



# **PŘÍRODĚ BLÍZKÁ A TECHNICKÁ OPATŘENÍ NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ V POVODÍ VN ŠVIHOV NA ŽELIVCE ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

dle Smlouvy o dílo č. 788/2018-SML, ze dne 4. 5. 2018

Termín plnění: 20. 06. 2019

## **Zpracovali:**

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



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

Sweco Hydroprojekt a.s.



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.



**Praha, červen 2019**

**Řešitelský kolektiv:**

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

Antonín Zajíček

Tomáš Hejduk

Petr Fučík

Zbyněk Kulhavý

Petr Karásek

Jana Konečná

**Sweco Hydroprojekt a.s.**

Martin Pavel

Vladimír Burian

Libor Sychra

**Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.**

Vendula Koterová

Robin Hála

Lukáš Vlček

## Obsah

1. Úvod.....	6
2. Princip řešení a využité podklady.....	7
3. Harmonogram řešení.....	8
4. Zúčastněné podniky a rozdělení návrhů opatření .....	9
5. Výběr vhodných lokalit .....	11
6. Návrhy opatření .....	12
7. Hodnocení účinnosti navržených opatření z hlediska povrchových zdrojů znečištění	19
7.1 Výpočet aktuálních hodnot odnosu .....	19
7.2 Účinnost navrhovaných Protierozních opatření.....	20
7.3 Souhrn výsledků za podpovrchové zdroje znečištění.....	21
8. Hodnocení účinnosti navržených opatření na snížení znečištění z podpovrchových zdrojů – opatření na drenážní systémech .....	29
8.1 Současný příspěvek OS k odnosu dusičnanového dusíku a celkového fosforu .....	29
8.2 Snížení odnosu po realizaci navržených opatření .....	34
Účinnost jednotlivých opatření .....	34
8.3 Souhrn výsledků za podpovrchové zdroje znečištění.....	36
9. Finanční analýza navržených opatření .....	41
10. Závěr.....	44
11. Seznam příloh .....	45
12. Seznam tabulek .....	45
13. Seznam obrázků .....	46
14. Obsah a struktura datového disku .....	46
15. Použité podklady .....	47

## Seznam použitých zkratk a symbolů

<b>BPEJ</b> .....	<b>B</b> onitovaná <b>P</b> ůdně <b>E</b> kologická <b>J</b> ednotka
<b>CBA</b> .....	<b>C</b> ost <b>B</b> enefits <b>A</b> nalýza
<b>DIBAVOD</b> .....	<b>D</b> igitální <b>B</b> áze <b>V</b> odohospodářských dat
<b>GIS</b> .....	<b>G</b> eografické <b>I</b> nformační <b>S</b> ystémy
<b>LPIS</b> .....	<b>L</b> and <b>P</b> arcel <b>I</b> dentification <b>S</b> ystem
<b>MZE</b> .....	<b>M</b> inisterstvo <b>Z</b> emědělství
<b>OS ZVHS</b> .....	vrstva evidovaných staveb odvodnění, zpracovaná ZVHS
<b>SIPO</b> .....	<b>S</b> ouhrnný <b>I</b> ndex <b>P</b> otřebnosti <b>O</b> patření
<b>SR</b> .....	<b>S</b> tupeň <b>R</b> izika
<b>TTP</b> .....	<b>T</b> rvalé <b>T</b> ravní <b>P</b> orosty
<b>VN</b> .....	<b>V</b> odárenská <b>N</b> ádrž
<b>VÚ</b> .....	<b>V</b> odní <b>Ú</b> tvar
<b>VÚMOP</b> .....	<b>V</b> ýzkumný <b>Ú</b> stav <b>M</b> eliorací <b>a</b> <b>O</b> chrany <b>P</b> ůdy, v.v.i.
<b>ZABAGED</b> .....	<b>Z</b> ákladní <b>B</b> áze <b>G</b> eografických <b>D</b> at České republiky
<b>ZPF</b> .....	<b>Z</b> emědělský <b>P</b> ůdní <b>F</b> ond
<b>ZVHS</b> .....	<b>Z</b> emědělská <b>V</b> odo <b>H</b> ospodářská <b>S</b> práva

## **TEXTOVÁ ČÁST**

## 1. Úvod

Předmětem zakázky je zpracování přírodě blízkých a technických opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce v rozsahu listů opatření typu A.

Účelem navržených přírodě blízkých a technických opatření je omezení plošného zemědělského znečištění ze zemědělského půdního fondu.

Opatření jsou navrhována v lokalitách určených Zemědělským svazem ČR a zároveň zranitelných plošným zemědělským znečištěním na základě kategorizace ploch ohrožujících jakost vod ze soustředěného povrchového a podpovrchového odtoku, dle Atlasu a mapové prohlížečky a po konzultacích veškerých podkladů a opatření s objednatelem.

Minimální počet navržených opatření je 450. Veškerá navržená opatření musí být rozložena mezi 30 dotčených zemědělských podniků, a to v rámci 20 povodí IV. řádu, 150 subpovodí. Součástí řešení je i projednání všech navrhovaných přírodě blízkých a technických opatření s dotčenými zemědělskými subjekty a vypořádání se s jejich připomínkami k těmto opatřením. V návrhu přírodě blízkých a technických opatření bude zohledněna cost-benefit analýza (CBA) pro návrhovou srážku. Řešení zakázky bylo rozděleno na dvě etapy.

## 2. Princip řešení a využité podklady

Způsob řešení tohoto projektu vychází z metod a výsledků projektu „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“, ze kterého byla využita zejména metodika kategorizace a výběru lokalit zranitelných povrchovými i podpovrchovými zdroji plošného zemědělského znečištění a katalog opatření. Novým prvkem řešení je aktivní účast zemědělců a projednání navrhovaných opatření se zástupci zemědělských podniků.

Požadavky na lokalizaci návrhů opatření byly následující:

Opatření musí být rozložena mezi 30 dotčených zemědělských podniků, a to v rámci nejméně 20 povodí IV. řádu, 150 subpovodí. Dále by měla být opatření situována do všech krajů a okresů, do jejichž území spadá povodí VN Švihov.

Opatření byla zpracována do podoby Listů opatření typu A. Listy opatření typu A, které popisují, lokalizují a dimenzují jedno opatření včetně případných souvisejících prvků. Jedná se o dokument popisující konkrétní opatření situovaná na konkrétní lokalitu (až do úrovně dotčených parcelních čísel). Opatření byla navrhována v uceleném systému tak, aby v místech, kde je to možné, byly navrženy alespoň tři opatření v jednom subpovodí.

V rámci řešení projektu byly použity zejména tyto podklady:

- KATALOG OPATŘENÍ – katalog byl vytvořen v rámci etapy J projektu „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“
  - Vzorový katalog obsahuje opatření pro snížení plošných zemědělských zdrojů znečištění, která jsou navrhována v podobě listů opatření typu A (včetně odvodňovacích systémů) s ohledem na kategorizaci kritických ploch a povodí.
- ATLAS A MAPOVÁ PROHLÍŽEČKA – mapová díla jsou výstupem projektu „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“
  - Mapová díla prezentují kategorizaci lokalit plošného povrchového i podpovrchového znečištění vod na úrovni vodních útvarů, povodí IV. řádu i subpovodí. Tato kategorizace posloužila jako podklad pro výběr lokalit vhodných pro návrhy opatření v rámci této zakázky. Prohlížečka je veřejně dostupná na adrese: <http://atlaspv1.vumop.cz/>
- OS ZVHS – vrstva evidovaných staveb odvodnění, zpracovaná ZVHS v měřítku map 1:10 000
  - V rámci operací GIS byla nejprve provedena revize této vrstvy a následná agregace jednotlivých polygonů podle následujícího pravidla. Pokud se polygony dotýkaly, překrývaly nebo mezi nimi byla vzdálenost menší než 10 m (např. rozdělení polní cestou, mezí, vodním tokem apod.), byla provedena agregace z důvodu eliminace chyb vzniklých nesprávnou interpretací topologie jednotlivých staveb odvodnění. Tato vrstva byla výchozí a základní pro zpracování všech hodnocených indexů.
- LPIS
  - Datové zdroje databáze LPIS byly použity pro zpracování Indexu kultur a Indexu orná dle položky kultura. Tato vrstva byla doplněna o údaje ze ZABAGED. Z databáze LPIS byly použity položky - trvalý travní porost (7) a orná půda (2). Tato informační vrstva byla základem pro zpracování indexu vlivu zornění (Iorna) a indexu vlivu kultur (Ikultur).

- ZABAGED

- Datové zdroje ZABAGED byly použity pro doplnění pracovních vrstev orná půda, TTP a les. Ze sekce polohopis byly použity položky lesní půda se stromy, lesní půda s kosodřevinou, lesní půda s křovinatým porostem. V oblasti zemědělské půdy byly použity položky orná a ostatní neurčené plochy, trvalý travní porost.

- DIBAVOD

- Datové zdroje DIBAVOD byly použity pro interpretaci hydrografické sítě na úrovni vodních toků nejnižší úrovně. V rámci objektů A - základní jevy povrchových a podzemních vod byly použity položky DIB\_A01 vodní tok\_CEV, DIB\_A02 vodní tok\_JU, DIB\_A03 vodní tok\_HU.

### 3. Harmonogram řešení

Harmonogram řešení byl stanoven na základě požadavků uvedených ve smlouvě o dílo.

Dílo bylo řešeno ve dvou etapách. V rámci první etapy proběhlo seznámení zemědělců s řešeným projektem a návrh a projednání prvních nejméně 225 opatření. V rámci druhé etapy byla navržena a projednána zbylá opatření tak, aby byl splněn minimální počet 450 opatření, dále proběhl odhad účinnosti navržených opatření v případě jejich realizace a CBA analýza.

#### ***Popis jednotlivých kroků řešení:***

a) Představení konceptu řešení zemědělcům. Tato fáze řešení proběhla v červnu 2018, kdy bylo uspořádáno celkem sedm seminářů za účasti zástupců dotčených zemědělských subjektů, zástupců řešitelského týmu a zadavatele. Zástupci zemědělských podniků byli seznámeni s důvodem řešení projektu, použitými metodami, katalogem navrhovaných opatření a způsobem projednání a zahrnutí jejich připomínek do konečných návrhů opatření.

b) Předběžné vytipování lokalit pro návrh opatření řešených v rámci první etapy projektu. Tato fáze řešení proběhla v srpnu 2018. Na základě průniku pozemků obhospodařovaných dotčenými zemědělskými podniky s lokalitami zranitelnými povrchovými a podpovrchovými zdroji znečištění byly vytipovány půdní bloky, na kterých existuje vysoká potřeba návrhu opatření. K výběru zranitelných lokalit byla využita metodika z řešení zakázky „Návrh listů opatření typu A“ mírně upravená na základě znalosti území.

c) Terénní průzkum a výběr konkrétních lokalit pro návrh opatření v rámci první etapy projektu. Tato fáze řešení proběhla v září a říjnu 2018. Zástupci zpracovatelských podniků podnikli průzkum lokalit vhodných pro návrhy opatření a společně s hospodařícími zemědělci vybrali konkrétní půdní bloky, na kterých byla navrhována opatření v první etapě řešení projektu.

d) V průběhu října 2018 byly předběžné návrhy opatření projednány s hospodařícími subjekty, byl pořízen záznam z projednání a zakres jejich připomínek do map.

e) Projednání a schválení návrhů umístění a charakteru opatření proběhlo v listopadu 2018.



- f) Předběžné vytipování lokalit pro návrh opatření řešených v rámci druhé etapy projektu. Tato fáze řešení proběhla lednu 2019. Vhodné lokality byly vytipovány shodnou metodou jako v případě etapy 1.
- g) Terénní průzkum a výběr konkrétních lokalit pro návrh opatření v rámci druhé etapy projektu. Tato fáze řešení proběhla v dubnu 2019. Zástupci zpracovatelských podniků podnikli průzkum lokalit vhodných pro návrhy opatření a společně s hospodařícími zemědělci vybrali konkrétní půdní bloky, na kterých byla navrhována opatření v druhé etapě řešení projektu.
- h) Předběžné návrhy opatření projednány s hospodařícími subjekty, byl pořízen záznam z projednání a zakres jejich připomínek do map. Tato fáze řešení proběhla v květnu 2019.
- i) Finální návrhy listů opatření typu A v rámci druhé etapy řešení projektu proběhlo v červnu 2019.
- j) Vyhodnocení účinnosti všech navržených opatření proběhlo v červnu 2019.
- k) CBA analýza navržených opatření byla provedena v červnu 2019.

#### 4. Zúčastněné podniky a rozdělení návrhů opatření

Řešení tohoto projektu se zúčastnilo celkem 29 zemědělských subjektů, jejichž pozemky zaujímají 55 % zemědělské půdy v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce. Přehledná mapa zúčastněných podniků a jimi obhospodařovaných pozemků na základě stavu dle databáze LPIS z května 2018 je uvedena v příloze 1. Z důvodů velkého rozsahu prací byly pozemky zúčastněných subjektů řešeny ve dvou etapách. V rámci první etapy projektu byla navrhována opatření na pozemcích 17 subjektů, v rámci etapy druhé na pozemcích 12 subjektů. Přehled zúčastněných podniků, rozlohy jimi obhospodařovaných pozemků a rozdělení jejich řešení do dvou etap projektu je uveden v tabulce č. 1.

Pozemky zemědělských subjektů, které se účastní projektu, zasahují do 108 povodí IV. řádu ze 113 povodí, která spadají do povodí VN Švihov. Území řešené v první etapě projektu leží v celkem 89 povodích IV. řádu, s celkovou výměrou 913 km<sup>2</sup> (77,5 % povodí VN Švihov).

**Tabulka č. 1:** Přehled zúčastněných subjektů, plocha jimi obhospodařovaných pozemků v řešeném území a etapizace řešení

Název subjektu	Plocha (ha)	Etapa
AGRO Dolní Kralovice s.r.o.	1264	2
AGRO PERTOLTICE, a.s.	276,8	1
AGRODAM Hořepník, s.r.o.	862,1	1
Agrodružstvo Studený	366,6	2
AGRONOVA Loket a.s.*	812,4	2
Agropodnik Košetice, a.s.	2904,5	2
AGROSPOL ÚTĚCHOVICE spol. s r.o.	1342,3	2
F A D O M s.r.o.	284,8	1
Josef Horák	275,5	1
Josef Vošický	83,9	2
Farma Plevnice Martin Čížek	264,3	2
Martin Vošický	100,7	2
Petr Pošusta	143,6	1
RYNAGRO a.s.	1135,4	2
Selekta Pacov, a.s.	843,9	1
SENAGRO a.s.	1732,6	1
SPV Pelhřimov, a.s.	1233,1	2
VOD Jetřichovec, družstvo	2166,5	1
Výrobně-obchodní družstvo Nová Cerekev	1206	2
Výrobně-obchodní družstvo se sídlem v Kámeně	1915,3	2
ZD Trhový Štěpánov a.s.	271,4	1
Zemědělské družstvo "Údolí"	1211	2
Zemědělské družstvo "Vysočina" Želiv	3055,9	1
Zemědělské družstvo Čechtice	2183,6	1
Zemědělské družstvo Lukavec	2392,3	1
Zemědělské družstvo Velká Chyška	2363	1
Zemědělské obchodní družstvo Hořice	2570,5	1
ZEMKO Kožlí a.s.	669,5	1
ZES Křivsoudov s.r.o.	888,6	2
ZP Keblov, a.s.	781,6	1

\* zemědělský subjekt byl z řešení projektu pro nezájem vyřazen

## 5. Výběr vhodných lokalit

Lokality vhodné pro návrhy opatření jsou vybírány ve třech navazujících krocích.

Prvním krokem bylo vymezení kritických bodů (průnik povrchových a drenážních vod s vodním tokem, vodní nádrží, rybníkem) a kategorizace jejich lokalit podle ohroženosti plošným zemědělským znečištěním na základě syntézy jejich ohroženosti povrchovými i podpovrchovými zdroji znečištění. Tento krok byl proveden na základě modifikované metody uvedené v certifikované metodice vzniklé pro pilotní projekt „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“. Upravená metoda byla již prakticky využita v mapovém díle (Zajíček et al 2018), a v mapové prohlížečce umístěné na adrese <http://atlaspvl.vumop.cz/>.

