhel je materiál připravený pyrolýzou směsi odpadní biomasy ze zemědělské sklizně jedno a dvouletých rostlin a z digestátu z bioplynové stanice, smíchané



v poměru 60:40. Lignit, jakožto nejmladší druh hnědého uhlí, patří mezi tzv. kaustobiolity (hořlavé organogenní sedimenty). Kaustobiolity uhelné skupiny vznikají rašeliněním a následným prouhelňováním nekromasy. Jeho charakteristickým znakem je přítomnost zachovalých různě velkých úlomků dřev a kmenů se zřetelnými letokruhy v jeho struktuře. Specifické složení a struktura dávají lignitu pozoruhodné přirozené sorpční schopnosti. Jako další alternativu lze uvažovat též vermikulit (přírodní jílový minerál ze skupiny planárních fylosilikátů) popř. tzv. bílou rašelinu (pochází z vrchních vrstev rašeliniště, a tedy mladší a méně rozložená oproti např. černé rašelině). Bílá rašelina se také vyznačuje větší nasákavostí vody.

Použití lze i kombinaci jednotlivých materiálů, když např. přidání biouhle do štěpky zvýší účinnost bioreaktoru při odbourávání pesticidních látek, popř. lze náplň kombinovat s anorganickým substrátem (písek, štěrky), který je přidáván za účelem předcházení nežádoucího sesedání, snižování hydraulické vodivosti a zároveň mechanického dočištění drenážní vody.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Drenážní bioreaktory je možné kombinovat s těmito opatřeními:

- D08, D09, K02; tj. tůněmi či umělými mokřady pro dočištění organického znečištění (popř. fosforu), které biofiltr může produkovat ve vazbě na použitou výplň prvních několik let po instalaci, či je nedokáže odbourat v dostatečné míře,
- D13 Převody drenážních vod
- D10 Biofiltr; vícero těchto opatření lze zapojit sériově v podobě kaskády pro zvýšení efektivity čištění, popř. paralelně pro možnost čištění většího podílu celkového odtoku.

## Efekty opatření

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

Bioreaktor může být dimenzován na čištění drenážních vod za odtokové situace, kdy převažuje základní složka drenážního odtoku, tj. s úplným či částečným vyloučením vod během srážko-odtokových epizod. Toto je třeba zvážit z pohledu efektu působení bioreaktoru, jeho přetečení, nebo možného zanášení.

### Vliv na vodní režim

Zpomalení drenážního odtoku (projevuje se za návrhových podmínek funkce biofiltru, tj. pro normální a nižší průtoky; pro zvýšené průtoky se uplatní bezpečnostní obtok). Vložení hydraulického odporu do trasy odtoku drenážních vod (v řádku desítek cm), což za návrhových průtoků způsobí zvýšení odvodňovací báze na začátku biofiltru a tedy sníží intenzitu odvodnění.

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3-4	3	1	3-4	1-3

Účinnost biofiltru je závislá na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitější jsou doba zdržení a použitá redukující látka.

Dobu zdržení lze jednoduše spočítat jako HRT (hydraulic retention time; hod)

$$HRT = P \cdot VQ$$

P pórovitost substrátu %

V objem biofiltru m<sup>3</sup>

Q průtok m<sup>3</sup>/hod

Minimální doba zdržení vody v biofiltru pro odbourání 50 % dusičnanového dusíku se udává 2–3 dny, pro odstranění 50 % pesticidů 3–8 dní. Celková účinnost je nejčastěji udávána jako 50 až 75 % u bioreaktorů ve věku 2 a 7 let plněných čerstvou dřevní štěpkou.

Při odbourávání pesticidů pracují biofiltry na dvou základních principech. Pesticid může být zachycen aktivním povrchem při využití uhlíkaté náplně, anebo dochází k jeho odbourávání pomocí mikrobiální biodegradace. Bioreaktor s využitím štěpky může fungovat oběma způsoby, kdy některé pesticidy jsou adsorbovány přímo na povrch štěpků a jiné rozloženy bakteriemi. Mezi nejdůležitější patří vstupní koncentrace pesticidů, přičemž rostoucí koncentrace, zejména nad 1000 ng/l, a zejména množství pesticidů vnášené do bioreaktoru jeho účinnost snižují. Naopak rostoucí doba zdržení účinnost odbourávání zvyšuje. V rámci několika pokusů byla zjištěna účinnost 63 %, 69 %, 83 % a 97 % pro doby zdržení 3, 9, 9 a 12 dnů. Za optimální z hlediska dimenzování, nákladů a efektivity čištění vod je považována doba zdržení 4–7 dní. Významnou roli hraje také teplota. Vyšší teplota urychluje zejména proces biodegradace. Důležitý je i typ pesticidu. Pesticidy snáze rozpustné ve vodě jako např. glyfosát snadněji podléhají biodegradaci. Naopak látky, které jsou spíše hydrofobní, např. chlorpyrifos jsou nejlépe odbourávány pomocí sorpce na substrátu a pomocí mikrobiální degradace.

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

- Bez vlivu

### Ekologické přínosy

- Bez vlivů

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Pokud návrhem bioreaktoru vstupujeme do části stávajícího odvodňovacího systému, je nutno dotčenou část systému zkontrolovat a opravit, resp. přizpůsobit napojení na bioreaktor. Kromě

materiálu je nutno zajistit také společné povolení pro změnu vodního díla dle §15 odst. (1) vodního zákona, které bude vydávat vodoprávní úřad.

Náklady na projekt a vodoprávní řízení jsou přibližně 30 000 Kč.

Náklady na PVC fólii a geotextili lze odhadnout na 750–850 Kč/m<sup>2</sup>.

Náklady na instalaci rozdělovacího objektu a bezpečnostního obtoku lze odhadnout na 50 000 Kč.

Náklady na zemní práce lze odhadnout na 500–600 Kč za běžný metr.

Náklady na vybrané substráty lze (ke konci roku 2021) odhadnout na:

- cena biouhlu - přibližně 12,- Kč bez DPH za kg;
- cena expandovaného vermikulitu baleného po 80 l se pohybuje kolem 40,- Kč bez DPH za kg;
- cena bílé rašeliny se pohybuje okolo 49,- Kč bez DPH za kg;
- cena dřevěné štěpky se pohybuje okolo 15,- Kč bez DPH za l;
- celkové náklady na vybudování 1 ks bioreaktoru lze odhadnout na 100 000 – 150 000 Kč.

## Nároky na údržbu

Pravidelnou kontrolu hydraulické funkčnosti bioreaktoru a jeho případného zanášení je vhodné provádět 2-3x ročně. Výměna organického substrátu bioreaktoru probíhá cca 1x za 8-10 let.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- zajištění podkladů o stavbě odvodnění (projektová dokumentace, zaměření DPZ;
- hydrologické charakteristiky stavby odvodnění (průtoky, čáry překročení; odhad);
- hydrogeologické a pedologické poměry (průzkum);
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace);
- výpočet doby zdržení vody v bioreaktoru, v závislosti na velikosti objektu, náplni, odtokových charakteristikách předmětné drenážní skupiny a potřebě účinnosti odbourání znečištění vody;
- zajištění projektové dokumentace stavby dle Přílohy č. 8 Rozsah a obsah dokumentace pro vydání společného povolení Vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- [Antoš](#) et al., 2021 („Substráty pro nízkonákladové systémy k čištění kontaminovaných průmyslových a zemědělských vod“);
- [Fučík](#) et al., 2010 („Posuzování vlivu odvodňovacích systémů a ochranných opatření na jakost vody v zemědělsky obhospodařovaných povodích drobných vodních toků“);
- [Zajíček](#) et al., 2021 („Návrhy revitalizačních opatření na hlavních a přilehlých podrobných odvodňovacích zařízeních“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;

- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- Hloubka uložení bioreaktoru, rozměry, způsob provedení
- Náplň bioreaktoru
- Průtočná kapacita a doba zdržení vody v bioreaktoru

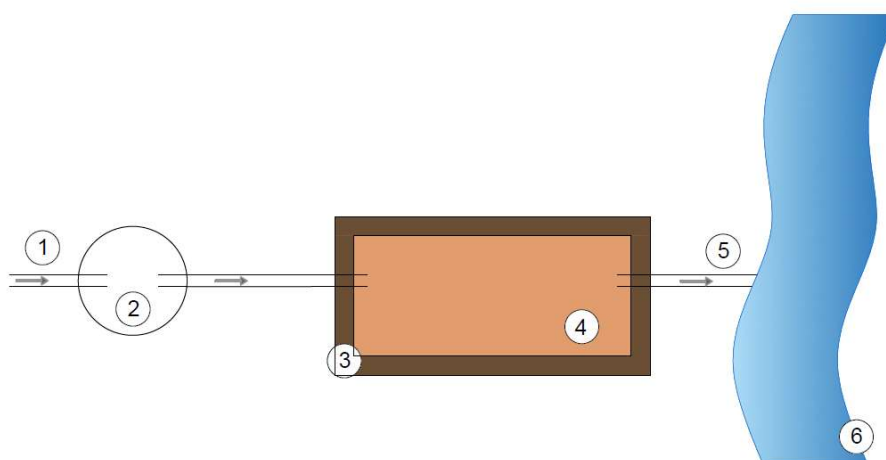
**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## **Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

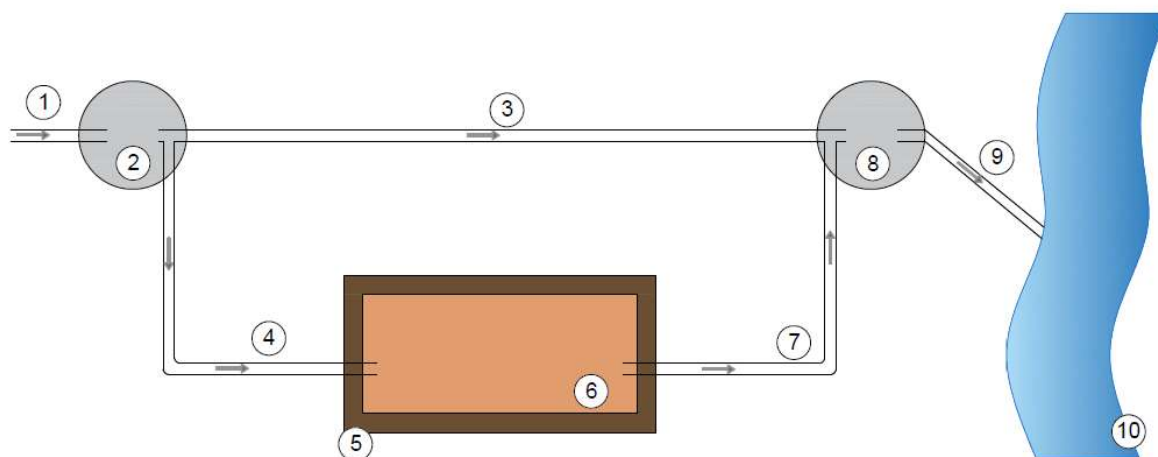
Hospodařící subjekt, vlastník pozemku, obec

### Grafická příloha – schéma opatření



1 - přítok drenážní vody; 2 - drenážní šachtice; 3 - lože biofiltru; 4 - náplň biofiltru;  
5 - drenážní výust'; 6 - recipient

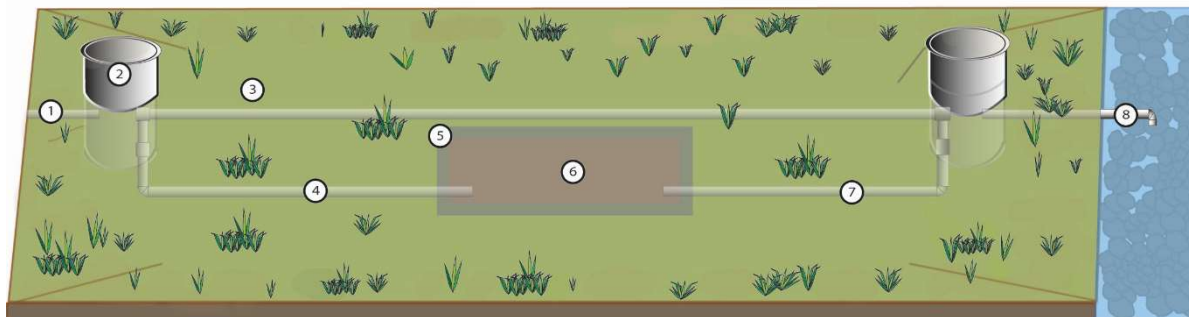
Možné umístění bioreaktoru ve vazbě na odvodnění přímo na svodném drénu



1 - přítok drenážní vody; 2 - šachtice s rozdělovacím objektem; 3 - obtok vyšších vod;  
4 - nátok vody do biofiltru; 5 - lože biofiltru; 6 - náplň biofiltru; 7 - odtok přečištěné vody;  
8 - drenážní šachtice; 9 - drenážní výust'; 10 - recipient

Možné umístění bioreaktoru ve vazbě na odvodnění; použití rozdělovacího objektu (šachtice) s nastavitelným vtokem vody do bioreaktoru (VÚMOP, v.v.i)

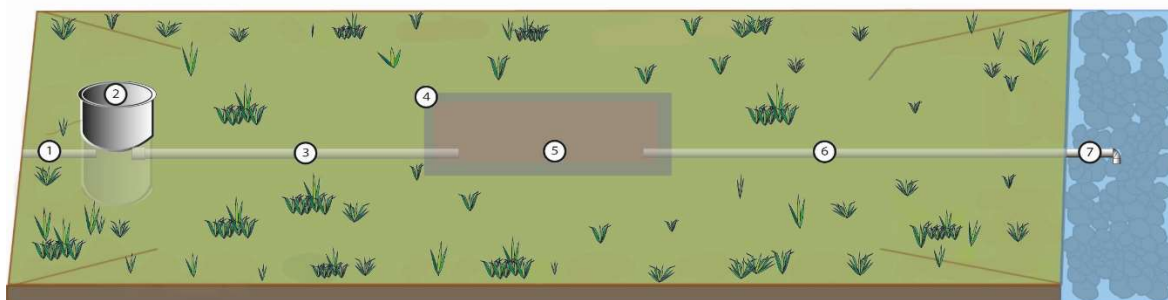




- 1 Přítok drenážní vody
- 2 Šachtice s rozdělovacím objektem
- 3 Bypass vyšších vod
- 4 Nátok vody do bioreaktoru

- 5 Lože bioreaktoru
- 6 Náplň bioreaktoru
- 7 Odtok přečištěné vody
- 8 Odtok do recipientu

Izometrický pohled na možné uspořádání biofiltru a obtokem (bypass) zvýšených průtoků (VÚMOP, v.v.i)



- 1 Přítok drenážní vody
- 2 Šachtice s rozdělovacím objektem
- 3 Nátok vody do bioreaktoru
- 4 Lože bioreaktoru

- 5 Náplň bioreaktoru
- 6 Odtok přečištěné vody
- 7 Odtok do recipientu

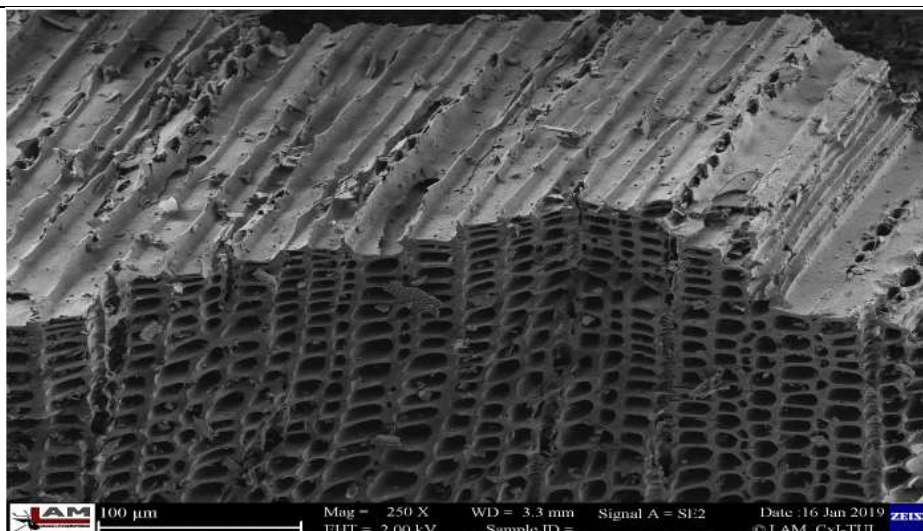
Izometrický pohled na možné uspořádání biofiltru lokalizovaného přímo na svodném drénu (VÚMOP, v.v.i)

## Fotodokumentace



Instalace fóliového lože biofiltru. Foto: P. Fučík





Mikroskopický obraz biouhlu (TUL Libetec, UHR FE-SEM Carl Zeiss ULTRA Plus)



Foto přírodního (vlevo) a expandovaného vermikulitu (vpravo), (TUL Liberec), Olympus DSX 510)



Bílá rašelina (vlevo) a dřevní štěpka (zdroj google.cz)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D11</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Převody vod na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení</b>

## Popis opatření

Hlavním účelem HOZ je bezpečně odvádět vodu, přiváděnou pomocí POZ (podrobných odvodňovacích zařízení). Trasa HOZ zpravidla vede nejkratší cestou z odvodňovaného území do recipientu vyššího řádu. Rozdělovací objekty na HOZ většinou nebyly navrhovány, případně souvisely s provozem závlah přílehlých pozemků (nejčastěji závlaha výtopou, přeronom, případně čerpání vody do závlahových nádrží).

Protože je v některých případech žádoucí využít odváděnou vodu na níže ležícím přílehlém pozemku, je vhodné uplatnit nástroje k (gravitačnímu) převodu vod, tekoucích v HOZ. Z hlediska zachování původní bezpečnosti pozemků je zpravidla zachována i původní trasa recipientu a k rozdělení průtoku se používají rozdělovací objekty na HOZ (např. vzdouvací objekty, přelivné hrany, hradítka). V odvodněných případech může být převáděn i celý průtok, což umožňuje (dočasně nebo trvale) zrušit původní trasu HOZ pod místem odklonu. Převedenou vodu lze využít k napájení tůňek, mokřadů, ale i k dalšímu vodohospodářskému využití, zejména pro závlahy zemědělských plodin. Opatření má podobný charakter jako úprava původních návrhových parametrů HOZ (směrových a výškových) s tím rozdílem, že prioritou pro stanovení trasy koryta je změna vodního režimu přílehlých pozemků. Opatření je zvláště vhodné do rovinných poloh.

Zvláštním typem opatření je převod vody s využitím čerpání (a případně následné akumulace v období před využitím přečerpaných vod). Zde navržené opatření však pracuje pouze s gravitačními principy převodů vod z HOZ.

Příkladem technických řešení jsou historické náhony vodních děl (mlýnů, rybníčních soustav), přestože vodoteč nebyla označována jako HOZ. V souvislosti s eliminací negativních funkcí odvodnění lze retenci vody v krajině zvýšit převodem vody do neprůtočných tůň, mokřadů atd. pokud plní HOZ nadále svoji úlohu s ohledem k odvádění vod z POZ.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Toto opatření bude nejčastěji kombinováno s D12 – Regulace na úrovni HOZ, neboť se s výhodou využije společného regulačního objektu.

## Efekty opatření

Je důležité předem definovat cíle návrhu opatření při převodech vod z místa jejího nadbytku do místa, kde přivedená voda plní další funkce vodohospodářské, zemědělské, krajinářské či podporující ochranu přírody. Hlavním efektem je zdržení vody v povodí a její další využití.

### Pozitivní efekty

- může docházet k vytvoření trvalých nebo dočasných anaerobních podmínek v místě využití převedené vody (podle výšky stálého nadržení), které umožní denitrifikaci a zlepší účinnost samočisticích procesů;

- zlepšení spojitosti vodoteče s přilehlými pozemky s efektem posílení přirozené složky filtrace a dotace podzemních vod;
- zpomalení (retardace) odtoku, což způsobí zvýšení hladiny podzemní vody přilehlých pozemků v závislosti na půdních podmínkách, hloubce a tvaru koryta;
- převedenou vodu lze využít k napájení tůňek nebo mokřadů a tím ji v povodí zadržet.

#### Negativní efekty

- nevyrovnanost zdroje vody (např. možné "vyschnutí" mokřadu za déle trvajících sucha), proto je nutné hydrologické posouzení opatření;
- ohrožení sousedních, hydrologicky navazujících zemědělských pozemků zaplavením cizí vodou, popř. splaveninami pocházejícími z eroze při vyšších vodních stavech;
- podle způsobu provedení rozdělovacího objektu případná nestabilita rozdělení průtoku.

#### Vliv na vodní režim

Opatření se výrazně dotýká režimu odtoku povrchové vody. Velikost odtoku se snižuje, což zvyšuje akumulaci i retenci vody v povodí.

#### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Pokud nejsou překročeny návrhové parametry opatření, nezhoršuje opatření povrchovou erozi přilehlých pozemků. Proti erozi je koryto HOZ nebo převáděcího kanálu/náhonu chráněno vhodným typem opevnění.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	1
vodní eroze	1 až 3

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále

#### Vliv na jakost vody

Účinnost opatření vůči řešeným znečišťujícím látkám spočívá, kromě výše uvedeného, také v lepší dostupnosti vody pro průběh žádoucích procesů jejich odbourávání v době sušších období a možnosti částečné regulace tepelného režimu ploch opatření (účinnost resp. robustnost ve srovnání se stavem bez realizace opatření).

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3-4	2-3	2 až 5 /**	1-2	



Účinnost výrazně závisí na parametrech řešení převodu vod: k povrchové či podpovrchové infiltraci; v závislosti na velikostech objemů odklonu vod, půdních podmínkách, atd. S tím dále souvisí vlastnosti v místě infiltrace/rozlivu: doba zdržení vody na povrchu i v půdním prostředí, změna úrovně HPV atd.

### **Ekologické přínosy**

Opatření mívá řadu pozitivních ekologických přínosů, jak je popsáno výše.

### **Analýza realizačních nákladů opatření:**

Pořizovací náklady budou odpovídat konkrétnímu technickému řešení.

