

# PŘÍPRAVA LISTŮ OPATŘENÍ TYPU A LOKALIT PLOŠNÉHO ZEMĚDĚLSKÉHO ZNEČIŠTĚNÍ PRO PLÁNY DÍLČÍCH POVODÍ

## Certifikovaná metodika

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.

### 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



Praha, listopad 2016

## **Řešitelský kolektiv:**

### **Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. <sup>1)</sup>**

Pavel Novák

Petr Fučík

Zbyněk Kulhavý

Antonín Zajíček

Igor Pelíšek

Lucie Ptáčnicková

### **České vysoké učení technické v Praze <sup>2)</sup>**

Tomáš Dostál

Josef Krása

Miroslav Bauer

### **Sweco Hydroprojekt a.s. <sup>3)</sup>**

Martin Pavel

### **Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce <sup>4)</sup>**

Pavel Rosendorf

### **Povodí Vltavy, státní podnik <sup>5)</sup>**

Michal Krátký

Tomáš Kvítek

<sup>1)</sup> Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5

<sup>2)</sup> České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

<sup>3)</sup> Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2582/30,  
Praha 6, 160 00

<sup>4)</sup> Sweco Hydroprojekt a.s., Táborská 31, 140 16 Praha 4

<sup>5)</sup> Povodí Vltavy, státní podnik, Holečkova 106/8, 150 24 Praha 5

### **Oponenti:**

doc. Ing. Karel Vrána, CSc. - České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Ing. František Doležal, CSc. - Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra vodních zdrojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchdol

Ing. Dana Lídlová, Ministerstvo zemědělství ČR, Úsek vodního hospodářství - Odbor vodohospodářské politiky a protipovodňových opatření, Těšnov 65/17, Praha 1, 110 00

### **Poděkování:**

Metodika vznikla v rámci smluvního výzkumu při plnění zakázky *“Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“*, jejímž zadavatelem je Povodí Vltavy, státní podnik. Zároveň vznikla na základě institucionální podpory MZe číslo rozhodnutí RO0216.

Metodiku schválil pro využití v praxi Ministerstvo zemědělství ČR, osvědčením č. 74469/2016-MZE-15120 ze dne 23. 12. 2016.

V roce 2016 v nákladu 100 ks vydal VÚMOP, v.v.i. / Povodí Vltavy, státní podnik.

Tisk: Powerprint, s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00 Praha 6

Vydání: první, 2016

© Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5,

[www.vumop.cz](http://www.vumop.cz)

## OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>3</b>
<b>I. Cíl metodiky</b> .....	<b>9</b>
<b>II. Vlastní popis metodiky</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Úvod do problematiky</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Charakteristika problému</b> .....	<b>11</b>
<b>3. Identifikace kritických bodů</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Metodický postup identifikace kritických bodů drah soustředěného odtoku – povrchového plošného zemědělského znečištění</b> .....	<b>20</b>
3.1.1 Použité metody .....	20
3.1.2 Datové podklady .....	20
3.1.3 Pracovní postup v GIS k určení kritických bodů .....	21
<b>3.2 Metodický postup identifikace kritických bodů z podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění</b> .....	<b>22</b>
3.2.1 Použité metody .....	22
3.2.2 Datové podklady .....	22
3.2.3 Pracovní postup v GIS k určení kritických bodů .....	22
<b>4. Kategorizace lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1 Metodický postup kategorizace lokalit ohrožených z povrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A</b> .....	<b>25</b>
4.1.1 Použité metody .....	25
4.1.1.1 Postup výpočtu transportu splavenin a erozního fosforu.....	26
4.1.1.2 Postup kategorizace lokalit ohrožených z povrchových plošných zemědělských zdrojů .....	27
<b>4.2 Metodický postup kategorizace lokalit ohrožených z podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A</b> .....	<b>32</b>
4.2.1 Použité metody .....	32
4.2.1.1 Fáze přehledová: postup výpočtu rizika znečištění drenážních vod v kritických bodech B1 a B2.....	33
4.2.1.2 Fáze zpřesňující: postup výpočtu rizika znečištění drenážních vod v kritických bodech B3 a B4 .....	38
4.2.1.3 Shrnutí.....	47
<b>4.3 Celková koncepce kategorizace a hodnocení návrhu opatření lokalit ohrožených z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A</b> .....	<b>52</b>

4.3.1	Kategorizace subpovodí a povodí IV. řádu (úroveň 3 a 2) .....	54
4.3.2	Kategorizace vodních útvarů (úroveň 1) .....	54
<b>III.</b>	<b>Srovnání „novosti postupů“ .....</b>	<b>56</b>
<b>IV.</b>	<b>Popis uplatnění Certifikované metodiky .....</b>	<b>57</b>
<b>V.</b>	<b>Ekonomické aspekty .....</b>	<b>58</b>
<b>VI.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>59</b>
	<b>Seznam použitých podkladů .....</b>	<b>60</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam odborných podkladů, které předcházely metodice .....</b>	<b>66</b>
	<b>Certifikační doložka .....</b>	<b>67</b>

## 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>ČOV</b> .....	<b>Č</b> istírna <b>O</b> dpadních <b>V</b> od
<b>ČHMÚ</b> .....	<b>Č</b> eský <b>H</b> ydro <b>M</b> eteorologický <b>Ú</b> stav
<b>ČSN</b> .....	<b>Č</b> eská <b>S</b> tátní <b>N</b> orma
<b>ČZU</b> .....	<b>Č</b> eská <b>Z</b> emědělská <b>U</b> niverzita v <b>P</b> raze
<b>DIBAVOD</b> .....	<b>D</b> igitální <b>B</b> áze <b>V</b> ODOhospodářských <b>D</b> at
<b>DMT</b> .....	<b>D</b> igitální <b>M</b> odel <b>T</b> erénu
<b>DMR4G</b> .....	<b>D</b> igitální <b>M</b> odel <b>R</b> eliéfu <b>Č</b> eské republiky <b>4. G</b> enerace
<b>DVT</b> .....	<b>D</b> robný <b>V</b> odní <b>T</b> ok
<b>DZES</b> .....	<b>S</b> tandardy <b>D</b> obrého <b>Z</b> emědělského a <b>E</b> nvironmentálního Stavu půdy
<b>GAEC</b> .....	<b>G</b> ood <b>A</b> gricultural and <b>E</b> nvironmental <b>C</b> onditions
<b>GIS</b> .....	<b>G</b> eografický <b>I</b> nformační <b>S</b> ystém
<b>HEIS</b> .....	<b>H</b> ydro <b>E</b> kologický <b>I</b> nformační <b>S</b> ystém
<b>HL</b> .....	<b>H</b> loubka půd
<b>HOZ</b> .....	<b>H</b> lavní <b>O</b> dvodňovací <b>Z</b> ařízení
<b>HPJ</b> .....	<b>H</b> lavní <b>P</b> ůdní <b>J</b> ednotka
<b>HPV</b> .....	<b>H</b> ladina <b>P</b> odzemní <b>V</b> ody
<b>HSP</b> .....	<b>H</b> ydrologická <b>S</b> kupina <b>P</b> ůd
<b>KB<sub>dif</sub></b> .....	<b>K</b> ritický <b>B</b> od plošného znečištění (difuzního znečištění)
<b>LDF</b> .....	<b>L</b> angův <b>D</b> ešťový <b>F</b> aktor
<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>MŽP</b> .....	<b>M</b> inisterstvo <b>Ž</b> ivotního <b>P</b> rostředí
<b>NL</b> .....	<b>N</b> erozpuštěné <b>L</b> átky
<b>N-NO<sub>3</sub></b> .....	<b>d</b> usičnanový <b>d</b> usík
<b>N-NH<sub>4</sub></b> .....	<b>a</b> moniakální <b>d</b> usík
<b>OS ZVHS</b> .....	<b>v</b> rstva <b>e</b> vidovaných <b>s</b> taveb <b>o</b> dvodnění, <b>z</b> pracovaná <b>ZVHS</b>
<b>P<sub>celk</sub></b> .....	<b>c</b> elkový <b>f</b> osfor
<b>PEO</b> .....	<b>P</b> rotierozní <b>O</b> patření
<b>POZ</b> .....	<b>P</b> odrobné <b>O</b> dvodňovací <b>Z</b> ařízení
<b>RRD</b> .....	<b>R</b> ychle <b>R</b> ostoucí <b>D</b> řeviny
<b>shp</b> .....	<b>s</b> hapefile
<b>TTP</b> .....	<b>T</b> rvalé <b>T</b> ravní <b>P</b> orosty
<b>USLE</b> .....	<b>U</b> niversal <b>S</b> oil <b>L</b> oss <b>E</b> quation
<b>VN</b> .....	<b>V</b> odní <b>N</b> ádrž
<b>VUV T.G.M.</b> .....	<b>V</b> ýzkumný <b>Ú</b> stav <b>V</b> odohospodářský <b>T. G. M</b> asaryka, veřejná výzkumná instituce
<b>WMS</b> .....	<b>W</b> eb <b>M</b> ap <b>S</b> ervices
<b>WFD</b> .....	<b>W</b> ater <b>F</b> ramework <b>D</b> irective
<b>ZABAGED</b> .....	<b>Z</b> Ákladní <b>B</b> áze <b>G</b> Eografických <b>D</b> at <b>Č</b> eské republiky
<b>ZVHS</b> .....	<b>Z</b> emědělská <b>V</b> odo <b>H</b> ospodářská <b>S</b> práva

## I. Cíl metodiky

Pro eliminaci tvorby povrchového odtoku, erozních a transportních procesů je charakteristická blízká souvislost s posilováním procesu zadržování vody v krajině. V zemědělské krajině se zvyšují koncentrace transportovaných živin a jejich celkové odnosy. V povrchových a podzemních vodách se stále ve větší míře objevují pesticidy a na základě obohacení vod živinami se výrazně zvyšuje eutrofizace vod.

Spojovacím článkem všech těchto problémů je ve velké míře právě zadržení vody v povodí a krajině. Čím je větší zadržení vody, tím větší je možnost odbourání pesticidů, dusičnanů, a zároveň zachycení erozních smyvů v ploše povodí. Zvýšení retenční kapacity zemědělské půdy povede ke snížení objemu a rychlosti odtoku, ke snížení eroze, zvýšení jakosti vody, snížení eutrofizace a dále i ke zvýšení zásob podzemních vod.

Cílem metodiky je poskytnout metodický návod pro identifikaci kritických bodů a kategorizaci lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A.

Správné umístění jednotlivých typů opatření v povodí není právně řešeno, mimo komplexní pozemkové úpravy, které však směřují především do směny pozemků (soustředění malých rozdrobených pozemků jednoho majitele do jednoho celku). Toto opatření se samo o sobě v krajině nijak neprojeví, protože na většině pozemků dnes hospodaří nájemci a ne skuteční vlastníci. V plánu společných zařízení, kam patří například budování polních cest, malých vodních nádrží, suchých nádrží, mezí, příkopů, teras apod., se objevují velmi sporadicky opatření ke zvýšení zadržování vody v krajině.