Výpočet erozního smyvu byl proveden standardní metodou USLE (Wischmeier - Smith, 1978, in Janeček, 2012) v prostředí GIS. Rovnice USLE byla pro potřeby řešení aplikována prostřednictvím softwaru ArcGIS for Desktop Advanced v. 10.6.

Klasifikace území z hlediska ohrožení podpovrchovými zdroji znečištění proběhla pomocí indexového hodnocení území. Na základě několika dílčích indexů (Index podílu orné půdy, Index podílu ploch odvodnění, Index podílu infiltračně zranitelných půd, Index zatvavných infiltračně zranitelných půd, Index zlepšujícího vlivu vodních nádrží) byl stanoven Souhrnný index potřebnosti opatření (SIPO) pro každou posuzovanou lokalitu (vodní útvar, povodí IV., řádu, subpovodí). Hodnota SIPO byla klasifikována do stupňů rizika 1 až 5, kde hodnota 1 představuje zanedbatelné riziko bez potřeby návrhů opatření a hodnota 5 velmi významné riziko resp. velmi vysoká potřeba návrhu opatření v hodnocené lokalitě.

V rámci druhého kroku byla z ohrožených povodí IV. řádu a jejich subpovodí dále vybrána ta, ve kterých se nachází dostatečná rozloha pozemků obhospodařovaných zúčastněnými zemědělskými subjekty.

Posledním krokem byl výběr konkrétních pozemků pro vlastní návrhy opatření. Ten byl proveden na základě shody realizačního týmu projektu a zástupců místních zemědělců, v průběhu společně prováděného terénního průzkumu. Vzhledem k silnému angažování zemědělců byly některé systémy opatření navrženy na jejich doporučení také do povodí IV. řádu, která nemají vysokou prioritu návrhů opatření. V daných případech se jedná o subpovodí, s lokálními problémy, zejména s erozí zemědělské půdy a souvisejícím transportem znečištění.

Kategorizace povodí IV. řádu je zobrazena v příloze 2 a také v tabulce č. 4.

## 6. Návrhy opatření

Na základě výše uvedených metod a principů byla navrhována vlastní opatření. Postup navrhování opatření vycházel z Katalogu opatření, zpracovaného v rámci řešení projektu „Příprava listů opatření typu A“.

Navržená opatření mají být schopna zpomalit a zachytit povrchový odtok z kritických lokalit především při přívalových srážkách a takto zachycený objem povrchové vody postupně odpouštět (uplatní se zde soubor/systém opatření). Dalším efektem těchto opatření bude snížení intenzity zanášení vodních toků a nádrží vlivem vstupu erozního smyvu do vodních toků nebo dokonce přímo do vodních nádrží.

Opatření pro snížení znečištění z podpovrchových zdrojů byla navrhována na odvodněné zemědělské půdě, resp. na stávajících stavbách zemědělského odvodnění či na lokalitách s hydrologickou návazností na tyto stavby; tj. geomorfologicky nad resp. vně těchto staveb. Opatření byla na rizikových lokalitách navrhována tak, aby jednak snižovala zátěž pozemků aplikací dusíkatých látek/pesticidů, resp. aby zvyšovala retenci a dobu zdržení vody v půdě, což způsobí snížení odnosu anorganického dusíku a pesticidů ze zemědělské půdy drenážním odtokem.

Vzhledem k angažovanosti zemědělských podniků byla snaha rozdělit celkový počet navržených opatření mezi 29 spolupracujících podniků. Toto rozdělení je prezentováno v tabulce č. 2. Rozdílné počty opatření na lokalitách obhospodařovaných různými podniky jsou dány zejména rozlohou jejich pozemků v zájmovém území a částečně i jejich zranitelností.

Opatření byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. Celkem bylo navrženo 1 037 opatření. Z těchto opatření bylo 255 zaměřeno na snížení znečištění z podpovrchových zdrojů (na drenáži), 681 opatření protierozní, 68 opatření kombinovaných a 33 opatření doprovodných. Navržená opatření byla zpracována do podoby listů opatření A. Každý jednotlivý List opatření typu A popisuje, lokalizuje a dimenzuje jedno konkrétní opatření (např. lokální eliminaci drénu).

Opatření byla navrhována v hydrologicky ucelených systémech opatření, které umožní efektivnější dosažení cílových návrhových parametrů a to především zpomalením či transformací složek odtoku a snížením transportu živin a sedimentů do vodních toků a nádrží přímo v kritických lokalitách. Součástí listu opatření je uvedení navazujících opatření, s nimiž opatření popisované tvoří systém opatření (tj. 2 – 10 navazujících opatření na jedné hydrologické jednotce, např. svah či subpovodí).

**Tabulka č. 2:** Rozdělení navržených opatření mezi jednotlivé podniky a zpracovatele návrhů

<b>Podnik</b>	<b>Počet opatření</b>	<b>Zpracovatel</b>
Agro Pertoltice	37	VRV
Agro Studený	22	SWECO
Agrodam Hořepník	38	SWECO
Agropodnik Košetice	40	SWECO
Agrospol Útěchovice	25	SWECO
Dolní Kralovice	49	VRV
Fadom Dolní Město	11	VRV
Horák Josef	10	SWECO
Plevnice Čížek	10	VRV
Pošusta Petr	10	SWECO
Rynagro	27	VRV
Selekta Pacov	78	SWECO
Senagro Senožaty	45	SWECO
SPV Pelhřimov	24	VRV
VOD Jetřichovec	27	VRV
VOD Nová Cerekev	26	SWECO
VOD se sídlem v Kámeně	24	SWECO
Vošický Martin & Josef	10	SWECO
ZD Čechtice	43	SWECO
ZD Lukavec	78	VRV
ZD Olešná	18	VRV
ZD Trhový Štěpánov	7	VRV
ZD Velká Chyška	65	SWECO
ZD Vysočina Želiv	141	VRV
Zemko Kožlí	40	VRV
ZES Křivsoudov	64	SWECO
ZOD Hořice	33	SWECO
ZP Keblov	41	VRV

Přehled typů navrhovaných opatření a jejich počty jsou uvedeny v tabulce č. 3. Vzhledem k zahrnutí zástupců zemědělských podniků a jejich preferencí ohledně problematických míst, převažují v návrzích opatření snižující ohroženost povrchovými zdroji plošného znečištění

(protierozní opatření). Nejčastěji bylo navrhováno opatření Protierozní mez (182 případů), Zatravněný pás (113 případů) a Protierozní a sedimentační nádrž (91 případů). Z opatření snižujících ohroženost lokality podpovrchovými zdroji znečištění a z kombinovaných opatření byl nejčastěji navržen Mokřad v dolní části drenážního systému (64 případů), dále Převody drenážních vod (46 případů), Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění a Tůň dotovaná drenážní vodou (po 40 případech).

Návrhy opatření byly situovány celkem do 73 povodí IV. řádu, nejvyšší počet byl navržen v povodích 1-09-02-0570-0-00 (52 opatření), 1-09-02-0500-0-00 (51 opatření) a 1-09-02-1050-0-00 (44 opatření). Přehled povodí IV. řádu a počty navržených opatření podle způsobu jejich účinnosti je prezentován v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 3:** Přehled typů a počty navrhovaných opatření

Kód dle Katalogu	Název opatření	Počet opatření	Hlavní účinek
D 01	Regulace odtoku z pramenních jímek	2	Na drenáži
D 05	Lokální eliminace drénu (části drénu) - zaslepení	6	Na drenáži
D 09	Objekt na drenáži typu kořenové čistírny	22	Na drenáži
D 10	Biofiltr v návaznosti na drenážní systém	9	Na drenáži
D 14	Rozdělovací objekt	29	Na drenáži
D 14	Šachtice s bezpečnostním odtokem	6	Na drenáži
P 01	Záchytný - odváděcí příkop	6	Protierozní
P 02	Svodný odvodňovací příkop	32	Protierozní
P 03	Odváděcí průleh	48	Protierozní
P 04	Retenční průleh	31	Protierozní
P 05	Svodný průleh	55	Protierozní
P 06	Ochranná hrázka	3	Protierozní
P 09	Polní cesta s protierozní funkcí	3	Protierozní
P 10	Protierozní mez	182	Protierozní
D 02	Odkrytí zatrubněných HOZ	36	Na drenáži
D 06	Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění	40	Na drenáži
D 13	Převody drenážních vod na úrovni POZ	46	Na drenáži
D 15	Zasakovací drén	13	Na drenáži
D 14	Regulace na úrovni POZ	3	Na drenáži
E 2	Liniová zeleň	33	Doprovodné
n	Revitalizace vodního toku	18	Kombinované
P 07	Protierozní sedimentační nádrž	91	Protierozní
P 08	Suchá nádrž	39	Protierozní
P 12	Zatravnění údolnice	78	Protierozní
P 13	Zatravněný pás	113	Protierozní
K 01	Zatravnění infiltrační oblasti s návazností na odvodnění	4	Kombinované
D	Tůň dotovaná drenážní vodou nebo tůň na drenážní výusti	40	Na drenáži
K 02	Mokřad v dolní části OS (či v jeho návaznosti)	46	Kombinované
D	Plošné odstranění POZ	2	Na drenáži
D 14	Plošné regulace na úrovni POZ	1	Na drenáži

**Tabulka č. 4:** Opatření navrhovaná v jednotlivých povodích IV. řádu

Povodí IV. řádu	Opatření				
	Na drenáži	Protierozní	Kombinovaná	Doprovodná	Celkem
1-09-02-0050-0-00	6	0	1	0	7
1-09-02-0060-0-00	4	2	2	0	8
1-09-02-0080-0-00	10	7	1	1	19
1-09-02-0100-0-00	2	8	3	0	13
1-09-02-0110-0-00	2	11	1	0	14
1-09-02-0190-0-00	4	23	1	0	28
1-09-02-0210-0-00	0	2	0	0	2
1-09-02-0220-0-00	0	1	0	0	1
1-09-02-0240-0-00	0	9	0	0	9
1-09-02-0250-0-00	0	17	0	0	17
1-09-02-0260-0-00	0	1	0	0	1
1-09-02-0280-0-00	0	5	3	0	8
1-09-02-0290-0-00	0	5	1	0	6
1-09-02-0300-0-00	0	0	1	0	1
1-09-02-0310-0-00	3	5	0	0	8
1-09-02-0320-0-00	4	9	2	0	15
1-09-02-0350-1-00	0	21	1	0	22
1-09-02-0360-0-00	5	5	1	0	11
1-09-02-0370-0-00	0	3	2	0	5
1-09-02-0380-0-00	0	3	0	0	3
1-09-02-0410-0-00	0	7	1	0	8
1-09-02-0450-0-00	0	1	0	0	1
1-09-02-0460-0-00	0	3	1	0	4
1-09-02-0470-0-00	3	5	1	0	9
1-09-02-0500-0-00	39	10	2	0	51
1-09-02-0520-0-00	0	2	0	0	2
1-09-02-0540-0-00	2	0	1	0	3
1-09-02-0550-0-00	24	10	2	0	36
1-09-02-0560-0-00	7	14	3	0	24
1-09-02-0570-0-00	19	29	1	3	52
1-09-02-0580-0-00	3	16	2	0	21
1-09-02-0590-0-00	13	8	1	4	26
1-09-02-0610-0-00	3	2	2	0	7
1-09-02-0620-0-00	2	1	0	0	3
1-09-02-0630-0-00	0	8	0	2	10
1-09-02-0640-0-00	4	12	0	4	20
1-09-02-0660-0-00	0	2	0	0	2
1-09-02-0680-1-00	0	8	1	0	9
1-09-02-0680-2-00	0	1	0	0	1

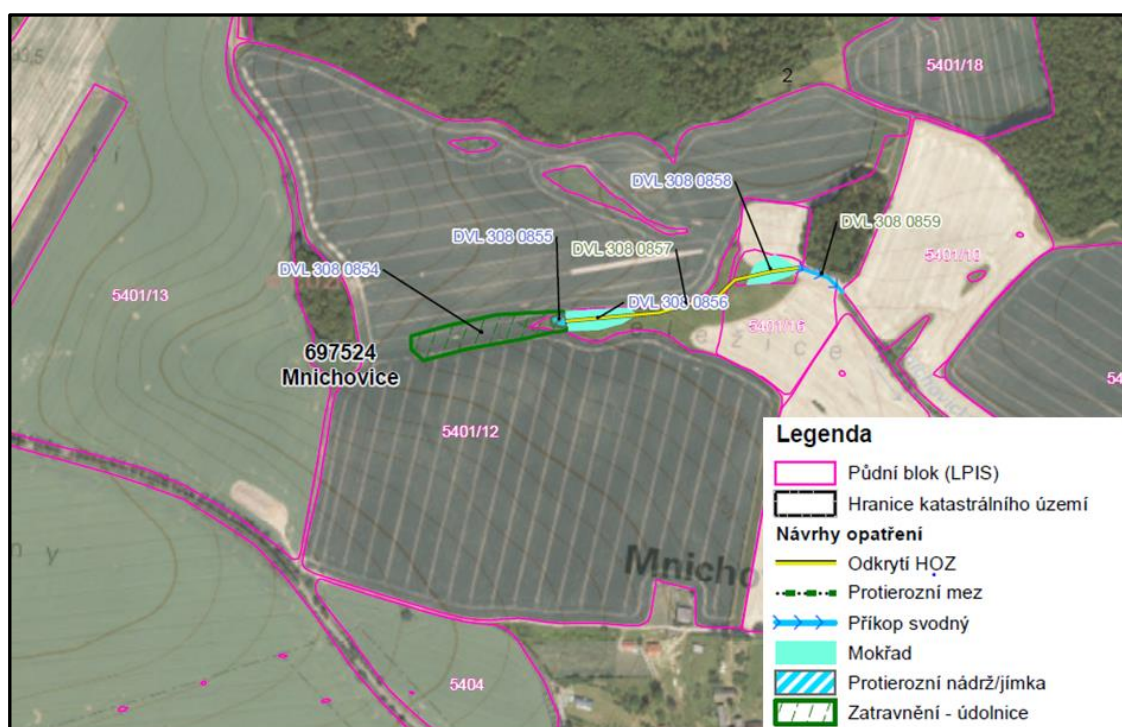
Povodí IV. řádu	Opatření				
	Na drenáži	Protierozní	Kombinovaná	Doprovodná	Celkem
1-09-02-0690-0-00	1	32	0	2	35
1-09-02-0700-0-00	0	7	0	0	7
1-09-02-0710-0-00	8	27	1	1	37
1-09-02-0740-0-00	1	11	2	0	14
1-09-02-0750-0-00	1	3	2	0	6
1-09-02-0770-0-00	1	21	6	0	28
1-09-02-0790-0-00	2	15	3	0	20
1-09-02-0800-0-00	1	5	1	0	7
1-09-02-0820-0-00	3	5	0	2	10
1-09-02-0830-0-00	2	3	0	1	6
1-09-02-0840-0-00	1	2	0	2	5
1-09-02-0860-0-00	7	4	0	0	11
1-09-02-0870-0-00	8	16	0	0	24
1-09-02-0890-0-00	0	10	0	0	10
1-09-02-0900-0-00	4	12	1	4	21
1-09-02-0910-0-00	6	2	1	4	13
1-09-02-0920-0-00	1	3	0	0	4
1-09-02-0930-0-00	0	4	0	0	4
1-09-02-0940-0-00	0	2	0	0	2
1-09-02-0950-0-00	0	2	0	0	2
1-09-02-0960-0-00	0	7	0	0	7
1-09-02-0970-0-00	0	29	1	0	30
1-09-02-0980-0-00	5	23	2	0	30
1-09-02-0990-0-00	0	4	0	0	4
1-09-02-1000-0-00	4	21	1	1	27
1-09-02-1010-0-00	0	3	1	0	4
1-09-02-1020-0-00	0	14	1	0	15
1-09-02-1030-0-00	0	22	0	0	22
1-09-02-1040-0-00	2	21	5	0	28
1-09-02-1050-0-00	17	27	0	0	44
1-09-02-1060-0-00	0	8	0	1	9
1-09-02-1070-0-00	11	15	0	0	26
1-09-02-1080-1-00	10	9	0	1	20
1-09-02-1080-2-00	0	16	2	0	18
<b>Celkový součet</b>	<b>255</b>	<b>681</b>	<b>68</b>	<b>33</b>	<b>1037</b>

Níže jsou uvedeny dva příklady typických systémů opatření, jeden zaměřený převážně na opatření na podpovrchové zdroje znečištění a druhý zaměřený na povrchové zdroje znečištění.