Cena rozdělovacího objektu sestávajícího z: (nejčastěji) dřevěného hradítka - povalu, kamenné rovnaniny či záhozu nad a pod objektem, se pohybuje v rozpětí 40 – 120 tis. Kč.

Pro výpočet následného odvedení vody např. příkopem budou připočteny zemní práce.

### **Nároky na údržbu**

Provozní náklady budou zahrnovat údržbu HOZ, vybudovaných objektů včetně systémů pro využití přivedené vody. Rozsah a náročnost stanoví pro konkrétní podmínky provozní řád.

### **Podklady pro návrh opatření:**

#### **Základní vstupní podklady pro návrh opatření:**

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

#### **Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- [Kulhavý et al., 2015](#) („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

#### **Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

#### **Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- vodohospodářské parametry návrhu (charakteristické objemy převedených vod);
- kapacita, délka a sklon převáděcího kanálu;
- úroveň manipulace s hladinou v HOZ a s tím související parametry rozdělovacího objektu.

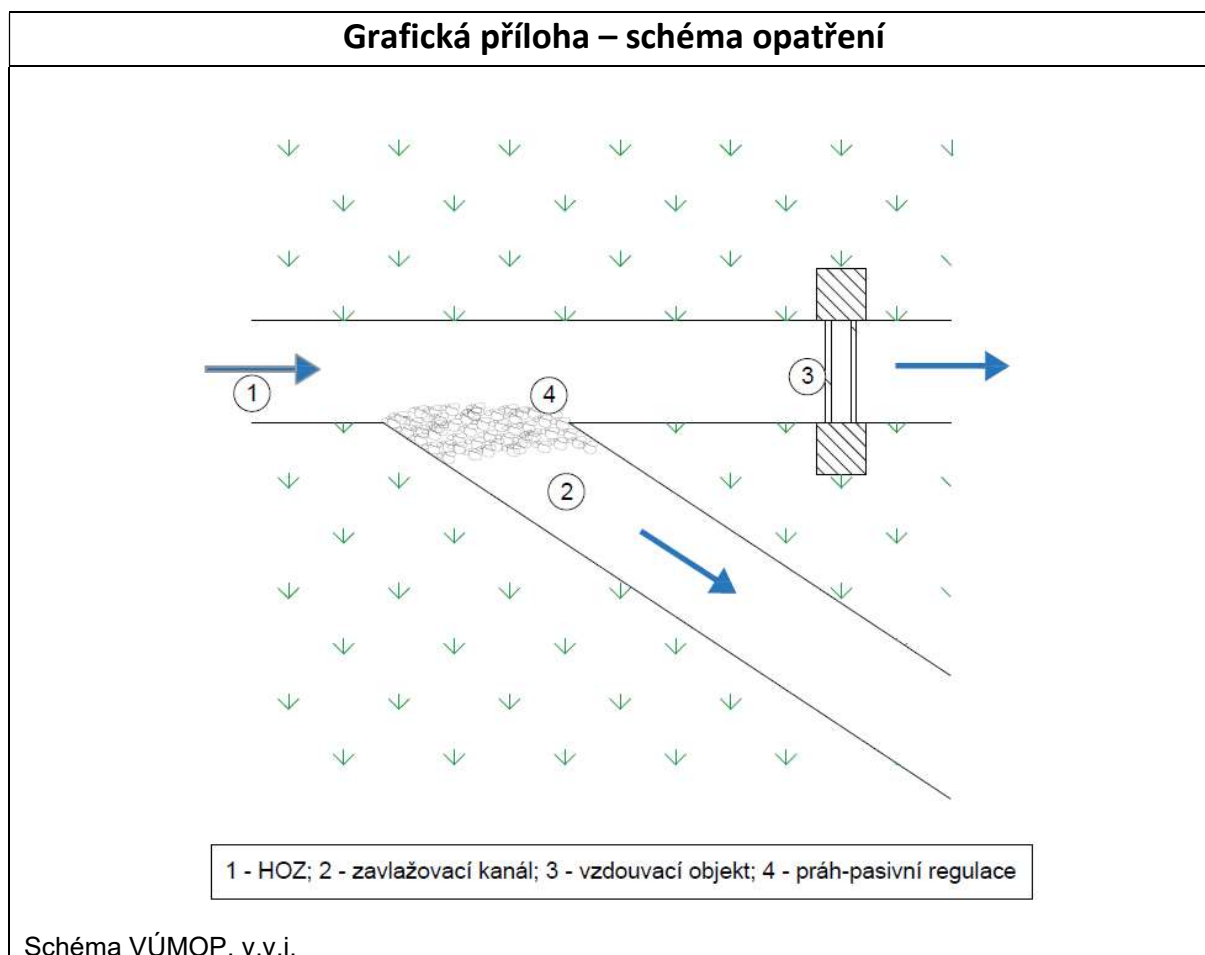
#### **Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;

- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku



## Grafická příloha – fotodokumentace



Rozdělovací objekt s přirozeným charakterem realizace, sloužící k odklonu vody pro zásobování boční tůně. Okr. Rychnov n. Kněžnou. Foto: Z.Kulhavý



Závlaha výtopou lužních lesů. Pomocí pohyblivých stavítek je možné vyvolat vybřežení vody ze soustavy kanálů a generovat závlahu výtopou. Pohansko, okr. Hodonín, jižní Morava (foto: J. Štibinger)



Příklady řešení rozdělovacího a hradícího objektu na drobném vodím toku. Vlevo: Rozdělovací objekt z Božídarského potoka (zdroj: [www.herzgebirge.cz](http://www.herzgebirge.cz)) Vpravo: Stavidlo na Pstružném potoce (zdroj: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D12</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Regulace na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení</b>

## Popis opatření

Liniové objekty HOZ mohly být podle potřeby vybaveny stavebními objekty, umožňujícími manipulaci hladin, případně průtoku/odtoku (hradítka, vyrovnávací nádrže, čerpací stanice). V převážné většině staveb odvodnění však nebyly obdobné objekty navrhovány z důvodů minimalizace investičních i provozních nákladů, přestože negativní aspekty jednostranné funkce (odvodnění) stavby byly známy již v době jejich návrhu. K opatření lze přistupovat stejně u DVT, jako u HOZ. Rozdílná je nutnost zohlednit vazbu na POZ a regulaci provádět s vědomím důsledků, projevujících se v ploše přilehlého POZ (podrobného odvodňovacího zařízení). Posuzovaným parametrem je výška a dosah vzduť od místa regulace v síti HOZ k místu zaústění POZ.

Navrhovaného typu regulace je dosahováno dvěma mechanismy: posílením retence a akumulace vody v korytě a zdržích a využitím prostoru přilehlého půdního profilu (zvýšení podílu infiltrace vod a aktivní komunikace s HOZ).

Regulace je dosahováno nejčastěji pomocí (dřevěného) hradítka - změnou jeho nastavení.

Jedná se o komplexní zásah do režimu vodoteče a tomu odpovídá i potřeba posouzení všech relevantních aspektů: zvýšení hladiny v korytě HOZ s efekty zatížení stavebních konstrukcí i zatížení břehů - spojitost vod s nivou vodoteče s efekty infiltrace, transportních procesů živin a zemitéch částic - migrační propustnost pro vodní živočichy.

Do této kategorie opatření můžeme zařadit i úpravu funkce odvodňovacích čerpacích stanic. Zde se návrh opatření týká změny kót hladin zapínání a vypínání čerpadel. Problematika je aktuální v bezodtokých oblastech rovinných území, kde navazuje zahloubený HOZ na systém POZ odvodňovaných pozemků. Zpravidla se jedná o úrodné, intenzivně zemědělsky využívané oblasti.

Můžeme do tohoto opatření zařadit i změnu původních návrhových parametrů HOZ (směrových a výškových poměrů), což zpravidla vnímáme jako různou intenzitu revitalizačního zásahu na HOZ. V tomto případě mohou být uplatňovány zásady, popsány u opatření D02 Odkrytí zatrubněných HOZ. Návrh technického řešení bude vycházet ze zásad provádění přírodě blízkých úprav toků, přihlédnout je třeba ke způsobu zaústění POZ.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření zpravidla navazuje na opatření, realizovaná v přilehlé odvodněné ploše:

- D04 Zalesnění zemědělské půdy;
- opatření směřující k úplné nebo částečné eliminaci a zrušení funkce odvodňovacího prvku: D03 Kontrolované spontánní stárnutí drenáže, D05 Lokální eliminace drénu, D06 Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění, D07 snížení intenzity odvodnění;

Poznámka: I v případech, kdy nejsou tato opatření cíleně navrhována, může se jednat o principiální popis aktuálního stavu, kdy z důvodu zanesení HOZ nebo poškození drenážních výústí při nešetrné

údržbě, došlo dlouhodobě ke znefunkčnění dolní části svodného drénu či drenážní výusti a shora přitékající drenážní voda vtéká do recipientu jinými než původními cestami (dochází k zonální infiltraci ze zaneseného drénu do půdy a následně k odvodnění pomocí HOZ). Dochází tak k zamokření nivy vlivem znefunkčnění POZ.

- objekty, situované před zaústěním drenážní skupiny do HOZ: D08 Tůň dotovaná drenážní vodou, D09 Objekt na drenáži typu kořenové čistírny, D10 Biofiltr v návaznosti na drenážní systém;
- D11 Převody na úrovni HOZ, pokud dochází s využitím vzduší hladiny regulačním prvkem na HOZ k převodu vody k dalším účelům.

Opatření může také navazovat na úseky D02 Odkrytí zatrubněných HOZ a toto opatření doplňovat o systémy k regulaci na úrovni HOZ.

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- zdržení vody (zvýšením úrovně hladiny vody); retardace odtoku;
- zlepšení podmínek pro denitrifikaci (anaerobní prostředí);
- zvýšená infiltrace vody do okolních půd;
- posílení rozvoje samočisticích procesů (filtrace, sorpce polutantů).

### Negativní efekty

- z hlediska zemědělského obhospodařování přilehlé půdy může negativně působit snížený efekt odvodnění.

### **Vliv na vodní režim**

Režim odtoku povrchových vod i souvislost s podzemními vodami v nivě HOZ se tímto opatřením významně změní. Rozsah změny bude záviset na parametrech navrženého řešení.

### **Vliv na vodní erozi a její důsledky**

Zpravidla nebudou daným opatřením výrazně změněny podmínky vodní eroze přilehlých pozemků. Projevit se může akumulární schopnost úseků koryta před regulačními objekty při zachytávání produktů vodní eroze pozemků i koryta HOZ. Tento efekt může být vnímán jako negativní, neboť zvyšuje potřebu provádět údržbu splaveninami zanešených regulačních objektů.

kategorie vlivu	třída účinnosti /*
vodní režim	1
vodní eroze	1 až 3

\*/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále

### **Vliv na jakost vody**

Účinnost opatření vůči řešeným znečišťujícím látkám spočívá, kromě výše uvedeného, také v lepší dostupnosti vody pro průběh žádoucích procesů jejich odbourávání v době sušších období a možnosti



částečné regulace tepelného režimu ploch opatření (účinnost resp. robustnost ve srovnání se stavem bez realizace opatření).

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3	1-2	2 až 5 /**	1-2	3

\*\*/ podle doby zdržení vody a parametrů regulačního objektu

Při vyšší době zdržení vody v korytě i přilehlém půdním prostředí se účinnost zvyšuje.

### Ekologické přínosy

Zpravidla budou vyjadřovány jako pozitivní. To bude dáno mírou zpřírodnění úpravy nebo rozsahem dopadů regulace (přímých i nepřímých). Projeví se: zpomalení (retardace) odtoku, což způsobí zvýšení hladiny podzemní vody přilehlých pozemků v závislosti na půdních podmínkách, hloubce a tvaru koryta; rozlivy do říční nivy s možností vytváření bočních (neprůtočných) tůní atd.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Budou odpovídat konkrétnímu technickému řešení dle PD.

Cena vzdouvacího objektu s dřevěným hradítkem a kamennou rovnaninou či záhozem nad a pod objektem se pohybuje v rozpětí 40 – 120 tis. Kč.

### Nároky na údržbu

Provozní náklady budou zahrnovat údržbu vybudovaných objektů včetně přilehlého úseku HOZ. Rozsah a náročnost stanoví provozní řád díla, zpracovaný v rámci PD.

### Podklady pro návrh opatření:

#### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

#### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- Soukup a Kulhavý, 2000 („Způsoby regulace odtoku z odvodňovacích systémů“);
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- výška vzduť na regulačním objektu;
- dosah vzduť v korytě HOZ, případně dopad na HPV přilehlých pozemků;
- použité materiály a konstrukční řešení;
- způsob a režim manipulace.

**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D13</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Převody drenážních vod na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení</b>

## Popis opatření

Pokud se v rámci drenážní skupiny vyskytují současně oblasti s dostatkem až přebytkem podzemní vody a oblasti s jejím nedostatkem, je možné využít transportní funkci drenážního potrubí (stávajícího či nově doplněného) k jejímu převedení do míst, kde je následně využita k lokálnímu zvýšení vlhkosti resp. ke vzduší HPV na požadovanou úroveň. Převody mohou být využity i pro odklonění vod na objekty s primárním účelem čištění drenážních vod – viz kapitola Kombinace s dalšími typy opatření. Základními prvky takového převodního systému je rozdělovací objekt, případně s funkcí zaslepení v jednom (původním) směru, a regulační objekt (omezující odtok v místě požadavku využití vod).

Opatření umožňuje převádět vodu v rámci drenážní skupiny nebo mimo drenážní skupinu, pokud to spádové poměry umožňují - do sousedních drenážních skupin nebo do jiných akumulčních a retardačních objektů - viz obr. Schéma opatření.

Zpravidla se využívá regulačních prvků, které umožňují řízení úrovně hladiny vody do které (od které) k převodu dochází. Před (za) hradítkem je transportní potrubí, které převádí vodu do požadovaného místa. K podpovrchové infiltraci dochází filtrací přivedené navlažovací vody z drénů (často prostřednictvím filtračních obsypů drénu, zpravidla však pouze s využitím původního drenážního zásypu rýhy) do okolního prostředí.

Tlakové poměry v infiltračních objektech se stanovují na základě filtračních vlastností půdy. Vzhledem k eliminaci nežádoucích efektů vývěru vod se navrhuje objekty, které neumožní zvýšení hydraulických tlaků nad úroveň terénu v místě infiltrace. Pozornost je třeba věnovat bezpečnosti provozu v období nadbytku vod (bezpečnostní přelivy a odvádění přebytků vod).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Jak dokládá obrázek Schéma opatření, je vhodné převod vody použít jako následné opatření po různých způsobech regulace odtoku drenážních vod: D01 Regulace odtoku z pramenních jímek, D14 Regulace na úrovni POZ.

V úvahu přichází kombinace i s dalšími opatřeními:

- P02 Svodný příkop nebo P04 Svodný průleh, které mohou sloužit jako převáděcí větev systému, pokud není k převodu použito potrubí;
- P07 Suchá nádrž (nebo polosuchá nádrž) – drenážní vody můžeme svádět do nádrže; odtoková vlna drenážních vod bude mít několikahodinové zpoždění za povrchovým přítokem do nádrže;
- P11 Zatravnění údolnice, která může tvořit infiltrační oblast pro přiváděné drenážní vody, která je sváděna do travního porostu; obdobně řešení pomocí P12 Zatravněného pásu;
- převod vod lze použít i jako podpůrné opatření pro stabilizaci vodnosti opatření K02 Mokřad v dolní části drenážního systému.

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- pokud to výškové poměry dovolí, umožňuje opatření převádět vodu gravitačně z místa jejího dostatku do míst jejího nedostatku (obdobného, ale ekonomicky méně výhodného účinku lze dosáhnout čerpáním i u lokalit s nevyhovujícím výškovým uspořádáním pro gravitační převod);
- možnost diferenciací vodních režimů poblíž sebe ležících pozemků;
- využitelnost drenážní vody ke zvýšení retence a akumulace povodí;
- snížení rizika vstupu cizorodých látek do systému k infiltraci (též drenážní vody jsou následně opět infiltrovány do půdy).

### Negativní efekty

- riziko nekontrolovaného zamokření přilehlých pozemků;
- vyšší náročnost technického návrhu včetně náročnosti předrealizačního průzkumu;
- bezpodmínečná potřeba dozoru, údržby a provádění oprav drenážních systémů a nově instalovaných objektů;
- zvýšené riziko poruch (nadměrné zvýšení hydraulického tlaku v potrubí a následná eroze půdy, případně vývěry vod na povrch pozemku).

### **Vliv na vodní režim**

Protože se voda nepřevádí přímo do recipientu, dochází k přeskupení cest i složek odtoku z pozemku. Intenzita drenážního odtoku do recipientu se snižuje, vyskytovat se bude jen v období s přebytky vod.

### **Vliv na vodní erozi a její důsledky**

Opatření kombinuje odvodňovací funkci (ve sběrné oblasti) s podpovrchovou infiltrací (v infiltrační oblasti systému). S tím souvisí i podmínky rizika tvorby povrchového odtoku a eroze. Pokud je systém udržován a vhodně navržen, nehrozí riziko vývěry vod na povrch pozemku a s tím související vodní eroze. Zvýšená vlhkost půdy v místě infiltrace může, podle konkrétních podmínek, riziko tvorby povrchového odtoku a eroze zvyšovat.

kategorie vlivu	třída účinnosti / <sup>*</sup>
vodní režim	2 až 4
vodní eroze	4 až 5 (příp. 6)

<sup>\*</sup>/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále

### **Vliv na jakost vody**

Opatření je prokazatelně vhodné z hlediska zlepšení jakosti vod, neboť (nejčastěji živinami) znečištěná voda není odváděna přímo do recipientu, ale je po většinu času infiltrována zpět do půdního profilu, který na ni působí dočišťovacím efektem.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

- třída 1: účinnost > 75 %  
 třída 2: účinnost 50 - 74 %  
 třída 3: účinnost 25 – 49 %  
 třída 4: účinnost 1 – 24 %  
 třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
lehké půdy	3-4	2-3	2-3	4	3-4
střední až těžké půdy	3-4	3-5	1-4	4	2-3

Hodnoty budou záviset na režimu odtoku drenážních vod a parametrech převodu - s tím související trvalosti odklonu vod a kapacitě zasakovacího objektu, resp. na parametrech oblasti určené k zasakování (intenzita vsaku, výška regulované HPV, vzdálenost od recipientu atd.).

### Ekologické přínosy

Opatření naplňuje požadavky ŽP, vodního hospodářství i zemědělství. Pokud je voda využita k závlaze, může se z pohledu priorit ŽP jevit opatření jako nedostatečné, neboť umožňuje další intenzivní zemědělské využívání pozemku odvodněného, současně se stabilizací produkce pozemku, na kterém je závlaha (např. drenážní podmok převedenou vodou) aplikována. Mohou však nastat aplikace opatření, kdy převod řeší v plném rozsahu pouze zájmy ŽP – např. stabilizace funkce mokřadu, hydrofilních společenstev apod.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Opatření předpokládá realizovat podrobný průzkum vhodnosti podmínek infiltrace drenážních vod z hlediska množství, jakosti i z hlediska způsobu využití pozemků v místě infiltrace. Při realizaci jsou upravovány a doplňovány nové stavební objekty do původního odvodňovacího systému. Je budováno převáděcí zařízení (trubní či příkopové) a je přizpůsobena infiltrační oblast (využití stávajících objektů nebo budování nových).

K nákladům na vzdouvací prvek (cena podle použitého typu a konstrukčního řešení) je třeba přičíst náklady na zemní práce pro jeho instalaci, případně na vybudování nového transferového potrubí:

- hloubení rýh 50 – 80 Kč/bm;
- zásyp se zhutněním cca 90 Kč/m<sup>3</sup> resp. cca 40 Kč/bm;
- potrubí flexibilní D 65: 17 Kč/bm;
- kladení potrubí cca 13 - 15 Kč/bm.

### Nároky na údržbu

Náklady zahrnují provádění pravidelných prohlídek objektů, údržbu, případně řízení manipulace.

### Podklady pro návrh opatření:

Základní vstupní podklady pro návrh opatření:



- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

**Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:**

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodňených trubkovou drenáží;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).

**Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:**

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

**Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:**

- situační a výškové parametry řešení převodu;
- vodnost zdrojové drenážní skupiny a vodní režim stanoviště pro infiltraci/závlahu;
- kapacita transportního potrubí, řešení převodu přebytků vod;
- hydraulické parametry zasakovacích drénů, drenážní rýhy a obsypů.