Předkládaná metodika má uvést do uživatelské praxe návod pro identifikaci konkrétních ploch v povodí (na zemědělském či lesním pozemku), kam budou situována ochranná opatření. Do krajiny je třeba začlenit jak technická opatření (např. záchytné zatravněné průlehy, vsakem přes travní porost zlepšovat jakost vody, příkopy, suché nádrže a malé rybníky), tak i organizační opatření (zatravnění infiltračních oblastí). Pozitivním prvkem v krajině jsou mokřady, které mohou jak zadržování vody, tak odbourávání rizikových látek rovněž výrazně pomoci.



## II. Vlastní popis metodiky

### 1. Úvod do problematiky

Předkládaná etapa C „Tvorba metodického návodu zahrnující identifikaci kritických bodů a kategorizaci lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A“ je součástí veřejné zakázky, kterou zadalo Povodí Vltavy, státní podnik ke zpracování s názvem „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“. Tato veřejná zakázka je řešena od listopadu 2015 do června 2019.

Předmětem veřejné zakázky je provedení komplexní lokalizace a kategorizace lokalit plošného zemědělského znečištění ohrožujících jakost vod ze soustředěného povrchového odtoku a z podpovrchových zdrojů znečištění (drenážní vody) v dílčím povodí Horní Vltavy, Berounky, Dolní Vltavy, ostatních přítoků Dunaje a subpovodí Želivky, a to v rozsahu vytvoření metodického návodu pro identifikaci kritických bodů a kategorizaci lokalit - půdních bloků obou uvedených zdrojů znečištění (včetně vytvoření mapy kritických bodů a lokalit), vytvoření vzorového katalogu opatření pro snížení znečištění z plošných zemědělských zdrojů pro listy opatření typu A, identifikace vhodných lokalit pro návrhy opatření k omezení plošného zemědělského znečištění, ekonomické zhodnocení navržených opatření a výběr optimálního řešení pro jednotlivé kategorie kritických lokalit, tvorba listů opatření typu A pro vybrané lokality způsobující plošné zemědělské znečištění. Na rozdíl od listů opatření typu B a C, jež jsou opatření obecné povahy a legislativy, jsou opatření typu A zaměřená na konkrétní subpovodí s přesným názvem, vymezením a parametry. Počet vytvořených listů opatření typu A bude cca 3000 kusů. Všechny tyto cíle řešení budou naplňovány v předkládaných zprávách jednotlivých etap A-M definovaných dle smlouvy o dílo. První dvě etapy, tj. etapa A i etapa B jsou součástí syntetické etapy C. Výstupy této veřejné zakázky jsou metodickým podkladem pro vlastní zpracování programů opatření, podle ustanovení § 26 vodního zákona.

Plánování v oblasti vod vychází ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Smyslem Rámcové směrnice je zabránit dalšímu zhoršování stavu povrchových i podzemních vod, zlepšit stav vod a na vodu vázaných ekosystémů. Hlavním cílem Rámcové směrnice je dosáhnout dobrého stavu vod. Plánování v oblasti vod je rozděleno do tří šestiletých období. Třetí plánovací období probíhá od počátku roku 2016 do roku 2021 a realizace opatření třetího plánovacího období bude probíhat v letech 2022 až 2027.

Plošné zemědělské zdroje znečištění vod v rámci předchozích dvou plánovacích období nebyly analyzovány ani hodnoceny a opatření typu A, řešící tuto problematiku, tedy nebyla navrhována. Problematika hodnocení stavu vodních útvarů z hlediska vlivu plošných zemědělských zdrojů znečištění zůstala v procesu plánování v oblasti vod dosud téměř neřešena. Dále je uvedeno vymezení jednotlivých typů listů opatření plánů oblastí povodí.

V obecné rovině lze konstatovat, že největšími zdroji plošného zemědělského znečištění je eroze (sedimenty a na ně navázané látky) a vody z drenážních systémů obsahující metabolity pesticidů, dusičnany, resp. potenciálně i další látky rozpustné ve vodě, které nevytvářejí pevnou vazbu s minerálními půdními částicemi a které jsou aplikovány na zemědělskou půdu. Jak odnos půdy vodní erozí, tak i látky vyplavované z půdy



a zachycované drenážními systémy jsou vázány na odtok vody. Tato skutečnost prozatím také nebyla v proběhlých plánovacích obdobích zohledněna.

Na základě zadávací dokumentace a uzavřené smlouvy mezi zadavatelem a zpracovatelem je požadováno, aby výsledná opatření typu A v této veřejné zakázce, která jsou teprve podkladem pro vlastní zpracování programů opatření podle ustanovení § 26 vodního zákona plánů povodí ve třetím plánovacím období, samozřejmě splňovala parametry jakosti vod z hlediska hodnocení stavu vodních útvarů, ale současně řešila komplexně i plošné zemědělské znečištění, a to i z hlediska odnosu zeminy ze zemědělského půdního fondu, výrazného omezení zanášení vodních toků a vodních nádrží sedimenty, řešila i retenci a akumulaci vody z povrchového i podpovrchového odtoku, což v předchozích dvou plánovacích obdobích nebylo řešeno.

V současné době s využitím platné zemědělské dotační politiky je velmi obtížné dosáhnout realizace konkrétních technických a přírodě blízkých opatření, vzájemně propojených a provázaných, vedoucích ke zlepšení jakosti vod a současně ke zvyšování retence vody v krajině. Zemědělské subjekty přistupují k realizaci opatření v ploše povodí, včetně snižování výměry zemědělské půdy, respektive orné půdy bez příslibu reálné kompenzace ušlého zisku velmi rezervovaně.

Zemědělec na údržbu a provoz technických a přírodě blízkých opatření bude potřebovat finanční prostředky, neboť se jedná o veřejně prospěšnou činnost. Pokud dojde k výstavbě funkčně propojených technických a přírodě blízkých opatření, pak se sníží i náklady na odbahňování rybníků, těžbu a skládkování sedimentů z vodních nádrží a vodních toků, sníží se náklady na protipovodňová opatření i snižování dopadů sucha a hlavně se výraznělepší jakost vody ve vodních tocích a vodních nádržích.

## 2. Charakteristika problému

Plošné zdroje znečištění se podílejí na zatížení povrchových vod v ČR významným způsobem. Jedná se zejména o splaveniny, na nich vázané chemické látky především ze zemědělství a dále pak i o látky rozpuštěné, transportované povrchovým a podpovrchovým odtokem. V podstatě ve všech případech je jejich zdrojem zemědělská výroba, v menší míře pak lesnická činnost. Plošné zdroje znečištění je možno rozdělit do dvou základních skupin – zdroje plošné povrchové a zdroje plošné podpovrchové.

První část řešení se zabývá zdroji povrchovými. Ty souvisí v největší míře s povrchovým odtokem (ať již plošným nebo soustředěným) a jsou tedy významně spojeny s erozí a následným transportem splavenin do vodních toků a vodními toky dále. Významnou charakteristikou tohoto typu znečištění je, že vzniká především srážko-odtokovými epizodami. Dochází k problémům zejména v celkové bilanci, protože zatímco většina metod kvantifikace pracuje s dlouhodobými průměrnými hodnotami a celková bilance je prováděna na základě časově diskrétního monitoringu, jev samotný probíhá v epizodách, které často nemohou být použitými metodami izolovaně popsány a dost dobře ani pravidelným monitoringem zachyceny.

Z hlediska kvantifikace, podle opakovaných výpočtů a odhadů, dosahuje průměrná roční ztráta půdy na zemědělských pozemcích až 30,4 mil. tun ročně v rámci celé ČR (Krása a kol., 2015). Pro území spravované státním podnikem Povodí Vltavy bylo vypočteno, že například jen v povodí VN Slapy (12 965 km<sup>2</sup>) činí celkový erozní smyv 2,34 mil. tun ročně. Do vodních toků podle uvedených výpočtů ročně vstupuje celkem 626 tis. tun erozních splavenin (27 % z celkového množství uvolněného na pozemcích). Z 626 tis. tun jich ročně zůstává

v nádržích vltavské kaskády trvale uloženo 615,5 tis. tun, tedy téměř veškerý vstupující sediment (více než 98 %).

Přítom celkové řešené území v rámci zakázky představuje plochu téměř 29 500 km<sup>2</sup>, tedy 2,3 násobek plochy povodí VN Slapy. Celkové transportované množství nerozpuštěných látek (NL) erozního původu v rámci řešeného území proto orientačně může převyšovat hodnotu 1,4 mil. tun ročně. Kromě NL, které obecně:

- snižují kapacitu koryt vodních toků,
- zvyšují zákal (snižují průhlednost) vody a tím zhoršují podmínky pro její oživení,
- působí problémy při plavbě,
- ve vodních nádržích zabírají zásobní prostor a tím snižují zabezpečení odběrů vody,

jsou plošným povrchovým odtokem z krajiny odnášeny i chemické látky, jednak vázané na pevné částice a jednak volně rozpuštěné.

Z vázaných látek je nejvýznamnější fosfor v jeho různých formách, který je obecně považován v našich podmínkách za spouštěcí klíč k procesům eutrofizace. Z dalších významných polutantů je možno zmínit některé formy dusíku a dále pak stopová rezidua některých pesticidů, těžkých kovů, farmak, hormonů či enzymů, případně i dalších specifických látek, které se do půdy dostávají zpravidla v souvislosti se zemědělskou výrobou. Klíčovým ale zůstává ukazatel NL a celkový fosfor ( $P_{\text{celk}}$ ).

V této souvislosti je třeba poznamenat, že splaveniny jako takové nejsou hodnoceným ukazatelem v Rámcové směrnici vodní politiky (WFD), a tedy ani hodnoceným ukazatelem pro Plány oblastí povodí. Jedná se o významný faktor, který je rizikový i z pohledu vazby dalších polutantů. Zpracovaný materiál se tedy bude zabývat jednak NL (erozním sedimentem) a jednak erozním P a jeho částí vázanou na půdní částice (partikulovaný fosfor). Ostatní látky lze v případě potřeby odvozovat analogií. Vztah mezi NL (erozními splaveninami) a P erozního původu je podle výsledků projektu QI102A265 poměrně těsný.

Podle výpočtů provedených v roce 2013 na povodí VN Slapy s výše uvedenými 626 tis. tunami NL ročně vstupuje do vodních toků cca 533 tun  $P_{\text{celk}}$ . Přímá využitelnost erozního fosforu k rozvoji řas a sinic (tedy viditelných projevů eutrofizace) se pohybuje kolem 5 % (na rozdíl od cca 80 % z  $P_{\text{celk}}$  u bodových zdrojů znečištění) právě proto, že se jedná o fosfor vázaný (a tedy hůře dostupný pro zelené organismy). Ukazuje se tak, že pro přímé ohrožení nádrží eutrofizací jsou významnější bodové zdroje znečištění v povodí, nicméně transport erozních splavenin ze zemědělských pozemků je ve většině případů klíčovým zdrojem co do množství  $P_{\text{celk}}$ , který pak zůstává deponován v sedimentu na dně a při změně podmínek (změny oxických poměrů, pH a dalších parametrů) hrozí jeho zpětné uvolnění do vody a to již v rozpuštěné formě.