Příkladem systému opatření, který je zaměřený především na podpovrchové plošné zdroje znečištění, ale zahrnuje i opatření na zdroje povrchové, je systém, který byl navržen v katastru

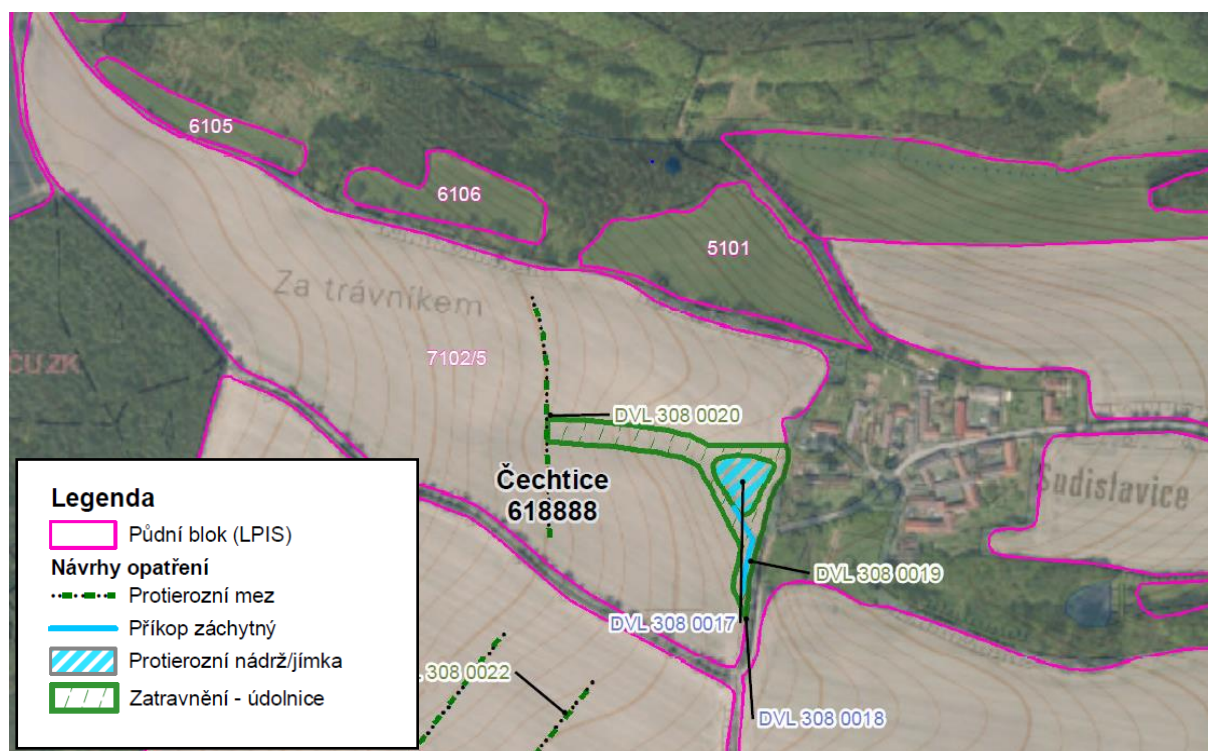


obce Mnichovice, v povodí IV. řádu 1-09-02-1040-0-00. Jedná se o povodí s velmi vysokou potřebou návrhu opatření, zatížené povrchovými i podpovrchovými zdroji znečištění. Systém byl navržen v subpovodí ohroženém zejména podpovrchovými zdroji znečištění (SR-SIPO 5) a skládá se celkem ze šesti opatření (DVL3080854; DVL3080855; DVL3080856; DVL3080857; DVL3080858; DVL3080859). Lokalizace a schematické zobrazení systému jsou uvedeny na Obr. č. 1. V horní části (západní) bylo navrženo plošné opatření typu Zatravněná údolnice (DVL DVL3080854), které zabraňuje rozšiřování erozních rýh zjištěných terénním průzkumem. Na toto opatření navazuje opatření DVL3080855 sedimentační jímka/nádrž. Ta je umístěna na dolní hranici půdního bloku. Je do ní sveden povrchový odtok ze zatravněné údolnice. Po usazení sedimentu je voda následně vypouštěna přepadem do navazujícího mokřadu. Plošná kombinovaná opatření typu mokřad byla v rámci tohoto systému navržena celkem dvě. Jedná se o účinná opatření k omezení vyplavování zejména dusičnanů, ale i pesticidů ze zemědělsky intenzivně obhospodařovaných a odvodněných půd. Výše po svahu ležícím mokřadem je DVL3080856. Tento mokřad je již umístěn mimo ZPF a je dotován vodou ze sedimentační jímky a zároveň je do něj zaústěno plošné odvodnění. Mezi tímto mokřadem a mokřadem ležícím níže po svahu, bylo navrženo liniové opatření DVL3080857 typu Odkrytí zatrubněného HOZ. Odkrytím hlavního odvodňovacího zařízení vznikne příkop spojující oba mokřady, a zároveň se trubní odpad navrátí do podoby drobného vodního toku, který, mimo jiné, vytváří lepší podmínky pro procesy samočištění, kontroly a údržby. Druhým níže ležícím mokřadem je DVL3080858. Tento mokřad je taktéž umístěn mimo půdní blok. Je dotován vodou z příkopu vzniklým otevřením HOZ a zároveň je do něj umístěno vyústění drenážního systému. Celý systém je uzavřen liniovým opatřením DVL3080859 typu Svodný odvodňovací příkop/průleh, které odvádí vodu z mokřadu do Mnichovického potoka.



**Obr. č. 1:** Příklad navrženého systému opatření v katastru obce Mnichovice

Příkladem systému opatření zaměřených primárně na povrchové plošné zdroje znečištění je systém navržený v povodí IV. rádu 1-09-02-1050-0-00. Toto povodí patří mezi území s velmi vysokou potřebou návrhu opatření z hlediska obou typů znečištění. V konkrétní lokalitě (západně od obce Sudislavice) se nachází půdní blok silně ohrožený erozí (potenciální ztráta půdy nad 10 t/ha/rok) přímo nad zástavbou obce. Z tohoto důvodu zde byl navržen systém složený celkem ze čtyř navazujících opatření (DVL3080017, DVL3080018, DVL3080019, DVL3080020). Podrobná situace návrhu opatření je znázorněná na Obr. č. 2. V nejvyšší části řešené lokality byla navržena Protierozní mez (DVL3080020). Tato mez bude opatřena příkopem a nízkou hrázkou s výsadbou vhodné zeleně. Mez se doporučuje doplnit o zatravněný pás. V případě vyššího úhrnu srážek bude voda odváděna do navrhované zatravněné údolnice. Tato zatravněná údolnice (DVL3080018) bude chránit dráhu soustředěného odtoku v prostoru od výše položené meze k protierozní nádrži (DVL3080017). Součástí opatření je zatravnění spodní části půdního bloku okolo navrhované protierozní nádrže. Protierozní nádrž/jímka (DVL3080017) je navržena v nejnižší části systému a kromě zadržování erozních splavenin bude částečně plnit funkci protierozní ochrany intravilánu obce Sudislavice. Součástí systému je také opatření typu Záchytný příkop (DVL3080019) navržený v jižní části řešeného území. Tento příkop bude sloužit k zachycení a převedení vody a sedimentů z půdního bloku do sedimentační nádrže.



**Obr. č. 2:** Příklad navrženého systému opatření poblíž obce Sudislavice

## 7. Hodnocení účinnosti navržených opatření z hlediska povrchových zdrojů znečištění

Opatření na snížení povrchového znečištění byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. V jednotlivých povodích byla navržena PEO vycházející z katalogu protierozních opatření, který byl sestaven v rámci řešení projektu „Příprava listů typu A“

Celkem bylo navrženo **749** opatření relevantních pro snížení znečištění z povrchových plošných zdrojů.

Vyhodnocení účinnosti spočívalo v porovnání stávajících hodnot erozního smyvu na úrovni povodí IV. řádu a vybraných subpovodí metodou USLE a zároveň proběhlo detailní vyhodnocení modelem WaTEM/SEDEM na vybraných subpovodích.

### 7.1 Výpočet aktuálních hodnot odnosu

Prvním krokem k vyhodnocení účinnosti navržených PEO byl aktuální výpočet erozního smyvu v rámci povodí IV. řádu a v jednotlivých subpovodích. Výpočet erozního smyvu byl proveden standardní metodou USLE (Wischmeier - Smith, 1978, in Janeček, 2012) v prostředí GIS. Rovnice USLE byla pro potřeby řešení aplikována prostřednictvím softwaru ArcGIS for Desktop Advanced v. 10.6.

Jednotlivé parametry rovnice byly nataveny následovně:

- „R“ faktor byl stanoven podle metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol., ČZU 2012)
- „K“ faktor byl stanoven z map BPEJ, podle hlavních půdních jednotek a podle tabulek metodiky (Janeček a kol., ČZU 2012)),
- topografický faktor „LS“ byl vypočten v prostředí GIS za využití softwaru USLE 2D, algoritmů flux decomposition, McCOOL. Podklad pro výpočet tvořil digitální model reliéfu 4. generace (DMR 4G), (ČÚZK),
- „C“ faktor byl na orné půdě (dle LPIS) určen podle metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol., ČZU 2012). Byla využita regionalizace podle klimatického. Použití této průměrné hodnoty C faktoru je z důvodu nedodržování dlouhodobých osevních postupů. Z toho důvodu není možné vypočítat hodnotu dlouhodobého C faktoru (potřebná řada a opakování osevních postupů alespoň 10 let). Použití C faktoru dle klimatického regionu (Kadlec, M., Toman, F., 2003) je v souladu s Metodikou projektování komplexních pozemkových úprav. Jedná se o standardní postup
- faktor  $P = 1$ , za současného stavu hospodaření nebyla uvažována žádná protierozní opatření

Pro určení množství sedimentu transportovaného do vodních toků a nádrží je třeba na rovnici USLE navázat a v dalším kroku správně redukovat množství erodované půdy zvoleným „poměrem odnosu sedimentu“ SDR (Williams, 1977). Tj. určit procento erodované půdy, jež není zachyceno retenčními prvky v povodí (případně toku) a je odtokem doneseno až do nádrže, kde se usadí. Tento poměr (závislý na velikosti povodí, jeho pokryvu, retenční schopnosti půdy aj.) je možno určit pomocí následujícího vzorce:

- F plocha povodí ( $\text{km}^2$ )

- RP reliéfový poměr (m/km) – (poměr výškového rozdílu mezi nejnižší a průměrnou výškou rozvodnice a největší délky odtokové dráhy v povodí)
- CN číslo odtokové křivky (průměrná hodnota pro povodí)

Hodnoty současného odnosu se pohybují od 2,8 do 8,7 t/ha/rok. Průměrná hodnota v povodích IV. řádu byla vypočtena jako 5,3 t/ha/rok. Vyčísleno v absolutních hodnotách je průměrný roční erozní smyv v povodí IV. řádu 1 376 t/rok a celkový smyv 310 991 t/rok. Hodnoty současného odnosu jsou zobrazeny v příloze 3 a také v tabulce č. 5. Hodnoty transportu plavenin vypočtené metodou SDR Williams se pohybovaly od 12,6 do 5 281 t/rok. Také tyto hodnoty jsou prezentovány v tabulce č. 5.

## 7.2 Účinnost navrhovaných Protierozních opatření

Při hodnocení účinnosti protierozních opatření byly v úvahu brány jak liniové prvky přerušující povrchový odtok a působení eroze na svahu (průlehy, příkopy), tak plošné opatření navržené na zemědělské půdě (zatravnění, zatravněné údolnice, atd.). Liniové prvky přerušující povrchový odtok a působení eroze na svahu ovlivnily výslednou podobu LS faktoru. Plošné (organizační protierozní opatření – zatravnění) ovlivnily výslednou podobu C faktoru, přičemž při změně kultury na trvalý travní porost bylo počítáno s C faktorem 0,005.

Opatření na snížení povrchového znečištění byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. V rámci těchto povodí by po jejich realizaci došlo ke snížení erozního smyvu o **10 357 tun za rok**, což představuje snížení o **6 %**. V rámci jednotlivých povodí se snížení pohybovalo od **0,1 do 25 %** v závislosti na počtu relevantních opatření a zejména ovlivněné plochy. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 5 a graficky také v přílohách 3 a 4. Transport sedimentů v závěrových profilech IV. řádu by po realizaci navržených opatření pokles také o **5 %** (tabulka č. 6).

Jako detailní příklad je na Obr. č. 3 uvedeno povodí IV. řádu č. 1-09-02-1050-0-00 Čechtický potok. V rámci tohoto povodí bylo navrženo celkem 27 opatření relevantních ke snížení povrchového znečištění, mezi jinými 2 retenční průlehy a 10 protierozních mezí. Po případné realizaci těchto opatření by došlo k poklesu průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozním smyvem ze současných 6,4 t/ha/rok na 4,3 t/ha/rok. Z hlediska celkového odnosu půdy by toto zlepšení činilo 437 t/rok (4,3 %). Současně by došlo ke snížení transportu plavenin o 217 t/rok.

V rámci jednotlivých subpovodí by po realizaci opatření došlo ke snížení erozního smyvu od 0,1 do 42 %, jak je uvedeno v příloze 4. Detailního vyhodnocení účinnosti protierozních opatření na příkladu dvou subpovodí jsou uvedeny na obrázcích 4 a 5.

Na obrázku 4 je zobrazeno subpovodí označené jako FID 309, které se nachází v katastru obce Malá Paseka. Subpovodí má velikost 178 ha a současná erozní smyv činí 1 143 t/rok. Do vodních toků vstupuje 438 t sedimentu za rok. V tomto subpovodí byl navržen systém opatření, která se skládá z protierozní meze, protierozního průlehu, které jsou doplněny zatravněným pásem, resp. Zatravněnou údolnicí. V nejnižší části systému byla navržena suchá nádrž. Po

realizaci těchto opatření by v rámci subpovodí došlo k poklesu erozního smyvu o 22 t/rok, snížení vstupu sedimentů do vodních toků o 46 t/rok (11 %) a ke snížení transportu plavení v uzávěrovém profilu subpovodí z 57 t/rok na 10 t/rok (82 %).

Na obrázku 5 je zobrazeno subpovodí označené jako FID 307, které se nachází v katastru obce Sudislavice. Subpovodí má velikost 188 ha a současná erozní smyv činí 993 t/rok. Do vodních toků vstupuje 276 t sedimentu za rok a závěrovým profilem je transportováno 14 t/rok. V tomto subpovodí byly navrženy dva systémy opatření. Severněji ležící systém se skládá z protierozní meze, zatravněné údolnice a protierozní nádrže doplněné zatravněním. Tento systém je podrobně popsán v části 6 této zprávy a Obr. č. 2. Druhý systém navržený v tomto subpovodí je složen ze dvou protierozních mezí doplněných zatravněnými pásy. Po realizaci těchto opatření by (vzhledem k jejich povaze) v rámci subpovodí došlo zejména k poklesu vstupu sedimentů do vodních toků o 56 t/rok (30 %) a k poklesu transportu sedimentů závěrovým profilem o 9 t/rok, což představuje pokles o 64 %).

### 7.3 Souhrn výsledků za podpovrchové zdroje znečištění

Opatření na snížení povrchového znečištění byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. V rámci těchto povodí by po jejich realizaci došlo ke snížení erozního smyvu o **10 357 tun za rok**, což představuje snížení o 6 %. V rámci jednotlivých povodí se snížení pohybovalo od 0,1 do 25 % v závislosti na počtu relevantních opatření. Transport sedimentů v závěrových profilech IV. řádu by po realizaci navržených opatření pokles také o 5 %.

Celkové snížení erozního smyvu v povodí VN Švihov je relativně malé. Je to způsobeno povahou navrhovaných opatření, které mají převážně lokální účinnost pro konkrétní subpovodí v kombinaci s jejich počtem v rámci tohoto projektu. Pokud bychom chtěli dosáhnout výrazného snížení erozní ohroženosti v celém povodí VN Švihov, navržených opatření by muselo být řádově více tak, aby byla pokryta většina lokalit zranitelných povrchovými zdroji znečištění. Výsledky modelu WATEM-SEDEM jednoznačně prokázaly, že v subpovodích s vyšší hustotou navržených opatření dochází k zásadnímu omezení vstupu nerozpuštěných látek do říční sítě a dále pryč tokem v uzávěrovém profilu subpovodí. V rámci těchto daných subpovodí je účinnost vysoká a pohybuje se mezi 10 – 30 % (ve snížení dlouhodobého průměrného smyvu). Podobně byla prokázána dobrá účinnost navržených opatření v povodích IV. řádu, ve kterých byl navržen dostatečný počet opatření.