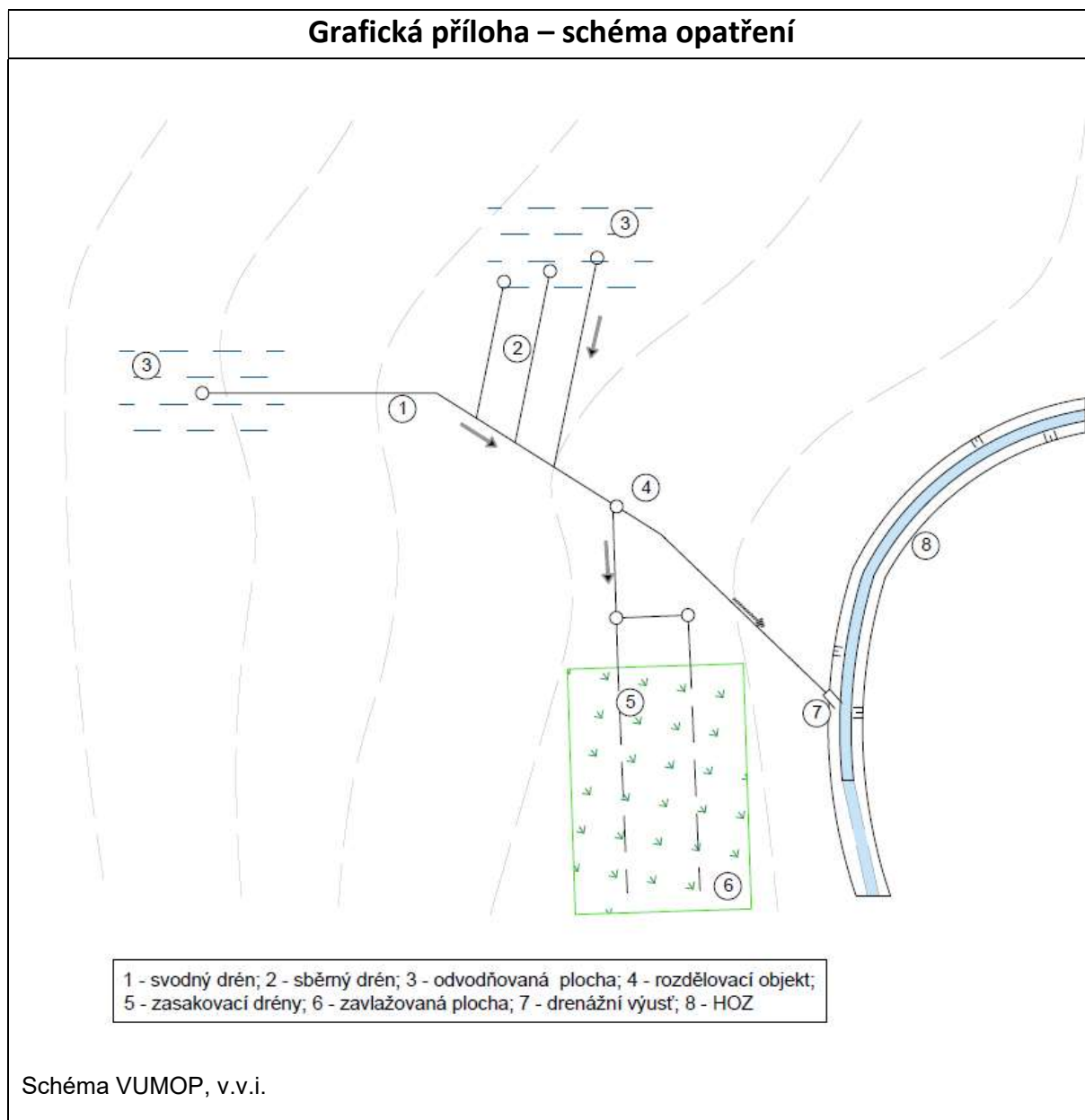
**Další potřebné parametry a údaje:**

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

**Doporučený (předpokládaný) nositel opatření**

- Hospodařící subjekt, vlastník pozemku

### Grafická příloha – schéma opatření



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D14</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Regulace na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení</b>

## Popis opatření

Tradiční odvodňovací systémy na zemědělských půdách byly nejčastěji navrhovány jako jednoúčelové, tedy pouze k odvádění přebytků vod z pozemku. Se zvyšujícím se výskytem hydrologických extrémů, tedy nejen povodní, ale i sucha, může být tato funkce v některých obdobích vnímána jako kontraproduktivní a nežádoucí. V malé míře byly historicky navrhovány systémy dvojfunkční, tedy takové, které umožňovaly jediným vodním dílem realizovat na pozemku odvodnění i závlahu. Závlaha bylo docilováno přeronom, výtopou nebo podmokem (např. Petersonova drenáž, 1860) - a u podmoku se rozlišovaly dva návrhové stavy, na které se objekty dimenzovaly: zvyšování HPV a její udržování na požadované úrovni. Neméně důležitým aspektem uplatnění regulace systémů odvodnění je zlepšení jakosti odtékajících vod. Pokud je pozemek odvodněn drenáží, zvyšuje se na jedné straně intenzita promývání půdního profilu a tím i látkové odnosy formou drenážního odtoku, zvyšuje se také mineralizace půdní organické hmoty a vyplavování živin i jiných látek.

Regulací úrovně HPV (pomocí regulačních prvků na sběrných nebo svodných drénech) v odvodněné ploše je dosaženo zvětšení míry nasycenosti půdního profilu vodou v zóně aerace resp. zvýšení mocnosti půdního profilu v zóně saturace (pod úrovní HPV) s efekty zvýšení účinnosti samočisticích procesů a odčerpávání živin kořeny rostlin a tam, kde je to žádoucí a možné, současně s posílením dotace zásob podzemní vody pod úrovní uložení drénů. V nejnižší části plochy odvodnění se může uplatnit regulace, realizovaná na drenážní výusti či na výustním objektu (v případě zaústění do zatrubněného HOZ).

Kvantifikovat půdně- retenční případně půdně- akumulární prostory vzniklé uplatněním regulace HPV je možné následujícími postupy:

- dynamickým výpočtem vlivu regulačního prvku na tvar depresní křivky pomocí modifikovaného drenážního kalkulátoru (na adrese <http://www.hydromeliorace.cz/sw/regulace/> pro ustálené, neustálené i tranzientní proudění vody do drenáže)
- vyjádřením intenzity kapilárního zdvihu z HPV využitím empirických nástrojů (popsaných v další samostatné části) nebo uplatněním Darcy-Buckinghamovy teorie nenasyčeného proudění
- vyjádřením zvýšení intenzity infiltrace vody pod úroveň uložení drénů a rozlivem vně hranic dosahu regulace způsobeným zvýšením úrovně HPV (aplikace Darcyho teorie nasyceného proudění).

V zásadě rozlišujeme několik typů konstrukčních řešení, plnicích účel regulace drenážního odtoku (úrovně HPV a následně úpravy vodního režimu a vlhkosti pozemku) – viz TNV 75 4221:

- drenáž s regulovaným odtokem (regulace na úrovni svodných drénů);
- podzemní retardace odtoku v síti sběrných drénů;
- regulační drenáž a další technická řešení.

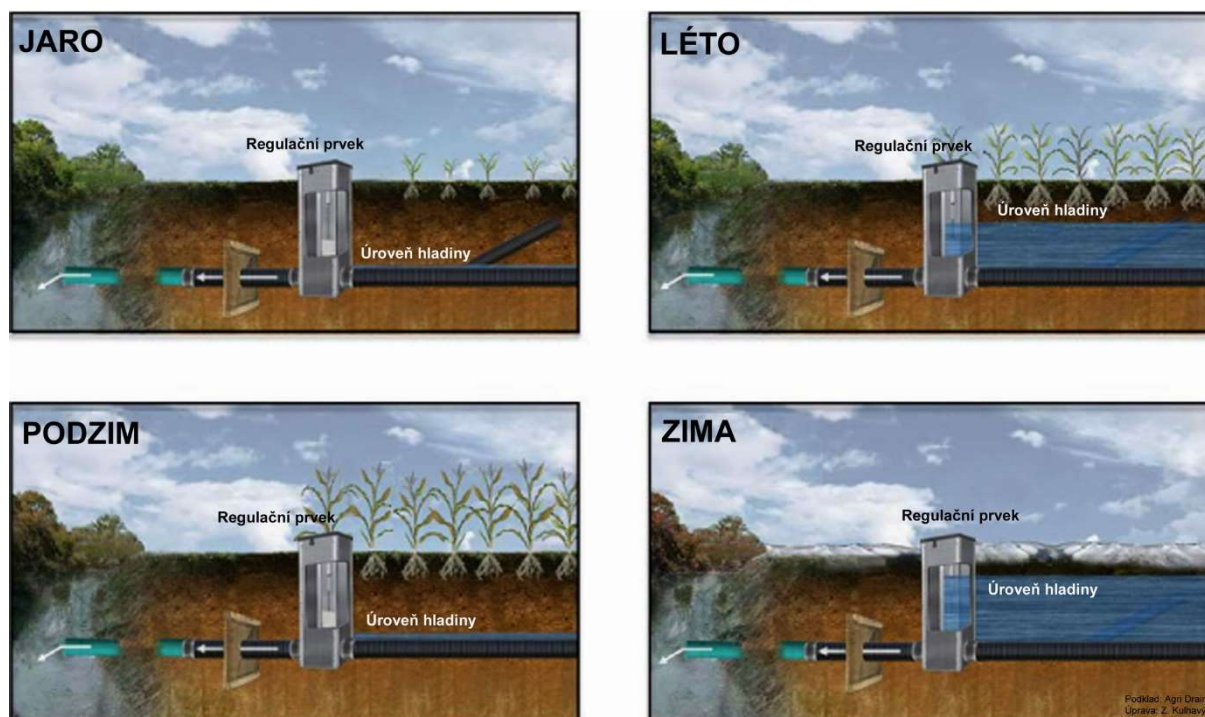
Principem funkce zařízení je vzduť vody regulačním prvkem a omezení drenážního odtoku (s výjimkou vodnějších období, kdy přítok drenážní vody převyšuje schopnost infiltrace vody z drénů do půdního

profilu a kdy dochází k přetoku přes přelivnou hranu regulačního prvku). V optimálním případě mají regulační prvky tuto přelivnou hranu volitelně nastavitelnou. Vyšší efekt se uplatní v nížině, v širokém rovinném území říční nivy nebo tam, kde je dosah regulace dostatečný (v řádu desítek metrů ve směru drénu resp. desítek arů a více při plošném vyjádření). Řešení regulačních prvků je z hlediska jejich ovládání ruční nebo automatické. Výška nastavení a manipulace vzdouvání hladiny vody je závislá na kultuře pozemku, na pěstované plodině a půdních vlastnostech.

Dle způsobu instalace prvků regulace drenážního odtoku lze rozlišit:

- drenážní regulaci v otevřených šachticích;
- drenážní regulaci s regulačními prvky umístěnými pod povrchem terénu (např. systém PRO – viz grafická příloha dále).

Regulace vody může být z pohledu režimu manipulace krátkodobá, dlouhodobá/trvalá nebo pulsní. Vzdouvat vodu lze také jen sezónně, tj. v zimním nebo podzimním období (často na vyšší úroveň), pak je nutno režim koordinovat s plánovanými termíny agrotechnických prací – viz Obr. 1. Pokud je zdrojem vody pouze voda, sbíraná na odvodněném pozemku, nemusí být požadavek závlahové funkce opatření vždy dosažen z důvodu dostatečnosti přítoku drenážních vod do místa regulace co do objemů i co do termínů.



**Obr. 1** Koncept manipulace s regulačním prvkem pro celosezónní řízení optimální úrovně HPV; schéma Z. Kulhavý.

Pokud je žádoucí umožnit regulaci odtoku vod z drenážního systému v místě jeho vyústění do recipientu, je třeba regulační objekt přizpůsobit specifickým podmínkám jeho umístění, zejména s ohledem na průchod velkých vod recipientem a zpětné ovlivnění drenážního systému. Hlavní předností sdružení vyústění drenážního systému s regulačním objektem je minimalizace počtu objektů z provozních hledisek (přístupnost, pravidelnost kontroly, snadnost údržby, oprav) a to zejména tam, kde nejsou v ploše vybudovány kontrolní šachtice.

Jedná-li se o intenzivně zemědělsky využívané pozemky, je podmínkou řízení režimu odtoku drenážních vod vhodná manipulace s regulačním prvkem, nebo větší hloubka přelivných hran pod úrovní terénu (v závislosti na půdním druhu a intenzitě kapilárního vztlínání z regulované HPV), jinak může docházet k přemokření pozemků a snížení dopravní obslužnosti.

Regulace drenážního odtoku se také projevuje ochranou jakosti povrchových vod snižováním emisí dvěma mechanismy: omezením odtoku drenážních vod a snižováním znečištění jejich déletrvajícím zadržením v půdě. Efekty se uplatní:

a) V závislosti na podílu plochy vymezené dosahem regulace k celkové ploše ovlivněné drenážní skupiny (tzv. **index dosahu regulace**), což je dáno sklonitostí území resp. drénů a charakterem modernizace stavby. Ve sklonitém území je pro dosažení vyšší hodnoty tohoto indexu na stávajících stavbách odvodnění potřeba instalovat složitější regulační systém (např. vyšší počet regulačních prvků, zpravidla podzemních, neomezujících provoz na povrchu). V rovinném území je dosažení vyšších hodnot indexu sice snazší, omezující však bývá zabezpečení zdroje vody, zejména pokud je současným cílem realizovat závlahu a podchyceny jsou pouze srážky spadlé na odvodněnou plochu a zpravidla jen doplňkově průsaky alochtonních vod.

b) V souvislosti s charakteristikami půdního prostředí, které je ovlivněno intenzitou souvisejících samočisticích procesů v půdě a zemědělským managementem, tj. použitou agrotechnikou, pěstovanými plodinami a vstupy živin.

Ztráty živin prostřednictvím drenážního odtoku jsou pro zemědělce ekonomickou ztrátou.

Tento typ opatření může naplňovat dva aspekty cílů, často protichůdné: **zemědělský**, tj. realizovat zdroj vody pro závlahu (převod a její akumulaci ve vodní nádrži, případně přímo závlahu drenážním podmokem) nebo snižovat potřebu závlahové vody na produkčním půdním bloku (zvýšením akumulace vody přímo v půdě a omezením neproduktivního odvádění podzemních vod z pozemku), nebo cíle **environmentální**, zvyšující biodiverzitu území nebo obecné principy snižování odtoku vody z území.

Zemědělský aspekt s cílem zlepšit nebo zajistit vláhovou bilanci pro pěstované plodiny (realizace závlahy) lze posuzovat například s využitím vodohospodářské bilance popsané v ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Týká se posouzení vlivu uplatnění regulace HPV na členy rovnice (1) normy:  $W_z$  – využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období (viz také Obr. 1),  $W_k$  – využitelné množství vztlínající podzemní vody (viz Tab. 1).

V těchto případech je vhodné posoudit zabezpečení zdrojů závlahové vody uplatněním regulace a to kromě výše zmíněné bilanční rovnice také zhodnocením objemu příspěvků drenážních vod, přiváděných z výše situovaných částí drenážního systému – viz index dosahu regulace. Závlahové množství je pak možné počítat s využitím kalkulačky vláhové potřeby plodin – viz <https://kalkulacka.vumop.cz/vlaha/>.



## Kritéria posouzení vhodnosti stanoviště

Toto opatření zahrnuje několik principiálně i konstrukčně odlišných typů regulačních objektů. Liší se proto i kritéria vhodnosti použití jednotlivých typů provedení hradítek (viz Popis opatření). Podrobněji o hydrologických, terénních a půdních podmínkách pojednává TNV 75 4221, případně Metodická příručka pro žadatele OPŽP (Kulhavý et al., 2013).

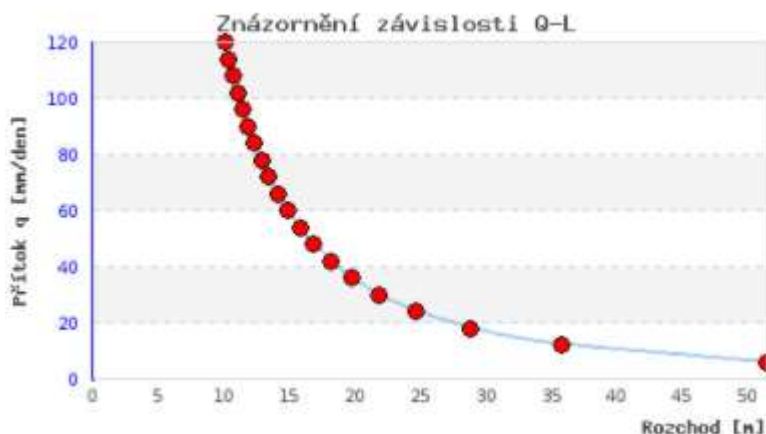
Rámcově bylo pro účely Státního pozemkového úřadu zpracováno v roce 2021 mapové dílo "Zpřesnění vrstvy potenciálních ploch vhodných k regulaci odtoku z odvodňovacích systémů v ČR". Tento dokument vznikl nad vrstvou evidence bývalé ZVHS (Zemědělské vodohospodářské společnosti) a poskytuje informace s tomu odpovídající polohovou přesností a podkladovou úplností. Vymezuje přitom oblasti ČR vhodné k úvahám o modernizaci stávajících tradičních staveb odvodnění.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření je vhodné kombinovat s dalšími typy:

- P03 Vsakovací průleh, P11 Zatravnění údolnice nebo P12 Zatravněný pás, která zvýší dotaci drenážních vod s následným vyšším potenciálem regulace. Infiltrační schopnost všech výše uvedených opatření se zvyšuje existencí drenážního prvku pod opatřením;
- D01 Regulace odtoku z pramenních jímek zlepšuje využití drenážních vod a lépe využívá plochy pozemku k posílení akumulace půdní vody. Zároveň se tak dosahuje vyrovnání odtoku podzemní vody následně zachycené níže ležícím drenážním systémem s regulací – zmírňování dopadů suchých epizod (zvýšení využitelnosti vod, případně dosažení efektu ředění méně jakostních vod půdními vodami původem z pramenní jímky);
- D12 Regulace na úrovni HOZ nebo D11 Převody na úrovni HOZ mohou působit jako poslední stupeň regulace odtoku z pozemku;
- D13 Převody drenážních vod na úrovni POZ zlepšují využitelnost drenážních vod v případě, kdy je překročen infiltrační potenciál konkrétního stanoviště a zachycenou vodu lze takto transportovat do míst s vyšším potenciálem infiltrace (do sušších partií pozemku apod.);
- K01 Zatravnění infiltrační oblasti, kdy opatření působí obdobně jako radikálnější typy opatření (D03, D05, D06, D07 nebo D04), přitom je zachována možnost oboustranného řízení režimu odtoku vod.

V případě, že je nadále pozemek zemědělsky využíván a není žádoucí uvažovat o plném odstranění drénů, je možné zvážit zdvojnásobení rozchodu sběrných drénů omezením funkce každého "ob drénu", což se projeví snížením intenzity odvodnění – viz následující graf platný pro ustálené proudění (graf generovaný kalkulátorem <https://hydromeliorace.vumop.cz/>). Realizace se provádí uplatněním jednoho z opatření D05 (lokální eliminace drénu), D06 (odkrytí drénu a jeho úplné odstranění), D07 (přerušené úseky drenážního potrubí – např. s použitím záslepek apod.).



**Obr. 2** Příklad snížení drenážního odtoku vlivem zdvojnásobení rozchodu sběrných drénů

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- změna vodního režimu odvodněného pozemku (oboustranná regulace při zachování odvodňovací funkce pro podporu zemědělské produkce na pozemku);
- celkové snížení drenážního odtoku, jeho zpomalení a posílení složky akumulace vody v půdním profilu;
- snížení zátěže povrchových vod znečištěnými vodami drenážními (zadržením a využitím živin, aktivací anebo intenzifikací denitrifikačních a dalších procesů);
- zvýšení intenzity samočisticích procesů v půdním profilu;
- ve vhodných stanovištních podmínkách docílení efektu podzemní závlahy drenážním podmokem pro pěstované plodiny, zvýšení územního výparu;
- zlepšení motivace vlastníka/uživatele pozemku pro zajištění pravidelné údržby meliorační stavby (předchází tomu i snaha o získání a uchování projektové dokumentace, ověření funkčnosti stavby, lokalizace objektů, případně provedení oprav stavby).

### Negativní efekty

- investičně i provozně náročnější typ stavby (složitější objekty, údržba, opravy, potřeba kontrol a manipulace);
- celý proces zdržení drenážní vody je závislý na vydatnosti a časovém rozložení zdrojů drenážní vody (lze jej vylepšovat s využitím gravitačního principu převodu vod; princip dodávky vody s využitím čerpání /tj. dodávka cizích vod/ zde není uvažován);
- zvýšené riziko poruch regulačních objektů; zvýšené riziko zanášení nebo zarůstání drenážního potrubí kořeny.

### Role drenážní rýhy

Prakticky veškeré zemědělské odvodňovací drenážní systémy byly realizovány výkopovou technologií. Drenážní rýha proto může vytvářet riziko zvýšeného preferenčního proudění ve směru drénu, což může

jednak způsobit vyplavování jemných zemitých částic a jejich odnos drenážním odtokem, následně vytváření podzemních kaveren, případně může snižovat účinnost regulačního prvku obtokem půdní vody z místa vyššího do místa nižšího hydraulického potenciálu. K těmto jevům může docházet jak ve směru potrubí, tak mezi paralelními sběrnými drény, spadajícími do různých regulačních úrovní.

Preventivní opatření zahrnují posouzení aktuálního stavu drenážní rýhy<sup>1</sup>, způsob provedení instalace regulačního prvku<sup>2</sup> a zejména u lehčích druhů půdy vyžaduje předsazení úseku drénu bez perforace před/za místo osazení hradítka, případně vyvločkování části potrubí<sup>3</sup>. Z praxe realizovaných a provozovaných instalací regulačních systémů dosud nebyly procesy intenzivního obtoku regulačních prvků evidovány. Ke ztrátám vody z oblasti zvýšené regulované hladiny do oblasti odvodnění s nižší HPV přitom logicky dochází v závislosti na propustnosti půd – efekt dlouhodobého zvýšení hladiny adekvátně k výšce vzduť v celé ploše regulace však je opakovaně prokazován.

### Vliv na vodní režim

Uplatněním principu regulace se snižuje množství vod, odtékajících formou drenážního odtoku; přeskupují se přitom složky odtoku směrem ke zvýšení odtoku hypodermického a zvýšení perkolace do nižších zvodní. Prodlužuje se tak doba zdržení vody v půdním prostředí (i v celém povodí) za normálních a sušších period. Složka povrchového odtoku se může zvýšit jen mírně, v závislosti na velikosti regulace HPV a zvýšení vlhkosti povrchových vrstev půdy.