Při kvantifikaci povrchového odtoku jako příčiny erozních a transportních procesů je možno a nutno rozlišovat mezi odtokem plošným a soustředěným. Na zemědělských pozemcích odtok vzniká v zásadě vždy jako plošný, po určité době, která se na přímých svazích aproximuje hodnotou 100 m (např. metodika Janeček a kol., 2012) vzniká z odtoku plošného odtok soustředěný. Ten je schopen vyvinout podstatně vyšší rychlost toku, tečné napětí i unášecí sílu. Eroze se proto s transformací odtoku mění z plošné, která je výrazně selektivní a odnáší s sebou jen nejjemnější půdní částice, charakteristické nejvyšším poměrem obohacení, na erozi vyšších forem. Tím rozumíme erozi rýhovou, výmolnou až stržovou. Podle dostupných odhadů připadá na soustředěnou erozi (rýhová a vyšší) významná část z celkového odnosu materiálu. Na druhou stranu platí, že čím vyšší je forma eroze, tím nižší je poměr obohacení a tedy nižší riziko zatížení transportovaného materiálu vázaným

(partikulovaným) fosforem. Je to proto, že při vyšších formách eroze je již transportován veškerý materiál v dráze soustředěného odtoku bez ohledu na jeho zrnitost. Obsah vázaných látek je pak ve zdrojové půdě a v sedimentu v podstatě shodný.

Z uvedeného důvodu je třeba zabývat se při identifikaci nebezpečných zdrojových míst jak plochami s velkým množstvím celkového odnosu při nízké intenzitě eroze (lze očekávat vysoké poměry obohacení při transportu jemnozrnného materiálu), tak i místy s extrémní ztrátou půdy, kde hrozí transport velkého množství splavenin v malém prostoru.

Jak bylo řečeno, jsou erozní a transportní procesy úzce spojeny s generováním povrchového odtoku a jeho soustředěním. Eliminace erozních a transportních procesů proto do velké míry souvisí s posilováním retenční kapacity krajiny. Pokud dojde vhodnou volbou a kombinací opatření k výraznému snížení odtoků způsobených intenzivními srážkami nebo táním sněhu z území, lze očekávat i dramatický pokles odnosu půdních částic a na nich vázaných rizikových látek. Je proto možno konstatovat, že protierozní a retenční opatření v krajině mají prakticky vždy synergickou funkci a důslednou aplikací opatření ke snížení množství půdních částic a na nich vázaných látek dojde ke snížení množství odtoku vody z krajiny do vodních toků. Snížením objemů odtoků ze srážek a tání sněhu opět dojde k přímému poklesu množství rozpuštěných znečišťujících látek ze zemědělské půdy do hydrografické sítě a tím k redukci plošného znečištění.

Zadržení vody v krajině je zcela zásadní v obou směrech – jak zdržení odtoků během povodňových stavů, tak zadržování vody v krajině pro snižování dopadů sucha. Jedná se tedy o systém opatření, fungujících v souladu s nejobecnějšími zájmy společnosti i v souladu se základní legislativou ČR. Povinnost péče o půdu i o vodní poměry a retenční schopnost krajiny je zakotvena v § 27 (hlava V – Ochrana vodních poměrů a vodních zdrojů, díl 1 – Ochrana vodních poměrů) vodního zákona č. 254/2001 Sb. Stejný zákon v hlavě IV – Plánování v oblasti vod specifikuje cíle v oblasti ochrany vod jako složky životního prostředí. Jedním z cílů Národních plánů povodí je i ochrana a zlepšování stavu povrchových a podzemních vod a vodních ekosystémů, snižování nepříznivých důsledků povodní a sucha a zlepšování vodních poměrů krajiny.

V druhé části řešení projektu je pozornost věnována podpovrchovým plošným zdrojům znečištění. Podpovrchový odtok, jak svislý (průsak), tak rovnoběžný s povrchem (hypodermický) je významným zdrojem znečištění povrchových i podzemních vod i z pozemků, které nejsou odvodněny drenáží, nicméně znečištění pocházející z odvodněných pozemků bývá většinou významnější. Plošné zemědělské odvodnění působí z hlediska hydrologie a hydrochemie odlišně v různých odtokových zónách povodí (polohy rovinnaté / svahové; resp. oblast infiltrační, oblast tranzitu, oblast výtoku). Se situováním stavby odvodnění a její funkcí pak souvisí i režim odtoku a chemismus drenážních vod. Odvodnění ovlivňuje prvotně režimy mělkého podpovrchového, povrchového a podzemního odtoku, vodní bilanci nenasycené zóny a odtokový režim recipientu drenážních vod. Odtokový režim staveb odvodnění je dán jejich parametry, které souvisejí s tzv. příčinou zamokření zemědělských pozemků. Ta byla posuzována v procesu zpracování vodohospodářského návrhu a schvalování stavby odvodnění (tj. v období do roku 1990) a byl tak řešen účinný způsob odvedení přebytků vod.

Jednou ze základních návrhových hodnot drenážních systémů je specifický drenážní odtok, který byl pro území ČR volen v rozmezí od 0,33 do 0,65 l/s/ha. Další parametr, tj. rozchod drénů, byl navrhován především dle druhu půd a nároků pěstovaných plodin na úroveň hladiny podzemní vody a na přípustnou dobu zamokření (jako parametr času po návrhové srážce). Řešení vyžadovalo dále např. zachycení svahových vod, podchycení vývěrů



podzemních vod atd. U těžkých půd převládají rozchody drénů 8 - 10 m, u středních půd 12 - 15 m. Lehké půdy byly odvodněny jen v případě trvale zvýšené hladiny podzemní vody. Hloubka uložení svodných drénů se pohybuje vesměs v rozmezí 1,0 - 1,2 m (výjimečně i hlouběji, resp. hlouběji u staveb předválečných) a sběrné drény jsou uloženy převážně v hloubce 0,7 - 0,9 m (a až do 2 m u staveb předválečných).

Vybudováním podpovrchového drenážního odvodnění dochází ke snížení hladiny podzemní vody a k provzdušnění půdního profilu, což má za následek změnu oxidačně – redukčních poměrů a zrychlenou mineralizaci organické hmoty. Látky vzniklé mineralizací půdní organické hmoty či pocházející z hnojiv jsou postupně promývány do nižších partií půdního profilu a následně vyplavovány do drenážních systémů. Tento proces je nejmarkantnější několik let po výstavbě drenážního odvodnění, nicméně funguje i nadále, zejména v souvislosti s půdními podmínkami, způsobem využití pozemku, tj. podle pěstovaných plodin (hnojené zemědělské plodiny vs. trvalé travní porosty, případně následné zalesnění odvodněného pozemku) a používanou agrotechnikou (typ a intenzita agrotechniky).

Prokázáný a podstatný je vedle parametrů odvodňovacího systému (hloubka uložení, rozchod drénů, topologie drenážní sítě, vazba na související hydrografickou síť), rovněž vliv způsobu využití území a zemědělského hospodaření, půdních vlastností (fyzikální a chemické charakteristiky) a režimu podzemních vod stanoviště na krátkodobou dynamiku i dlouhodobou úroveň koncentrací polutantů ve vodách. Významnost a působení těchto faktorů je určována jednak obdobím (vegetační/mimovegetační, jaro/léto) a jednak průběhem srážko-odtokového procesu, zejména intenzitou a časoprostorovou distribucí srážek ve vazbě na oběh mělkých podzemních vod, které spoluurčují původ vody a cesty jejího odtoku do odvodňovacího systému.

Drenážní systémy působí z hlediska kvality vod spíše negativně; v různých půdních podmínkách obecně urychlují a zvyšují odnos živin a dalších polutantů z povodí. Dynamika koncentrací většiny látek je v drenážních vodách velmi proměnlivá. Drenážní vody mohou mít pro jednotlivé složky odtoku značnou časovou variabilitu průtoků i koncentrací ve vazbě na průběh počasí, půdní a hydrogeologické podmínky povodí, nasycenost půdního profilu, dobu a intenzitu aplikace hnojiv, biochemické reakce v půdním prostředí, způsob využití území a jeho morfologii. Klíčový je tedy původ vody a cesty jejího odtoku do odvodňovacího systému.

Podpovrchové odvodnění ovlivňuje rozdílně dvě základní skupiny látek, které lze v drenážních vodách z fyzikálně – chemického pohledu detekovat: látky rozpuštěné a látky nerozpuštěné. Významná a pro vyplavování podstatná je kromě rozpustnosti ve vodách také sorpční schopnost látky, tj. schopnost vytvářet různě pevné fyzikálně-chemické vazby s okolním prostředím, což je dáno vlastnostmi její aktuální formy výskytu (charakterem sloučeniny v jaké se nachází, její koncentrací a silou souvisejících vytvořených vazeb) ve vztahu k charakteru v bezprostředním okolí se vyskytujícího půdního prostředí. Z hlediska škodlivosti působení ve vodách bývá největší pozornost věnována živinám (N, P, C) a látkám na ochranu zemědělských plodin (pesticidy, herbicidy, atd.). Látky rozpuštěné reprezentují dusičnanový dusík (N-NO<sub>3</sub>) a amoniakální dusík (N-NH<sub>4</sub>), rozpustné dusíkaté pesticidy, rozpuštěné látky fosforu a uhlík, látky nerozpuštěné potom zejména partikulární fosfor a plaveniny. Souvisejícím problémem je také potenciál možné kontaminace drenážních vod, pocházející z povrchových smyvů z polních hnojišť nebo silážních žlabů, situovaných na odvodněných pozemcích nebo těsně nad nimi či z jiných druhů bodového zdroje znečištění.

Téměř bez ohledu na přírodní podmínky bývají koncentrace N-NO<sub>3</sub> ve vodách drenážních systémů a z odvodněných povodí vždy vyšší než z povodí neodvodněných a nezřídka

překračují závazné limity (N-NO<sub>3</sub> v USA obvykle 10 mg/l, v EU 7 resp. 11 mg/l). Plošné zastoupení odvodňovacích staveb bylo shledáno jako významný faktor z hlediska zatížení vod nitráty v povodí VN Švihov na Želivce. Příspěvek drenážních vod na vnosu N-NO<sub>3</sub> může být značný, zejména v případě vysokého podílu zornění v tzv. mikropovodích drenážních systémů.

Drenážní vody, pocházející z intenzivně obdělávané orné půdy, často obsahují vysoké koncentrace pesticidů nebo jejich metabolitů, které jsou emitovány dále do povrchových vod (Brown a van Beinum, 2009; Vymazal a Březinová, 2015; Zajíček a kol., 2015). Ve většině případů zrychleného vyplavení pesticidu do vod hraje podstatnou roli některý z typů tzv. „preferenčního proudění“ (Fortin a kol., 2002; Lennartz, B., 1999), a složení odtoku, tj. jaká voda odtéká v reakci na srážku či tání sněhu. Ne vždy se může jednat o vodu přímo ze srážek, ale o vodu, nacházející se v prostředí půda-hornina již před srážkou (Klaus a kol., 2014). Proto mohou být mateřské látky pesticidů či jejich metabolity nacházeny ve vodách ve značné časové i koncentrační disproporcii vůči době a množství jejich aplikace (Zajíček a Fučík, 2015). Významnou roli z hlediska vlivu na vyplavování pesticidů do vod (povrchových i drenážních) potom může hrát aplikace těchto látek v souvislosti s půdními podmínkami (zrnitost, přítomnost organické hmoty, aj.), svažitostí, umístěním, charakteristikami a stavem staveb zemědělského odvodnění (rozchod drénů, hloubka uložení, aj.; systém fungující, poškozený, atd. (Tediosi a kol., 2013). V ČR jsou pesticidy sledovány plošně a podrobněji potom v povodích vodních zdrojů. Pesticidní látky, pocházející zejména ze zemědělské produkce, jsou nacházeny ve zvýšených koncentracích a ve značné časoprostorové variabilitě v drenážních i povrchových vodách např. v povodí VN Švihov a povodí Úhlavy (Liška a kol., 2015).