**Tabulka 5:** Hodnocení účinnost PEO z hlediska erozního smyvu

Povodí IV. řádu	Současný stav		Stav po návrhu PEO				počet návrhů relevantních jako PEO
	Průměrné G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Celkový smyv T [t.rok <sup>-1</sup> ]	Průměrné G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Celkový smyv T [t.rok <sup>-1</sup> ]	Snížení smyvu [t.rok <sup>-1</sup> ]	snížení smyvu (%)	
1-09-02-0050-0-00	3,7	2096,0	3,7	2087,4	8,6	0,4	1
1-09-02-0060-0-00	2,8	3945,7	2,8	3894,0	51,7	1,3	4
1-09-02-0080-0-00	3,7	4242,0	3,7	4264,5	-22,4	-0,5	8
1-09-02-0100-0-00	3,0	4584,4	3,0	4538,0	46,4	1,0	11
1-09-02-0110-0-00	4,0	2972,7	3,7	2731,9	240,7	8,1	12
1-09-02-0190-0-00	5,9	7413,7	5,6	7061,1	352,6	4,8	24
1-09-02-0210-0-00	4,9	4166,5	4,8	4090,3	76,2	1,8	2
1-09-02-0220-0-00	3,1	4571,1	3,1	4566,7	4,4	0,1	1
1-09-02-0240-0-00	3,0	1191,2	2,7	1073,6	117,7	9,9	9
1-09-02-0250-0-00	3,2	1949,8	3,0	1807,5	142,3	7,3	17
1-09-02-0260-0-00	3,6	293,0	3,3	269,8	23,2	7,9	1
1-09-02-0280-0-00	5,3	1979,1	5,2	1955,8	23,3	1,2	8
1-09-02-0290-0-00	4,6	2024,2	4,5	1985,5	38,6	1,9	6
1-09-02-0300-0-00	3,0	44,9	3,0	44,6	0,3	0,7	1
1-09-02-0310-0-00	5,8	2794,4	5,5	2669,9	124,5	4,5	5
1-09-02-0320-0-00	5,4	3062,0	5,1	2904,3	157,6	5,1	11
1-09-02-0350-1-00	5,8	1593,4	4,6	1267,0	326,5	20,5	22
1-09-02-0360-0-00	3,5	4648,9	3,5	4646,7	2,2	0,0	6
1-09-02-0370-0-00	4,1	4354,2	4,0	4217,8	136,4	3,1	5
1-09-02-0380-0-00	6,5	1448,2	6,4	1415,3	32,9	2,3	3
1-09-02-0410-0-00	5,6	1797,3	5,3	1695,5	101,8	5,7	8
1-09-02-0450-0-00	3,9	2558,2	3,8	2475,5	82,7	3,2	1
1-09-02-0460-0-00	6,0	3414,3	5,7	3265,5	148,8	4,4	4
1-09-02-0470-0-00	4,7	1246,0	4,5	1193,3	52,8	4,2	6
1-09-02-0500-0-00	6,7	4343,0	6,6	4264,9	78,1	1,8	12
1-09-02-0520-0-00	6,5	1664,0	6,3	1601,8	62,2	3,7	2
1-09-02-0540-0-00	3,8	3157,2	3,8	3154,5	2,7	0,1	1
1-09-02-0550-0-00	4,3	6180,1	4,3	6141,2	38,9	0,6	12
1-09-02-0560-0-00	4,9	6393,8	4,7	6174,2	219,6	3,4	17
1-09-02-0570-0-00	6,8	7177,0	6,3	6604,2	572,8	8,0	30
1-09-02-0580-0-00	6,8	3719,6	6,0	3273,6	446,0	12,0	18
1-09-02-0590-0-00	6,6	3814,2	6,0	3472,7	341,5	9,0	9
1-09-02-0610-0-00	3,2	1462,9	3,2	1456,9	6,0	0,4	4
1-09-02-0620-0-00	4,7	1916,0	4,7	1909,0	7,0	0,4	1
1-09-02-0630-0-00	5,8	4346,0	5,8	4319,9	26,1	0,6	8
1-09-02-0640-0-00	6,6	7478,6	6,3	7110,9	367,7	4,9	12

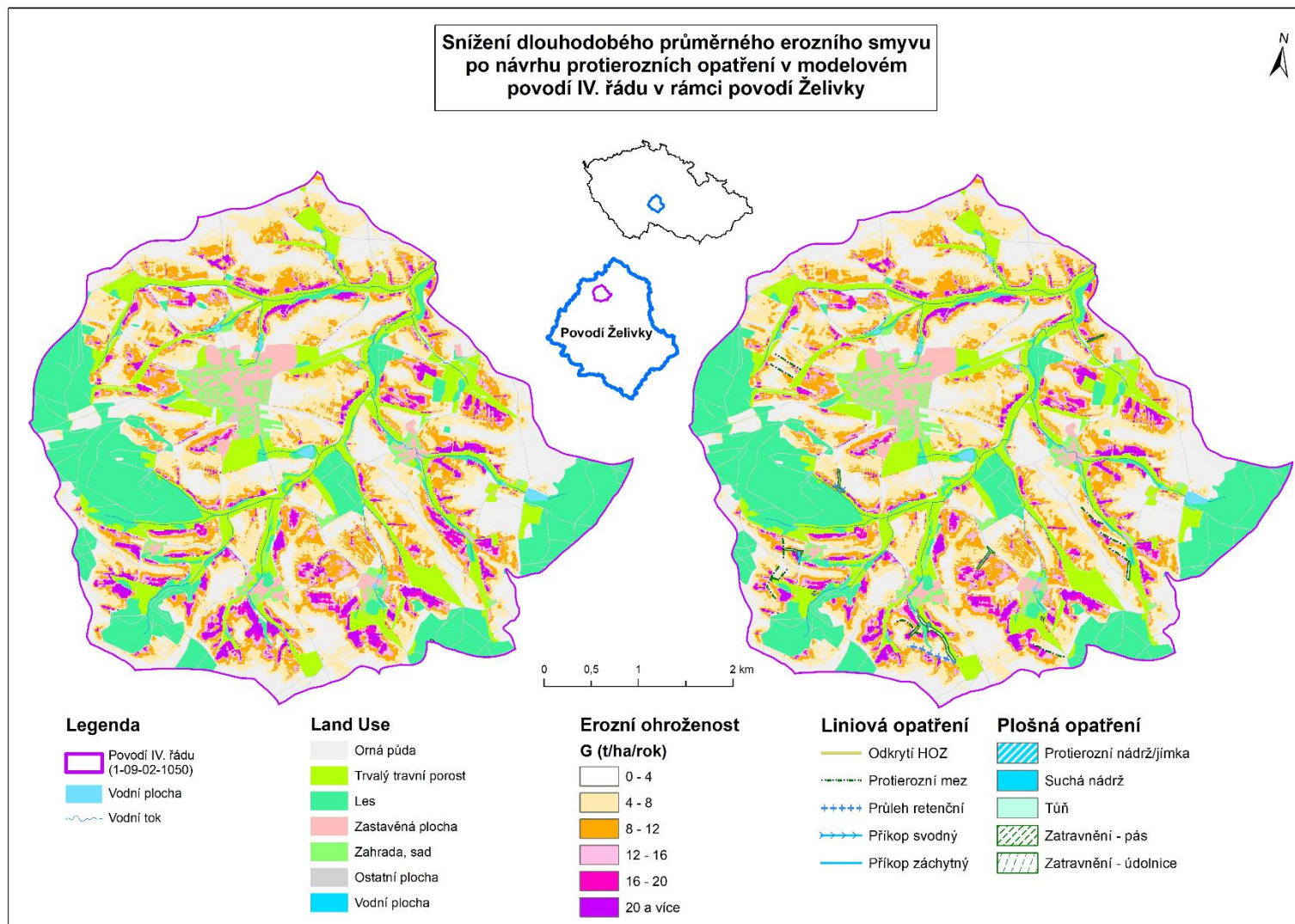
Povodí IV. řádu	Současný stav		Stav po návrhu PEO				počet návrhů relevantních jako PEO
	Průměrné G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Celkový smyv T [t.rok <sup>-1</sup> ]	Průměrné G [t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Celkový smyv T [t.rok <sup>-1</sup> ]	Snížení smyvu [t.rok <sup>-1</sup> ]	snížení smyvu (%)	
1-09-02-0660-0-00	6,9	2454,9	6,7	2394,8	60,1	2,4	2
1-09-02-0680-1-00	6,3	4567,6	6,1	4389,0	178,6	3,9	9
1-09-02-0680-2-00	7,1	252,7	6,1	217,6	35,1	13,9	1
1-09-02-0690-0-00	4,6	2788,3	4,1	2479,8	308,6	11,1	32
1-09-02-0700-0-00	5,3	1951,5	4,8	1777,3	174,2	8,9	7
1-09-02-0710-0-00	5,0	5350,5	4,7	4999,6	350,8	6,6	28
1-09-02-0740-0-00	3,6	3891,6	3,5	3802,1	89,4	2,3	13
1-09-02-0750-0-00	3,3	681,5	3,0	617,6	63,9	9,4	5
1-09-02-0770-0-00	4,2	2081,5	3,6	1776,0	305,5	14,7	27
1-09-02-0790-0-00	5,0	2293,4	4,3	1975,9	317,5	13,8	18
1-09-02-0800-0-00	5,5	1332,5	5,3	1295,0	37,5	2,8	6
1-09-02-0820-0-00	6,0	5273,2	6,0	5249,3	24,0	0,5	5
1-09-02-0830-0-00	5,7	2204,1	5,7	2193,6	10,5	0,5	3
1-09-02-0840-0-00	4,9	1756,2	4,8	1737,2	19,0	1,1	2
1-09-02-0860-0-00	5,2	4384,2	5,1	4319,3	64,9	1,5	4
1-09-02-0870-0-00	6,8	2574,5	6,2	2343,6	230,9	9,0	16
1-09-02-0890-0-00	6,6	5672,9	6,5	5561,4	111,5	2,0	10
1-09-02-0900-0-00	4,0	2757,8	3,9	2664,6	93,2	3,4	13
1-09-02-0910-0-00	3,9	1028,7	3,9	1035,8	-7,1	-0,7	3
1-09-02-0920-0-00	6,2	4047,0	6,1	3979,9	67,1	1,7	3
1-09-02-0930-0-00	5,0	1201,9	4,8	1158,0	43,8	3,6	4
1-09-02-0940-0-00	3,4	921,7	3,3	895,4	26,3	2,9	2
1-09-02-0950-0-00	8,0	487,6	6,8	416,5	71,1	14,6	2
1-09-02-0960-0-00	7,7	2604,4	7,5	2531,3	73,1	2,8	7
1-09-02-0970-0-00	7,1	5280,1	6,3	4664,5	615,5	11,7	30
1-09-02-0980-0-00	8,7	2743,2	7,2	2276,6	466,6	17,0	25
1-09-02-0990-0-00	7,8	338,3	5,9	254,6	83,7	24,7	4
1-09-02-1000-0-00	6,7	4364,5	6,0	3893,3	471,2	10,8	22
1-09-02-1010-0-00	5,4	4025,5	5,3	3953,4	72,1	1,8	4
1-09-02-1020-0-00	6,2	1835,8	5,7	1697,6	138,1	7,5	15
1-09-02-1030-0-00	7,7	721,9	5,9	552,7	169,2	23,4	22
1-09-02-1040-0-00	5,4	11456,1	5,3	11287,7	168,4	1,5	26
1-09-02-1050-0-00	6,4	10180,9	6,1	9743,5	437,4	4,3	27
1-09-02-1060-0-00	5,2	1665,5	5,1	1619,9	45,6	2,7	8
1-09-02-1070-0-00	8,4	2117,3	8,0	2009,9	107,3	5,1	15
1-09-02-1080-1-00	5,0	3282,4	4,9	3214,6	67,8	2,1	9
1-09-02-1080-2-00	4,8	3029,9	4,3	2703,4	326,6	10,8	18
<b>celkem</b>		<b>233645,2</b>		<b>223288</b>	<b>10357</b>	<b>5,5</b>	<b>749</b>