Ke kvantifikaci vlivu regulace je vhodné použít následující výpočtové nástroje:

- pro popis dynamiky vodního režimu pozemku se stávajícím tradičním odvodňovacím systémem slouží např. kalkulátor na adrese <https://hydromeliorace.vumop.cz>
- pro kvantifikaci vlivu regulace na snížení drenážního odtoku lze využít kalkulátor <http://www.hydromeliorace.cz/sw/regulace/>

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Projeví se jen nevýznamně, v závislosti na limitech zvýšení vlhkosti půdy, popsaných výše. Za běžného provozu se riziko vzniku vodní eroze nezvyšuje. Případné poruchy regulačních objektů nebo nevhodný návrh opatření mohou riziko vodní eroze (povrchové i nitropůdní) zvýšit.

kategorie vlivu	třída účinnosti / <sup>*</sup>
vodní režim	1 až 3
vodní eroze	5 (příp. 6 - negativní)

<sup>\*</sup> / klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

<sup>1</sup> U stávajících drenážních systémů stáří 30 let a více se zpravidla hydraulické vlastnosti drenážní rýhy blíží vlastnostem rostlého terénu (liniové zvýšení nasycené hydraulické vodivosti bývá pro tento účel zanedbatelné)

<sup>2</sup> Pozornost je třeba věnovat dostatečnému zhutnění výkopku vráceného do rýhy po instalaci nových konstrukčních prvků regulačního systému

<sup>3</sup> Příklad provedení je znázorněn na obrázku v Grafické příložené části. Tato instalace využívá půdního prostředí ke snížení sklonu čáry energie vody obtékající regulační prvek (viz také článek 7.6 v TNV 75 4221)

## Vliv na jakost vody

Jak je uvedeno výše: snížení zátěže povrchových vod znečištěnými vodami drenážními a zvýšení intenzity samočisticích procesů v půdním profilu.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

podmínky použití	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
rovina do 2% /**	3	2-3	1-2	3	2-3
sklon nad 9% /**	3-4	2-4	1-3	3-4	3

\*\*/ hodnoty jsou odvozeny z údajů, využívaných pro regulované odvodňovací systémy (viz TNV 75 4221) a z metodik pro ochranu zemědělské půdy před erozí

## Zemědělské přínosy

Zemědělské přínosy uplatnění regulace úrovně HPV popisuje v oblasti zvýšení dotace kořenového balu kapilárním vzlínáním vody tabulka Tab. 1 případně Příloha F (Využitelné množství vzlínající podzemní vody Wz) normy ČSN 75 0434, která uvádí hodnoty pro skupiny plodin, vegetační období a půdní druh.

Optimální úroveň HPV pro různé druhy pěstovaných plodin popisuje tabulka Tab. 2 a také již zmíněná Příloha F normy ČSN 75 0434.

Hodnoty optimálního specifického dávkového přítoku při aplikaci drenážní závlahy uvádí kapitola 8.2 normy ČSN 75 0434. Je třeba poznamenat, že se jedná o postup, vhodný pro návrh novostavby regulační drenáže. Pokud uplatňujeme modernizaci stávajícího tradičního odvodnění na princip závlahy drenážním podmokem, lze uvedený postup využít k posouzení stupně zabezpečení požadovaného závlahového množství, neboť se nebudou geometrické a některé konstrukční parametry stavby měnit.

## Ekologické přínosy

Zlepšuje se a diferencuje vodní režim odvodněných lokalit. Negativně může být vnímáno zachování a podpora zemědělství na pozemku (přestože regulace může být využita i k jiným než zemědělským účelům – zejména k podpoře zájmů vodního hospodářství).

**Tab. 1:** Orientační hodnoty kapilární výšky v cm a množství vzlínající vody v mm.d<sup>-1</sup> v různých půdách  
Zdroj: TNV 75 4221, Tabulka 4

Půdní druh	Zrnitost (mm)	Kapilární výška v cm při vzlínajícím množství (mm.d <sup>-1</sup> )						ψ (cm)	
		0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0		
Hrubý písek	2,0 – 0,6	62	51	43	37	29	24	100	
Střední písek	0,6 – 0,2	77	68	60	53	42	34	100	
Jemný písek	0,2-0,063	99	86	76	65	49	28	100	
Hrubý a střední silt	se střední náchylností ke zhutnění	<0,063	210	170	140	110	82	65	300

	s velkou náchylností	<0,0063	190	145	115	88	61	46	300
Jemný silt se střední náchylností		<0,0063	125	70	45	28	15	10	700
Jíl s velkou náchylností ke zhuštění		<0,002	65	36	24	15	29	6	700

Poznámka:  $\psi$  - odpovídá sacímu napětí na úrovni dolní hranice kořenové zóny

**Tab. 2:** Optimální hloubky hladin podzemní vody během vegetačního období  
Zdroj: TNV 75 4221, Tabulka 2

Kultura	Druh půdy											
	písčítá		hlinito-písčítá		písčito-hlinitá		hlinitá		jílovito-hlinitá		jílovitá	
	HPV	$\Delta H$	HPV	$\Delta H$	HPV	$\Delta H$	HPV	$\Delta H$	HPV	$\Delta H$	HPV	$\Delta H$
Obiloviny	0,80	-	0,85	0,50	1,10	0,60	1,00	0,50	0,95	0,40	0,90	-
Okopaniny (bez brambor)	0,70	-	0,80	0,50	0,90	0,60	0,90	0,50	0,90	0,40	0,90	-
Brambory	0,60	-	0,70	0,50	0,80	0,60	0,80	0,50	0,90	0,50	1,00	-
Jednoroční krmoviny	0,60	-	0,70	0,50	0,90	0,50	0,90	0,50	0,90	0,50	0,90	-
Jetel	0,70	-	0,80	0,50	1,00	0,60	1,00	0,50	0,90	0,50	0,90	-
Vojtěška	0,80	-	0,90	0,50	1,20	0,60	1,10	0,50	1,00	0,50	1,00	-
Trvalé travní porosty	0,40	-	0,50	0,30	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	0,20	0,60	-
Zelenina	0,60	-	0,70	0,40	0,90	0,50	0,90	0,50	0,80	0,40	0,90	-
Sady a vinice	0,70	-	0,90	0,50	1,20	0,60	1,10	0,50	1,00	0,50	1,00	-

Poznámky:

HPV - Hladina podzemní vody

$\Delta H$  - Výška regulace – tj. rozdíl piezometrických úrovní hladin před a za regulační šachtou (příčměž HPV má ležet uprostřed tohoto intervalu)

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Návrhem regulace vstupujeme do části stávajícího odvodňovacího systému. V první řadě je nutno dotčenou část systému zkontrolovat a opravit. Podmínkou pro snížení prvotních nákladů na pozemní průzkum je dostupnost původní projektové dokumentace, která umožní posoudit účelnost modernizace stavby a vytvořit koncepční návrh stavebního řešení modernizace. Pokud není projektová dokumentace aktuálně dostupná, zvyšují se náklady na její dohledání (v archívech, u vlastníků a uživatelů pozemků atd.). Následují náklady na ověření shody projektu s realizací – vhodné je uplatnit metody DPZ. Podrobnosti uvádí např. TNV 75 4922 Údržba odvodňovacích zařízení v Příloze C – Doporučený rozsah evidence ke stavbám odvodnění. V případech, kdy metody DPZ nelze využít, zvyšují se náklady na pozemní průzkum o částky související se zemními pracemi při odkrývání reprezentativních prvků drenážního systému. Tyto položky budou velmi variabilní pro jednotlivé případy.

Náklady souvisejí také s potřebou zpracování projektu modernizace stávající stavby včetně vodoprávního projednání a vypořádání zájmů majitelů dotčených pozemků (jsou zároveň majiteli odvodňovací stavby).



Návrh regulace spočívá v implantaci šachtic a regulačních prvků na svodný/sběrný drén/drenážní výust. Náklady na realizaci se liší podle typu regulačního prvku a podle počtu instalací. Zásadní je také stanovení manipulačních a provozních zásad řízení odtoku vody.

Počet šachtic a regulačních prvků, závisí na možnosti přítoku vody, sklonu terénu, sklonu nivelety svodného drénu, včetně sklonu sběrných drénů.

Náklad na zhotovení nové šachtice včetně regulačního prvku je možné odhadnout na 25–30 tisíc Kč (stavební materiál – skruže, výkopové práce). Osazení regulačního prvku do stávající šachtice na svodný drén je proto levnější, ne vždy vyhovuje umístění šachtice potřebě regulace hladiny. Návrh by však tuto existenci měl zvažovat. Osazení podzemního regulačního prvku na sběrný drén (bez nutnosti instalace nadzemní šachtice) náklady snižuje (náklady 5-10 tisíc Kč).

## Nároky na údržbu

Provozní podmínky se s existencí dvojfunkčního systému významně mění. Zvyšují se nároky na údržbu, kontrolu funkce (kontrolní prohlídky), případně na dodržení režimu manipulace. Zvyšuje se riziko zanášení drénů zemitým materiálem, unášeným v drenážní vodě a usazovaným před regulačním prvkem. Pokud jsou pozemky nadále zemědělsky využívány a regulace slouží i jako způsob závlahy, realizací stavby se naopak provozní náklady (ve srovnání s jinými typy závlah) výrazně snižují.

Rozsah udržovacích prohlídek s přihlédnutím ke specifikům víceúčelových systémů uvádí v kapitole 11 výše citovaná norma TNV 75 4922 Údržba odvodňovacích zařízení.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 4200 Hydromeliorace – Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním;
- ČSN 75 0434 Meliorace - Potřeba vody pro doplňkovou závlahu;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- TNV 75 4922 Údržba odvodňovacích zařízení;
- [Kulhavý](#) et al., 2013 („Pracovní postupy eliminace negativních funkcí odvodňovacích zařízení v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“).
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Rekonstrukce staveb odvodnění s uplatněním principu regulace drenážních odtoků“);
- Soukup a Kulhavý, 2000 („Způsoby regulace odtoku z odvodňovacích systémů“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;

- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

#### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- typ a způsob provedení regulačního objektu;
- výška regulace hladiny vody na regulačním objektu;
- počet a rozmístění regulačních objektů;
- dosah vzdutí regulačními objekty;
- průtočná kapacita regulačních objektů.

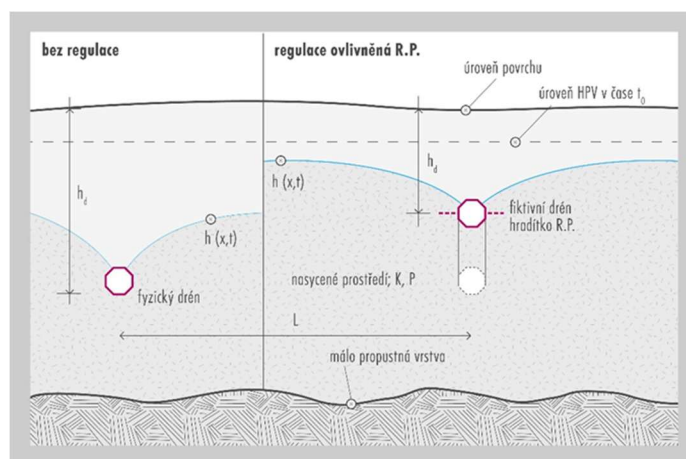
#### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

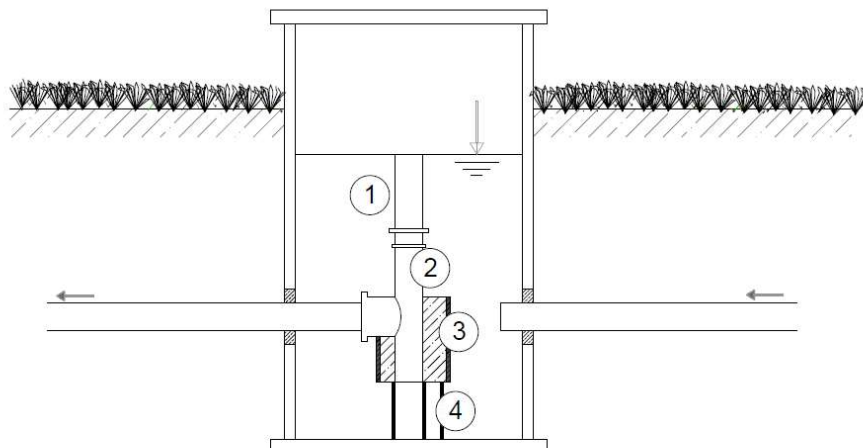
### Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Majitel/-é melioračního detailu (zpravidla vlastník/-ci pozemku) nebo hospodařící subjekt se souhlasem dotčených osob. V závislosti na uspořádání a topologii meliorační stavby bude soupis dotčených osob reprezentovat: vlastníky pozemků drenážní skupiny, které se týká úprava stavby případně vlastníky pozemků sousedních, pokud by regulace negativně ovlivnila vodní režimy jejich pozemků.

### Grafická příloha – schéma opatření

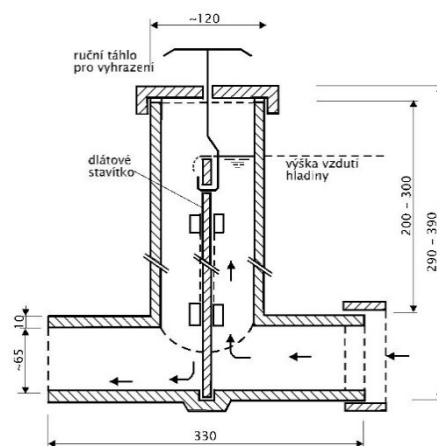


Princip modernizace stavby odvodnění doplněné o regulaci hladiny na regulačním prvku.



1 - svislý zásuvný trubkový nástavec se spodní záslepkou a bočním otvorem ;  
 2 - PVC T-kus; 3 - betonové stabilizační jádro prefabrikovaného regulačního prvku;  
 4 - rektifikační stojky

Příklady technických řešení regulačních prvků – instalace v šachtici.



Příklad - instalace podzemního prvku na sběrném drénu, tj. mimo drenážní šachtici

## Grafická příloha – fotodokumentace



Příklad instalace regulačního prvku v šachtici stávajícího drenážního systému zobrazující technické opatření před regulačním prvkem (výměna perforovaného potrubí za úsek potrubí bez perforace), které má za úkol snížit riziko intenzivního obtoku regulačního prvku a tvorbu půdní kaverny. (foto: M. Soukup)

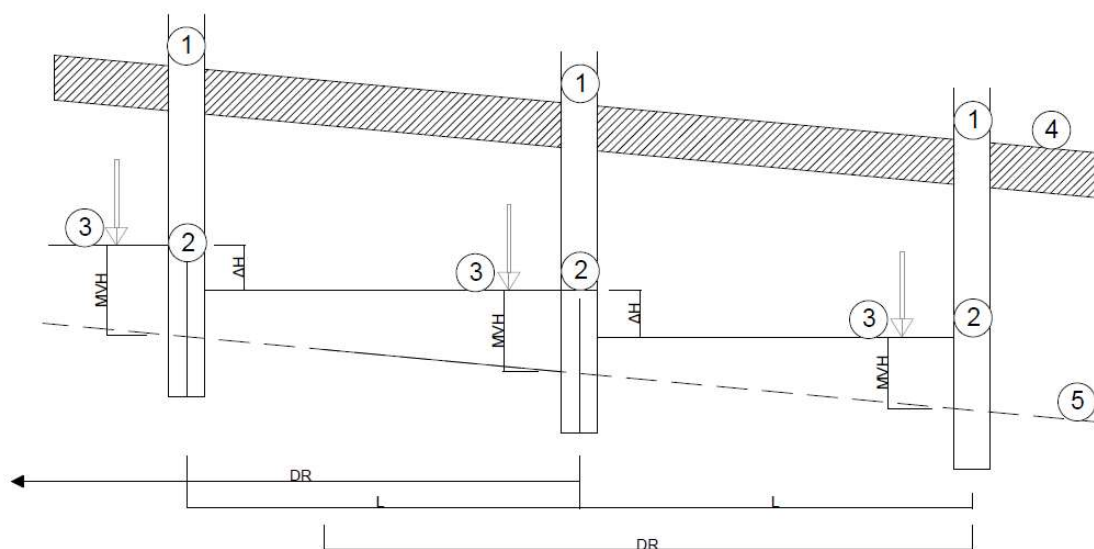


Konstrukční provedení a realizace prefabrikovaných prvků PRO podle technického návrhu VÚMOP



Příklad řešení regulačního prvku typu Water Gate fy. Agri Drain Corporation ([www.agridrain.com](http://www.agridrain.com))

### Schéma širších vazeb



1 - drenážní šachtice; 2 - regulační prvek; 3 - manipulovaná hladina vody; 4 - terén;  
 5 - osa drenážního potrubí; MVH - maximální výška hladiny v šachtici;  $\Delta H$  - diference regulovaných hladin; DR - dosah regulace; L - vzdálenost regulačních prvků



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>D15</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Zasakovací drén</b>

## Popis opatření

Ve vhodných stanovištních podmínkách lze jako alternativu k povrchové infiltraci vod využít infiltraci podpovrchovou, zprostředkovanou perforovaným potrubím, uloženým v drenážní rýze - drénem. Účinnost infiltrace lze podpořit vhodným obsypem, který zvyšuje obvod kontaktu zasakovacího drénu s rostlou zeminou a současně chrání drén proti nežádoucímu vplavování zemitých částic při zpětném proudění vody z půdy do drénu, resp. snižuje nepřijatelné hydraulické zatížení vtokové oblasti drénu.

K podpovrchové infiltraci dochází filtrací přivedené vody z drénů (často prostřednictvím filtračních obsypů drénu, zpravidla však pouze s využitím původního drenážního zásypu rýhy) do okolního prostředí. Tento proces je charakterizován radiálním, vertikálním a horizontálním prouděním vody v půdě a to v závislosti na aktuálních hydraulických poměrech. Při sestupném vertikálním proudění jsou dotovány zasakovanou vodou i podzemní zvodně.

Zasakovací drén lze budovat jako nový objekt, který ve všech ohledech vyhoví návrhovým hlediskům (požadované kapacitě), lze však ve vhodných případech využít i stávajícího drenážního systému. Alternativou je opatření D14, které předpokládá infiltraci z drénu do půdy regulaci úrovně vody v drénu hradítkem.

Předpokladem návrhu opatření je provedení hydrogeologického, hydrogeologického a melioračního průzkumu k prokázání účinnosti infiltrace (je-li hladina trvale hlouběji pod úrovní drénů, bude zpravidla opatření vyhovovat, neboť návrhové parametry drenážního systému respektovaly půdní druh a s ní související hydraulickou vodivost), vlivu infiltrovaných vod na nejbližší okolí (stavby, přírodní prostředí) a konstrukční řešení i aktuální stav drenážního systému (výskyt lokálních poruch, splaveninový režim drenážních vod, možnost instalace vzdouvacího objektu) atd. Tlakové poměry v infiltračních objektech se stanovují na základě filtračních vlastností půdy a sklonových poměrů. Vzhledem k eliminaci nežádoucích efektů vývěru vod na povrch pozemku se navrhuje objekty, které neumožní zvýšení hydraulických tlaků nad úroveň terénu v místě infiltrace (resp. nad přípustnou úroveň HPV pod terénem s ohledem na přemokření pozemku kapilárním vztláním z regulované HPV).

Pokud se infiltruje splaveninami neznečištěná drenážní voda, je riziko zanášení potrubí malé. Tlaková výška na vzdouvacím objektu respektuje spádové poměry drénu při zajištění dostatečné intenzity infiltrace; přebytky neinfiltrovaných vod jsou odváděny mimo oblast infiltrace. Regulační prvek zajišťuje nejen vzduť vody a její infiltraci, musí umožňovat pravidelné proplachování drenážního systému, případně vyhazování v delším vodním období.

K infiltraci může sloužit jednotlivý drén nebo soustava drénů, seskupená do infiltračního pole. Vedle novostavby je velmi efektivní zvažovat využití stávajícího nepotřebného drenážního systému. Konstrukční úpravy spočívají například v propojení konců sběrných drénů s rozvodem vody k infiltraci (mohou být instalovány napouštěcí objekty používané u regulační drenáže), v doplnění regulačních prvků (situovaných zpravidla do kontrolních šachtic svodných drénů) a vyřešení bezpečného odvedení přebytku vod. Systém může být doplněn měřením úrovní hladin (v drénech a v přilehlém půdním prostředí).

Prodloužení doby zdržení vody na pozemku vytváří lepší podmínky pro biologické dočištění drenážních vod. Provádí-li se infiltrace na zemědělsky využívaném pozemku, je podmínkou posouzení vlivu na provoz zemědělské mechanizace na povrchu (eliminovat riziko zamokření a s ním související snížení únosnosti s ohledem na půdní druh, svažitost atd.).

V přiměřené míře platí zásady a doporučení, popsána v listu D14 – Regulace na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení. Na rozdíl od D14 lze opatření navrhovat i jako samostatný objekt. Důsledně je třeba řešit situace s nadlimitním přítokem vod, které se již nestačí infiltrovat (bezpečnostní objekty a odtokové/obtokové cesty).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Opatření zpravidla nebude navrhováno samostatně, ale bude kombinováno s dalšími typy, které poskytnou a přivedou vodu pro zasakování:

- D14 Regulace na úrovni POZ řeší infiltraci v rámci vlastního návrhu, v případě potřeby zvýšit objem infiltrovaných vod, může být doplněno o zasakovací drény;
- D13 Převody drenážních vod na úrovni POZ řeší převod vody z místa jejího přebytku do vhodného místa pro její infiltraci (do sušších partií pozemku);
- P03 Vsakovací průleh, P11 Zatravnění údolnice nebo P12 Zatravněný pás – pokud budou tato opatření kombinována s vhodně situovaným zasakovacím drénem (umístěným přímo pod zatravněním nebo níže ve svahu), zvyšuje se intenzita povrchové infiltrace a současně se uplatňuje infiltrace podpovrchová;
- D01 Regulace odtoku z pramenních jímek v kombinaci s převodem přebytků vod do místa vhodných k další fázi podpovrchové infiltrace. S výhodou lze využít zbývající část drenážního systému, situovanou pod pramenní jímkou;
- K01 Zatravnění infiltrační oblasti, kdy opatření působí obdobně jako radikálnější typy opatření (D03, D04, D05, D06, D07), přitom je zachována možnost oboustranného řízení režimu odtoku vod.

## Efekty opatření

### Pozitivní efekty

- zvýšení intenzity infiltrace vod do půdního prostředí a do horizontů, nacházejících se pod úrovní uložení drénů;
- zvýšení retenčního a akumulačního potenciálu stanoviště, retardace odtoku, snížení kulminace drenážního odtoku;
- zvýšení intenzity samočisticích procesů v půdním profilu;
- změna vodního režimu pozemku (zvýšení vlhkosti půdy – lokálně se uplatňuje drenážní podmok);
- snížení zátěže povrchových vod znečištěnými vodami drenážními.