Pro vyplavování N-NH<sub>4</sub> a fosforu do drenážních vod jsou obecně podle výsledků výzkumu ve světě i v ČR podstatné zejména předchozí agrotechnické zásahy na hydrologicky související zemědělské půdě a dále je významný charakter srážky (intenzita, doba trvání) v souvislosti s půdními poměry (infiltrační schopnost, textura, struktura) a aktuální nasyceností půd vodou. Koncentrace těchto látek jsou během základního odtoku obvykle nízké v toku i na drenáži, pokud nejsou odvodňovací soustava nebo tok napojeny na jiný zdroj znečištění (výtok z rybníka, trativod z obce, ČOV, zemědělský provoz, pastevní napáječku, polní hnojiště) nebo pokud se nejedná o půdy s nižší sorpční kapacitou (lehké nebo písčité půdy, organozemě). K významnému zvyšování koncentrací N-NH<sub>4</sub> a fosforu dochází zpravidla během srážko-odtokových epizod i v případě jejich střední a nižší intenzity.

### 3. Identifikace kritických bodů

Cílem projektu je identifikovat v povodí rizikové lokality pomocí revize potenciálních plošných zdrojů zemědělského znečištění prostřednictvím sítě kritických bodů (KB). Pojem kritický bod je převzat z anglického systému HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), který definuje body, kde je největší možnost, resp. pravděpodobnost, kontaminace potravního řetězce. Tyto body se stávají nejdůležitějším kontrolním místem, které je monitorováno a vyhodnocováno (řízeno) tak, aby možná kontaminace byla vyloučena. Pro účely tohoto řešení se kritické body označují KB<sub>dif</sub> (difuzní znečištění) a představují místa potenciální kontaminace vod povrchovým i podpovrchovým znečištěním. V těchto bodech bude kvantifikován transport erozních splavenin a na ně vázaných chemických látek (zejména P<sub>celk</sub>) a transport rozpuštěných látek (zejména N-NO<sub>3</sub>, případně vybraných pesticidů). Kritické body budou rozčleněny v prostorové hierarchii do tří, resp. čtyř kategorií podle velikosti reprezentovaného území tak, aby bylo možno při analýzách v následujících etapách ideálně

vyhodnotit riziko jednotlivých zdrojů, resp. vybrat vhodný typ opatření a posoudit jeho efektivitu pro celkové zlepšení stavu vodních útvarů.

Kritický bod bude vždy situován na hydrografické síti (vodním toku nebo hlavním odvodňovacím zařízení /HOZ/, evidovaném v rámci databáze DIBAVOD, resp. ZABAGED, případně v liniové vrstvě OS ZVHS). Protože řada lokalit přispívajících k zatížení vodních toků a nádrží erozním vnosem není připojena k vodnímu toku nebo nádrži v jediném bodě, ale vstup znečištění modelově probíhá v určitém úseku břehové hrany (týká se povrchových plošných zdrojů znečištění), není možno v rámci řešení celého předmětného území kritické body umístit přímo do bodů vstupu. Zároveň je cílem řešení možnost bilancovat oba zdroje znečištění v identických bodech (profilech toků). V měřítku A3 (B3) jsou proto  $KB_{dif}$  závěrovými profily subpovodí, která budou pokrývat celou plochu zájmového území. Ke každému  $KB_{dif}$  bude tak možno vztahovat kvantifikaci procesů v ploše povodí nad ním, a to jak z plochy dílčího subpovodí, tak z celého povodí daného  $KB_{dif}$ . Odlišnou situaci představují podpovrchové plošné zdroje zemědělského znečištění, reprezentované drenážními systémy zaústěnými do hydrografické sítě prostřednictvím drenážní výusti, která odvodňuje vždy jednu drenážní skupinu plošně vymezenou jako stavební objekt stavby odvodnění.

Podle sumárních hodnot transportu NL,  $P_{celk}$  a  $N-NO_3$  pak budou v dalších krocích řešení (v navazujících etapách) jednotlivé  $KB_{dif}$  hodnoceny.

Za  $KB_{dif}$  je vždy chápán profil na toku, ke kterému je prováděna bilance transportu znečištění (NL,  $P_{celk}$ ,  $N-NO_3$ , případně vybrané pesticidy) z výše ležící oblasti – závěrový profil vodního útvaru, povodí IV. řádu, subpovodí, případně drenážní skupina nebo mikropovodí drenážní skupiny.

Nástroji GIS stanovené kritické body úrovně 1, 2 a 3 budou společné pro oba typy plošných zdrojů znečištění (A - povrchových; B - podpovrchových). Bude tedy platit totožnost souřadnic  $KB_{dif}$  takto:  $A1 = B1$ ,  $A2 = B2$ ,  $A3 = B3$ . Kritický bod úrovně B4 bude stanoven samostatným postupem.

$KB_{dif}$  jsou členěny do 3 resp. 4 úrovní (obr. č. 1, 2):

- závěrové profily vodních útvarů (označení A1, B1),
- závěrové profily povodí IV. řádu (označení A2, B2),
- závěrové profily subpovodí (označení A3, B3),
- vyústění drenážní skupiny nebo závěrový profil mikropovodí drenážní skupiny (označení B4).

### **Kritický bod A1, B1 – Vodní útvar**

Kritické body této úrovně – vodní útvar - budou odpovídat závěrovým profilům dílčích povodí, vymezeným v databázi DIBAVOD jednotlivým vodním útvarům kategorie řeka i jezero. Hodnoty pro jednotlivé  $KB_{dif}$  této úrovně budou vycházet ze sumarizace výsledků úrovní subpovodí i povodí IV. řádu.

### **Kritický bod A2, B2 – Povodí IV. řádu**

Kritické body této úrovně - povodí IV. řádu - budou odpovídat závěrovým profilům povodí IV. řádu, jak jsou evidována v databázi DIBAVOD/ZABAGED/ČHMÚ.

### **Kritický bod A3, B3 – Subpovodí**

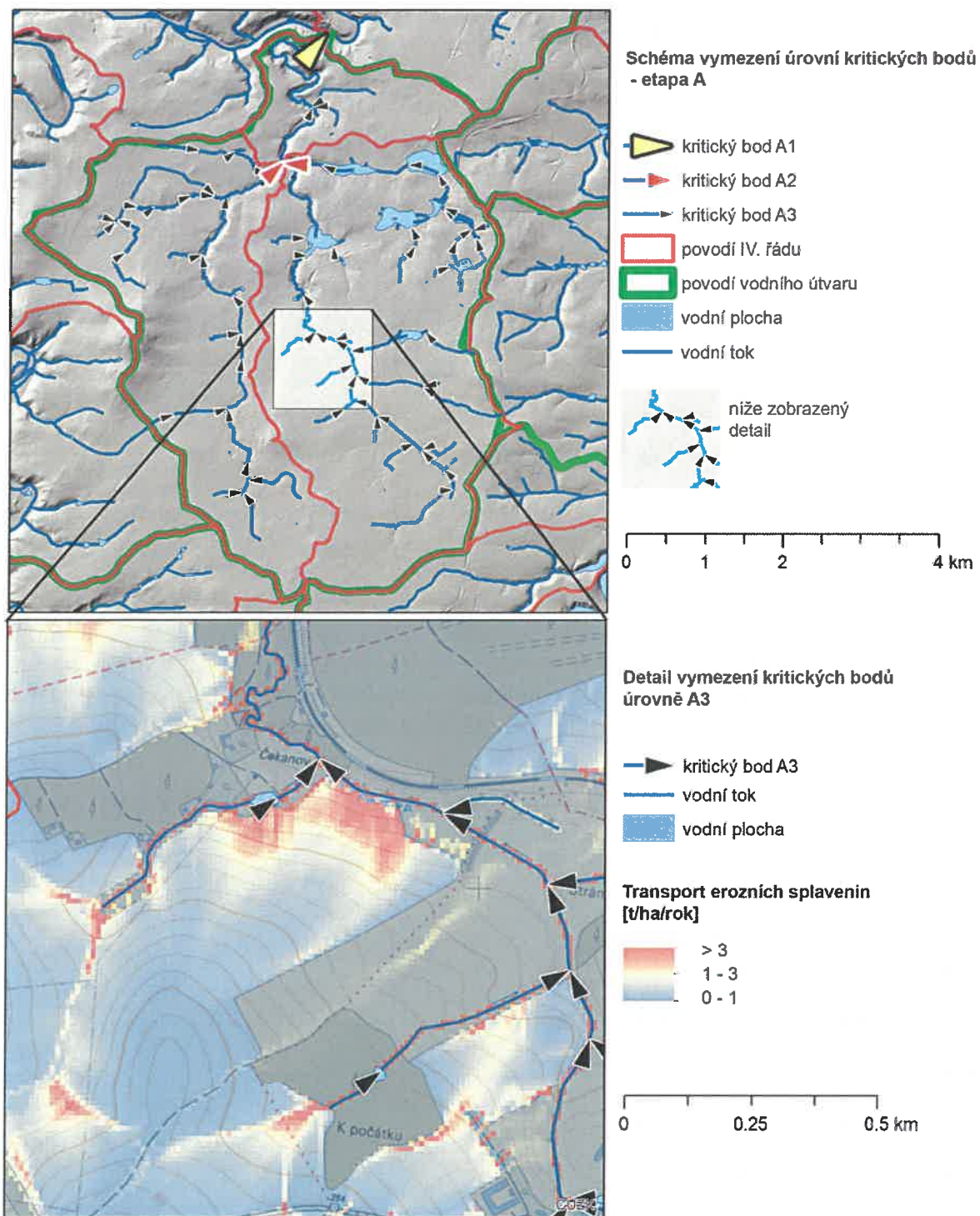


Kritické body této úrovně - subpovodí - budou generovány jako uzlové body sítě DIBAVOD/ZABAGED v každém profilu soutoku dvou evidovaných vodních toků, dále dle potřeby na dalších významných profilech vodních toků (např. na profilu hráze vodní nádrže nebo v místech zaústění toků do nádrže aj.). Vzniklá síť  $KB_{dif}$  a k nim příslušných subpovodí tak pokryje celé zájmové území v průměrné hustotě 1 bod na každých cca 300 m vodního toku a umožní detailní sledování vstupu, toků znečišťujících látek a jejich kvantifikaci. Tento přístup umožní zahrnutí příspěvků znečištění z plochy povodí, které nevstupují do vodního toku v jediném bodě (dráhy soustředěného odtoku, občasné vodní toky, konvergentní svahy). Plně distribuovaný přístup k modelování transportu erozních splavenin a na ně vázaných látek nicméně umožní přesnou lokalizaci zdroje znečištění v povodí. Kritické body této úrovně budou generovány v rámci zpracování povrchových plošných zdrojů znečištění a budou bez dalších úprav převzaty do zpracování podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění (B).