**Tabulka 6:** Hodnocení účinnost PEO z hlediska transportu plavenin

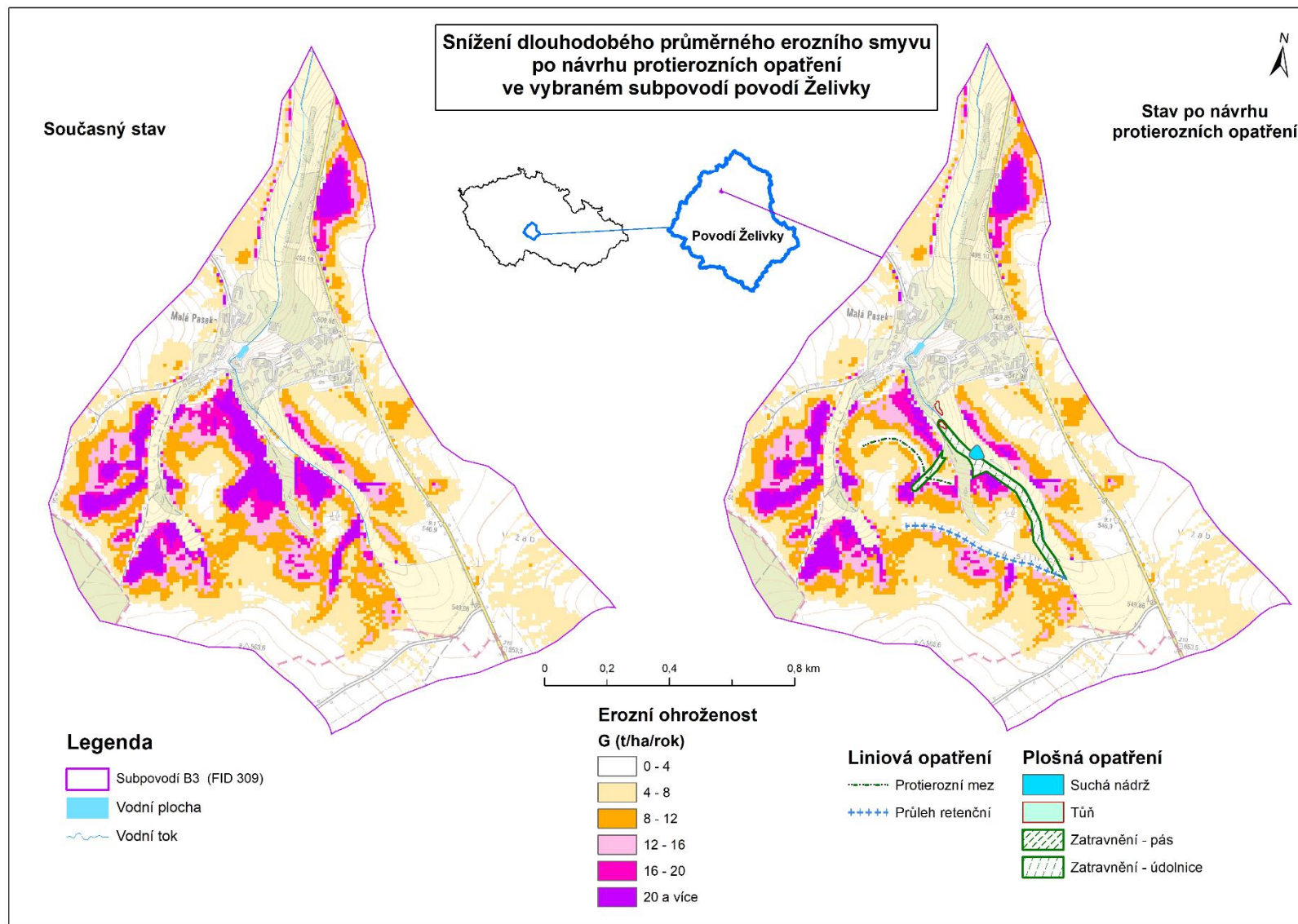
Povodí	Transport plavenin - SDR Robinson				Transport plavenin - SDR Williams				počet návrhů PEO
	současnost (t/rok)	po návrhu (t/rok)	snížení (t/rok)	snížení (%)	současnost (t/rok)	po návrhu (t/rok)	snížení (t/rok)	snížení (%)	
1-09-02-0050-0-00	446,0	444,1	1,8	0,4	791,6	788,4	3,3	0,4	1
1-09-02-0060-0-00	681,3	672,4	8,9	1,3	1267,6	1251,0	16,6	1,3	4
1-09-02-0080-0-00	808,1	808,1	0,0	0,0	2333,1	2333,1	0,0	0,0	8
1-09-02-0100-0-00	756,5	748,9	7,7	1,0	1609,1	1592,8	16,3	1,0	11
1-09-02-0110-0-00	550,9	506,3	44,6	8,1	892,8	820,5	72,3	8,1	12
1-09-02-0190-0-00	1374,6	1309,2	65,4	4,8	4201,5	4001,6	199,8	4,8	24
1-09-02-0210-0-00	814,2	799,4	14,9	1,8	2343,6	2300,8	42,9	1,8	2
1-09-02-0220-0-00	790,0	789,2	0,8	0,1	1784,4	1782,7	1,7	0,1	1
1-09-02-0240-0-00	276,5	249,2	27,3	9,9	452,9	408,2	44,7	9,9	9
1-09-02-0250-0-00	377,5	349,9	27,6	7,3	569,2	527,6	41,5	7,3	17
1-09-02-0260-0-00	90,4	83,3	7,1	7,9	99,8	91,9	7,9	7,9	1
1-09-02-0280-0-00	453,3	447,9	5,3	1,2	1119,9	1106,7	13,2	1,2	8
1-09-02-0290-0-00	425,6	417,4	8,1	1,9	759,4	744,9	14,5	1,9	6
1-09-02-0300-0-00	20,3	20,2	0,1	0,7	31,6	31,4	0,2	0,7	1
1-09-02-0310-0-00	606,4	579,3	27,0	4,5	1285,6	1228,3	57,3	4,5	5
1-09-02-0320-0-00	649,3	615,9	33,4	5,1	1484,6	1408,1	76,4	5,1	11
1-09-02-0350-1-00	372,1	295,9	76,2	20,5	800,1	636,2	163,9	20,5	22
1-09-02-0360-0-00	791,4	791,0	0,4	0,0	1039,3	1038,8	0,5	0,0	6
1-09-02-0370-0-00	823,3	797,5	25,8	3,1	1796,9	1740,6	56,3	3,1	5
1-09-02-0380-0-00	366,0	357,6	8,3	2,3	685,1	669,6	15,6	2,3	3
1-09-02-0410-0-00	414,1	390,6	23,5	5,7	486,7	459,2	27,6	5,7	8
1-09-02-0450-0-00	502,2	486,0	16,2	3,2	638,2	617,6	20,6	3,2	1
1-09-02-0460-0-00	724,5	693,0	31,6	4,4	1272,3	1216,9	55,4	4,4	4
1-09-02-0470-0-00	298,7	286,1	12,6	4,2	463,6	444,0	19,6	4,2	6
1-09-02-0500-0-00	923,6	906,9	16,6	1,8	2323,4	2281,6	41,8	1,8	12
1-09-02-0520-0-00	431,7	415,6	16,1	3,7	1029,6	991,1	38,5	3,7	2
1-09-02-0540-0-00	616,9	616,4	0,5	0,1	1213,6	1212,5	1,1	0,1	1
1-09-02-0550-0-00	1046,2	1039,6	6,6	0,6	2272,4	2258,1	14,3	0,6	12
1-09-02-0560-0-00	1179,9	1139,4	40,5	3,4	3841,2	3709,3	131,9	3,4	17
1-09-02-0570-0-00	1390,0	1279,0	110,9	8,0	4007,8	3687,9	319,8	8,0	30
1-09-02-0580-0-00	828,0	728,7	99,3	12,0	2261,4	1990,3	271,1	12,0	18
1-09-02-0590-0-00	858,4	781,5	76,8	9,0	2883,3	2625,2	258,1	9,0	9
1-09-02-0610-0-00	308,4	307,1	1,3	0,4	410,3	408,6	1,7	0,4	4
1-09-02-0620-0-00	448,0	446,3	1,6	0,4	787,9	785,1	2,9	0,4	1
1-09-02-0630-0-00	884,7	879,4	5,3	0,6	2044,9	2032,6	12,3	0,6	8
1-09-02-0640-0-00	1401,9	1332,9	68,9	4,9	4241,6	4033,1	208,5	4,9	12



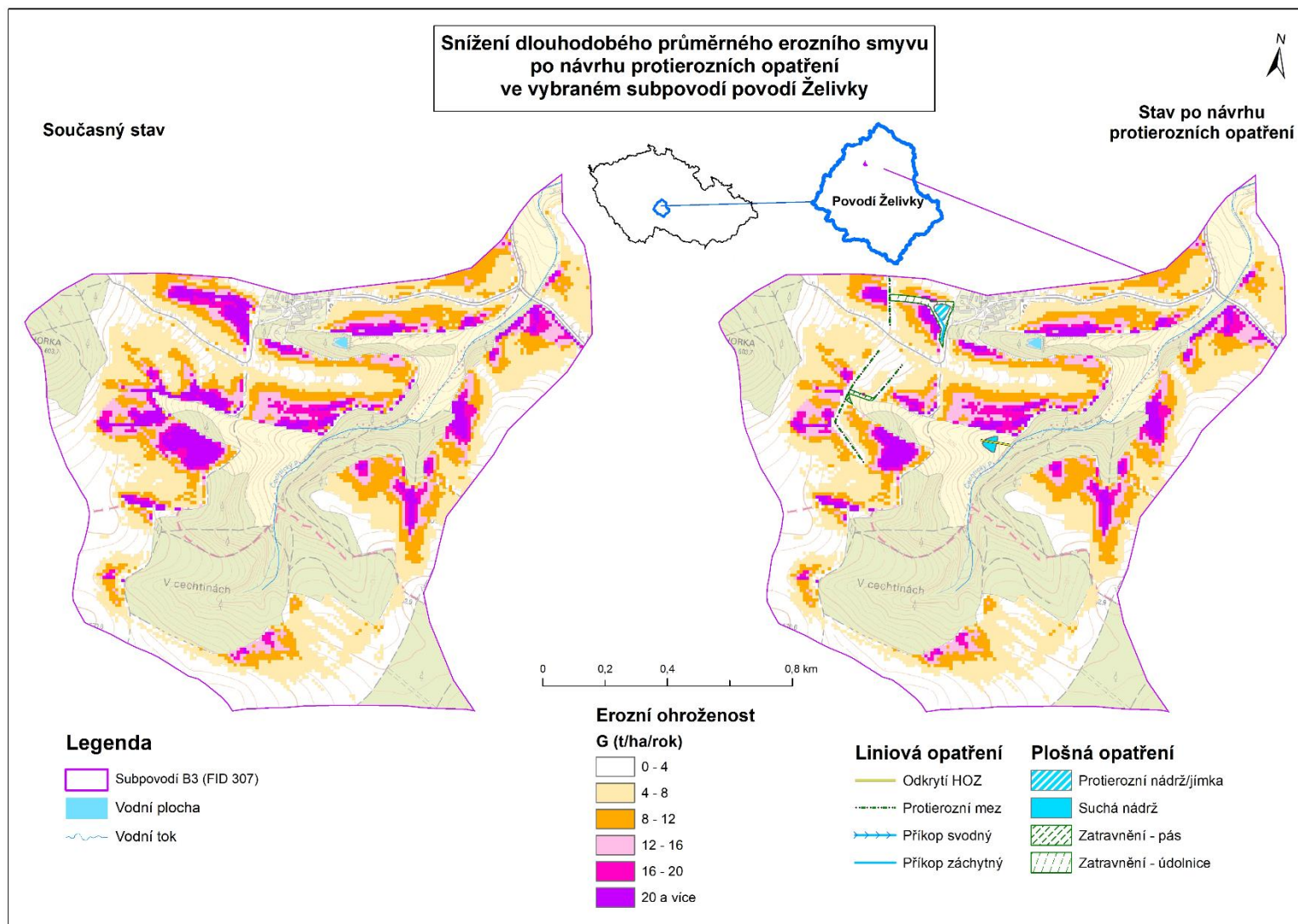
Povodí	Transport plavenin - SDR Robinson				Transport plavenin - SDR Williams				počet návrhů PEO
	současnost (t/rok)	po návrhu (t/rok)	snížení (t/rok)	snížení (%)	současnost (t/rok)	po návrhu (t/rok)	snížení (t/rok)	snížení (%)	
1-09-02-0660-0-00	575,9	561,8	14,1	2,4	1264,8	1233,9	31,0	2,4	2
1-09-02-0680-1-00	914,2	878,5	35,7	3,9	1765,4	1696,4	69,0	3,9	9
1-09-02-0680-2-00	91,1	78,4	12,6	13,9	251,6	216,7	34,9	13,9	1
1-09-02-0690-0-00	602,3	535,6	66,7	11,1	1483,7	1319,5	164,2	11,1	32
1-09-02-0700-0-00	470,4	428,4	42,0	8,9	1279,8	1165,6	114,2	8,9	7
1-09-02-0710-0-00	1007,6	941,5	66,1	6,6	2591,4	2421,5	169,9	6,6	28
1-09-02-0740-0-00	713,4	697,0	16,4	2,3	1817,9	1776,1	41,8	2,3	13
1-09-02-0750-0-00	160,3	145,2	15,0	9,4	199,0	180,4	18,7	9,4	5
1-09-02-0770-0-00	431,9	368,5	63,4	14,7	444,5	379,3	65,2	14,7	27
1-09-02-0790-0-00	522,5	450,2	72,3	13,8	1383,8	1192,2	191,6	13,8	18
1-09-02-0800-0-00	350,3	340,5	9,9	2,8	810,5	787,7	22,8	2,8	6
1-09-02-0820-0-00	1038,1	1033,4	4,7	0,5	2238,1	2227,9	10,2	0,5	5
1-09-02-0830-0-00	545,4	542,8	2,6	0,5	2118,4	2108,3	10,0	0,5	3
1-09-02-0840-0-00	421,6	417,1	4,6	1,1	1072,9	1061,3	11,6	1,1	2
1-09-02-0860-0-00	882,0	868,9	13,0	1,5	2469,9	2433,3	36,5	1,5	4
1-09-02-0870-0-00	628,6	572,3	56,4	9,0	2150,6	1957,7	192,9	9,0	16
1-09-02-0890-0-00	1069,9	1048,9	21,0	2,0	2186,3	2143,3	43,0	2,0	10
1-09-02-0900-0-00	556,7	537,9	18,8	3,4	1219,6	1178,4	41,2	3,4	13
1-09-02-0910-0-00	232,2	232,2	0,0	0,0	453,8	453,8	0,0	0,0	3
1-09-02-0920-0-00	814,3	800,8	13,5	1,7	2306,2	2268,0	38,2	1,7	3
1-09-02-0930-0-00	273,7	263,7	10,0	3,6	347,9	335,2	12,7	3,6	4
1-09-02-0940-0-00	208,6	202,7	5,9	2,9	264,9	257,4	7,6	2,9	2
1-09-02-0950-0-00	157,2	134,3	22,9	14,6	414,7	354,2	60,5	14,6	2
1-09-02-0960-0-00	635,4	617,6	17,8	2,8	1912,3	1858,6	53,7	2,8	7
1-09-02-0970-0-00	990,8	875,3	115,5	11,7	2311,8	2042,3	269,5	11,7	30
1-09-02-0980-0-00	683,2	567,0	116,2	17,0	1777,6	1475,2	302,3	17,0	25
1-09-02-0990-0-00	107,3	80,7	26,5	24,7	363,9	273,8	90,1	24,7	4
1-09-02-1000-0-00	858,9	766,1	92,7	10,8	2057,2	1835,1	222,1	10,8	22
1-09-02-1010-0-00	755,1	741,5	13,5	1,8	1936,1	1901,5	34,7	1,8	4
1-09-02-1020-0-00	421,0	389,3	31,7	7,5	1143,9	1057,8	86,1	7,5	15
1-09-02-1030-0-00	211,1	161,6	49,5	23,4	555,9	425,6	130,3	23,4	22
1-09-02-1040-0-00	1809,3	1782,7	26,6	1,5	5281,1	5203,4	77,6	1,5	26
1-09-02-1050-0-00	1819,3	1741,2	78,2	4,3	5040,6	4824,0	216,5	4,3	27
1-09-02-1060-0-00	415,8	404,4	11,4	2,7	1127,8	1096,9	30,9	2,7	8
1-09-02-1070-0-00	549,8	521,9	27,9	5,1	1599,2	1518,1	81,1	5,1	15
1-09-02-1080-1-00	697,0	682,6	14,4	2,1	1706,7	1671,4	35,3	2,1	9
1-09-02-1080-2-00	598,8	534,2	64,5	10,8	1187,8	1059,8	128,0	10,8	18



*Obr. č. 3: Snížení dlouhodobého erozního smyvu ve vybraném povodí IV. řádu po realizaci opatření*



Obr. č. 4: Snížení dlouhodobého erozního smyvu ve vybraném subpovodí FID 309 po realizaci opatření



Obr. č. 5: Snížení dlouhodobého erozního smyvu ve vybraném subpovodí FID 307 po realizaci opatření

## 8. Hodnocení účinnosti navržených opatření na snížení znečištění z podzemních zdrojů – opatření na drenážních systémech

Účinnost opatření pro účely této studie byla provedena na snížení příspěvku odvodňovacích systémů k celkovému odnosu dusičnanového dusíku a hrubý odhad snížení příspěvku OS na odnosu celkového fosforu v rámci povodí IV. řádu. Bilance odnosu pesticidů na plochu celého povodí dosud nebyla v české republice provedena. V tabulce na CD příloze je pouze uveden odhad účinnosti jednotlivých opatření.

Hodnocení účinnosti opatření proběhlo ve dvou krocích. Prvním krokem bylo stanovení příspěvku odvodňovacích systémů k celkovému znečištění vod v rámci povodí IV. řádu za současné situace. Ve druhém kroku byl hodnocen potenciální vliv navržených opatření na snížení znečištění vod v případě jejich realizace.

### 8.1 Současný příspěvek OS k odnosu dusičnanového dusíku a celkového fosforu

#### Výpočet odnosu N-NO<sub>3</sub> a celkového fosforu

K výpočtu bylo využity následující veličiny: Plocha odvodnění v daném povodí IV. řádu, využití půdy pod drenážními i systémy, velikost specifického drenážního odtoku a koncentrace živin (zejména dusičnanového dusíku) v drenážních vodách.

Hodnota specifického drenážního odtoku byla stanovena na základě nomogramů (uváděných např. Jůva, 1957, Kvítek et al., 2006). Vzhledem k současné klimatické situaci a stavu drenážních systémů (poruchy a stárnutí) lze uvažovat o využití nejnižšího návrhového drenážního odtoku 0,2 l/s/ha jako odpovídající pro vlhčí roky, přičemž pro běžně vodné roky byl odtok odhadnut na 0,15 l/s/ha a pro roky suché dále snížen na 0,1 l/s/ha. Pro výpočet účinnosti opatření byla využita střední hodnota **0,15 l/s/ha** a všechny níže uvedené hodnoty odnosu se budou vztahovat k této výši specifického drenážního odtoku.

Koncentrace dusičnanového dusíku v drenážních vodách byla stanovena různě pro jednotlivé stupně rizika Souhrnného indexu potřeby opatření, a to na základě terénního průzkumu v roce 2017 (etapa H projektu „Příprava listů opatření typu A.“ a upřesněny podle výsledků dlouhodobého monitoringu drenážních vod v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce. Pro účely řešení byly též koncentrace NNO<sub>3</sub> rozlišeny podle využití půdy (orná, TTP). Velikost koncentrací využitých pro výpočet odnosu N-NO<sub>3</sub> je uvedena v tabulce č. 7.

**Tabulka č. 7:** Koncentrace dusičnanového dusíku v drenážních vodách přiřazené jednotlivým hodnotám SR-SIPO

SR - SIPO	Koncentrace N-NO <sub>3</sub> (mg/l)				
	5	4	3	2	1
Orná půda	20	18	16	13	10
TTP	10	8	6	4	3

Podkladem pro stanovení velikosti odnosu fosforu drenážními systémy byly výsledky dlouhodobého a částečně kontinuálního monitoringu na pokusných lokalitách VÚMOP. v.v.i. v analogických přírodních a zemědělských podmínkách (Fučík et al., 2017, Zajíček et al., 2018). Podle těchto výsledků byl odnos fosforu závislý zejména na velikosti odtoku a nikoli na způsobu využití půdy. Proto pro účely tohoto výpočtu v zájmovém území byla velikost odnosu P drenážními systémy stanovena čistě na základě stanoveného odtoku a velikosti odvodněné plochy v hodnoceném povodí IV. řádu.