### Negativní efekty

- náročnější předrealizační průzkum, potřeba posouzení dopadů infiltrace na jakost podzemních zdrojů vod (zhodnocení potenciálu samočištění);
- investičně i provozně náročnější typ stavby (složitější objekty, údržba, opravy, potřeba kontrol a manipulace);
- celý proces zdržení drenážní vody je závislý na vydatnosti a časovém rozložení zdrojů drenážní vody (lze jej vylepšovat s využitím gravitačního principu převodu vod; princip dodávky vody s využitím čerpání /tj. dodávka cizích vod/ zde není uvažován);
- zvýšené riziko poruch regulačních objektů; zvýšené riziko zanášení nebo zarůstání drenážního potrubí kořeny a následně riziko vývěru přiváděných vod na povrch pozemku (následně soustředěný povrchový odtok, pokud není řešeno opatřením k převodu přebytků vod).

### Vliv na vodní režim

Uplatněním principu intenzivnější infiltrace drenážních vod se snižuje drenážní odtok; přeskupují se přitom složky odtoku směrem ke zvýšení odtoku hypodermického a zvýšení perkolace do nižších zvodní. Prodlužuje se tak doba zdržení vody v půdním/horninovém prostředí za normálních a sušších period. Složka povrchového odtoku se může zvýšit jen mírně, v závislosti na úrovni zvýšené HPV a zvýšení vlhkosti povrchových vrstev půdy.

Kvantifikovat vodohospodářský efekt opatření lze například pomocí kalkulátoru, dostupného na adrese <http://www.hydroameliorace.cz/sw/regulace/> (jeho prvotní uplatnění je cíleno na opatření D14).

### Vliv na vodní erozi a její důsledky

Projeví se jen nevýznamně, v závislosti na limitech vlhkosti půdy, popsaných výše. Za běžného provozu se riziko vzniku vodní eroze nezvyšuje. Případné poruchy regulačních, rozdělovacích nebo bezpečnostních objektů nebo nevhodný návrh opatření mohou riziko vodní eroze (povrchové i nitropůdní) zvýšit.

kategorie vlivu	třída účinnosti / <sup>*</sup>
vodní režim	1 až 3
vodní eroze	5 (příp. 6 - negativní)

<sup>\*</sup>/ klasifikace použita podle tříd, uvedených dále  
třída 6 – negativní účinnost opatření (tj. zhoršuje situaci)

### Vliv na jakost vody

Snížení zátěže povrchových vod vodami drenážními a zvýšení intenzity samočisticích procesů v půdním profilu.

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
--	-------	-------	---	----	-----------

třída účinnosti	2-4	2-4	1-2	1 / *	2-3
-----------------	-----	-----	-----	-------	-----

/ \* - účinnost je vysoká, přesto ji není žádoucí uplatňovat z hlediska zanášení objektu (a zvyšujících se nákladů na následnou údržbu – čištění)

### Ekologické přínosy

Zlepšuje se vodní režim lokalit určených k infiltraci, zvyšuje se biodiverzita. Zvyšuje se retence a akumulace vody v krajině. Přeskupují se složky odtoku směrem k základnímu podpovrchovému odtoku.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Je třeba rozlišovat:

- realizaci nového zasakovacího drénu nebo soustavy drenů – jejich účinnost bude řádově vyšší, neboť budou cíleně navrženy k požadované funkci; náklady stavby budou poměrně vyšší (snižují se použitím místních přírodních materiálů – objemových hydrologických filtrů atd.);

- využití stávajícího drenážního systému, který po většinu času umožní zasakování přiváděných vod (zemědělsky nepožadované funkce odvodnění se uplatní ve funkcích vodohospodářských) – vyžaduje vyšší náročnost průzkumu stávajícího drenážního systému, naopak náklady na stavební úpravy budou nižší (instalace přehrázek – regulačních objektů pro retardaci drenážních vod a zvýšení infiltrace);

Zásadní je také stanovení manipulačních a provozních zásad řízení odtoku vody. Bude-li zasakována podzemní voda, snižuje se riziko zanášení potrubí a drenážního obsypu sedimenty. Pro infiltraci povrchových vod je třeba zajistit její odpovídající vhodnost zejména z hlediska splavenin – např. předřazenými opatřeními P04, P12, P13 apod.

Počet šachtic a regulačních prvků, závisí na možnosti přítoku vody, sklonu terénu resp. sklonu nivelety drenů.

Finanční náročnost realizace opatření:

a/ u využití stávajícího vhodného drenážního systému úprava reprezentuje doplnění koncového regulačního prvku s funkcí bezpečnostního přelivu (500-5 000 Kč/drén dle provedení a náročnosti instalace); délka aktivní části infiltračního drénu se v závislosti na sklonu bude pohybovat 20-100 m;

b/ při budování nového drénu se cena bude pohybovat v částkách 400-1 000 Kč/m drénu v závislosti na použitém filtru s hydrologickou funkcí (objemový, textilní, z přírodních materiálů atd.).

### Nároky na údržbu

Provozní podmínky objektů pro podpovrchovou infiltraci jsou náročnější. I přes preferenci gravitačních přívodů vod k infiltraci jsou vyšší nároky na údržbu, kontrolu funkce, případně na dodržení režimu manipulace. Pokud jsou pozemky nadále zemědělsky využívány, tyto nároky se dále zvyšují.

Finanční náročnost zajištění provozu: zahrnuje náklady na pravidelnou obsluhu (kontrolu, manipulaci, čištění) a v případě zanesení filtru jeho výměnu (předpokládá se při dobrém návrhu a provozu po cca 10 letech provozu a déle).

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN CEN/TR 12 566 – 2 (75 6404) Malé čistírny odpadních vod do 50 EO – část 2 Zemní infiltrační systémy;
- TNV 75 4221 Regulace a retardace odtoku na zemědělských pozemcích odvodněných trubkovou drenáží;
- [Kulhavý](#) a Kulhavý, 2008 („Navrhování hydromelioračních staveb“);
- [Kulhavý](#) et al., 2015 („Opatření k posílení infiltračních procesů v krajině“);
- Soukup a Hrádek, 1999 („Optimální regulace povrchového odtoku z povodí“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- typ a způsob provedení regulačního objektu a způsob převádění přebytků vod;
- výška regulace hladiny vody na regulačním objektu;
- počet a rozmístění regulačních objektů;
- dosah vzduť regulačními objekty;
- průtočná kapacita regulačních objektů.

### Další potřebné parametry a údaje:

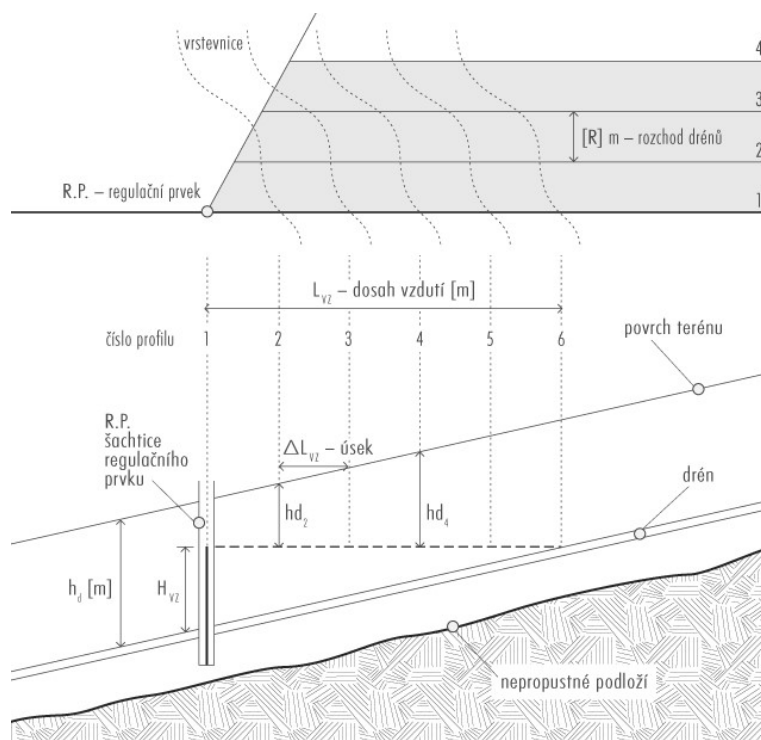
- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

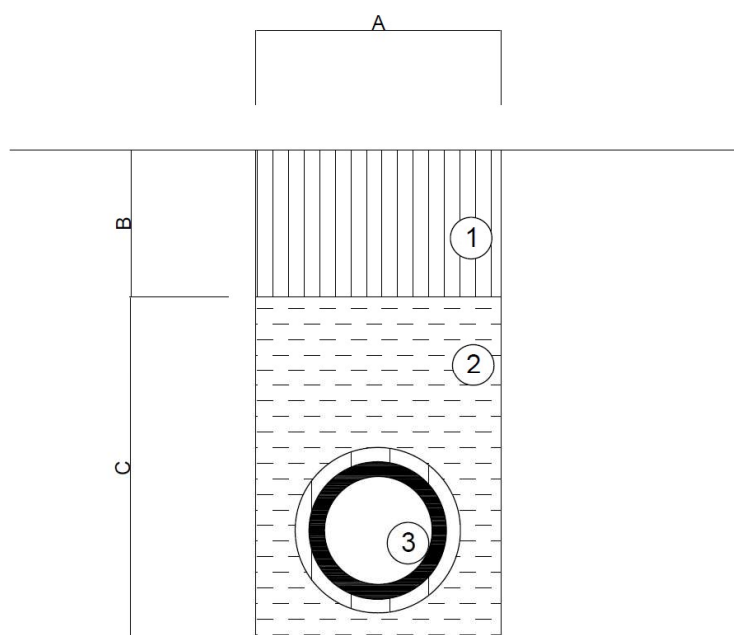


## Grafická příloha – schéma opatření



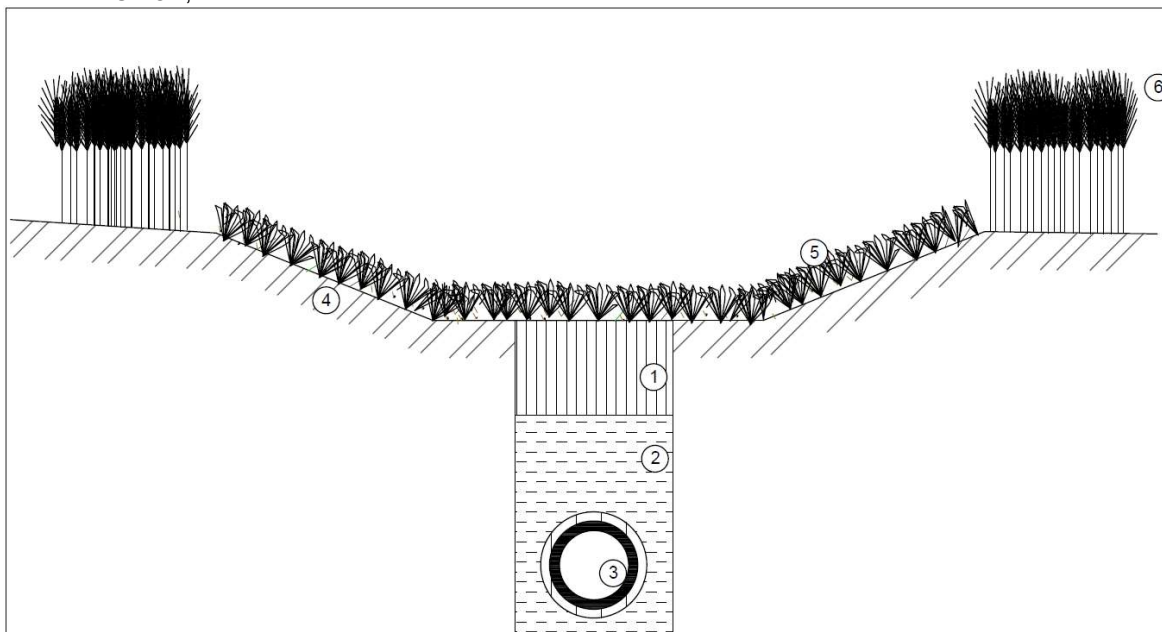
Geometrické schéma efektu retence vody v drenážním systému za účelem zvýšení infiltrace drenážní vody do půdy. Viz výpočtové schéma na adrese

<http://www.hydromeliorace.cz/sw/regulace/>



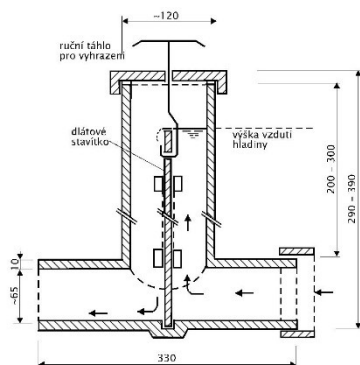
1 - krycí vsrtva filtru (drenážní rýha); 2 - objemový filtr (varianta); 3 - drenážní potrubí s geotextilií

Schéma VÚMOP, v.v.i.



1 - krycí vsrtva filtru (drenážní rýha); 2 - objemový filtr (varianta); 3 - drenážní potrubí s geotextilií;  
4 - terén; 5 - zatravněný průleh; 6 - zemědělsky obdělávané území

Schéma VÚMOP, v.v.i.



Příklady technických řešení vzdouvacích - regulačních prvků (obrázek vlevo).

Řešení nalezne uplatnění jak pro modernizaci stávajících drenážních systémů, tak pro využití v novostavbě.

Příklad prefabrikovaného filtru drenážních trubek (obrázek vpravo) – řešení pro novostavby.

Schéma VÚMOP, v.v.i.

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>K01</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Zatrávnění infiltrační oblasti s návazností na odvodnění</b>

## Popis opatření

Zatrávnění orné a/nebo odvodněné půdy patří mezi preventivní opatření pro snížení vyplavování dusíku z půdy. Tato významná mimoprodukční funkce trvalého travního porostu (TTP) souvisí s jeho morfologickým utvářením (kompaktní drnová vrstva a hustý kořenový systém), které umožňuje účinně přijímat půdní dusík a akumulovat ho v rostlinné biomase (na rozdíl od polních plodin) téměř celoročně. Rovněž zastoupení půdních mikroorganismů a jejich aktivita, která je v půdách TTP s vysokým obsahem organické hmoty výrazně vyšší než v orné půdě, přispívá k retenci dusičnanů v půdě imobilizací a k jejich odbourání denitrifikací. Regulační ekosystémová funkce TTP umožní hnojení relativně vysokými dávkami dusíku bez negativního dopadu na kvalitu vod (do 200 kg/ha/rok). Kromě schopnosti redukovat dusičnanové znečištění má TTP další podpůrné a regulační ekosystémové funkce jako sekvestrace uhlíku, snížení eroze půdy a zvýšení retence vody v krajině, popř. snížení vyplavování pesticidů.

Pro zabezpečení funkčnosti zatrávnění jako opatření pro zlepšení jakosti a retence drenážních vod je nutno ho lokalizovat do správně vymezených lokalit, tzv. zdrojových oblastí. Zdrojové oblasti jsou části povodí, kde do povodí infiltrují srážky, které mohou být využity pro doplnění regionální zvodně. Z tohoto důvodu se také často pro tyto lokality používá termín „infiltrační“ oblast. Obecně se zdrojové oblasti nacházejí v horních partiích území (zejména tam, kde není povrchový odtok) poblíž rozvodnice, kde jsou také mělké a kamenité půdy s nízkou retencí pro vodu a velkou hodnotou nasycené hydraulické vodivosti, převážně vyšší než 1m/den). HPV zde leží často v dost velké hloubce a vlhkost nepřesahuje 50% celkové polní vodní kapacity. Pro vymezení těchto lokalit je v ČR k dispozici několik metodických podkladů (Janglová et al. 2003; Kvítek et al., 2008; Novák et al. 2012; Duffková et al. 2014).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Lze kombinovat prakticky s jakýmkoli opatřením na drenážní či povrchový odtok. Zatrávnění představuje vhodné opatření pro snížení plošného zemědělského znečištění, avšak z ekonomických a sociálních důvodů je vhodné ho využívat pouze v malých, přesně vymezených částech povodí, aby nedošlo k přílišnému omezení produkční funkce krajiny a k výrazným změnám ve struktuře výroby zemědělských podniků, zaměstnanosti v regionu a omezení plochy pro produkci potravin.

## Efekty opatření

### Vliv na vodní režim

Vliv zatrávnění zdrojové oblasti drenážního odvodnění má vliv na vodní bilanci ve smyslu zplošťování odtoků, tj. snižování maxim a mírné zvyšování minimálních odtoků, ve vazbě na management TTP.

## Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	3-4	3-4	2-3	3-4	1-2

## Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Obecně jednoznačně pozitivní - snížení eroze půdy. Infiltrační oblasti jako takové erozí ohroženy nejsou, ovšem mohou být zdrojnicí pro povrchový odtok, s důsledky eroze půdy ve středních a nižších partiích svažitých půdních bloků.

## Ekologické přínosy

Jednoznačně pozitivní; zvýšení biodiverzity, podpůrné a regulační ekosystémové funkce jako sekvestrace uhlíku, snížení eroze půdy, zlepšení mikroklimatu, snížení přesušování půdy (krajiny), zvýšení retence vody v půdě / krajině.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na management TTP jsou v ČR v průměru kolem 9 200 Kč / ha ročně (dotace v současnosti kolem 10 500 Kč / ha ročně).

## Nároky na údržbu

Sečení (2-3x ročně), popř. mulčování; pro stabilizaci výnosu je vhodné hnojení organickými hnojivy (i 300 kg N/ha/rok) bez rizika znečišťování vod.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- geologické a pedologické poměry;
- mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- [Zajíček et al., 2021](#) („Návrhy revitalizačních opatření na hlavních a přilehlých podrobných odvodňovacích zařízeních“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;

- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

#### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- Plocha [m<sup>2</sup>].

#### Další potřebné parametry a údaje:

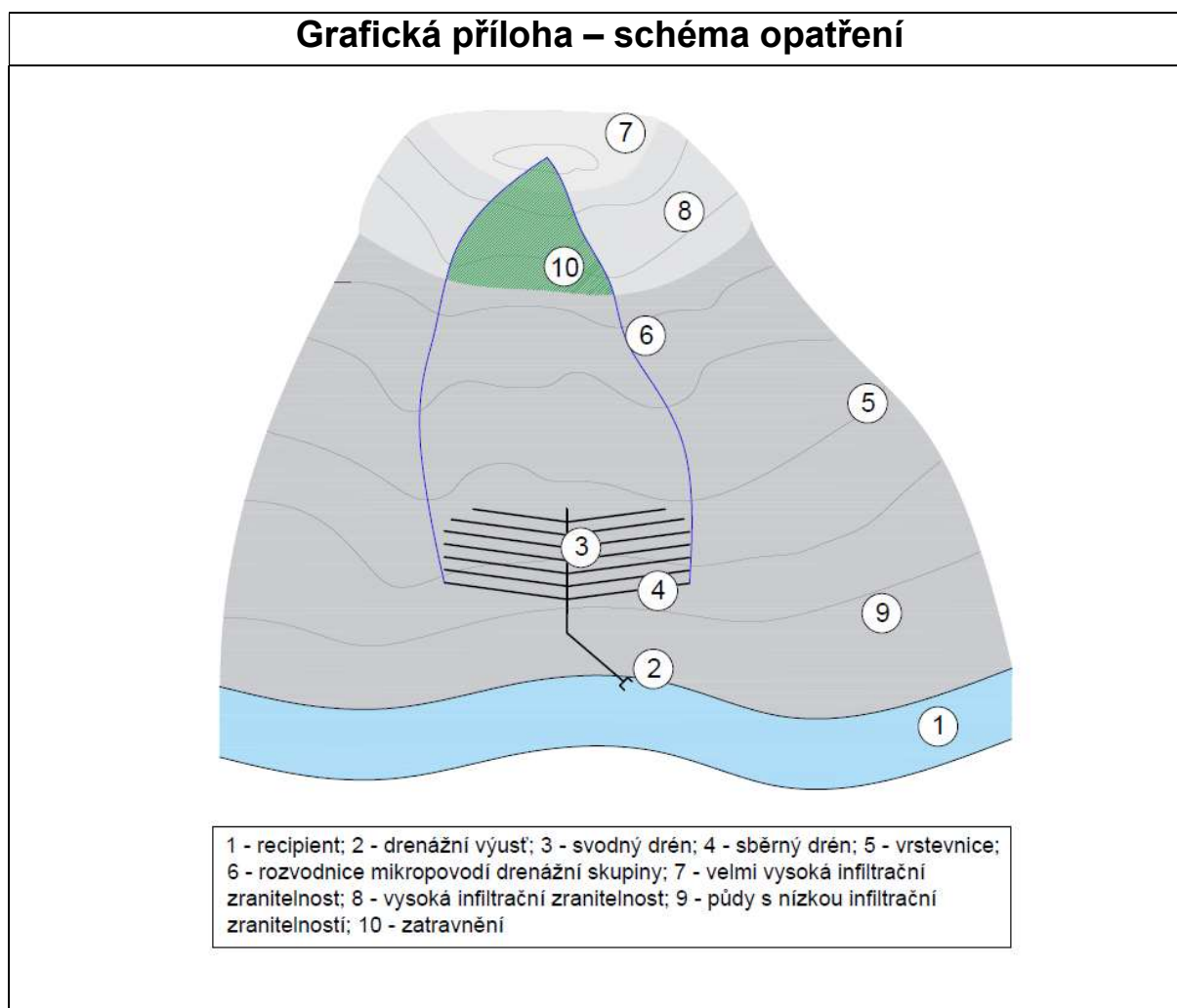
- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

#### Použitá literatura:

- Zajíček a Kvítek, 2013 („Vliv cíleného zatravnění infiltrační oblasti na koncentrace dusičnanů v drenážních vodách“).
- Zajíček et al., 2018 („How does Targeted Grassing of Arable Land Influence Drainage Water Quality and Farm Economic Indicators?“).