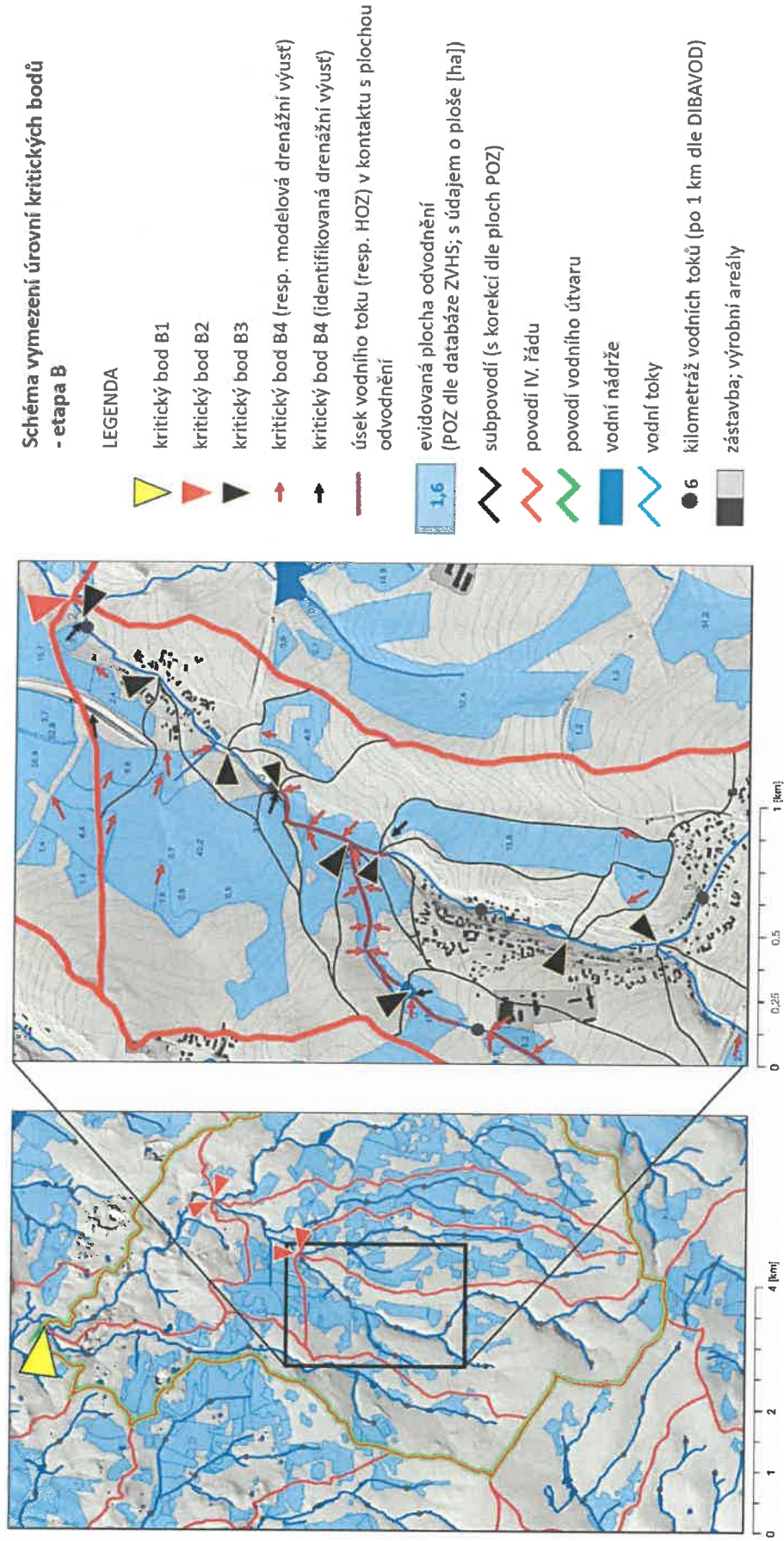
#### **Kritický bod B4 – Drenážní skupina nebo mikropovodí drenážní skupiny**

Jedná se o kategorii specifických  $KB_{dif}$ , vymezených pro účely zpracování podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění (B). Reprezentují území odvodňované jednou drenážní skupinou, tj. zpravidla území o ploše jednotek až desítek hektarů. Mikropovodím je tedy minimálně plocha každé drenážní skupiny, odvádějící vodu do drenážní výusti. Ve svažitéch polohách a tam, kde se uplatňuje přítok cizích vod na odvodněný pozemek, je mikropovodí vymezeno orografickou rozvodnicí, s přihlédnutím k místním morfologickým, hydrogeologickým, půdním a dalším podmínkám (související okolní přirozená / umělá drenáž). Plocha mikropovodí je v tomto případě větší než plocha dané drenážní skupiny a zahrnuje i hydrologicky výše situované území.

Princip hierarchie a lokalizace všech úrovní  $KB_{dif}$  (1 až 3, resp. 4) jsou znázorněny na obr. č. 1 a obr. č. 2.



**Obr. č. 1 Schéma a detail vymezení úrovní kritických bodů a lokalit plošného znečištění (povrchové)**



**Obr. č. 2 Schéma a detail vymezení úrovní kritických bodů a lokalit plošného znečištění (podpovrchové)**



### 3.1 Metodický postup identifikace kritických bodů drah soustředěného odtoku – povrchového plošného zemědělského znečištění

#### 3.1.1 Použité metody

Cílem prvního kroku řešení je definice a metodika následného vymezení jednotlivých  $KB_{dif}$  kategorií A1, A2 a A3.

Při řešení úlohy (a to i v následných etapách) bude uplatněn přístup „shora dolů“ (**A3 → A1, tj. od nejpodrobnější úrovně  $KB_{dif}$  subpovodí k úrovni  $KB_{dif}$  vodního útvaru**). V ploše povodí budou nejprve v nejpodrobnějším členění identifikovány závěrové profily úrovně A3 tak, aby následná schematizace řešení poskytla relevantní podrobnost pro realistické modelování transportu NL a vyhodnocení území do úrovně podrobnosti návrhů opatření typu A. Ke  $KB_{dif}$  úrovně A3 budou následně vygenerována subpovodí, jako nejmenší dílčí plošné jednotky povodí. Při přístupu „shora dolů“ budou v následných etapách řešení  $KB_{dif}$  úrovně A3 hodnoceny jako první podle míry produkovaného plošného znečištění (erozních splavenin a  $P_{celk}$ ).

Podle provedených testů je průměrná délka úseku mezi jednotlivými  $KB_{dif}$  A3 328 m. Test byl proveden v povodí Vltavy k profilu VN Slapy, plocha povodí k profilu hráze VN Slapy pro příklad je tedy reprezentována 59 266 dílčími subpovodími.

Pro řešení budou další  $KB_{dif}$  úrovně A3 doplněny na malých vodních nádržích (důvodem je následný výpočet poměru zachycení sedimentu pro každou evidovanou průtočnou nádrž s plochou přesahující 0,25 ha). Pro jednoznačné vymezení topologického schématu erozního transportního modelu budou dále doplněny  $KB_{dif}$  na přítocích do vodních nádrží a za profily jejich hrází, případně v dalších doplňujících profilech (např. profily monitoringu).

Při definování  $KB_{dif}$  uvedených kategorií jsou sledovány dvě úrovně podrobnosti:

„**fáze přehledová**“ – zahrnuje v sobě úrovně A1 (vodní útvary) a A2 (povodí IV. řádu). Tyto úrovně budou využity pro kvantifikaci transportovaného znečištění, ohodnocení skutečného stavu na základě monitoringu znečištění, vyhodnocení potenciálního vývoje a z toho pak budoucího ohrožení. Po nalezení zdrojů znečištění (viz fáze zpřesňující) a návrhu opatření (další etapy řešení) bude opakovaným výpočtem posouzena účinnost navržených opatření na zlepšení celkového stavu.

„**fáze zpřesňující**“ – zahrnuje subpovodí, definovaná podrobnými  $KB_{dif}$  na hydrografické síti. V této úrovni budou v dalších etapách řešení hledány zdrojové plochy transportovaného znečištění a na základě jejich kvantifikace a klasifikace budou navrhována kompenzační opatření s využitím fyzikálně založených modelů (rovněž následující etapy řešení). V rámci etapy A bude proveden výběr  $KB_{dif}$  úrovně A3 dle výše uvedených specifik a budou vygenerována jejich subpovodí.

#### 3.1.2 Datové podklady

Definování  $KB_{dif}$  bude probíhat na vektorových datech příslušných databází, generování subpovodí  $KB_{dif}$  úrovně A3 bude probíhat v rozlišení 10x10 m. K řešení jsou nezbytné následující datové vrstvy:

- DMT = DMR4G, ošetřený z hlediska lokálních singularit, bezodtokých míst a artefaktů a podle potřeby vyhlazený, se zahrnutím významných linií ovlivňujících směrování povrchového odtoku.

- Hydrografická síť z databáze DIBAVOD/ZABAGED.
- Využití území – prioritní databáze ZABAGED, kombinovaná s vrstvou LPIS.
- Vodní nádrže – kombinace dostupných dat (DIBAVOD/ZABAGED).
- Ortofotomapy v lokalitách s nutným upřesněním, předpokládá se využití volně dostupných WMS podkladů.

### 3.1.3 Pracovní postup v GIS k určení kritických bodů

#### Ad fáze přehledová:

Kritickými body stanovenými v přehledové fázi zpracování podkladů jsou závěrové profily vodních útvarů (A1) a závěrové profily povodí IV. řádu (A2). Tyto  $KB_{dif}$  jsou dány vrstvou DIBAVOD a vrstvou měrných profilů Povodí Vltavy, státní podnik, popř. profilů ČHMÚ.

V rámci zpracování a přípravy proběhne kontrola datových vrstev, konzistence dat, případně úpravy tam, kde budou zjištěny chyby, singularity nebo nepřesnosti.

#### Ad fáze zpřesňující:

Kritickými body stanovenými ve **zpřesňující fázi** zpracování podkladů budou závěrové profily subpovodí (A3). Ty budou vymezeny následujícím postupem:

- Analýza  $KB_{dif}$  sítě toků DIBAVOD/ZABAGED a kontrola jejich konzistence, spojená s kontrolou orientace hydrografické sítě vodních toků.
- Doplnění a opravy sítě vodních toků tak, aby síť byly spojitě a topologicky správně orientované.
- Identifikace  $KB_{dif}$  úrovně A3 jako soutoků vodních toků všech řádů z databáze DIBAVOD/ZABAGED.
- Výběr nádrží vstupujících do řešení, doplnění vrstvy nádrží do databáze a zajištění návazné topologie sítě toků a průtočných nádrží.
- Doplnění  $KB_{dif}$  úrovně A3 na vtoku do průtočných nádrží.
- Úprava sítě vodních toků s ohledem na minimální délku úseku (10 m) tak, aby topologie vodních toků byla zachována v distribuovaném rastrovém řešení v následujících etapách.
- Kontrola vektorové vrstvy a databáze  $KB_{dif}$  úrovně A3 a odstranění topologických chyb.
- Generování subpovodí ke každému  $KB_{dif}$  úrovně A3.

**Fáze přehledová i fáze zpřesňující** budou zpracovávány nezávisle na sobě, výsledky řešení obou fází budou nicméně finálně koordinovány tak, aby bylo možno uplatnit princip řešení „shora dolů“. Výsledkem bude shp vrstva s informací o ID, typu a úrovni  $KB_{dif}$  (A1 až A3) a zeměpisných souřadnicích.