### Současný odnos N-NO<sub>3</sub> a P celk ze zemědělské půdy drenážními systémy v povodí VN Švihov

Velikost příspěvku staveb odvodnění k celkovému odnosu dusičnanového dusíku pro jednotlivá povodí IV. řádu je uvedena na mapě v příloze 5. Pro srážkově běžný rok (drenážní odtok 0,15 l/s/ha se v povodí IV. pohyboval odnos N-NO<sub>3</sub> od 0,0 (povodí bez OS) po 38,0 tun za rok. Průměrná hodnota byla 7,7 t N-NO<sub>3</sub> z povodí IV. řádu za rok. Celkový odnos dusičnanového dusíku ze zemědělské půdy odvodňovacími stavbami v povodí VN Švihov se dle výše uvedené metodiky výpočtu pohybuje od 582 t/rok (suchý rok) **přes 873 t/rok (normální rok)** po 1 164 t/rok (vlhký rok). V přepočtu na 1 km<sup>2</sup> je hodnota průměrného ročního odnosu **714 kg** a v jednotlivých povodích IV. řádu se pohybuje od 0,0 do 1 996 kg/km<sup>2</sup>/rok. Průměrný odnos pro povodí klasifikovaná na základě jednotlivých stupňů rizika indexu SIPO je uveden v tabulce č. 8. Všechny další výpočty odnosu a účinnosti opatření byly provedeny pro hodnoty připisované normálně vlhkému roku. Shrnutí odnosu N-NO<sub>3</sub> pro všechna povodí IV. řádu spadající do povodí VN Švihov je uvedeno v tabulce č. 9.

Velikost odnosu celkového fosforu drenážními systémy ze zemědělské půdy je graficky znázorněna v příloze 6. Roční odnos se v jednotlivých povodích IV. řádu v závislosti na ploše odvodněné zemědělské půdy pohybuje od 0,0 do 206,0 kg/rok, průměrný odnos byl odhadnut na 44,0 kg P/rok. Celkový příspěvek drenážních systémů v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce byl odhadnut na **4 976 kg/rok**. Shrnutí odnosu celkového fosforu pro všechna povodí IV. řádu spadající do povodí VN Švihov je uvedeno v tabulce č. 9.

**Tabulka č. 8:** Shrnutí odnosu N-NO<sub>3</sub> z povodí IV. řádu VN Švihov kategorizované podle hodnot SR-SIPO

Povodí IV. řádu spadající do povodí VN Švihov						
SR-SIPO	1	2	3	4	5	VN Švihov
počet povodí (n)	9	11	34	33	26	113
Průměrný odnos N-NO <sub>3</sub> (kg/rok)	387	3 260	7 035	8 255	12 264	7 726
Průměrný specifický odnos N-NO <sub>3</sub> (kg/rok/ km <sup>2</sup> )	52	253	525	771	1311	714

**Tabulka č. 9 :** Odnos dusičnanového dusíku a fosforu drenážními systémy v jednotlivých povodích IV. řádu povodí VN Švihov

CHP	Vodní tok	odvodněno (%)	plocha (km <sup>2</sup> )	SR_SIPO	Odnos N kg OS povodí (kg/rok)	Odnos Pcelk (kg/rok)
1-09-02-0010-0-00	Želivka	21	16	4	23252	102
1-09-02-0020-0-00	Střítežský potok	23	10	3	11458	68
1-09-02-0030-0-00	Želivka	29	3	5	6427	29
1-09-02-0040-0-00	Borský potok	22	10	5	14472	68
1-09-02-0050-0-00	Želivka	18	10	3	9875	56
1-09-02-0060-0-00	Cerekvický potok	15	27	4	23987	125
1-09-02-0070-0-00	Brůdek	8	11	3	3811	26
1-09-02-0080-0-00	Cerekvický potok	20	17	5	24965	103
1-09-02-0090-0-00	Želivka	10	32	4	20430	96
1-09-02-0100-0-00	Bělá	13	33	3	16349	128
1-09-02-0110-0-00	Nemojovský potok	13	19	3	10877	79
1-09-02-0120-0-00	Podlesník	13	9	3	5183	39
1-09-02-0130-0-00	Nemojovský potok	10	4	4	2663	12
1-09-02-0140-0-00	Bělá	0	0	4	0	0
1-09-02-0150-0-00	Vlásenický potok	23	13	4	20912	93
1-09-02-0160-0-00	Bělá	12	4	3	2670	16
1-09-02-0170-0-00	Myslotínský potok	15	9	3	8160	41
1-09-02-0180-0-00	Bělá	10	16	4	10367	52
1-09-02-0190-0-00	Olešná	13	19	5	16660	80
1-09-02-0200-0-00	Bělá	8	4	3	1913	11
1-09-02-0210-0-00	Želivka	11	15	4	10442	52
1-09-02-0220-0-00	Jankovský potok	8	26	3	8699	64
1-09-02-0230-0-00	Hejnický potok	18	15	3	9738	86
1-09-02-0240-0-00	Hejštský potok	11	7	3	2843	25
1-09-02-0250-0-00	Hejnický potok	8	16	2	4476	38
1-09-02-0260-0-00	Jankovský potok	13	2	4	1448	7
1-09-02-0270-0-00	Kladinský potok	11	27	2	7962	93
1-09-02-0280-0-00	Jankovský potok	20	7	5	11113	48
1-09-02-0290-0-00	Hněvkovický potok	12	11	3	5044	40
1-09-02-0300-0-00	Jankovský potok	12	0	4	130	1
1-09-02-0310-0-00	Kopaninský potok	10	9	3	4683	29
1-09-02-0320-0-00	Jankovský potok	8	10	3	4831	27
1-09-02-0330-1-00	Želivka	0	1	1	0	0
1-09-02-0330-2-00	Želivka	3	4	1	153	4
1-09-02-0340-0-00	Petrovický potok	13	9	3	4816	37
1-09-02-0350-1-00	Želivka	2	6	3	1035	5
1-09-02-0350-2-00	Želivka	1	5	3	462	2
1-09-02-0360-0-00	Trnava	15	28	3	22735	139

CHP	Vodní tok	odvodněno (%)	plocha (km <sup>2</sup> )	SR_SIPO	Odnos N kg OS povodí (kg/rok)	Odnos Pcelk (kg/rok)
1-09-02-0370-0-00	Novomlýnský potok	16	17	4	16784	92
1-09-02-0380-0-00	Trnava	9	4	4	2671	14
1-09-02-0390-0-00	Barborka	24	7	4	9625	60
1-09-02-0400-0-00	Blatnice	19	11	3	11599	74
1-09-02-0410-0-00	Barborka	8	7	3	3691	20
1-09-02-0420-0-00	Trnava	12	1	4	511	3
1-09-02-0430-0-00	Vočadlo	9	14	4	8076	42
1-09-02-0440-0-00	Trnava	0	1	4	0	0
1-09-02-0450-0-00	Huťský potok	9	15	4	7256	46
1-09-02-0460-0-00	Trnava	10	10	5	8180	35
1-09-02-0470-0-00	Panský potok	17	6	5	7696	34
1-09-02-0480-0-00	Trnava	4	2	4	605	2
1-09-02-0490-0-00	Sádecký potok	7	6	3	2082	13
1-09-02-0500-0-00	Trnava	11	10	5	9087	39
1-09-02-0510-0-00	Smrčinský potok	9	10	4	5479	31
1-09-02-0520-0-00	Trnava	9	4	4	2263	12
1-09-02-0530-0-00	Kejtovecký potok	23	12	5	19469	96
1-09-02-0540-0-00	Vintířovský potok	17	15	5	18006	88
1-09-02-0550-0-00	Kejtovecký potok	13	29	3	23214	132
1-09-02-0560-0-00	Novodvorský potok	15	19	5	20383	101
1-09-02-0570-0-00	Kejtovecký potok	10	16	4	10504	55
1-09-02-0580-0-00	Trnava	15	8	5	10183	44
1-09-02-0590-0-00	Předožlabský potok	13	8	5	7296	36
1-09-02-0600-0-00	Trnava	17	0	4	343	2
1-09-02-0610-0-00	Bořetický potok	14	10	4	9689	54
1-09-02-0620-0-00	Útěchovičský potok	10	6	4	3804	24
1-09-02-0630-0-00	Bořetický potok	5	12	3	3068	21
1-09-02-0640-0-00	Trnava	12	18	5	17784	78
1-09-02-0650-0-00	Bělský potok	3	6	2	562	8
1-09-02-0660-0-00	Trnava	1	6	3	260	1
1-09-02-0670-0-00	Řečický potok	16	6	4	6606	37
1-09-02-0680-1-00	Trnava	5	13	2	2683	23
1-09-02-0680-2-00	Trnava	1	1	2	25	0
1-09-02-0690-0-00	Želivka	9	9	4	5131	33
1-09-02-0700-0-00	Vitický potok	5	6	4	1300	11
1-09-02-0710-0-00	Želivka	7	18	3	7735	48
1-09-02-0720-0-00	Lohenický potok	4	9	4	2417	13
1-09-02-0730-0-00	Želivka	3	5	1	482	5
1-09-02-0740-0-00	Martinický potok	17	20	4	18840	131
1-09-02-0750-0-00	Stupnický potok	9	6	3	2434	21
1-09-02-0760-0-00	Martinický potok	22	2	5	3026	16



CHP	Vodní tok	odvodněno (%)	plocha (km <sup>2</sup> )	SR_SIPO	Odnos N kg OS povodí (kg/rok)	Odnos Pcelk (kg/rok)
1-09-02-0770-0-00	Lukavecký potok	10	11	3	4604	44
1-09-02-0780-0-00	Martinický potok	20	3	5	4531	23
1-09-02-0790-0-00	Mohelnice	13	7	5	6109	36
1-09-02-0800-0-00	Martinický potok	22	4	5	7264	32
1-09-02-0810-0-00	Smrdoavský potok	17	5	5	6534	34
1-09-02-0820-0-00	Martinický potok	12	14	5	14379	69
1-09-02-0830-0-00	Košetický potok	12	5	4	3741	23
1-09-02-0840-0-00	Martinický potok	4	6	3	1355	10
1-09-02-0850-0-00	Pekelský potok	16	9	5	11563	60
1-09-02-0860-0-00	Martinický potok	13	13	5	14228	66
1-09-02-0870-0-00	Suchý potok	19	5	5	8782	39
1-09-02-0880-0-00	Martinický potok	4	4	2	944	6
1-09-02-0890-0-00	Želivka	3	18	1	2170	21
1-09-02-0900-0-00	Blažejovický potok	23	13	4	21875	114
1-09-02-0910-0-00	Děkanovický potok	14	8	4	7685	43
1-09-02-0920-0-00	Blažejovický potok	8	13	3	6450	43
1-09-02-0930-0-00	Želivka	0	7	1	0	0
1-09-02-0940-0-00	Hradištský potok	9	8	2	2359	27
1-09-02-0950-0-00	Želivka	3	1	1	180	2
1-09-02-0960-0-00	Šetějovický potok	3	5	2	846	6
1-09-02-0970-0-00	Želivka	7	18	2	5902	53
1-09-02-0980-0-00	Zahrádkický potok	9	5	3	2854	17
1-09-02-0990-0-00	Želivka	1	2	1	109	1
1-09-02-1000-0-00	Tomický potok	10	14	3	9612	57
1-09-02-1010-0-00	Želivka	6	18	2	5375	45
1-09-02-1020-0-00	Všebořický potok	8	7	3	3436	22
1-09-02-1030-0-00	Želivka	0	2	1	0	0
1-09-02-1040-0-00	Sedlický potok	9	40	3	21605	151
1-09-02-1050-0-00	Čechtický potok	22	23	5	38259	206
1-09-02-1060-0-00	Křivsoudovský potok	19	5	5	7616	37
1-09-02-1070-0-00	Čechtický potok	15	4	5	4854	23
1-09-02-1080-1-00	Sedlický potok	19	10	4	13567	78
1-09-02-1080-2-00	Sedlický potok	11	14	2	7964	64
1-09-02-1090-1-00	Želivka	0	5	1	16	0

Pozn. Šedě jsou vyznačena povodí, ve kterých byla navrhována opatření

## 8.2 Snížení odnosu po realizaci navržených opatření

### Účinnost jednotlivých opatření

Účinnost jednotlivých opatření na snížení podpovrchového znečištění vod byla stanovena na základě podrobného studia zejména zahraniční literatura a na základě přímého měření účinnosti opatření na pokusných lokalitách VÚMOP, v.v.i. Pro každé z navrhovaných opatření je uvedena v Katalogu opatření (výstup etapy J projektu „Příprava listů opatření typu A“). Účinnosti opatření pro snížení plošného znečištění z podpovrchových zdrojů znečištění použité pro tento výpočet jsou uvedeny v tabulce č. 10 Účinnost uvedená v této tabulce je prezentována ve třech úrovních, jako minimální, průměrná a maximální. Stupeň účinnosti využitý pro výpočet byl vybrán podle umístění navrženého opatření. Tam, kde opatření bylo navrženo osamoceně, byla použita účinnost minimální až průměrná. V případě samostatného opatření navrženého v uceleném a funkčním systému opatření, byla použita účinnost průměrná až maximální, stejně tak jak v případě řetězení více opatření stejného typu v rámci jednoho systému (navazující umělý mokřad, kaskáda tůní apod.).

**Tabulka. č. 10:** Účinnost opatření na snížení zemědělského znečištění z podpovrchových plošných zdrojů, navrhovaných v rámci projektu

Kód	Opatření	Účinnost na odtok (%)			Účinnost na N-NO <sub>3</sub> (%)			Účinnost na P (%)		
		max	min	avg	max	min	avg	max	min	avg
D01	Regulace odtoku z pramenních jámek	100	75	87	75	35	50	25	1	10
D02	Odkrytí zatrubněných HOZ	100	75	87	50	1	25	25	1	10
D03	Kontrolované spontánní stárnutí drenáže	100	75	87	90	25	50	50	1	25
D04	Zalesnění zemědělské půdy; alternativně: výsadba plantáží RRD – na odvodněných pozemcích	100	75	87	99	75	90	99	50	75
D05	Lokální eliminace drénu	75	25	50	75	25	50	50	1	25
D06	Odkrytí drénu a úplné odstranění	100	75	87	90	25	50	90	25	50
D07	Snížení intenzity odvodnění	75	50	25	75	25	50	50	1	25
D08	Tůň s drenážní vodou	50	10	25	25	10	15	50	25	40

D09	Kořenová čistírna na drenáži	25	10	15	50	10	25	50	10	25
D10	Biofiltr	25	10	15	99	75	90	50	25	40
D11	Převody vod na úrovni HOZ	100	75	87	75	25	50	50	25	40
D12	Regulace odtoku na úrovni HOZ	100	75	87	75	25	50	50	25	40
D13	Převody vod na úrovni POZ	75	25	50	75	25	50	50	1	25
D14	Regulace odtoku na úrovni POZ	75	50	25	99	75	90	50	10	25
D15	Zasakovací drén	100	25	50	99	50	75	75	25	50
K01	Zatravnění infiltrační oblasti s návazností na OS	25	10	15	75	25	50	50	1	25
K02	Mokřad	25	10	15	99	50	75	75	25	50

### Výpočet účinnosti navržených opatření

V prostředí GIS byla v rámci každého řešeného povodí IV. řádu vybrána opatření, která jsou relevantní pro snížení podpovrchového znečištění (tabulka č. 10). Pro tato opatření byla vybrána plocha odvodnění, která je navrženým opatření ovlivněna. Pro plochy neovlivněné byl proveden výpočet odnosu beze změny, na základě hodnoty specifického odtoku a koncentrace dle hodnoty SR-SIPO. Pro plochy ovlivněné byl proveden nový výpočet tak, že byl dosažen odtok procentuálně snížený dle účinnosti opatření pro snížení drenážního odtoku koncentrace N-NO<sub>3</sub> a celkového fosforu na základě hodnoty SR-SIPO hodnoceného povodí IV. řádu, snížená dle odhadu účinnosti navrženého opatření. Výsledná hodnota odnosu po realizaci opatření byly vypočtena součtem odnosu z ovlivněných a neovlivněných odvodňovacích ploch v rámci každého povodí IV. řádu.