### DOPORUČENÝ (PŘEDPOKLÁDANÝ) NOSITEL OPATŘENÍ

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku





## Grafická příloha – fotodokumentace



Zatravněná část zdrojové (infiltrační) lokality – KÚ Dehtáře (foto: A. Zajíček)

ID OPATŘENÍ	K02
NÁZEV OPATŘENÍ:	<b>Mokřad v dolní části drenážního systému (či v návaznosti na něj) s předřazeným objektem pro zpomalení odtoku</b>

## Popis opatření

Intenzivní (technické, umělé) mokřady jsou účinnými opatřeními k omezení vyplavování zejména dusičnanů, ale i některých pesticidů ze zemědělsky intenzivně obhospodařovaných nebo odvodněných půd. Pro tyto účely jsou navrhovány intenzivní mokřady či jejich soustavy, kde mokřad pro odstraňování znečištění z drenážních vod je zpravidla horizontální, vertikální či kombinovaný; s povrchovým či podpovrchovým tokem. Retence či degradace dusíkatých látek ve vodním či půdním prostředí je přirozený proces, který probíhá s různou intenzitou za různých klimatických, půdních a hydrologických podmínek. Protože celkový N ve vodách zemědělsky využívaných povodí je průměrně tvořen z cca 95–98 % nitrátovým dusíkem, probíhá degradace převážně formou denitrifikace, zejména v anaerobních, ojediněle potom v aerobních podmínkách. Místa, kde dochází k denitrifikaci, jsou zejména epifytní biofilmy na ponořených částech mokřadní vegetace. Dusičnany jsou z vody odnímány také asimilací (příjmem rostlinami); dusík je takto vyřazován z odtokového procesu a převáděn do hromadící se organické hmoty mokřadu, která se jen pomalu rozkládá. Dále mokřadní prostředí částečně a různou mírou efektivity odbourává látky fosforu a pesticidy (viz níže). Mokřad musí mít dostatečnou plochu a musí zaručovat dostatečnou dobu zdržení vody, a to i v době zvýšených průtoků; je doporučováno minimálně cca 25-30 hodin. Za tímto účelem je vhodné před samotný mokřad navrhovat objekt pro dočasnou (v řádu dnů) akumulaci vyšších odtoků drenážních a/nebo povrchových vod ze zemědělské půdy a její postupné odtékání do mokřadu, či mokřadní pole vybavit přehrádkami pro zvýšení doby zdržení. Účinná plocha mokřadu vzhledem k ploše sběrného povodí; tzv. – Wetland Catchment Ratio (WCR) byla dříve doporučována 1-3 %; současné intenzivní podpovrchové CWs jsou doporučovány z hlediska plochy kolem 0,2–0,25 % k ploše subpovodí. Nezbytný je vhodný výběr lokality pro mokřad (přírodní, zemědělské, majetko-právní podmínky) jakož i zevrubná analýza zabezpečení zdrojů vod pro mokřad.

Dimenzování předřazeného objektu je třeba věnovat pozornost v souvislosti s kapacitou níže situovaných mokřadů a souvisejícího okolí, s použitím souvisejících norem a metodik. Akumulační objekt je doporučeno dimenzovat na odtoky s pravděpodobností výskytu do 20 let, vyšší odtoky je doporučeno bezpečně převádět.

Mokřad ve vazbě na stavby odvodnění je možné situovat podle možností a podmínek okolí, buď přímo na stavbě odvodnění (přerušením, otevřením svodného drénu, resp. jeho nahrazením) či v bezprostřední návaznosti na drenážní výúst, tj. přímo na zemědělské půdě. Další možnost je mokřad (resp. sdružený objekt retenčního mokřadu) umístit mimo zemědělskou půdu, hydrologicky pod předmětnou stavbu odvodnění, pokud to lokální přírodní a uživatelské podmínky umožňují. Nejčastěji se bude v tomto případě jednat o druh pozemku ostatní plocha. Tato druhá varianta řešení prakticky nezasahuje do zemědělského využití předmětné odvodněné zemědělské půdy a stavby odvodnění. Podrobně se navrhování umělých mokřadů ve vazbě na stavby odvodnění věnuje Metodika Fučík et al. (2021); problematiku substrátů zpracovala Metodika Antoš et al. (2021).

## Kombinace s dalšími typy opatření

Kombinace s dalšími opatřeními souvisí s přírodními a zemědělskými podmínkami výše situovaného hydrologicky souvisejícího území. Je vhodné umisťovat mokřady, pokud se zde už nevytvořily přirozeně, do plochých údolních poloh a údolnic přiléhajících z vnější strany (ze strany přítoku svahových a drenážních vod) k vegetačním pobřežním pásům, pod zatravněné údolnice, a/nebo v návaznosti na HOZ. Takto situované mokřady mohou dále navazovat a (úplně či z části) čistit vodu ze sběrných liniových objektů (příkopy, průlehy); tj. opatření pro řešení povrchového odtoku.

- P01-P04 (Záchytný – odváděcí příkop, Svodný příkop, Retenční (vsakovací) průleh, Svodný průleh)
- P11 Zatravnění údolnice; P12 Zatravněný pás
- D02 Odkrytí zatrubněných HOZ
- D11 Převody vod na úrovni HOZ

## Efekty opatření

Průměrná účinnost mokřadu pro odstranění dusičnanového dusíku z drenážních vod se pohybuje kolem 65-75%; resp. 450 – 1 885 kg N/ha/rok, (Vymazal, 2020). Další studie uvádějí, že průměrné zadržení fosforu v mokřadech, které byly navrženy speciálně pro odstranění živin z drenážních vod, činilo 48 kg P·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>. Zároveň uvádějí, že potenciál těchto mokřadů je podstatně vyšší, až 100 kg P·ha<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>. Zadržení fosforu je ovlivněno celou řadou faktorů, jako je forma fosforu v drenážní vodě, složení půdního substrátu v umělém mokřadu, vysázená vegetace a způsob jejího obhospodařování, sklizení nadzemní biomasy, aj.

Uměle vybudované mokřady v návaznosti na systémy odvodnění mohou sloužit jako účinný prvek v odstraňování také pesticidů z těchto vod, pokud jsou dobře navrženy a vybudovány, m.j. vč. vhodného substrátu a čištění vyšších drenážních odtoků, během kterých je řada těchto látek drenážemi vyplavována ve zvýšených koncentracích, což platí i pro fosfor (Destandau et al., 2013, Zajíček a Fučík, 2018, Tournebize et al., 2017). Intenzita dekompozice pesticidů v mokřadech je velmi proměnlivá; nejvyšší účinnost umělých mokřadů je zjišťována pro pesticidy skupin organochlorové, strobiluriny, organofosfátové a pyrethroidy; nižší potom pro pesticidy skupin triazinů, kyseliny aryloxyalkanoické a kyseliny močové. Odbourání pesticidů obecně pozitivně souvisí s hodnotou Koc té které látky (Koc - půdní adsorpční koeficient, který informuje o schopnosti dané látky vázat se k organické složce půdy), poločasem rozpadu látky ve vodní fázi a dobou zdržení vody v mokřadu, Stehle et al. (2011), Vymazal et al. (2015), Tournebize et al. (2017). V ČR byla v provozních podmínkách v polním experimentálním horizontálním mokřadu s podpovrchovým tokem a substrátem v podobě směsi stažené štěpky břízy a štěrku (1:10), osázený rákosem (*Phalaris arundinacea*) a zblochanem (*Glyceria maxima*) zjištěna účinnost pro Metazachlor (Koc 54; mobilní, DT50 8,6) 70–99% řízeně aplikované mateřské látky; během velmi nízkých průtoků při průměrné době zdržení vody cca 10 dní (Fučík et al., 2021).

Účinnost mokřadů z hlediska odbourání látek souvisí jednak s dobou zdržení vody, dále s typem vtoku a pohybu vody v mokřadu (vertikální, horizontální, volná hladina), použitým substrátem a vegetací. Dlouhé a úzké mokřady jsou hodnoceny jako obecně účinnější než krátké a široké.

### Vliv na vodní režim

Vliv na vodní režim odvodněné půdy souvisí s umístěním a charakterem mokřadu. Obecně dochází ke zpomalení odtoku drenážní vody (z celého subpovodí; ne z odvodněné půdy) díky jejímu zdržení v mokřadu a evapotranspiraci v mokřadu. Pokud je mokřad umístěn na odvodněné zemědělské půdě (v souladu s majetkoprávními a užitelskými vztahy), jedná se o zásah do stavby odvodnění a je třeba posuzovat možnou pravděpodobnost vzniku povrchového odtoku z výše ležících částí pozemku.

Varianta retenčního mokřadu mimo zemědělskou půdu ovlivňuje vodní režim nepřímo (druhotně); dochází ke zpomalení nižších až středních odtoků.

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

Níže uvedené účinnosti platí při dodržení požadovaných hodnot dob zdržení vody v umělém mokřadu.

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	2-3	2-3	1-2	3-4	2-3

### Vliv na povrchovou erozi a její důsledky

Jsou spíše zanedbatelné. Pokud je objekt umístěn na odvodněné zemědělské půdě, přicházejí v úvahu negativní důsledky ve smyslu zvýšení pravděpodobnosti povrchového odtoku vody z mokřadu, zejména při vyšších drenážních odtocích. V případě situování mokřadu do dolní části pozemku s možností výskytu povrchového odtoku z výše ležících částí pozemku, existuje riziko vnosu sedimentu do tělesa mokřadu.

### Ekologické přínosy

Ekologické přínosy různých typů mokřadů jsou převážně pozitivní; obecně zvyšují biodiverzitu, zlepšují mikroklima, napomáhají odbourávání živin a organických látek.

### Analýza realizačních nákladů opatření:

Realizační náklady retenčního mokřadu se v souvislosti s plochou celého objektu, dimenzováním a použitými materiály pohybují v rozmezí od 300 tis. Kč – 1,5 mil. Kč.

## Nároky na údržbu

Kontrola retenčního objektu i mokřadů z hlediska funkčnosti, zanášení a případných poruch, cca 1-2 x ročně. Ve vazbě na režim a vegetační obsádku mokřadu sklizeň biomasy (1x za 1-4 roky); případně se sklizeň neprovádí (či jen omezeně) a biomasa slouží jako zdroj organické hmoty v mokřadu.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- identifikace stavby odvodnění;
- hydrologické charakteristiky lokality (drenáže a souvisejícího subpovodí);
- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry; historické mapy atd.;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní normové a metodické předpisy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy;
- [Antoš a kol., 2021](#) („Substráty pro nízkonákladové systémy k čištění kontaminovaných průmyslových a zemědělských vod“);
- [Fučík a kol., 2021](#) („Navrhování umělých mokřadů v návaznosti na zemědělské odvodnění pro zlepšení jakosti vody“).

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- návrh řešení – uspořádání objektů, technický výkres, technická zpráva; DÚR;
- zejména – stanovení doby zdržení ve vazbě na přítok vody, objem objektů, substrát, rostliny.

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Hospodařící subjekt, vlastník pozemku, obec.



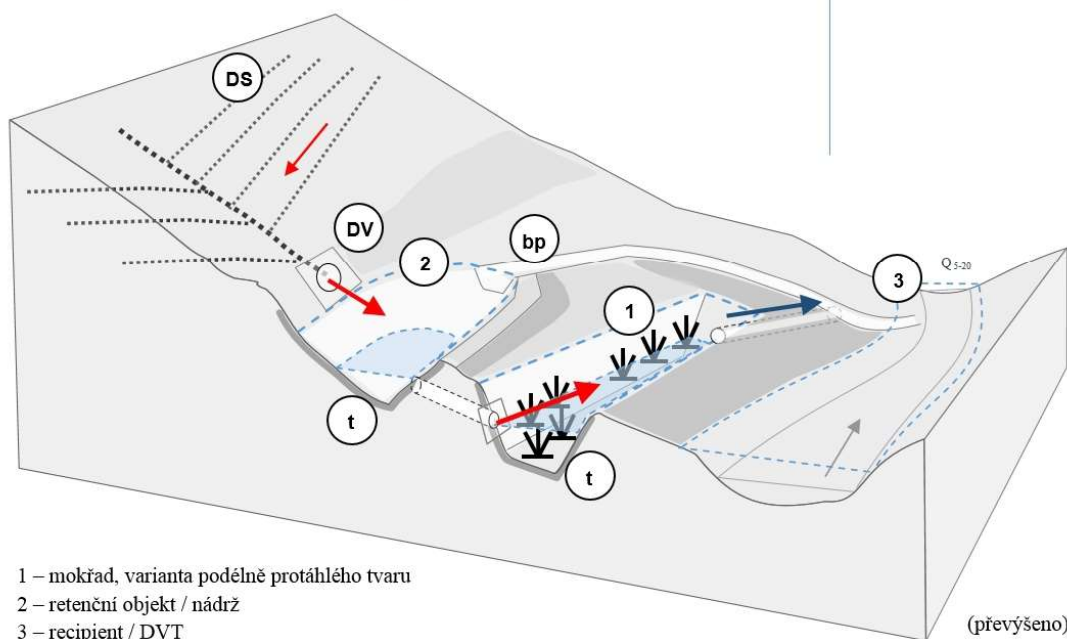
## Grafická příloha – schéma opatření

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

zdroj resp. oblast plošného znečištění

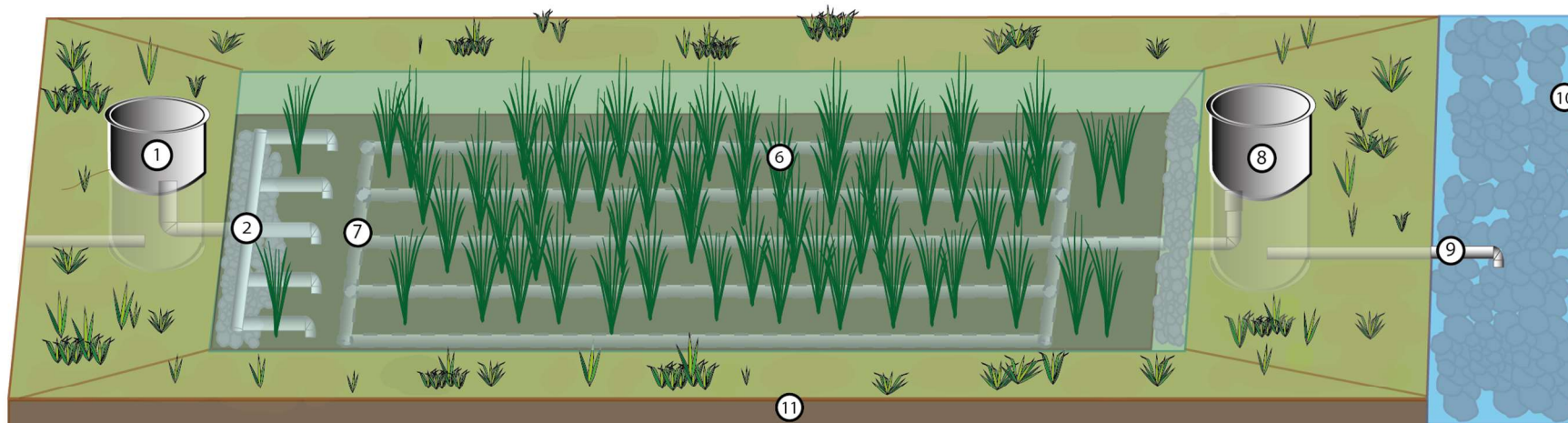
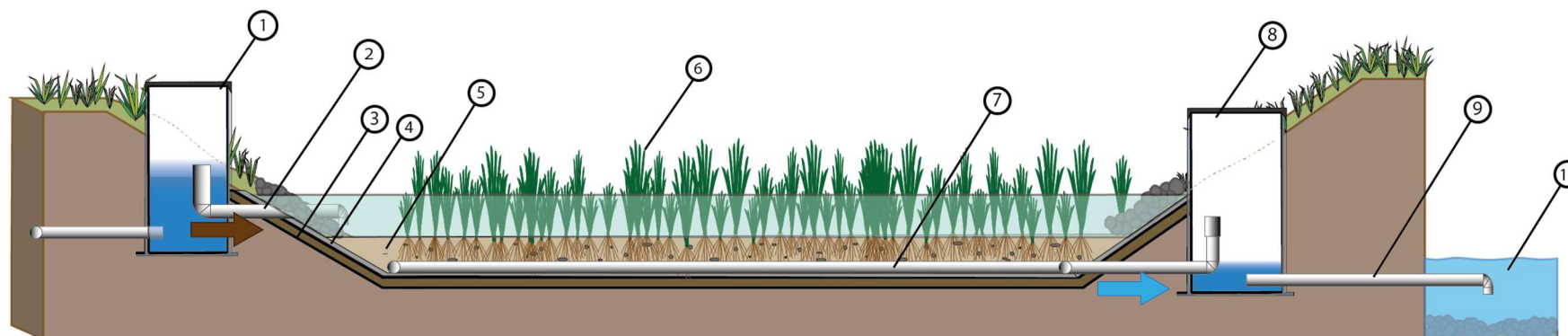
prostor pro opatření  
(s variantním prostorovým řešením)

recipient



- 1 – mokřad, varianta podélně protáhlého tvaru
- 2 – retenční objekt / nádrž
- 3 – recipient / DVT
- DV – drenážní výúst
- DS – drenážní skupina
- bp – bezpečnostní přepad
- t - těsnění

### Grafická příloha – schéma opatření



- 1 – distribuční šachta; 2 – přítokové potrubí; 3 – geotextilie; 4 – fólie; 5 – substrát; 6 – mokřadní vegetace; 7 – drenážní / distribuční potrubí; 8 – manipulační šachtičky; 9 – odtokové potrubí; 10 – recipient; 11 – okolí mokřadu chráněno zemním valem či průlehem

Schema: VÚMOP, v.v.i.



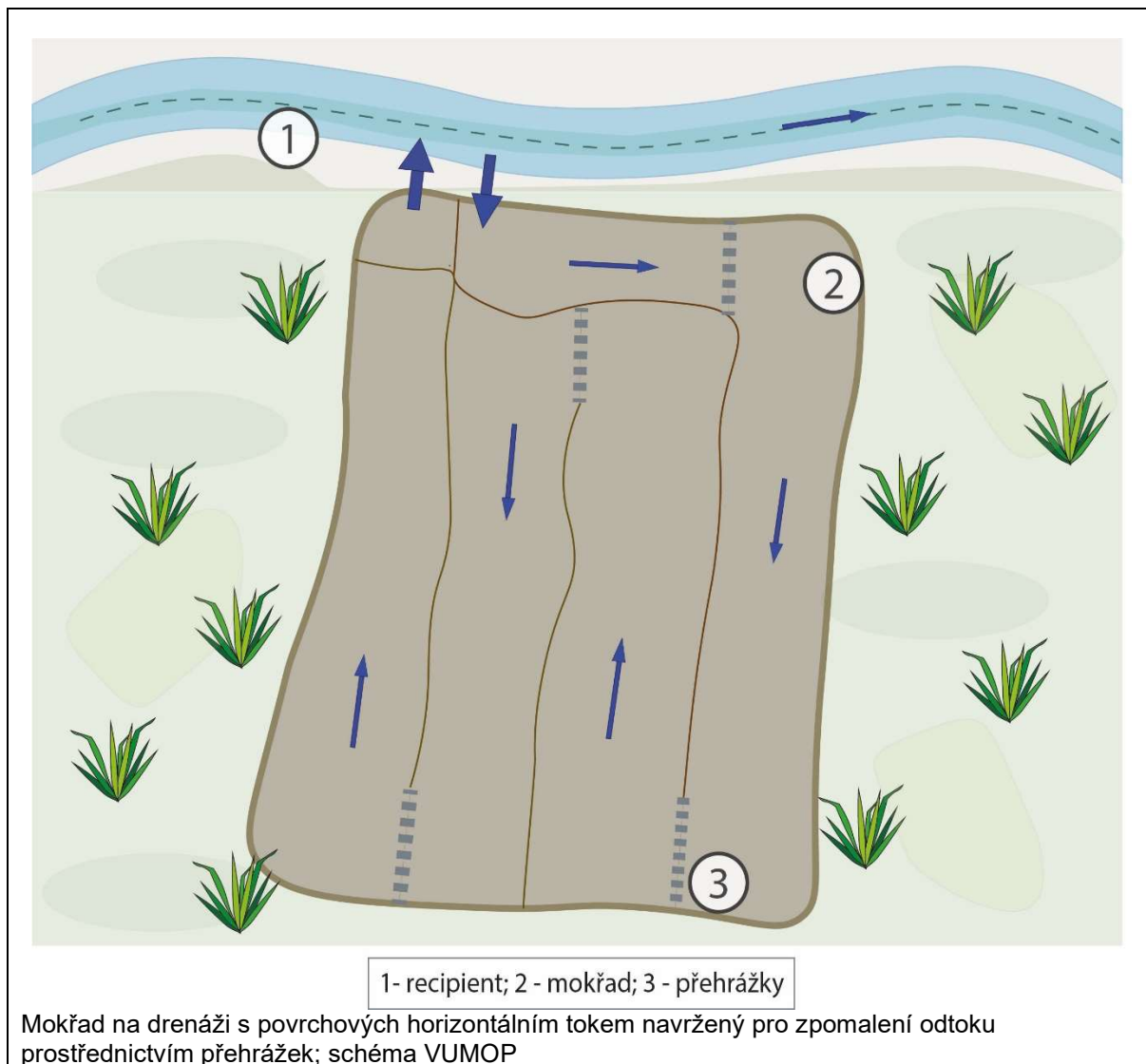
## Grafická příloha – fotodokumentace



Svodný drén v místě mokřadu byl řízeně přerušen; vtok vody z mokřadu zpět do drénu umožněn bezpečnostním přelivem (bílá vtoková roura); Foto: P. Fučík



Retenční experimentální mokřad s předřazeným akumulacním objektem. Foto: P. Fučík



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>E01</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Liniová zeleň</b>

## Popis opatření

Liniová zeleň doprovází liniové stavby a přírodní nebo umělé vodoteče i vodní nádrže. Jedná se o významný prostorotvorný prvek, ovlivňující celkový charakter a obraz krajiny. Nezanedbatelná je tedy její funkce estetická.

Duhová skladba výsadeb musí odpovídat vegetačnímu stupni a regionální tradici.