#### Subpovodí

Subpovodí budou vygenerována v GIS ke každému identifikovanému  $KB_{dif}$  úrovně A3, respektive k úseku vodního toku nad  $KB_{dif}$ , s využitím podkladů DIBAVOD/ZABAGED a DMT.

## 3.2 Metodický postup identifikace kritických bodů z podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění

### 3.2.1 Použité metody

Postupy pro identifikaci  $KB_{dif}$  budou též zpracovány ve dvou úrovních podrobnosti:

"**Fáze přehledová**", které odpovídá úroveň vodních útvarů (B1) a úroveň povodí IV. řádu (B2). Tyto úrovně  $KB_{dif}$  jsou vhodné pro *indexové hodnocení* kategorizace významnosti rizika příspěvku jednotlivých ploch staveb plošného odvodnění, aniž by byla samostatně analyzována každá drenážní skupina.

"**Fáze zpřesňující**", která bude na úrovni subpovodí (B3) a jednotlivých staveb odvodnění nebo jejich mikropovodí (B4). V těchto úrovních budou kategorizovány jednotlivé stavby odvodnění z hlediska rizikovitosti transportu znečišťujících látek a tato kategorizace bude sloužit jako podklad pro návrh systému opatření (etapa G a dále).

### 3.2.2 Datové podklady

Potřeby využití datových zdrojů k identifikaci  $KB_{dif}$  jsou:

- GIS: OS ZVHS – vrstva evidovaných staveb odvodnění, zpracovaná ZVHS v měřítku map 1:10 000,
- GIS: ZABAGED, DIBAVOD, DMR4G.

### 3.2.3 Pracovní postup v GIS k určení kritických bodů

**Ad fáze přehledová:**

Kritickými body stanovenými v přehledové fázi zpracování podkladů jsou závěrové profily vodních útvarů (B1) a závěrové profily povodí IV. řádu (B2). Tyto  $KB_{dif}$  jsou dány vrstvou DIBAVOD a identifikovány analogicky s  $KB_{dif}$  A1, A2.

**Ad fáze zpřesňující:**

Při řešení úlohy bude uplatněn přístup „shora dolů“ (B4 → B3), tj. od nejpodrobnější úrovně  $KB_{dif}$  k úrovni  $KB_{dif}$  subpovodí).

Kritickými body stanovenými ve **zpřesňující fázi** zpracování podkladů budou jednak závěrové profily subpovodí (B3) a jednak vyústění drenážních skupin jednotlivých staveb odvodnění nebo jejich mikropovodí - **drenážní výusti** (B4). Ty budou identifikovány z DMT následujícím způsobem: geodeticky nejnižší místo polygonu stavby odvodnění v linii příslušného recipientu (DVT, HOZ, spádnice atd.) reprezentuje nejnižší situovanou drenážní výustí; pokud je délka souběhu jedné ze stran polygonu a recipientu delší než 300 m, je ve vzdálenostech po 150 m vkládán druhý a další  $KB_{dif}$  úrovně B4, které reprezentují drenážní výusti drenážních skupin v rámci jednoho evidovaného polygonu ucelené stavby odvodnění (viz vrstva OS ZVHS).

**Fáze přehledová i fáze zpřesňující** budou zpracovávány postupně, jak jsou uvedeny – nejprve bude zpracována fáze přehledová. Tento přístup vyjadřuje potřebu nejprve stanovit



rizika pro větší územní celky. Následně dojde ke zpřesnění, kdy bude zpracována v odpovídající podrobnosti každá riziková plocha drenážní skupiny. Výsledkem bude shp vrstva s informací o ID, typu a úrovni  $KB_{dif}$  (B1 až B4) a zeměpisných souřadnicích. V několika iteračních krocích budou vzájemně porovnávány výsledky provedených územních analýz (stanovení rizik vlivu drenážního systému na jakost povrchových vod) a obou užitých modelů - MIKE Basin ([www.mikepoweredbydhi.com](http://www.mikepoweredbydhi.com)) a EMISE ([www.heisvuv.cz](http://www.heisvuv.cz), [www.prgheisv.tgm.vuv.cz](http://www.prgheisv.tgm.vuv.cz), Vyskoč a kol., 2014). Iterace umožní provést korekce jednotlivých řešení.

Drenážní skupiny budou generovány z OS ZVHS s uplatněním postupu pro lokalizaci drenážních výustí (popsáno výše) na základě zpracování DMT. V opodstatněných případech a tam, kde jsou archivy bývalé ZVHS k dispozici, budou digitalizovány výkresy projektové dokumentace staveb odvodnění (v návazných etapách). Mikropovodí tak bude vygenerováno v GIS ke každému identifikovanému  $KB_{dif}$  (B4) s využitím podkladů OS ZVHS, ZABAGED a DMT.

#### **4. Kategorizace lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A**

Cílem této etapy je vytvořit metodické podklady a návod, jak provést kategorizaci lokalit ohrožených plošným znečištěním.

V předchozích kapitolách byl popsán podrobný postup, jakým způsobem budou definovány  $KB_{dif}$  jednak povrchového znečištění - erozní smyv - a jednak podpovrchového znečištění - drenážní odtoky. V rámci kapitoly 4 je soustředěna pozornost na způsob kategorizace jednotlivých lokalit, jako zdrojů znečištění, tak aby bylo možno kvalifikovaně rozhodnout, do kterých lokalit soustředit navrhovaná opatření. Cílem je dosažení maximálního efektu spočívajícího ve zlepšení stavu vodních útvarů.

Základní princip aplikované kategorizace bude spočívat v kombinovaném přístupu „shora dolů“ ( $AB3 \rightarrow AB1$ ) resp. „zdola nahoru“ ( $AB1 \rightarrow AB3$ ) ve dvou nebo několika následných krocích.

V první fázi bude matematicky modelován vnos znečištění z povrchových a podpovrchových plošných zdrojů znečištění do vodních toků. Ten bude následně kvantifikován nejdříve pro  $KB_{dif}$  úrovně 3 (subpovodí) a dále bude směrem po toku sčítán (včetně kvantifikace průběžné retence) přes povodí IV. řádu (úroveň 2) až po cílové vodní útvary (úroveň 1). Zde bude hodnocen výsledek modelovaného vnosu znečištění nebo monitoringu jakosti vod. Výsledkem bude souhrnná kategorizace ohrožení vodních útvarů znečištěním a to jak z povrchových (NL a erozní P), tak z podpovrchových (N- $NO_3$ , pesticidy) zdrojů odděleně i v synergickém působení. Aby bylo možno oddělit rizika pocházející z plošných zdrojů znečištění, bude nutno provést pro zvolené vodní útvary bilanci zdrojů znečištění s cílem oddělit vnos znečištění ze zdrojů bodových.

Pro vybrané nejohroženější útvary pak budou zpětným postupem směrem „zdola nahoru“ identifikovány nejvýznamnější lokality obou typů znečištění. V takto vytipovaných lokalitách budou v dalších krocích řešení navrhována konkrétní opatření.

## 4.1 Metodický postup kategorizace lokalit ohrožených z povrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A

### 4.1.1 Použité metody

Cílem posouzení zdrojů plošného povrchového znečištění je analyzovat situaci v povodí pomocí sítě  $KB_{dif}$ , kde bude sledován a kvantifikován transport erozních splavenin a erozního P. Kritické body budou rozčleněny v prostorové hierarchii do tří kategorií (A1, A2, A3) podle velikosti reprezentovaného území (viz kapitola 3, viz obr. č. 1). Kritický bod bude vždy situován na vodním toku.

### Princip použité metody a podrobné výsledky výpočetního modelu

Základem posouzení zdrojů splavenin a erozního P je podrobný distribuovaný výpočet ztráty půdy, retence a transportu sedimentu v celé ploše řešeného území (případně na celém území ČR rozšířeném o plochy přispívajících lokalit z příhraničních oblastí). Výsledkem tohoto výpočtu jsou digitální informační vrstvy obsahující hodnoty smyvu, depozice a transportu splavenin v každém bodě (pixelu) velikosti 10x10 m nacházejícím se na zemědělské půdě v řešeném území a modelové hodnoty transportu NL (resp. erozního P) všemi úseky hydrografické sítě s členěním odpovídajícím podrobnosti  $KB_{dif}$  úrovně A3.

V rámci kategorizace ohrožených lokalit na úrovni A3 bude využito kontinuálně založených plně distribuovaných nástrojů odvozených na empirickém, resp. semi-empirickém základě. Metody fyzikálně založené a epizodní budou ve vytipovaných lokalitách použity k podrobnému technickému návrhu a dimenzování opatření na požadovanou zabezpečení (etapa M).

Pro výpočet eroze a transportu splavenin do vodních toků i hydrografickou sítí bude použit matematický model WATEM/SEDEM (Van Rompaey a kol., 2001; Verstraeten a kol., 2002; Van Oost a kol., 2000), pracující na principu aplikace USLE v kombinaci s porovnáváním množství dostupného erozního materiálu s transportní kapacitou povrchového odtoku na plně distribuovaném podkladě doplněným o výpočet transportu erozního P (Krása a kol., 2013).

Výstupem bude pro každý pixel:

- hodnota průměrné roční ztráty půdy (t/ha/rok) a (t/rok),
- hodnota depozice (t/rok),
- hodnota transportu splavenin (t/rok),
- hodnota transportu erozního P (kg/rok).

Hodnoty transportu splavenin a P budou dále vyjádřeny pro každý závěrový profil subpovodí ( $KB_{dif}$  úrovně A3, A2 i A1) a to jak formou přímého příspěvku ze subpovodí, tak kumulativní formou (se zohledněním transportu z předchozích úseků hydrografické sítě – tam kde je relevantní).

Pro  $KB_{dif}$  úrovně A3 odpovídající profilům **vodních nádrží** v hydrografické sítí budou zároveň určeny dlouhodobé průměrné hodnoty zachyceného sedimentu (t/rok) a celkového erozního P (kg/rok). Výpočet retence splavenin a erozního P v nádržích není součástí aplikovaného matematického modelu, ale bude řešen odděleně výpočtem poměru zachycení pro jednotlivé nádrže.

#### 4.1.1.1 Postup výpočtu transportu splavenin a erozního fosforu

Základem postupu je příprava vstupních datových vrstev v rozlišení 10x10 m, připravených samostatně pro navazující schéma řešených povodí o velikosti přibližně 1 000 km<sup>2</sup>. Pro každé modelované povodí je třeba připravit následující vstupy:

- hydrologicky korektní DMT,
- mapu využití území vymezenou pouze pro řešené povodí obsahující pozemky orné půdy a intenzivního zemědělského využití, trvalé travní porosty, lesní plochy, neerodovatelné povrchy (intravilány aj.), vodní nádrže, řešené vodní toky,
- indexovanou mapu vodních toků se zpracovanou topologií návaznosti všech řešených úseků a nádrží v členění odpovídajícím úrovni KB<sub>dif</sub> A3. Sestavení indexované vrstvy vodních toků bude probíhat postupem odpovídajícím zpřesňující fázi vymezení KB<sub>dif</sub> úrovně A3 popsáním v kapitole 3),
- indexovanou vektorovou mapu vodních toků v podrobnosti členění KB<sub>dif</sub> úrovně A3 prostorově odpovídající rastrové vstupní vrstvě vodních toků,
- textovou tabulku topologie úseků vodních toků v členění odpovídajícím úrovni KB<sub>dif</sub> A3;
- mapu C-faktoru – hodnoty budou určeny dle platné metodiky (Janeček a kol., 2012), na orné půdě budou určeny dlouhodobé průměrné osevní postupy na základě údajů o osevních a sklizňových plochách z Českého statistického úřadu (Krása, 2010),
- mapu K-faktoru – hodnoty budou určeny na základě BPEJ dle platné metodiky (Janeček a kol., 2012),
- mapu plošně distribuovaného R-faktoru,
- mapu obsahu P<sub>celk</sub> v orničním horizontu zemědělské půdy (mg/kg),
- mapu vodních nádrží s hodnotami odpovídajícími jejich poměru zachycení v procentech.