### Snížení odnosu N-NO<sub>3</sub> a celkového fosforu po realizaci navržených opatření

V rámci řešení tohoto projektu byla opatření snižující podpovrchové zdroje znečištění navržena celkem v 57 povodích IV. řádu ze 113 (50,4 %) povodí v řešeném území. Celkem bylo navrženo 168 opatření relevantních pro snížení odnosu N-NO<sub>3</sub> a P celk drenážními systémy. V rámci dotčených povodí IV. řádu bylo navrhováno od jednoho do osmi opatření a plocha odvodnění těmito opatřeními ovlivněná se pohybovala od 1 % do 72 %, průměrně bylo ovlivněno 26 % plochy odvodňovacích staveb v řešených povodích IV. řádu.

Na základě výsledků výše popsaného výpočtu by došlo při realizaci 168 navržených opatření v rámci celého povodí VN Švihov k redukci odnosu o 11 % (96 tun N-NO<sub>3</sub>/rok). Pokud bude výpočet vztažen pouze k povodím IV. řádu, ve kterých byla opatření navrhována, redukce odnosu by byla 17 %.

V jednotlivých povodích IV. řádu s návrhy opatření na snížení podpovrchového znečištění se redukce odnosu N-NO<sub>3</sub> po realizaci navržených opatření pohybovala od 1 % do 58 %, průměrně byla hodnota snížení odnosu **18 %**. Výsledky výpočtu pro jednotlivá povodí IV. řádu, ve kterých byla navrhována opatření, jsou uvedeny v tabulce č. 11 a graficky prezentovány také na mapě v příloze 5.

Po realizaci všech opatření by došlo k poklesu odnosu celkového fosforu z odvodněné zemědělské půdy v povodí VN Švihov o 335 kg, což představuje 6,7 %. V rámci povodí IV. řádu, v nichž byla opatření navrhována by byl pokles odnosu fosforu **16,6 %**. V jednotlivých povodích se snížení odnosu P pohybovalo od 0,01 do 51 % v závislosti na počtu navržených pro fosfor relevantních opatření a ploše odvodnění návrhy těchto opatření ovlivněné. Výsledky výpočtu pro jednotlivá povodí IV. řádu, ve kterých byla navrhována opatření, jsou uvedeny v tabulce č. 12 a graficky prezentovány také na mapě v rámci přílohy 6.

### 8.3 Souhrn výsledků za podpovrchové zdroje znečištění

Snížení celkového odnosu N-NO<sub>3</sub> o 11 %, resp. fosforu o 7 % vypadá na první pohled jako slabý výsledek celého projektu. Nicméně je nutno brát v potaz, že se jedná o pilotní projekt, v rámci jehož řešení počet byl omezen celkový počet navržených opatření (rozsah projektu, rozsah řešeného území – pozemky zúčastněných zemědělských subjektů. Zároveň byl do jisté míry omezený i typ navrhovaných opatření vzhledem k nutnosti schválení navrhovaných opatření zemědělskými subjekty. Zemědělec, veřejnost i kontrolní úřady vnímají jako významnější problém na první pohled viditelné projevy eroze a podpovrchovým zdrojům znečištění není obecně kladena taková důležitost ve srovnání s povrchovým odtokem (erozním smyvem).

Celková plocha OS ovlivněná návrhy opatření byla pouze 15 %. Nicméně v rámci povodí IV. řádu, ve kterých byl kladen důraz na zahrnutí opatření na snížení podpovrchových zdrojů znečištění do systémů navrhovaných opatření, by po jejich realizaci bylo dosaženo velmi významného snížení odnosu dusičnanového dusíku (tabulka č. 11) i fosforu (tabulka č. 12). Lze tedy předpokládat, že v případě doplnění systémů opatření v dostatečném počtu tak, aby byly pokryty nejvýznamnější identifikované zranitelné lokality a jejich realizaci by došlo k podstatnému snížení podpovrchového plošného zemědělského znečištění v zájmovém území.

**Tabulka č. 11:** Účinnost opatření na snížení zemědělského znečištění dusičnanovým dusíkem z podpoверхových plošných zdrojů, navrhovaných v rámci projektu

CHP	Současný odnos N-NO <sub>3</sub> (t/rok)	Počet opatře ní (n)	Ovlivněná plocha OS (%)	odnos N-NO <sub>3</sub> (t/rok) po realizaci	Snížení odnosu (t/rok)	Snížení odnosu (%)
1-09-02-0050-0-00	9,9	7	18,9	8,6	1,28	12,9
1-09-02-0060-0-00	24,0	6	11,2	22,9	1,13	4,7
1-09-02-0080-0-00	25,0	11	22,6	19,4	5,54	22,2
1-09-02-0100-0-00	16,3	5	6,6	15,7	0,69	4,2
1-09-02-0110-0-00	10,9	3	26,2	9,3	1,53	14,1
1-09-02-0190-0-00	16,7	5	19,2	14,8	1,88	11,3
1-09-02-0260-0-00	1,4	1	17,6	1,4	0,06	3,9
1-09-02-0280-0-00	11,1	2	55,1	6,0	5,15	46,4
1-09-02-0310-0-00	4,7	3	15,4	3,9	0,76	16,3
1-09-02-0320-0-00	4,8	6	37,4	2,8	2,04	42,3
1-09-02-0350-1-00	1,0	1	37,9	0,7	0,37	36,2
1-09-02-0360-0-00	22,7	6	8,3	22,0	0,75	3,3
1-09-02-0370-0-00	16,8	2	3,7	16,0	0,75	4,5
1-09-02-0380-0-00	2,7	1	11,5	2,6	0,07	2,6
1-09-02-0410-0-00	3,7	2	15,1	3,4	0,24	6,5
1-09-02-0450-0-00	7,3	3	2,1	7,2	0,08	1,1
1-09-02-0460-0-00	8,2	1	5,7	8,0	0,21	2,6
1-09-02-0470-0-00	7,7	4	42,9	6,1	1,56	20,2
1-09-02-0500-0-00	9,1	41	42,2	5,4	3,69	40,6
1-09-02-0540-0-00	18,0	2	12,5	16,4	1,65	9,1
1-09-02-0550-0-00	23,2	26	31,7	15,4	7,84	33,8
1-09-02-0560-0-00	20,4	10	44,9	14,6	5,81	28,5
1-09-02-0570-0-00	10,5	10	26,7	8,0	2,52	24
1-09-02-0580-0-00	10,2	5	12	9,1	1,13	11,1
1-09-02-0590-0-00	7,3	14	29,5	5,0	2,32	31,8
1-09-02-0610-0-00	9,7	5	44,2	6,7	2,99	30,8
1-09-02-0620-0-00	3,8	2	8,9	3,6	0,16	4,3
1-09-02-0630-0-00	3,1	1	22,6	2,9	0,17	5,7
1-09-02-0640-0-00	17,8	4	10,4	16,5	1,24	6,9
1-09-02-0680-1-00	2,7	3	15,1	2,5	0,22	8,1
1-09-02-0690-0-00	5,1	1	12,1	5,0	0,10	2
1-09-02-0710-0-00	7,7	9	46,8	7,3	0,41	5,3
1-09-02-0740-0-00	18,8	3	10	16,9	1,97	10,5
1-09-02-0750-0-00	2,4	3	51,7	1,4	1,04	42,7
1-09-02-0770-0-00	4,6	7	68,1	2,3	2,31	50,1

CHP	Současný odnos N-NO <sub>3</sub> (t/rok)	Počet opatře ní (n)	Ovlivněná plocha OS (%)	odnos N-NO <sub>3</sub> (t/rok) po realizaci	Snížení odnosu (t/rok)	Snížení odnosu (%)
1-09-02-0790-0-00	6,1	7	25	5,1	1,02	16,6
1-09-02-0800-0-00	7,3	2	5,4	7,0	0,31	4,2
1-09-02-0820-0-00	14,4	3	27,5	12,5	1,88	13
1-09-02-0830-0-00	3,7	2	9,7	3,5	0,26	7
1-09-02-0840-0-00	1,4	1	62,7	0,6	0,79	58,4
1-09-02-0860-0-00	14,2	7	8,5	13,2	1,08	7,6
1-09-02-0870-0-00	8,8	8	32,8	6,1	2,69	30,7
1-09-02-0890-0-00	2,2	1	7	2,1	0,03	1,3
1-09-02-0900-0-00	21,9	5	60,2	16,4	5,45	24,9
1-09-02-0910-0-00	7,7	7	43,6	4,0	3,69	48
1-09-02-0920-0-00	6,5	3	37,8	4,6	1,88	29,2
1-09-02-0940-0-00	2,4	1	13,3	2,3	0,08	3,3
1-09-02-0970-0-00	5,9	5	9,4	5,6	0,32	5,3
1-09-02-0980-0-00	2,9	7	13,9	2,6	0,27	9,5
1-09-02-1000-0-00	9,6	5	71,7	6,2	3,44	35,8
1-09-02-1010-0-00	5,4	1	0,9	5,3	0,04	0,8
1-09-02-1020-0-00	3,4	7	33	2,5	0,93	27
1-09-02-1040-0-00	21,6	7	27,9	16,4	5,19	24
1-09-02-1050-0-00	38,3	17	15,6	35,6	2,62	6,8
1-09-02-1070-0-00	4,9	11	35,4	3,1	1,71	35,1
1-09-02-1080-1-00	13,6	10	37,7	11,8	1,74	12,8
1-09-02-1080-2-00	8,0	2	19,3	6,8	1,16	14,6
<b>Celkem</b>						
<b>57</b>	<b>579,1</b>	<b>334</b>	<b>25,4</b>	<b>482,9</b>	<b>96,2</b>	<b>16,6</b>

**Tabulka. č. 12:** Účinnost opatření na snížení zemědělského znečištění celkovým fosforem z podpovrchových plošných zdrojů, navrhovaných v rámci projektu

CHP	Současný odnos P_celk (kg/rok)	Počet opatření (n)	Ovlivněná plocha OS (%)	Odnos P_celk (kg/rok) po realizaci	Snížení odnosu (kg/rok)	Snížení odnosu (%)
1-09-02-0050-0-00	55,5	7	18,9	52,4	3,2	5,7
1-09-02-0060-0-00	123,4	6	11,2	114,2	9,2	7,4
1-09-02-0080-0-00	101,1	11	22,6	86,5	14,6	14,4
1-09-02-0100-0-00	124,1	5	6,6	118,6	5,5	4,4
1-09-02-0110-0-00	76,9	3	26,2	74,9	2,0	2,6
1-09-02-0190-0-00	75,9	5	19,2	71,5	4,4	5,8
1-09-02-0260-0-00	6,7	1	17,6	6,2	0,5	7,0
1-09-02-0280-0-00	43,7	2	55,1	27,8	15,8	36,3
1-09-02-0310-0-00	26,0	3	15,4	23,5	2,5	9,7
1-09-02-0320-0-00	24,7	6	37,4	17,7	7,0	28,3
1-09-02-0350-1-00	4,4	1	37,9	3,2	1,2	26,6
1-09-02-0360-0-00	123,8	6	8,3	121,5	2,4	1,9
1-09-02-0370-0-00	81,4	2	3,7	79,0	2,4	2,9
1-09-02-0380-0-00	12,3	1	11,5	12,3	0,0	0,0
1-09-02-0410-0-00	17,3	2	15,1	15,9	1,4	8,3
1-09-02-0450-0-00	40,2	3	2,1	40,2	0,0	0,1
1-09-02-0460-0-00	30,6	1	5,7	30,5	0,1	0,3
1-09-02-0470-0-00	29,0	4	42,9	25,8	3,2	11,2
1-09-02-0500-0-00	33,6	41	42,2	23,2	10,3	30,8
1-09-02-0540-0-00	74,2	2	12,5	67,7	6,5	8,7
1-09-02-0550-0-00	111,0	26	31,7	86,5	24,5	22,1
1-09-02-0560-0-00	84,9	10	44,9	63,2	21,7	25,6
1-09-02-0570-0-00	46,4	10	26,7	39,6	6,9	14,8
1-09-02-0580-0-00	37,1	5	12	34,4	2,7	7,2
1-09-02-0590-0-00	30,1	14	29,5	25,5	4,6	15,4
1-09-02-0610-0-00	45,0	5	44,2	40,4	4,6	10,3
1-09-02-0620-0-00	20,1	2	8,9	18,8	1,3	6,2
1-09-02-0630-0-00	17,4	1	22,6	17,0	0,4	2,3
1-09-02-0640-0-00	64,3	4	10,4	61,9	2,4	3,7
1-09-02-0680-1-00	18,9	3	15,1	17,0	1,9	10,2
1-09-02-0690-0-00	26,5	1	12,1	26,3	0,2	0,7
1-09-02-0710-0-00	38,8	9	46,8	29,6	9,2	23,7
1-09-02-0740-0-00	104,8	3	10	99,1	5,8	5,5
1-09-02-0750-0-00	16,8	3	51,7	11,6	5,2	31,0

CHP	Současný odnos P_celk (kg/rok)	Počet opatření (n)	Ovlivněná plocha OS (%)	Odnos P_celk (kg/rok) po realizaci	Snížení odnosu (kg/rok)	Snížení odnosu (%)
1-09-02-0770-0-00	34,8	7	68,1	17,1	17,7	50,8
1-09-02-0790-0-00	28,1	7	25	23,9	4,2	14,9
1-09-02-0800-0-00	24,7	2	5,4	23,9	0,9	3,5
1-09-02-0820-0-00	53,9	3	27,5	49,2	4,7	8,7
1-09-02-0830-0-00	18,1	2	9,7	17,5	0,6	3,4
1-09-02-0840-0-00	7,5	1	62,7	6,1	1,4	18,8
1-09-02-0860-0-00	51,2	7	8,5	47,9	3,3	6,4
1-09-02-0870-0-00	30,3	8	32,8	22,8	7,5	24,7
1-09-02-0890-0-00	16,2	1	7	16,2	0,1	0,4
1-09-02-0900-0-00	87,0	5	60,2	70,2	16,8	19,3
1-09-02-0910-0-00	33,0	7	43,6	19,3	13,7	41,4
1-09-02-0920-0-00	32,9	3	37,8	25,2	7,8	23,5
1-09-02-0940-0-00	20,7	1	13,3	20,5	0,1	0,7
1-09-02-0970-0-00	39,7	5	9,4	38,0	1,7	4,2
1-09-02-0980-0-00	12,9	7	13,9	11,5	1,3	10,5
1-09-02-1000-0-00	42,4	5	71,7	35,9	6,5	15,4
1-09-02-1010-0-00	33,2	1	0,9	33,1	0,2	0,5
1-09-02-1020-0-00	16,4	7	33	12,8	3,6	21,9
1-09-02-1040-0-00	111,6	7	27,9	87,0	24,6	22,0
1-09-02-1050-0-00	152,0	17	15,6	137,0	15,0	9,9
1-09-02-1070-0-00	17,2	11	35,4	11,4	5,8	33,7
1-09-02-1080-1-00	56,9	10	37,7	47,2	9,7	17,0
1-09-02-1080-2-00	46,9	2	19,3	42,4	4,5	9,6
<b>Celkem</b>						
<b>57</b>	<b>2734,7</b>	<b>334</b>	<b>25,4</b>	<b>2399,7</b>	<b>335,0</b>	<b>16,6</b>

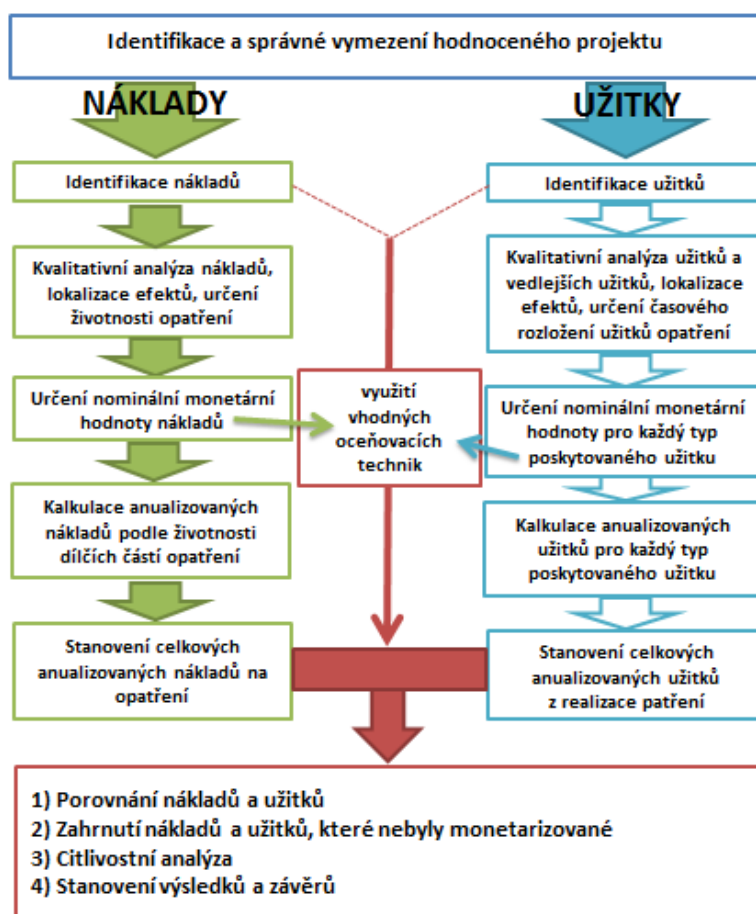


## 9. Finanční analýza navržených opatření

V této kapitole je uveden stručný souhrn výsledků ekonomického hodnocení realizace navržených opatření. Celá analýza je obsahem přílohy 7 této zprávy.