Stromky by měly být sázeny ve vzdálenosti odpovídající průměru koruny dospělého stromu – za předpokladu stromů se středně širokou a malou korunou je uvažována vzdálenost 10 m.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Zeleň je především navrhována podél liniových protierozních opatření – příkopů, průlehů, polních cest a hrázek.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	5	5	5	5	5

### Vliv na množství odtoku povrchové vody

Zelené stromy do jisté míry zpožďují odtok srážkové vody, celkově je ale vliv liniové zeleně na odtok povrchové vody zanedbatelný.

### Vliv na povrchovou erozi půdy a její důsledky

Liniová zeleň povrchovou erozi půdy neovlivňuje.

### Ekologické přínosy

Liniová zeleň může být zapojena do územního systému ekologické stability a popřípadě může být součástí biokoridorů.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na vysazení jednoho stromku lze odhadnout na 1 500 Kč. Do této ceny je započtena cena sazenice, výsadba a mechanická ochrana proti škůdcům. Cena za 1 m liniové zeleně je tedy uvažována ve výši 150 Kč/m.



## Nároky na údržbu

Okolo každého nově vysazeného stromu je třeba v prvních třech až čtyřech letech udržovat půdu bez konkurenčních rostlin plevelu nebo trávniku. Plochu kruhu o průměru 1 – 1,5 m je třeba přihnojovat a okopávat.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 46 4902 Výpěstky okrasných dřevin – Společná a základní ustanovení;
- ČSN 83 7005 Ochrana přírody – Krajiny – Termíny a definice.

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- druh a počet sazenic;
- spon výsadby [m];
- celková délka linie [m].

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## DOPORUČENÝ (PŘEDPOKLÁDANÝ) NOSITEL OPATŘENÍ

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku

## Grafická příloha – fotodokumentace



Liniová zeleň podél svodného průlehu v k.ú. Pašovice na Moravě (Zdroj: <http://www.spucr.cz>)



Polní cesta „K Vápenkám“ v k.ú. Krouna (Zdroj: <http://www.spucr.cz>)

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>E02</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Vegetační doprovod</b>

## Popis opatření

Vegetační doprovod je dřevinný porost, jehož hlavní funkce je krajinnotvorná, bioklimatická a estetická.

Duhová skladba výsadeb musí odpovídat vegetačnímu stupni a regionální tradici.

Vzdálenost výsadby se obvykle volí pro stromky 2 – 4 m, pro keře 0,5 – 1 m. Porosty vytváří nepravidelně se střídající skupiny stromů a keřů, mezi skupinami lze větší mezery vyplnit soliterními stromy nebo skupinami keřů.

Podél polních cest je vzhledem k historickým tradicím vhodné zařadit do vegetačního doprovodu i ovocné stromy.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Vegetační doprovod je především navrhován podél liniových protierozních opatření – příkopů, průlehů, polních cest a hrázek.

## Efekty opatření

### Vliv na jakost vody

Vliv opatření na jakost vody pro vybrané látky je vyjádřen pěti třídami účinnosti:

třída 1: účinnost > 75 %

třída 2: účinnost 50 - 74 %

třída 3: účinnost 25 – 49 %

třída 4: účinnost 1 – 24 %

třída 5: účinnost 0 (opatření nemá žádný vliv)

	Pcelk	P-PO4	N	NL	pesticidy
třída účinnosti	5	5	5	5	5

### Vliv na množství odtoku povrchové vody

Zelené stromy do jisté míry zpožďují odtok srážkové vody, celkově je ale vliv liniové zeleně na odtok povrchové vody zanedbatelný.

### Vliv na povrchovou erozi půdy a její důsledky

Vegetační doprovod do jisté míry chrání liniové prvky protierozní ochrany (příkopy, průlehy, polní cesty) před zanášením splaveninami. Významnou roli mají v ochraně vodních toků a nádrží před zanášením.

### Ekologické přínosy

Vegetační doprovod může být zapojen do územního systému ekologické stability, popřípadě může být součástí biokoridorů, případně může tvořit lokální biotop.

## Analýza realizačních nákladů opatření:

Náklady na vysazení jednoho stromku lze odhadnout na 1 500 Kč, keře 200 – 250 Kč. Do této ceny je započtena cena sazenice, výsadba a mechanická ochrana proti škůdcům.

## Nároky na údržbu

Okolo každého nově vysazeného stromu je třeba v prvních třech až čtyřech letech udržovat půdu bez konkurenčních rostlin plevele nebo trávniku. Plochu kruhu o průměru 1 – 1,5 m je třeba přihnojovat a okopávat. V prvních dvou letech je třeba sežínat vysokou buřeň, která utlačuje nižší sazenice, které přerůstá. Založené kultury se musí chránit proti okusu zvěří, případně doplňovat prázdná místa po uhynulých sazenicích.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- geodetické a mapové podklady;
- způsob využití řešeného pozemku i pozemků sousedících;
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace).

### Základní technické normy využitelné pro návrh opatření:

- ČSN 75 0140 Meliorace – Terminologie eroze, hydromeliorace a rekultivace půdy;
- ČSN 46 4902 Výpěstky okrasných dřevin – Společná a základní ustanovení;
- ČSN 83 7005 Ochrana přírody – Krajiny – Termíny a definice.

### Základní údaje o opatření vzhledem k vazbám na územní jednotky:

- název opatření;
- ID a název vodního útvaru;
- název kraje;
- kód a název obce;
- kód a název katastrálního území;
- ID půdního bloku.

### Základní technické parametry charakterizující navrhované opatření:

- druh a počet sazenic;
- spon výsadby [m];
- celková délka linie [m].

### Další potřebné parametry a údaje:

- vlastník pozemku;
- hospodařící subjekt;
- navrhovatel opatření.

## Doporučený (předpokládaný) nositel opatření

Obec, hospodařící subjekt, vlastník pozemku



## Grafická příloha – fotodokumentace



Doprovodný porost příkopu v k.ú. Štěnovický Borek (Foto Sweco Hydroprojekt a.s.)



<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>C01 - List opatření typu „C“</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Postup pro převedení povrchového odtoku na odtok podzemní</b>

## Popis opatření

Doporučený postup pro rozhodovací proces při aplikaci vhodného opatření na podporu infiltrace:

- Převedení povrchového odtoku by mělo být řešeno pro ucelené hydrologické území (povodí nebo alespoň údolnici).
- Podle storativity rozhodnout o typu vsakovacího prvku. Vhodné vsakovací prvky podle kategorie storativity jsou uvedeny v následující tabulce:

*Vhodnost typu infiltračního opatření*

<b>Storativita</b>	<b>vysoká</b>	<b>střední</b>	<b>nízká</b>
<b>Infiltrační opatření</b>			
Mělká (přírodě blízká)	ano	ano	ano
Hluboká (technická)	ano	ano	ne

- Opatření v rámci půdy (mělká) je možné realizovat pro horniny s nízkou storativitou, jde o jediný vhodný typ opatření. Pro spraše není možné využít jiný typ opatření!
- Hluboké (technické) opatření lze na plochách s horninami s nízkou storativitou uplatnit tehdy, pokud jsou horniny s nízkou storativitou v nadloží hornin s vyšší storativitou a infiltrace by probíhala převedením vody vsakovacími prvky do podložních hornin.
- Pro mělká opatření, pokud nehrozí riziko odkrytí hladiny podzemní vody, není nutné provádět hydrogeologický průzkum. Pro hluboká (technická) opatření je hydrogeologický průzkum nutné provést. Cílem průzkumu je zjistit:
  - Mocnost a charakter eluvií.
  - Úroveň (hloubku) hladiny podzemní vody, tj. mocnost nesaturované zóny.
  - Rozsah kolísání hladiny podzemní vody (historicky zaznamenané projevy zamokření).
  - Definovat, kam bude infiltrovaná povrchová voda odtékat – směr proudění, drenážní bázi (sesuvná území, zářezy komunikací, základy staveb, podzemní prostory.....)
  - Stanovení rizika ohrožení podzemní vody - zajištění ochrany kvality podzemních vod.
  - Stanovení rizika zanášení vsakovacích prvků.

### Limity infiltračních opatření

Mělká (přírodě blízká) opatření je vhodné realizovat z hlediska horninového prostředí a podzemní vody prakticky kdekoliv. Ve většině případů jde o stav, který simuluje přírodní procesy a nejde o technicky náročná opatření.

Pro hluboká (technická) opatření existují následující limity:

- V rámci hydrogeologického průzkumu je nutné definovat drenážní bázi - prvek, kterým voda z řešeného území odtéká. Přirozené prvky drenáže infiltrující vody jsou hydrogeologický kolektor nebo vodní tok. V případě hydrogeologického kolektoru je nutné vyloučit možnost ovlivnění zdrojů pitných vod.

- Pokud by docházelo k drenáži infiltrované vody odvodňovacím zařízení (melioracemi), není hluboké opatření vhodné. Tento problém lze vyřešit propojením opatření podporujících infiltraci a opatření na stavbách odvodnění do funkčního systému, např. s regulací stavby POZ (D14), převody vod (D11, D13) či eliminací části drénu (D05, D06).
- Technické opatření není možné uplatnit v případě, že by k drenáži infiltrované vody docházelo v zářezu komunikace nebo v suterénu budov.
- V případě, že se v území vyskytují sesuvy – aktivní i uklidněné, nejsou hluboká vsakovací vhodná.
- Infiltrace vody povrchového odtoku nesmí probíhat přímo na hladinu podzemní vody, musí vždy probíhat přes půdní profil nebo nenasurovanou zónou. Tím bude eliminováno riziko možné kontaminace podzemních vod vodami povrchového odtoku. Nutnost zajistit předčištění přes travní porosty.

Pro mělká i hluboká vsakovací zařízení je nutné zajistit minimalizaci jejich zanášení (omezení eroze) a zajistit údržbu zařízení odstraňováním produktů eroze.

## Kombinace s dalšími typy opatření

Dle výše popsaného postupu bude aplikováno vhodné infiltrační opatření dle katalogových listů typu A.

## Efekty opatření

Podpora infiltrace ve vhodných lokalitách a vytvoření systému funkčních opatření na zvýšení retence vody v krajině.

## Podklady pro návrh opatření:

### Základní vstupní podklady pro návrh opatření:

- charakter chráněného pozemku;
- základní hydrologická data;
- geologické a pedologické poměry;
- zpracování mapy kategorizace storativity horninového prostředí na podkladě geologické mapy 1 : 50 000
- hydrogeologický průzkum zaměřený na typ opatření
- mapa sesuvných území
- územně technické podklady (technická infrastruktura, výskyt melioračních staveb, územně plánovací podklady a dokumentace, existence ochranných pásem vodních zdrojů).

<b>ID OPATŘENÍ</b>	<b>C02 – List opatření typu „C“</b>
<b>NÁZEV OPATŘENÍ:</b>	<b>Agrotechnické postupy pro zvýšení infiltrace a retence vody a zlepšení její kvality</b>

Níže jsou specifikovány tři okruhy opatření v podobě agrotechnických postupů, které jsou rozděleny podle hlavního účinku působení, přestože efekt opatření je nejčastěji synergický (působí na dva či všechny níže uvedené okruhy)

1. Opatření ovlivňující jakost vody
2. Opatření ovlivňující infiltrační a retenční schopnost půdy
3. Opatření k ochraně před vodní erozí a transportem erozních splavenin

## Popis opatření

### 1. Opatření ovlivňující jakost vody

Hlavními zdroji dusičnanů v půdě jsou organická, statková a minerální hnojiva a mineralizace půdní organické hmoty. Proces tvorby a vyplavování dusičnanů závisí zejména na dynamice vodního režimu lokality, fyzikálních půdních vlastnostech (zrnitostní složení, hydraulická vodivost, preferenční proudění, půdní teplota a vlhkost resp. fluktuace HPV), poměru uhlíku k dusíku (C/N) v půdě a hnojivech, dávce hnojiv a jejím dělení a dynamice čerpání dusíku plodinami a s ohledem na téma projektu i na posouzení existence a funkčnosti stavby odvodnění, která přispívá ke zvýšení dynamiky režimu odtoku vod (Zavadil et al. 2004, Kohler et al. 2006, Klír et al. 2012). K transportu dusičnanového znečištění dochází zejména prostřednictvím tzv. hypodermického (mělkého podpovrchového) odtoku, který zpravidla tvoří významnou část celkového odtoku (v podmínkách malých povodí krystalinika ČR v průměru kolem 30 %) a často je transformován ve formě odtoku drenážních vod (Doležal a Kvítek 2004, Zajíček et al. 2011). Z počátku jsou akumulované dusičnany rychle vymývány a následně zředovány další vsakující vodou (Doležal et al. 2005, Haberle a Káš 2007, Haberle a Káš 2012). Průmyslová a organická/statková hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem (C/N <10, kejda, fugát, digestát, močůvka) dodávají rostlinám více dostupného dusíku ve srovnání s hnojivy s pomalu uvolnitelným dusíkem (např. hnůj či separát digestátu), a tudíž jejich potenciál pro vyplavení dusičnanů je větší.

Mezi agrotechnická opatření, která snižují vyplavení dusičnanů z půdy do vod, jsou zařazena **pěstební opatření** (pěstování meziplodin a ozimých obilnin, obilných mezipásů v kukuřici apod.), **stanovení celkové dávky dusíku v hnojivech na základě výnosového potenciálu stanoviště, dělení dávek hnojiv, aplikace slámy a inhibitoru nitrifikace, omezení podzimní aplikace hnojiv a minimální (žádné) zpracování půdy.**

#### **Opatření pro snížení vyplavování dusíku**

Při plánování celkové aplikace dusíku v hnojivech je třeba vždy uvážit produkční potenciál stanoviště, spotřebu dusíku na tvorbu produkce, obsah využitelného dusíku v hnojivu a předchozí pěstitelské podmínky (organické hnojení, obsah dusíku z posklizňových zbytků a půdního reziduálního dusíku zejména v suchých letech). Dělené dávkování lépe odpovídá nárokům plodin na živiny a je vhodné zejména do promyvných, resp. odvodněných půd. Avšak v případě povrchové aplikace organického hnojiva do porostu (bez zapravení) a nedostatku půdní vláhy po této aplikaci je toto opatření neúčinné. V hlubších méně promyvných půdách je vhodnější okamžitě zapravená jednorázová jarní aplikace organického/statkového hnojiva s rychle uvolnitelným dusíkem s příp. aplikací inhibitoru nitrifikace, neboť se tím eliminují nežádoucí ztráty dusíku volatilizací i riziko zhoršeného využití N plodinami v důsledku půdního sucha, které hrozí v pozdějším období. Brant et al. (2020) uvádějí cílenou zonální (precizní) podpovrchovou aplikaci kapalných organických hnojiv (kejdy a digestátu) spojenou s kvalitním zpracováním půdy v rámci jediného přejezdu jako technologii nejen pro omezení ztrát N do

atmosféry, ale i do podzemních vod, neboť je základem pro rovnoměrnější příjem živin a pro omezení utužení a negativního vlivu těchto hnojiv na vývoj kořenových systémů.

Podzimní aplikace organických/statkových hnojiv je riziková z hlediska vyplavení dusičnanů (Aronsson et al. 2010), neboť odběr dusíku plodinami je žádný nebo minimální. Proto je aplikace hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem (kejda, digestát, fugát, močůvka atd.) ve zranitelných oblastech dusičnany regulována akčním programem Nitrátové směrnice (Wollnerová et al. 2020), který omezuje užití hnojiv podle aplikačních pásem, následné plodiny a pro podporu rozkladu slámy a ve III. aplikačním pásmu nařizuje užití inhibitoru nitrifikace. Riziko tvorby dusičnanů lze omezit i v souvislosti s mulčováním slámy a ponecháním strniště. Kromě ochrany půdy před erozí a přehříváním povrchu přispívá toto opatření i k zadržení vody v půdě, ke snížení mineralizace organické hmoty a rizika tvorby dusičnanů, a to zejména v kombinaci s přímým setím meziplodin, popř. ozimé řepky do mulče nebo i po následném zapravení v co možná nejpozdějším termínu (Mühlbachová et al. 2021). Následný rozklad slámy podporuje ca 3 týdenní ponechání na povrchu půdy s minimálním přídatkem dusíku v dávce 4-5 kg/t slámy, resp. i bez přídatku dusíku. Zavedení meziplodin (přednostně nevymrzajících) do osevních postupů představuje využití půdního reziduálního minerálního dusíku pro tvorbu biomasy a tím snížení vyplavení dusíku až o 30–40 % (Kohler et al. 2006, Vach et al. 2009, Constantin et al. 2012).

Minimální zpracování půdy snižuje mineralizaci půdní organické hmoty, zvyšuje imobilizaci a denitrifikaci dusíku, což přispívá k nižšímu vyplavení dusíku do vod. Na druhou stranu však může docházet až k blokaci přístupných živin pro plodiny přítomností posklizňových zbytků (např. slámy), které mají široký poměr C/N.

Kombinace různých agrotechnických postupů (omezení hnojení, dělená aplikace minerálních hnojiv, přechod na pomaleji působící hnojiva, vyloučení podzimní aplikace kejdy a podzimního zaorání jetelovin, meziplodiny) se ve svém komplexu projevuje výrazným snížením ztráty dusíku, a proto ji lze doporučit k praktické aplikaci, přičemž změny ve výnosech plodin jsou uváděny jako přijatelné.

### **Opatření pro snížení vyplavování fosforu**

Opatření (tzv. Best management practices, BMP) pro snížení vyplavení fosforu (P) mají velké rozpětí účinnosti podle podmínek stanoviště (topografie, hydrologie, klima, půda, předchozí land use, velikost a tvar půdních bloků, zdroje P, tab. 1) a pro dosažení maximální účinnosti (vč. ekonomické) je účelné je směřovat do tzv. kritických zdrojových lokalit (CSA), což jsou obecně enklávy se zvýšenou hydrologickou konektivitou (povrchového či podpovrchového odtoku) a s půdami středně až značně zásobenými fosforem. Správný výběr BMP může mít multiplikativní účinek. Z hlediska geomorfologie lze zobecnit, že ve svažitéch oblastech převládají ztráty P půdní erozí povrchovým odtokem (partikulární P, PP), v rovinatých či mírně sklonitých oblastech je hlavním zdrojem znečištění povrchových vod P vyplavovaný přes půdní matici a odvodňovací systémy. Proto je při výběru BMP nutné rozlišovat mezi půdami náchylnými k erozi a půdami náchylnými k podpovrchovému vyplavení P.

**Tabulka 1.** Výběr BMP ke zmírnění rizika vyplavení půdního fosforu do povrchových vod a rozsahy jejich účinnosti (Sharpley et al. 2009).

Opatření	% účinnosti
Dávka podle odběru P plodinami x dávkování nad tuto dávku	15-47
Podpovrchová aplikace vs. povrchová aplikace (naširoko)	8-92
Přizpůsobení se plánu hospodaření s živinami	0-45
Bezorebná technologie vs. konvenční orba	35-70
Krycí plodiny	7-63
Vrstevnicová orba a terasování	30-75
Konverze k trvalým plodinám	75-95

Opatření	% účinnosti
Zamezení vstupu pasených zvířat do vodních toků vs. trvalé intenzivní pasení	32-76
Řízená pastva vs. trvalé intenzivní pasení	0-78
Přerušovací pásy	4-67
Sedimentační nádrže	65
Břehové nárazníky	40-93
Mokřady	0-79

Aplikace hnojiv by měla být ve shodě s požadavky plodin a půdním testem P, který zohledňuje výsledky předchozího hnojení, čerpání P plodinami a hydrologické podmínky (Schoumans et al. 2014). Účelná aplikace fosforečných hnojiv zahrnuje dělení dávek, lokalizaci ke kořenům, správný způsob aplikace (hnojení do pásů, podpovrchová aplikace hnojiv, okamžité zapravení hnoje) a užití povolna působících hnojiv (nemusí však být vhodné z hlediska časového zpřístupňování živin pro plodiny). Celková dávka P v hnojivech by měla mírně přesahovat odnos P v plodinách, aby nedocházelo k nežádoucímu snížení půdního P testu. Zapravení hnoje (i prasečí kejdy) podporuje vazbu labilních forem P na půdní částice a přerušuje kontinuitu preferenčních cest.

Vápnění jílovitých půd upravuje pH, podporuje pórovitost a stabilitu půdní struktury (půdních agregátů) a tím posiluje odolnost půdy proti vodní erozi při srážko-odtokových epizodách a omezuje vyplavení zejména PP, rovněž má pozitivní vazbu na výnosy (Bergström et al. 2015, Sharpley et al. 2015). Naopak aplikace hnojiv s jednomocnými kationty na povrch půdy má za následek zhoršení povrchové půdní struktury a s tím spojené další negativní jevy (zvýšení půdní eroze, snížení retenční schopnosti půdy).

## 2. Opatření ovlivňující infiltrační a retenční schopnost půdy

Proces infiltrace, retence a akumulace vody v půdě je významně ovlivňována jejím zrnitostním složením, strukturou, mineralogickým složením jílové frakce, charakterem a distribucí pórů (zejména poměr gravitačních a kapilárních, resp. výskytem preferenčních cest), obsahem a kvalitou organické hmoty a půdním pokryvem. Retence vody v půdě je redukována půdní erozí, utužením a dehumifikací. Humusové látky pozitivně působí na půdní strukturu a následně i na vodní, vzdušný a tepelný půdní režim.

Postupy užívané pro zpracování orné půdy mohou mít rozhodující dopad na půdní vlastnosti, tzn. i na schopnost půdy poutat a transportovat vodu. Při zpracování půdy a zakládání porostů je vždy nutné pro omezení utužení a ztrát vody z půdy optimalizovat počet přejezdů zemědělskou technikou (Míka et al. 2016).

Pro snížení výparu v letním období je doporučována podmítka provedená bezprostředně po sklizni. Intenzivním prokypřením půdy však v horkém letním počasí dochází naopak ke zvýšenému výparu, a dále k podpoře mineralizace organických látek v půdě a destrukci půdních agregátů (Růžek et al. 2020). Z tohoto hlediska je příznivější zachování strniště, mulčování slámy nebo pouze mělká podmítka (Míka et al. 2016).

**Podzimní zpracování půdy orbou** má příznivý dopad na uchování vody v půdě tím, že **přerušuje kapilární póry v podorníci**, na druhou stranu však dochází k většímu výparu z nakypřené vrchní vrstvy, mineralizaci půdní organické hmoty a následně ztrátám dusíku do podzemních vod. Z tohoto důvodu



je doporučován **co nejpozdější termín orby**. Na jaře je však více celkové půdní vláhly u oraných pozemků ve srovnání s neoranými pozemky (Dalmago et al. 2009).