Pro sestavení mapy vodních nádrží je třeba pro každou řešenou nádrž určit poměr zachycení sedimentu (%). Ten bude určen metodou Bruneho křivek (Brune, 1953) ve formě analytického vyjádření střední Bruneho křivky, které po rozšířené kalibraci sestavil Dendy (1978). Pro stanovení doby zdržení (poměru C/I) je třeba stanovit C - objem nádrže (m<sup>3</sup>) a I - dlouhodobý průměrný průtok q<sub>a</sub> (m<sup>3</sup>/rok). Tyto údaje jsou pro menší nádrže v povodích často nedostupné a jejich údaje bude nutné odvodit alternativním postupem na základě plochy hladiny (Krása a kol., 2013).

Dalšími kroky řešení jsou:

- naplnění a spuštění erozně transportního matematického modelu WATEM/SEDEM na každém dílčím povodí o velikosti přibližně 1 000 km<sup>2</sup> (větší prostorové jednotky budou pro výpočet rozděleny z důvodu výpočetní kapacity modelu),
- kontrola výstupů modelu a doladění v místech singularit,
- kombinace hodnot ztráty půdy a transportu splavenin v ploše povodí s nasyceností pozemků P<sub>celk</sub> a určení transportu erozního P s pomocí opakovaného výpočtu modifikovaným modelem WATEM/SEDEM,
- analýza hodnot prostorového modelování pro jednotlivé KB<sub>dif</sub> úrovně A3,
- propojení výstupních rastrových informačních vrstev dílčích řešených povodí a vytvoření bezešvé rastrové digitální mapy celého řešeného území,
- připojení výstupních tabulek modelu pro každé dílčí povodí k vektorové síti indexovaných vodních toků,

- propojení výstupních vektorových informačních vrstev vodních toků dílčích řešených povodí a navázání hodnot transportu splavenin i erozního P v odpovídajících profilech hydrografické sítě,
- dopočet transportu splavenin a fosforu pro páteřní úseky hydrografické sítě jednotlivých dílčích povodí a vytvoření bezešvé vektorové digitální mapy toků s výslednými hodnotami pro celé řešené území,
- analýza výstupních hodnot pro  $KB_{dif}$  úrovně A3.

#### 4.1.1.2 Postup kategorizace lokalit ohrožených z povrchových plošných zemědělských zdrojů

Kategorizace bude probíhat analogicky ve všech třech řešených úrovních: A1, A2 a A3.

##### • Kategorizace lokalit dle kritických bodů úrovně A1

V úrovni A1 budou jednotlivé  $KB_{dif}$  nejdříve klasifikovány podle hodnot vypočtených pomocí matematického modelu eroze a transportu erozních splavenin WATEM/SEDEM, následně pak budou kumulativní hodnoty transportu NL a celkového erozního P porovnány s hodnotami stanovenými monitoringem kvality vody. Kritické body úrovně A1 odpovídají závěrovým profilům vodních útvarů a prioritní  $KB_{dif}$  úrovně A1 budou vymezeny v souladu s hodnocením vodních útvarů dle platných metodik.

Pro každý  $KB_{dif}$  úrovně A1 budou vypočteny a sledovány následující parametry

- S\_A1\_XXX - vstup splavenin do toků ze zemědělské půdy v daném povodí (povodí vodního útvaru),
- P\_A1\_XXX - vstup erozního P do toků ze zemědělské půdy v daném povodí (povodí vodního útvaru),
- TS\_A1\_XXX - transport splavenin závěrovým profilem daného povodí (povodí vodního útvaru),
- TP\_A1\_XXX - transport erozního P závěrovým profilem daného povodí (povodí vodního útvaru),
- zachycení splavenin ve vodních nádržích v daném povodí,
- zachycení erozního P ve vodních nádržích v daném povodí.

Z toho parametry (indexy) S\_A1, P\_A1, TS\_A1 a TP\_A1 budou využity pro klasifikaci  $KB_{dif}$  resp. jejich povodí a parametry zachycení splavenin a zachycení erozního P budou kvantifikovány jako dodatečná informace.

Pozn. – XXX značí unikátní identifikátor daného  $KB_{dif}$  = závěrového profilu povodí vodního útvaru.

Podrobný postup hodnocení a klasifikace  $KB_{dif}$  bude diskutován v kapitole 4.3 a bude zohledňovat synergické působení jednotlivých komponent znečištění. Pro klasifikaci  $KB_{dif}$  do 5 tříd rizika bude použita stejná referenční tabulka (tab. č. 1 a tab. č. 2) jako pro ostatní prostorové úrovně řešení (A2 a A3). Konkrétní limitní hodnoty pro jednotlivé kategorie budou nicméně stanoveny až na základě výsledků výpočtu – viz níže.

Rámcově budou  $KB_{dif}$  klasifikovány podle rizika z hlediska kombinace faktorů transportu erozních splavenin (TS\_A1) a celkového erozního fosforu (TP\_A1) tak, že bude sečtena třída rizika daného  $KB_{dif}$  z hlediska transportu splavenin (nerozpuštěných látek) a z hlediska transportu erozního P a součet bude zpět normován do stupnice 1 – 5. V celkovém hodnocení



budou tak zohledněna jak hlediska nebezpečí eutrofizace, tak zanášení vodních nádrží a koryt vodních toků.

Odděleně budou pro každý  $KB_{dif}$  kategorizovány obě třídy parametrů – vstup do vodního toku ( $S_{A1}$  a  $P_{A1}$ ) a transport závěrovým profilem ( $TS_{A1}$  a  $TP_{A1}$ ). Zatímco vstup do vodního toku v povodí daného vodního útvaru (díličím povodí) je charakteristikou každého díličího povodí, celkový transport závěrovým profilem je charakteristikou profilu ve vztahu k celé ploše povodí nad ním. Pro následné hodnocení pak budou využity oba parametry.

- **Kategorizace lokalit dle kritických bodů úrovně A2**

V úrovni A2 budou hodnoty výstupů modelu, podobně jako v úrovni A1, využity pro sestavení indexů v pěti kategoriích rizika (1 nejmenší riziko - 5 největší riziko) vnosu plošného povrchového znečištění (NL a erozního P) do vodních toků a nádrží v rámci každého povodí IV. řádu, a to formou samostatného hodnocení, které bude provedeno obdobně jako v případě  $KB_{dif}$  úrovně A1:

- $S_{A2\_XXX}$  - vstup splavenin do vodních toků ze zemědělské půdy v daném povodí (povodí IV. řádu),
- $P_{A2\_XXX}$  - vstup erozního P do vodních toků ze zemědělské půdy v daném povodí (povodí IV. řádu),
- $TS_{A2\_XXX}$  - transport splavenin závěrovým profilem daného povodí (povodí IV. řádu),
- $TP_{A2\_XXX}$  - transport erozního P závěrovým profilem daného povodí (povodí IV. řádu),
- zachycení splavenin ve vodních nádržích v daném povodí,
- zachycení erozního P ve vodních nádržích v daném povodí.

Parametry (indexy)  $S_{A2}$ ,  $P_{A2}$ ,  $TS_{A2}$  a  $TP_{A2}$  budou opět využity pro klasifikaci  $KB_{dif}$  resp. jejich povodí a parametry zachycení NL a zachycení erozního P budou kvantifikovány jako dodatečná informace.

Pozn. – XXX značí unikátní identifikátor daného  $KB_{dif}$  = závěrového profilu povodí IV. řádu.

Podrobný postup hodnocení a klasifikace  $KB_{dif}$  bude diskutován v kapitole 4.3 a bude zohledňovat synergické působení jednotlivých komponent znečištění. Pro klasifikaci  $KB_{dif}$  do 5 tříd rizika bude použita stejná referenční tabulka (tab. č. 1 a tab. č. 2) jako pro ostatní prostorové úrovně řešení (A1 a A3). Konkrétní limitní hodnoty pro jednotlivé kategorie budou nicméně stanoveny až na základě výsledků výpočtu – viz níže.

Rámcově budou body kategorizovány podle rizika z hlediska kombinace faktorů transportu erozních splavenin ( $TS_{A2}$ ) a celkového erozního fosforu ( $TP_{A2}$ ) tak, že bude sečtena třída rizika daného  $KB_{dif}$  z hlediska transportu splavenin (NL) a z hlediska transportu erozního P a součet bude zpět kategorizován stupnice 1 – 5. V celkovém hodnocení budou tak zohledněna jak hlediska rizika eutrofizace, tak zanášení vodních nádrží a koryt vodních toků.

Odděleně budou pro každý  $KB_{dif}$  kategorizovány obě třídy parametrů – vstup do vodního toku ( $S_{A2}$  a  $P_{A2}$ ) a transport závěrovým profilem ( $TS_{A2}$  a  $TP_{A2}$ ). Zatímco vstup do vodního toku v povodí daného vodního útvaru (díličím povodí) je charakteristikou každého díličího povodí, celkový transport závěrovým profilem je charakteristikou profilu ve vztahu k celé ploše povodí nad ním. Pro následné hodnocení pak budou využity oba parametry.



### • Kategorizace lokalit dle kritických bodů úrovně A3

V úrovni A3 budou hodnoty výstupů modelu využity pro přímé porovnání míry vnosu plošného povrchového znečištění do vodních toků a nádrží v úrovni úplného členění hydrografické sítě a budou tak přímo vymezeny úseky toků nejvíce zatížené vstupem splavenin ze zemědělské půdy a erozního P. Následně budou po statistickém vyhodnocení sestaveny indexy zatížení  $KB_{dif}$  A3 v pěti úrovních rizika (opět pro každý ukazatel samostatně), případně samostatně vyčleněny nejohroženější lokality.

Samostatnou skupinou  $KB_{dif}$  úrovně A3 budou profily všech řešených vodních nádrží, pro které budou rovněž vypočteny dlouhodobé průměrné hodnoty zachycení sedimentu (t/rok) a erozního P (kg/rok). Pro tyto profily budou vytvořeny doplňující indexy rychlosti zanášení vodních nádrží, odpovídající ročnímu procentu zanesení, které budou rovněž klasifikovány do pěti stupňů.

Pro každý  $KB_{dif}$  úrovně A3, resp. jeho povodí, budou kvantifikovány a klasifikovány následující parametry:

- $S_{A3\_XXX}$  - vstup splavenin do toků ze zemědělské půdy v daném subpovodí,
- $P_{A3\_XXX}$  - vstup erozního P do toků ze zemědělské půdy v daném subpovodí,
- $TS_{A3\_XXX}$  - transport splavenin závěrovým profilem daného subpovodí,
- $TP_{A3\_XXX}$  - transport erozního P závěrovým profilem daného subpovodí.