Ekonomické hodnocení bylo založeno na metodě cost-benefit analysis (CBA, analýze nákladů a užitků). Jedná se o obdobu finanční analýzy v podniku, kde se kromě soukromých finančních přínosů a nákladů firmy navíc hodnotí i společenské náklady a užitky, které mnohdy nemají přímý finanční charakter, ale v rámci povodí mají znatelný vliv (v podobě negativních a pozitivních externalit a oportunitních nákladů). Za přínosné se podle CBA považují opatření, kde užitky převyšují náklady.

Postup ekonomického hodnocení je schematicky zobrazen na Obr. č. 6. Vyhodnocení nákladů a užitků probíhá paralelně. V prvním kroku je nutné identifikovat náklady/užitky, k tomu lze využít koncept ekosystémových služeb. Následuje kvantifikace nákladů/užitků a jejich vyjádření v peněžních jednotkách. Při hodnocení jsou jak náklady, tak užitky rozděleny do řady kategorií, pro které se provádí analýza odděleně. Po stanovení celkové hodnoty nákladů a užitků je možné provést jejich porovnání. Vzhledem k nejistotám a rizikům se provádí citlivostní analýza. Obvykle se provádí ve formě scénářů, kde je testován minimálně vliv diskontní míry. Dle výsledků porovnání nákladů a užitků a dle citlivostní analýzy jsou stanoveny závěry.



Obr. č. 6: Postup pro provedení CBA u hodnocených opatření

V tabulce č. 13 je uveden přehled všech typů navržených opatření včetně jejich počtů, odhadu investičních nákladů a provozních ročních nákladů. Celkem bylo navrženo 1 037 opatření, které se seskupují do systémů opatření v rámci, kterých jsou mezi jednotlivými opatřeními funkční vazby a je třeba při realizaci důsledně tyto logické a funkční vazby dodržovat.

**Tabulka č. 13:** Přehled jednotlivých typů opatření včetně investičních a ročních provozních nákladů

Typ opatření	Počet opatření	Investiční náklady [tis. Kč]	Roční provozní náklady [tis. Kč]
-- Revitalizace vodního toku	18	123 058	798,2
-- Rozdělovací objekt	29	2 320	14,5
-- Šachtice s bezpečnostním odtokem	6	480	3,0
D01 - Regulace odtoku z pramenních jímek s ochranným zatravněním	3	240	1,7
D02 - Odkrytí zatrubněných hlavních odvodňovacích zařízení	36	18 864	489,0
D05 - Lokální eliminace drénu (části drénu) - zaslepení	5	2	0,0
D06 - Odkrytí drénu a jeho úplné odstranění	42	1 388	0,0
D08 - Tůň dotovaná drenážní vodou nebo tůň na drenážní výusti	40	3 394	219,9
D09 - Objekt na drenáži typu kořenové čistírny	22	2 200	79,2
D10 - Biofiltr v návaznosti na drenážní systém	9	90	10,8
D11 - Převody vod na úrovni hlavních odvodňovacích zařízení	1	12	0,2
D13 - Převody drenážních vod na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení	46	267	3,5
D14 - Regulace na úrovni podrobného odvodňovacího zařízení	3	476	40,0
D15 - Zasakovací drén	13	376	5,0
E01 - Liniová zeleň	33	1 780	539,1
K01 - Zatravnění infiltrační oblasti	2	309	25,0
K02 - Mokřad v dolní části drenážního systému (či v návaznosti na něj) s předřazeným objektem pro zpomalení odtoku	46	18 658	1 973,9
P01 - Záchytný - odváděcí příkop	6	574	65,2
P02 - Svodný odvodňovací příkop	28	7 259	161,2
P03 - Odváděcí průleh	49	38 638	1 190,0
P04 - Retenční průleh	30	8 486	1 326,0
P05 - Svodný průleh	58	30 064	1 337,6
P06 - Ochranná hrázka	3	72	23,3
P07 - Protierozní sedimentační nádrž/sedimentační jímka	91	11 841	599,9
P08 - Suchá nádrž	39	46 398	3 711,8
P09 - Polní cesta s protierozní funkcí	3	3 370	258,9
P10 - Protierozní mez	183	32 252	6 062,3
P12 - Zatravnění údolnice	79	5 157	417,7
P13 - Zatravněný pás	114	12 724	1 041,4
<b>Celkový součet</b>	<b>1 037</b>	<b>370 747</b>	<b>20 398,6</b>

Finanční a ekonomické vyhodnocení bylo provedeno pro celý soubor opatření za použití předpokladů a postupů uvedených v projektu „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“. **Z pohledu finanční analýzy, lze konstatovat, že navržená opatření nejsou samofinancovatelná ani benefity nepokryjí přepokládané náklady na jejich údržbu.** Tato opatření vzhledem k jejich charakteru mají celospolečenské přínosy, které jsou při započítání externích nákladů a dalších celospolečenských efektů vycházejí v ekonomické analýze jako efektivní a jsou tedy vhodná k realizaci při podmínce spolufinancování z veřejných rozpočtů včetně spolufinancování jejich každoroční údržby.

## 10. Závěr

Řešení tohoto projektu se zúčastnilo celkem 29 zemědělských subjektů, jejichž pozemky zaujímají 55 % zemědělské půdy v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce. Pozemky zemědělských subjektů, které se účastní projektu, zasahují do 108 povodí IV. řádu ze 113 povodí, která spadají do povodí VN Švihov.

Opatření byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. Celkem bylo navrženo 1 037 opatření zpracovaných do podoby listů opatření typu A. Z těchto opatření bylo 255 opatření snižující znečištění z pod povrchového zdroje (na drenáži), 681 opatření protierozní, 68 opatření kombinovaných a 33 opatření doprovodných.

Opatření na snížení povrchového znečištění byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. V rámci těchto povodí by po jejich realizaci došlo ke snížení erozního smyvu o **10 357 tun za rok**, což představuje snížení o 6 %. V jednotlivých povodích IV. řádu se snížení pohybovalo od 0,1 do 25 % v závislosti na počtu relevantních opatření. Transport sedimentů v závěrových profilech IV. řádu by po realizaci navržených opatření pokles také o 5 %. Dostatečná účinnost opatření byla prokázána na úrovni subpovodí, ve kterých byl navržen dostatečný počet opatření.

Opatření na drenážních systémech byla navrhována v 57 povodích IV. řádu. Celkem bylo navrženo 333 opatření relevantních ke snížení pod povrchového znečištění. Tato opatření by po ovlivnila 25 % odvodňovacích ploch v řešených povodích a způsobila by snížení vyplavování dusičnanového dusíku o **96 t/rok**, což představuje pokles o 17 %. V rámci jednotlivých povodí IV. řádu se tento pokles pohybuje od 1 do 58 % v závislosti na počtu opatření.

V rámci hodnocení účinnosti opatření byla prokázána vysoká jejich účinnost v lokalitách, ve kterých byl navržen dostatečný počet. Lze tedy předpokládat, že v případě doplnění systémů opatření tak, aby byly pokryty nejvýznamnější identifikované zranitelné lokality a jejich realizaci by došlo k podstatnému snížení plošného zemědělského znečištění v povodí VN Švihov.

Z pohledu finanční analýzy, když náklady na tato opatření činí 372,6 mil Kč lze konstatovat, že navržená opatření nejsou samofinancovatelná ani benefity nepokryjí přepokládané náklady na jejich údržbu (20,3 mil Kč/rok). Tato opatření však vzhledem k jejich charakteru mají celospolečenské přínosy, které jsou při započítání externích nákladů a dalších celospolečenských efektů vycházejí v ekonomické analýze jako efektivní a jsou tedy vhodná k realizaci při podmínce spolufinancování z veřejných rozpočtů včetně spolufinancování jejich každoroční údržby.

## 11. Seznam příloh

**Příloha 1:** Přehled zúčastněných podniků a jimi obhospodařovaných pozemků

**Příloha 2:** Přehled navržených opatření

**Příloha 3:** Dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v povodí Želivky

**Příloha 4:** Procentuální snížení dlouhodobého erozního smyvu po návrhu protierozních opatření v povodí VN Švihov

**Příloha 5:** Odnos N-NO<sub>3</sub> odvodňovacími systémy a jeho snížení po realizaci navržených opatření

**Příloha 6:** Odnos celkového fosforu odvodňovacími systémy a jeho snížení po realizaci navržených opatření

**Příloha 7:** Ekonomické a finanční hodnocení navržených opatření

## 12. Seznam tabulek

**Tabulka č. 1:** Přehled zúčastněných subjektů, plocha jimi obhospodařovaných pozemků v řešeném území a etapizace řešení

**Tabulka č. 2:** Rozdělení navržených opatření mezi jednotlivé podniky a zpracovatele návrhů

**Tabulka č. 3:** Přehled typů a počty navrhovaných opatření

**Tabulka č. 4:** Opatření navrhovaná v jednotlivých povodích IV. řádu

**Tabulka 5:** Hodnocení účinnost PEO z hlediska erozního smyvu

**Tabulka 6:** Hodnocení účinnost PEO z hlediska transportu plavenin

**Tabulka č. 7:** Koncentrace dusičnanového dusíku v drenážních vodách přiřazené jednotlivým hodnotám SR-SIPO

**Tabulka č. 8:** Shrnutí odnosu N-NO<sub>3</sub> z povodí IV. řádu VN Švihov kategorizované podle hodnot SR-SIPO

**Tabulka č. 9 :** Odnos dusičnanového dusíku a fosforu drenážními systémy v jednotlivých povodích IV. řádu povodí VN Švihov

**Tabulka. č. 10:** Účinnost opatření na snížení zemědělského znečištění z podpovrchových plošných zdrojů, navrhovaných v rámci projektu

**Tabulka č. 11:** Účinnost opatření na snížení zemědělského znečištění dusičnanovým dusíkem z podpovrchových plošných zdrojů, navrhovaných v rámci projektu

**Tabulka. č. 12:** Účinnost opatření na snížení zemědělského znečištění celkovým fosforem z podpovrchových plošných zdrojů, navrhovaných v rámci projektu

**Tabulka č. 13:** Přehled jednotlivých typů opatření včetně investičních a ročních provozních nákladů

### 13. Seznam obrázků

*Obr. č. 1: Příklad navrženého systému opatření v katastru obce Mnichovice*

*Obr. č. 2: Příklad navrženého systému opatření poblíž obce Sudislavice*

*Obr. č. 3: Snížení dlouhodobého erozního smyvu ve vybraném povodí IV. řádu po realizaci opatření*

*Obr. č. 4: Snížení dlouhodobého erozního smyvu ve vybraném subpovodí FID 309 po realizaci opatření*

*Obr. č. 5: Snížení dlouhodobého erozního smyvu ve vybraném subpovodí FID 307 po realizaci opatření*

*Obr. č. 6: Postup pro provedení CBA u hodnocených opatření*

### 14. Obsah a struktura datového disku

#### - Složka GIS

Složka GIS obsahuje:

Výsledky projektu v podobě souboru mxd a zkomprimovanou složku s obsahem všech návrhů opatření

#### - Složka Návrhy listů opatření

Tato složka obsahuje pro každý zúčastněný zemědělský podnik:

Listy opatření typu A ve formátu pdf

Mapy s návrhy opatření ve formátu pdf

Záznam z jednání se zástupci zemědělských podniků ve formátu pdf

Souhrnný pdf Soubor se všemi Listy opatření

#### - Složka Zpráva

Složka obsahuje tuto zprávu ve formátu docx.

#### - Složka Tabelární data

Složka obsahuje: soubor Tabulky\_zpráva, ve kterém jsou všechny tabelární data relevantní k této zprávě

: soubor Přehled\_všech\_opatření, který obsahuje seznam všech navržených opatření s údaji o jejich lokalizaci a souvisejícími opatřeními v systému

#### - Složka Přílohy

Složka obsahuje všech 7 příloh obsažených v této zprávě

## 15. Použité podklady

- FUČÍK, P., ZAJÍČEK, KAPLICKÁ, M., DUFFKOVÁ, R., PETERKOVÁ, J., MAXOVÁ, J., TAKÁČOVÁ, Š. 2017. Incorporating rainfall-runoff events into nitrate-nitrogen and phosphorus load assessments for small tile-drained catchments. *Water*, 9, 712.
- NOVÁK, P.; FUČÍK P.; KULHAVÝ, Z.; ZAJÍČEK, A.; PELÍŠEK, I.; PTÁČNÍKOVÁ, L.; DOSTÁL, T.; KRÁSA, J.; BAUER, M.; PAVEL, M.; ROSENDORF, P.; KRÁTKÝ, M.; KVÍTEK, T. Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí. Metodický návod – identifikace kritických bodů a kategorizace lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i., 2016, 69 s.
- SEJÁK J., CUDLÍN P., POKORNÝ J., ZAPLETAL M., PETŘÍČEK V., GUTH J., CHUMAN T., ROMPORTL D., SKOŘEPOVÁ I., VACEK V., VYSKOT I., ČERNÝ K., HESSLEROVÁ P., BUREŠOVÁ R., PROKOPOVÁ M., PLCH R., ENGSTOVÁ B., STARÁ L. 2010. Hodnocení ekosystémových funkcí a služeb v ČR. FŽP UJEP, 197 p.
- VAN ROMPAEY, A., VERSTRAETEN, G., VAN OOST, K., GOVERS, G., POESEN, J. 2001. Modelling mean annual sediment yield using a distributed approach. *Earth Surface Processes and Landforms*. 26 (11), 1221-1236.
- WILLIAMS J.R. – Sediment delivery ratio determined with sediment and runoff models, 1977, In. Janeček a kol., 1992.
- WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. Agr.handbook no. 537. Us dept.of agriculture, Washington.
- ZAJÍČEK A., FUČÍK P., KAPLICKÁ M., LIŠKA M., MAXOVÁ J., DOBIÁŠ J. 2018. Pesticide leaching by agricultural drainage in sloping, mid-textured soil conditions – the role of runoff components. *Water Science and Technology*, 77(7-8): 1879-1890. doi: 10.2166/wst.2018.068.
- ZAJÍČEK, A., DOSTÁL, T., KRÁSA, J., HEJDUK, T., FUČÍK, P., KULHAVÝ, Z., BAUER, M., PELÍŠEK, I., JÁCHYMOVÁ, B., DEVÁTÝ, J., ROSENDORF, P., PAVEL, M. 2018. Atlas plošného zemědělského znečištění vod v povodí Vltavy, VÚMOP 2018, 242 s. ISBN: 978-80-87361-85-6.
- ZAJÍČEK, A., DOSTÁL, T., KRÁSA, J., HEJDUK, T., FUČÍK, P., KULHAVÝ, Z., BAUER, M., VOJTĚ CHOVSÝ, T., KYZLÍKOVÁ, E., PELÍŠEK, I., JÁCHYMOVÁ, B., DEVÁTÝ, J., ROSENDORF, P., PAVEL, M., KVÍTEK, T., KRÁTKÝ, M. 2018. Mapová prohlížečka k Atlasu plošného zemědělského znečištění vod v povodí Vltavy, VÚMOP 2018, <http://atlaspvl.vumop.cz/>