Na oraných pozemcích je z výše uvedených důvodů nutné dodávat organickou hmotu (sláma, hnůj, kompost, separát digestátu) nejen pro doplnění nutných živin, ale také pro posílení půdní vodní retence. Kovaříček et al. (2012b) uvádějí zlepšení infiltrace vody do půdy 2. rok a půdní struktury 3. rok po aplikaci kompostu v dávkách 80 a 150 t ha<sup>-1</sup>. Při simulaci přívalového deště (87 mm.h<sup>-1</sup>) se na kompostovaných variantách voda lépe vsakovala a počátek povrchového odtoku nastal o 0,95 min (dávka 80 t ha<sup>-1</sup>) a o 4,18 minut (150 t ha<sup>-1</sup>) později než na kontrole bez kompostu.

Z hlediska vlivu zpracování půdy na retenci vody v půdě byly zjištěny různé výsledky. Schlüter et al. (2018) uvádějí dlouhodobý negativní dopad (25 let) minimálního zpracování půdy na černozemi do hloubky 12-15 cm na snížení makroporosity, makropórové konektivity, nasycené hydraulické vodivosti a bioturbace v hloubce nezasažené kultivátorem ve srovnání s orbou do hloubky 20-30 cm. Rozdíly v půdních vlastnostech mezi jednotlivými způsoby zpracování půdy neměly žádný vliv na výnos plodin.

Jiné studie uvádějí, že minimalizované či žádné zpracování půdy (no-till) zvyšuje **obsah půdní organické hmoty**, její kvalitu, strukturní stav a biologickou aktivitu půdy a snižuje povrchový odtok a půdní erozi (Růžek et al. 2014, Kovaříček a kol. 2012a). Smutný a kol. (2015) zjistili během tříletého pokusu s kukuřicí na zrno, že obsah organického uhlíku na variantě s přímým setím do nezpracované půdy byl 1,35 % ve srovnání s 1,22 % a 1,17 % na variantě s mělkým kypřením, resp. s orbou. Organická hmota je při bezorebném zpracování půdy akumulována v povrchové vrstvě (společně s kořeny), s hloubkou její obsah výrazně klesá. Orba naopak zaručuje rovnoměrnou distribuci půdní organické hmoty v orané vrstvě (Míka et al. 2016). Nárůst obsahu půdní organické hmoty při minimálním (žádném) zpracování má přímou vazbu na půdní agregáty a infiltraci vody (Franzluebbers 2002), která je podporována i sníženým výparem v důsledku ponechání **rostlinných zbytků (strniště) na povrchu a prostřednictvím** makropórů a preferenčních cest – kanálků po odumřelých kořenech či aktivitě žížal. Bezorebná technologie ve srovnání s konvenčním (orebním) zpracováním půdy zpravidla zvyšuje objemovou hmotnost orničního horizontu (ca 0-30 cm) na úkor gravitačních pórů a v povrchové vrstvě zvyšuje půdní vlhkost, protože kapilární póry nebyly přerušeny (Smutný et al. 2015). Objemová hmotnost by neměla překročit kritické hodnoty (1,4 g.cm<sup>-3</sup> pro těžší půdy a 1,6 g.cm<sup>-3</sup> pro lehké půdy, Miština et al. 1993). Významné změny obsahu půdní organické hmoty na jílovité a hlinité půdy (ale nezměněné plodinné výnosy) v důsledku dlouhodobého (44 let trvajících) způsobu zpracování půdy zjistili i Büchi et al. (2017). Obsah půdní organické hmoty klesal nejvíce po klasické orbě, méně po orbě bez obracení (po 38 letech vystřídána bezorebnou technologií) a k minimálnímu/žádnému poklesu nedošlo po minimálním zpracování (hl. 5-10 cm).

Pro pěstování širokořádkových plodin (kukuřice) na svažitých pozemcích je vhodné používat pásové zpracování půdy (strip till), kdy se na pozemku ponechají z části posklizňové zbytky a setí je prováděno do zpracovaných pásů s cílenou podpovrchovou aplikací hnojiv (Růžek et al. 2014). Tato technologie je kompromisem mezi orbou a bezorebnou technologií, kdy dochází k lepšímu vsakování vody, prohřívání a provzdušnění půdy a růstu kořenů do větších hloubek.

Zavedení meziplodin před výsevem kukuřice zvýšilo retenci vody v půdě zvýšením půdní vlhkosti ve vrstvě 0-30 cm ve srovnání s pěstováním bez meziplodiny (o 8-10 % v průměru během čtyř let, Badalíková a Vašínska, 2020). Zvýšení retence vody v půdě v hloubce 20-80 cm prokázali i Gabriel et al. (2019) v desetiletém pokuse s meziplodinou (ječmen ozimý), kdy mezi 3.-10. rokem došlo ke zvýšení

obsahu makro- a mikropórů, vody dostupné pro následné plodiny, zlepšení půdní struktury a naopak ke snížení utužení a odtoku vody. V hloubce 40 – 80 cm došlo ke zvýšení dostupné vody pro plodiny (tzv. využitelná vodní kapacita) o 20 % ve srovnání s osevním postupem bez mezplodiny. V horní vrstvě 0-20 cm došlo k rychlejší infiltraci vody. Kladný význam mezplodin v osevních postupech (přísun organické hmoty do půdy, protierozní účinek, snížení ztrát dusíku vyplavením, fyto-sanitární účinek) zmiňují i Procházková et al. (2011).

### 3. **Opatření k ochraně před vodní erozí a transportem erozních splavenin**

Základním předpokladem rozvoje erozních procesů na zemědělském pozemku je dostatek volných půdních částic, které může povrchový odtok transportovat. Tyto částice jsou uvolňovány dopadem dešťových kapek s vysokou kinetickou energií při přívalových srážkách. Pokud nejsou volné půdní částice k dispozici, je rozvoj eroze významně omezen. Ochrana povrchu půdy vegetací je proto velmi efektivním způsobem zamezení půdní eroze. Zranitelnost orné půdy vůči povrchovému odtoku závisí na zařazení do hydrologické skupiny půd, svažitosti terénu, K-faktoru erodovatelnosti, skeletovitosti a obsahu organického uhlíku. Na základě těchto faktorů vyvinulo Ministerstvo zemědělství USA (USDA, United States Department of Agriculture) Index zranitelnosti SVI (Soil Vulnerability Index, Lohani et al. 2020). Pro detailnější rozlišení zranitelnosti je do SVI zahrnuta i hloubka omezující vrstvy (bránící pohybu vody), obsah jílu v půdě, délka svahu a expozice. Agrotechnická či organizační opatření ke snížení erozní ohroženosti a transportu erozních splavenin jsou klasifikována jako tzv. opatření měkká – jedná se o opatření neinvestiční, spočívající ve změnách skladby osevních postupů nebo osevních sledů a změnách ve způsobu obdělávání pozemků a provádění hlavních agrotechnických operací.

Zemědělci, evidovaní v LPIS, jsou k implementaci opatření z této skupiny zavázáni například v rámci systému DZES (Standardy Dobrého Zemědělského a Environmentálního Stavů), kterými ČR plní požadavky Cross Compliance v rámci Společné zemědělské politiky (CAP) EU. Jedná se zejména o DZES 1 (Ochranné pásy podél vodních toků), DZES 3 (Ochrana podzemních vod proti znečištění), DZES 4 (Minimální pokryv půdy), DZES 5 (Protierozní ochrana) a DZES 6 (Organické složky půdy).

Příručka eroze platná od roku 2019 (<https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/uzivatelske-prirucky/lpis-pro-farmare/prirucka-eroze-2019.html>) uvádí POT pro plodiny s nízkou a střední ochrannou funkcí na mírně nebo silně erozně ohrožených plochách. Technologie jsou buď nezávislé na způsobu pěstování plodiny (dělení DPB na více plodin, obsevy, ochranné pásy, setí/sázení po vrstevnicích) nebo závislé na způsobu pěstování plodiny (zakládání porostu do ochranné plodiny nebo rostlinných zbytků, aplikace organické hmoty do půdy, strip-till, podryvání, odkameňování, pěstování s podsevem jetelovin, trav, jetelotrav, pěstování luskobilných směsí).

Agrotechnická a organizační opatření a jejich vliv na omezení transportu erozních splavenin a ztrátu zemědělské půdy vodní erozí lze rozčlenit na následující typy opatření:

#### **Osevní postupy**

Na erozně ohrožených pozemcích nelze pěstovat plodiny s nízkou ochrannou funkcí buď vůbec (SEO) nebo pouze s POT (MEO). Mezi tyto plodiny patří kukuřice, brambory řepa (vč. cukrovky, bob, sója, slunečnice (vč. topinamburu), čirok). Plodiny se středně ochrannou funkcí (řepka, ostatní obiloviny) lze pěstovat na MEO bez omezení a na SEO s POT. Plodiny s vysokou ochrannou funkcí (všechny ostatní plodiny) lze pěstovat všude bez omezení.

Ochranný efekt vegetačního pokryvu sleduje klasický způsob stanovení erozní ohroženosti zemědělské půdy pomocí USLE (Wischmeier & Smith, 1978), která ztrátu vyjadřuje jako hodnotu dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ). Hodnota ochranného vlivu vegetace je stanovována rovněž v dlouhodobém časovém horizontu. Typicky se vyjadřuje jako průměrná roční hodnota za celý osevní postup.

Díky tomu se snížení zastoupení širokořádkových plodin projeví v dlouhodobém měřítku poklesem hodnoty faktoru C pro daný pozemek. Ve skutečnosti ale není pozemek chráněn, snižuje se jen pravděpodobnost výskytu příčinné erozní srážky v době, kdy je na pozemku erozně náchylná plodina. Současně mohou masivní zásahy do skladby plodin a osevního postupu být nepřijatelné z ekonomických hledisek, protože vyloučení některých plodin by vyžadovalo restrukturalizaci výrobního plánu zemědělského podniku.

Pokud je však zásah do osevních postupů a sledů na konkrétním erozně ohroženém pozemku pro farmáře akceptovatelný a nejedná se pouze o snížení frekvence výskytu náchylné plodiny, ale o její úplné vyloučení, jedná se o opatření velmi účinné a jednoduché k aplikaci. Míra nutného vyloučení a nahrazení se stanovuje výpočtem pomocí USLE. Pro orientační výpočet je možno s výhodou využít Protierozní kalkulačku VÚMOP v.v.i.: <https://kalkulacka.vumop.cz/>

Nejvyšší protierozní účinek zajišťuje trvalý vegetační kryt půdního povrchu, kterého lze dosáhnout vhodným střídáním a volbou hlavní plodiny v kombinaci s meziplodinou nebo krycí plodinou s podsevem, které rovněž přispívají ke zvýšení půdní organické hmoty (Vach et al., 2009). Cílem by mělo být, aby půda byla po co nejkratší dobu (ideálně vůbec) během roku holá a nakypřená. Badalíková a Vašinka (2020) zjistili, že pěstování meziplodin před setím kukuřice na siláž po dobu čtyř let prokázalo snížení utužení (pokles objemové hmotnosti o 8 %), zlepšení půdní struktury (vodostálosti půdních agregátů) a snížení erozních smyvů (až o 100 %) v souvislosti s delším vegetačním pokryvem a zvýšením obsahu organické hmoty o 11% (Badalíková a Vašinka, 2020). Dále autoři konstatovali, že pěstování meziplodin přináší i efekt zvýšení výnosů, kdy kukuřice setá přímo do zbytků směsky meziplodin nebo po jejich zapravení měla v tříletém průměru výnosy o 21,6 a 16,8 % vyšší než kukuřice pěstovaná bez meziplodiny po podzimní orbě.

Kabelka a kol. (2021) zjišťovali vliv POT (zařazení meziplodiny v meziřadí chmele: svazanka vratičolistá, jetelotravní směska, hořčice setá) na snížení odnosu půdy erozí. Pomocí simulátoru deště zjistili, že jeden, resp. dva měsíce po výsevu meziplodin byl odnos půdy erozí nižší o 54,9 %, resp. o 81,4 % ve srovnání s konvenční variantou (bez meziplodin).

Velmi efektivní je v tomto smyslu ponechání posklizňových zbytků (vč. zbytků meziplodin) na povrchu pozemku (mulčování). Protierozní účinek mulčování však závisí na pokryvnosti (množství) zbytků na povrchu půdy. Hösl a Strauss (2016) zjistili, že mulčované zbytky meziplodin s pokryvností 6 a 11 % nevykázaly pro následnou jarní plodinu protierozní účinek ve srovnání s 25 % pokrytím povrchu půdy. Z toho vyplývá preference meziplodin s vyšší biomasou. V rámci POT je podmínkou zajištění pokrytí minimální 30 % povrchu půdy rostlinnými zbytky (Křen et al. 2018).

Vegetační pokryv snižuje ztráty nejen dusíku, ale i fosforu povrchovým i podpovrchovým odtokem. Čím je pokryv hustší a kryje povrch půdy po delší dobu, tím účinnější je z hlediska omezení vyplavení P. Pěstování meziplodin je však uváděno jako opatření s nejednoznačným vlivem na vyplavování P, neboť je rizikové z hlediska uvolňování organického P následkem opakujících se period mrazu a tání a ztráty P mohou být vyšší než na pozemku s ponechaným strništěm (Bechmann et al. 2005). Účinné zachycení erodovaných částec lze realizovat pomocí zatravněných pásů v drahách soustředěného odtoku nebo pomocí ochranných zatravněných pásů přerušujících odtokové linie v kombinaci s vrstevnicovou orbou (Dahlke et al. 2012). V praxi jsou opatření zpravidla navrhována a realizována v kombinacích, resp. souborech. Jako příklad účinného komplexu BMPs, který snižuje vyplavení P, lze uvést pěstování ozimů a pícních plodin na orné půdě, nižší dávky hnoje, především na podzim. Dále mělo pozitivní vliv na ztráty P vápnění, podporující strukturu (snížení vyplavení celkového P o 39–50 %), a zapravení kejdy prasat ve srovnání s povrchovou aplikací (snížení vyplavení P o 50 %).

### **Zpracování půdy**

Pro omezení povrchového odtoku a erozivních účinků je nutné posilovat odolnost půdy proti rozplavení (zlepšení půdní struktury), chránit povrch půdy rostlinnými zbytky a zvyšovat obsah organické hmoty. Velký potenciál z tohoto hlediska představují POT, tj. **bezorebné systémy (no-till) s ponecháním rostlinných zbytků** (posklizňové zbytky, meziplodiny) na povrchu půdy a s přímým setím do nezpracované půdy (do mulče, strniště), dále **systémy s minimálním zpracováním půdy** (mělké kypření, kypření se zachováním části rostlinných zbytků na povrchu půdy) a vrstevnicové obdělávání půdy a terasování, které omezují ztráty zejména partikulárního P vodní erozí především na svažitých půdách s nízkým obsahem půdní organické hmoty. Princip minimálního zpracování půdy spočívá v tom, že půda se při zpracování nepřeklápí, ale jen kypří (půdoochranné obdělávání). Užití postupů POT přináší úsporu pracovního času na zpracování půdy a setí a spotřeby PHM. Nevýhodou pak je, že POT podporují vyšší zaplevelení pozemku, které je spojeno s vyšší spotřebou herbicidů ve srovnání s konvenčním zpracováním půdy, a to i v souvislosti s desikací ozimých meziplodin. Farmář navíc musí pořídit zcela novou mechanizaci.

Z hlediska vyplavování P přináší akumulace rostlinných zbytků na půdním povrchu zvýšené riziko vyplavení rozpuštěného P povrchovým odtokem, preferenčními cestami či trubkovou drenáží, neboť POT téměř neredukují mělký podpovrchový (hypodermický) odtok. Konvenční orba způsobuje zvýšení rizika povrchového odtoku a odnosu partikulárního P, na druhé straně však může narušit preferenční cesty, omezit transport půdních částic a rozpuštěných látek a díky míchání půdních vrstev s různým obsahem P odstraňuje vertikální stratifikaci půdního profilu, čímž dochází k sorpci P na méně sorbované částice ze spodních vrstev a snížení podpovrchového odnosu P (Smith et al. 2007, Kleinman et al. 2011). Periodické provedení orby v rámci POT je vhodným kompromisem mezi povrchovým a podpovrchovým odnosem P. Partikulární P v erodovaných půdních částicích může být v delším časovém měřítku uvolňován do rozpuštěných forem s eutrofizačním účinkem.

Při minimalizačním zpracování půdy pro pěstování kukuřice (pásové zpracování půdy – strip-till, přímé setí do desikovaného ozimého žita – no-till) zjistili Kincl et al. (2020) výrazně nižší ztrátu živin než u konvenční technologie. Technologií strip-till a no-till byl snížen povrchový odtok o přibližně 40 %, respektive 50 % ve srovnání s konvenční technologií. Menšík et al. (2018) zjistili, že ztráty půdy dešťovým simulátorem z porostu kukuřice byly 0,6-5,3 t ha<sup>-1</sup> při orebním zpracování půdy a pouze 0,01-0,4 t ha<sup>-1</sup> při použití POT (strip till, no-till). Také Procházková a kol. (2020) ověřili ochrannou (protierozní) funkci kukuřice seté do zoraného pásu (strip-till) travního porostu, která se projevila ihned po zasetí, kdy je konvenčně pěstovaná kukuřice vůči erozi nejvíce zranitelná. Při pěstování brambor byl doložen protierozní účinek hrázkování a opakovaného důlkování meziřadí s průměrnou účinností 85, resp. 83 % (Vacek a Vejchar 2017). Barneveld et al. (2019) uvádějí, že minimální zpracování půdy (strniště mezi sklizní a jarním setím) ve dvou norských povodích snížilo riziko plošné eroze o 24% a 45% a ztrátu půdy o 10 %. Smutný et al. (2015) prokázali pro bezorebnou technologii kukuřice na zrno snížení povrchového odtoku a smyvu půdy v průměru erozních událostí jednoho roku o 47 %, resp. 57 % ve srovnání s klasickou orbou.

### **Zlepšování vlastností půdy**

Erozní náchylnost zemědělských půd silně a jednoznačně ovlivňuje půdní struktura a hydraulická vodivost. Zhutněním je v současnosti postiženo cca 45 % zemědělských půd (Javůrek & Vach, 2008) a ztrátou nebo poškozením struktury rovněž více než 50 % výměry zemědělských půd.

Struktura půdy ovlivňuje erozní náchylnost tak, že jednotlivá minerální zrna jsou v půdě spojena do agregátů. V případě, že se jedná o agregáty stabilní, chovají se vůči dopadu kapek a povrchovému odtoku jako jednotlivé půdní částice (jsou tedy větší a těžší) a jejich rozbití a následný odnos jsou velmi složité. Hlavním faktorem vzniku a udržení stabilních agregátů je dostatečný obsah organických látek v půdě. Toho lze dosáhnout pouze hnojením organickým materiálem (vyzrálým hnojem, separátem digestátu, zeleným hnojením). Vysoký podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice v postupech POT významně přispívá ke zvýšené stabilitě půdní struktury, tvorbě preferenčních cest odtoku a tím ke snížení povrchového odtoku a ohrožení půdy vodní erozí (Kovaříček et al. 2012a).

Struktura současně ovlivňuje hydraulickou vodivost půd, která je zásadní pro vznik povrchového odtoku. Hydraulická vodivost je limitujícím faktorem vzniku povrchového odtoku, který pak působí vlastní erozi a transport erodovaného materiálu po svahu. Půdy s vysokou hydraulickou vodivostí jsou zpravidla erozně odolné, protože povrchový odtok vzniká po dlouhé době a jen v nízké míře. Hydraulickou vodivost půdy ovlivňuje zásadně obsah organických látek a tím struktura půdy a rovněž s tím spojená náchylnost k tvorbě povrchové krusty, dále pak utužení půdního profilu (na povrchu nebo v podbrázdí) opakovaným pojezdem těžkých mechanizmů (kolejové stopy). Vliv POT na nasycenou hydraulickou vodivost může být i záporný. Špongrová et al. (2010) prokázali, že po 15 letech odlišného zpracování půdy (konvenční – orba 25 cm, minimální – kypření do 10 cm a bez zpracování – přímé setí) byla nasycená hydraulická vodivost nejnižší na půdě bez zpracování a nejvyšší po konvenčním zpracování.

### ***Zajištění kritických míst na pozemku, zpomalení odtoku a transformace povrchového odtoku na infiltraci***

Pokud je z jakéhokoliv důvodu pro farmáře nepřijatelné zavádění některého z předchozích typů opatření, je možno přistoupit k méně účinnému, leč kompromisnímu systému – pásovému nebo/a vrstevnicovému hospodaření. Princip spočívá v tom, že do plochy s erozně náchylnou plodinou jsou vkládány vrstevnicově orientované pásy erozně méně náchylné plodiny (např. obilí nebo pícnina do kukuřice, Hlavčová et al. 2019).

Důležité je navrhnout správně šířku pásu cílové plodiny a následně šířku ochranného pásu odolné plodiny tak, aby došlo k usazení nesených erozních splavenin a pokud možno zasáknutí povrchově odtékající vody před vniknutím do části pozemku s cílovou plodinou.

Jednodušší alternativou je prosté vrstevnicové hospodaření – setí a obdělávání pozemku.

Oba uvedené typy opatření (ochranné pásy i vrstevnicové obdělávání) má poměrně silně omezenou účinnost a jako efektivní způsob protierozní ochrany ho nelze doporučit. Podle zkušeností, vzniklý povrchový odtok na svažitém pozemku nemůže být reálně zastaven pásem jiné plodiny a rychlost vsaku vody do půdy je natolik malá, že voda se v rámci ochranného pásu nestihne vsáknout. Účinnost samotného konturového obdělávání pak rychle klesá s časem od zasetí, protože povrch půdy se postupně zarovnáva působením dílčích mírných srážek a na povrchu vzniká hladká krusta.

Za efektivní lze naopak označit zajištění kritických míst na pozemku (konvergentní části svahů, údolnice, ...) trvalým zatravněním.