Parametry (indexy)  $S_{A3}$ ,  $P_{A3}$ ,  $TS_{A3}$  a  $TP_{A3}$  budou opět využity pro klasifikaci  $KB_{dif}$  resp. jejich povodí. Parametry zachycení splavenin a zachycení erozního P ve vodních nádržích nebudou v této úrovni řešení kvantifikovány, protože vzhledem k plošnému rozsahu řešených jednotek tento parametr postrádá významu.

Pozn. – XXX značí unikátní identifikátor daného  $KB_{dif}$  = závěrového profilu subpovodí.

Podrobný postup hodnocení a klasifikace  $KB_{dif}$  bude diskutován v kapitole 4.3 a bude zohledňovat synergické působení jednotlivých komponent znečištění. Pro klasifikaci  $KB_{dif}$  do 5 tříd rizika bude použita stejná referenční tabulka (tab. č. 1 a tab. č. 2) jako pro ostatní prostorové úrovně řešení (A1 a A2). Konkrétní limitní hodnoty pro jednotlivé kategorie budou nicméně stanoveny až na základě výsledků výpočtu – viz níže.

Rámcově budou  $KB_{dif}$  klasifikovány podle rizika z hlediska kombinace faktorů transportu erozních splavenin ( $TS_{A3}$ ) a celkového erozního fosforu ( $TP_{A3}$ ) tak, že bude sečtena třída rizika daného  $KB_{dif}$  z hlediska transportu splavenin (NL) a z hlediska transportu erozního P a součet bude zpět kategorizován do stupnice 1 – 5. V celkovém hodnocení budou tak zohledněna jak hlediska rizika eutrofizace, tak zanášení vodních nádrží a koryt vodních toků.

Odděleně budou pro každý  $KB_{dif}$  kategorizovány obě třídy parametrů – vstup do vodního toku ( $S_{A3}$  a  $P_{A3}$ ) a transport závěrovým profilem ( $TS_{A3}$  a  $TP_{A3}$ ). Zatímco vstup do vodního toku v povodí daného vodního útvaru (dílčím povodí) je charakteristikou každého dílčího povodí, celkový transport závěrovým profilem je charakteristikou profilu ve vztahu k celé ploše povodí nad ním. Pro následné hodnocení pak budou využity oba parametry.

- **Klasifikace významnosti rizik pro kritické body podle jednotlivých hodnocených parametrů**

Klasifikace významnosti rizik bude provedena u každé z úrovní řešení (A1, A2, A3) u parametrů (popsány výše):

- S\_AX\_XXX - vstup splavenin do toků ze zemědělské půdy v povodí daného kritického bodu dané úrovně,
- P\_AX\_XXX - vstup erozního P do toků ze zemědělské půdy v povodí daného kritického bodu dané úrovně,
- TS\_AX\_XXX - transport splavenin závěrovým profilem daného dílčího povodí dané úrovně,
- TP\_AX\_XXX - transport erozního P závěrovým profilem daného dílčího povodí dané úrovně.

Klasifikace u každého parametru bude ve všech třech úrovních vycházet z pětitřídní stupnice (1 – nejmenší riziko; 5 největší riziko) s tím, že konkrétní (číselné) hranice jednotlivých tříd pro vstup splavenin (S\_AX) i vstup erozního fosforu (P\_AX), transport splavenin (TS\_AX) a transport erozního P (TP\_AX) budou nastaveny až po provedení skutečných výpočtů tak, aby rozdělení počtu  $KB_{dif}$  do jednotlivých tříd bylo lineární nebo sledovalo normální, případně logaritmické rozložení (bude předmětem dalších diskuzí a optimalizace tak, aby zadavateli poskytlo maximální efekt). Do doby, než budou k dispozici vypočtené hodnoty vstupu i transportu obou sledovaných veličin, nebylo by správné přesné rozdělení závazně stanovit, protože výsledky matematických modelů mají vždy význam spíše indikativní a kategorizace do tříd by následně mohla být zkrácena.

Jak bylo popsáno v předchozích odstavcích, v rámci obou tříd parametrů (vnos do vodních toků a transport  $KB_{dif}$  příslušného povodí) budou oba parametry kategorizovány zvlášť (splaveniny a celkový erozní P). Následně budou pro každé dílčí povodí resp. každý  $KB_{dif}$  sečteny stupně rizika pro oba typy parametrů a kategorizace bude provedena zpět do 5-stupňové škály. Výsledkem tedy bude pro každý  $KB_{dif}$  každé úrovně a každé dílčí povodí  $KB_{dif}$  (A1- A3) jeho kategorie rizika z hlediska:

- vnosu plošného znečištění do hydrografické sítě,
- transportu plošného znečištění daným  $KB_{dif}$ ,

přičemž bude přisouzena stejná váha vnosu NL erozního původu, jako vnosu erozního P.

Závěrečné vyhodnocení synergického působení erozních splavenin, erozního P a celkového dusíku bude provedeno a klasifikováno v rámci finálního souhrnného hodnocení – viz kapitola 4.3.

Klasifikace bude odpovídat následujícím tabulkám (tab. č. 1 a tab. č. 2), kde konkrétní hodnoty k jednotlivým kategoriím rizika budou stanoveny až po provedení výpočtů.

**Tab. č. 1 Klasifikace vstupu povrchového plošného znečištění do vodních toků stupněm rizika**

Stupeň rizika	Rozpětí hodnot vstupu splavenin/erozního fosforu do vodních toků (t/rok)	Slovní hodnocení
1	*	Zanedbatelné riziko
2		Malé riziko
3		Střední riziko
4		Velké riziko
5		Velmi významné riziko

\* číselné vyjádření rozpětí hodnot bude výstupem etapy D

**Tab. č. 2 Klasifikace transportu plošného povrchového znečištění kritickým bodem stupněm rizika**

Stupeň rizika	Rozpětí hodnot transportu splavenin/erozního fosforu kritickým bodem (t/rok)	Slovní hodnocení
1	*	Zanedbatelné riziko
2		Malé riziko
3		Střední riziko
4		Velké riziko
5		Velmi významné riziko

\* číselné vyjádření rozpětí hodnot bude výstupem etapy D

## 4.2 Metodický postup kategorizace lokalit ohrožených z podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A

### 4.2.1 Použité metody

Cílem posouzení zdrojů plošného podpovrchového znečištění je analyzovat situaci v povodí pomocí sítě  $KB_{dif}$ , v rámci nichž bude definováno riziko transportu  $N-NO_3$  a pesticidních látek, které jsou vnímány jako nejrozšířenější a nejrizikovější kontaminanty drenážních vod. Kritické body budou rozčleněny v prostorové hierarchii celkem do čtyř úrovní ( $KB_{dif}$  1 až  $KB_{dif}$  4), odvozených z charakteristik reprezentovaného území (viz kapitola 3). Přitom  $KB_{dif}$  úrovní B1 až B3 jsou totožné pro oba typy zdrojů znečištění, navíc přidána úroveň B4 pak reprezentuje  $KB_{dif}$  v podrobnosti hypotetických nebo skutečných drenážních výustí. Kritický bod bude vždy situován na hydrografické síti (vodním toku nebo HOZ).

#### Princip použitých metod a popis výpočetního postupu

U podpovrchových zdrojů znečištění bude provedena kategorizace ve dvou postupných krocích (viz kapitola 3): tj. ve fázi přehledové (pro  $KB_{dif}$  úrovní B1 a B2) a ve fázi zpřesňující (pro  $KB_{dif}$  úrovně B3 a B4). V obou případech bude použita klasifikace  $KB_{dif}$  založena na stupni rizika znečištění podpovrchových vod (SR), v jednotné škále pěti stupňů, tj. od třídy 1 (nejmenší riziko, resp. s malým vlivem na zhoršení jakosti vod) do třídy 5 (největší riziko, resp. s velmi významným vlivem na zhoršení jakosti vod).

Pro fázi přehledovou (podrobně kap. 4.2.1.1) bude kategorizace lokalit, tj. území, hydrologicky příslušných  $KB_{dif}$ , provedena vyhodnocením indexů vodních útvarů (pro B1) resp. indexů povodí IV. řádu (pro B2). Postupně budou vypočteny následující indexy (Fučík a kol., 2008; Kvítek a kol., 2009):

- index plochy ( $I_{ploch}$ )
- index zrnitosti staveb odvodnění ( $I_{zm}$ )
- index vlivu zornění ( $I_{oma}$ )
- index vlivu kultur ( $I_{kultur}$ )

Na základě vyhodnocení výše uvedených indexů budou stanoveny stupně rizika pro lokality úrovně B1, B2 ( $SR_{B1,2}$ ). Nejrizikovější lokality úrovní B1 a B2 budou dále zpracovány ve fázi zpřesňující v úrovních B3 a B4. Prioritně budou hodnoceny lokality se stupněm rizika 5, resp. 4. Následovat budou lokality se stupněm rizika 3.

Pro fázi zpřesňující (podrobně kap. 4.2.1.2) bude kategorizace lokalit, tj. území, hydrologicky příslušných  $KB_{dif}$ , provedena nejprve vyhodnocením úrovně B4 geografickou analýzou přírodních charakteristik lokality (hydrologické, hydropedologické, hydrogeologické, geomorfologické) pro zjištění příčin a zdrojů zamokření mikropovodí a vodnosti drenážního systému, za použití modelů (M). Z příčin zamokření a ze způsobu využití území bude odvozen potenciál jakosti drenážních vod (z převažujícího charakteru přítoku vody do drénu: směru, rychlosti, délce a typu transportu) - viz Fučík a kol. (2010). Cílová kategorizace lokalit na úrovni B4 bude prováděna přiřazením k jednomu nebo více modelům příčin zamokření (M) podle tab. č. 8. Modely budou testovány postupně od modelu T po model P. Součástí zhodnocení rizika znečištění drenážních vod úrovně B4 ( $SR_{B4}$ ) je

společně s identifikací nejvýstižnějšího modelu (M) také zhodnocení stupně rizika (SR) využívání pozemku ve vazbě na infiltrační schopnost půdy.

Kategorizace lokalit úrovně B3 bude následným krokem po vyhodnocení lokalit úrovně B4. Pro zhodnocení rizika znečištění vody úrovně B3 budou využity stupně rizika všech lokalit úrovně B4 spadající do příslušné hydrologické jednotky B3, doplněné o zhodnocení cest toku vody mezi úrovní B4 a B3. Pro zhodnocení cest toku budou využity následující transportní indexy TR (viz str. 46 a tab. č. 17).

- vyústění svodného drénu do mokřadu, rybníku, suché nádrže (TRm)
- regulace odtoku vody ze svodného drénu (TRr)
- vyústění svodného drénu do HOZ s návazností na vodní tok, přírodě blízkým provedením (TRpb)
- vyústění svodného drénu do HOZ s návazností na vodní tok, technickým provedením (TRtp),
- přímá cesta vody svodným drénem do vodního toku (TRps),

Kategorizace lokalit úrovně B3 proběhne pomocí souhrnného hodnocení lokalit B4, na základě klasifikace lokalit B4 modely (M) a indexy (TR), ve vazbě na jejich plošné zastoupení v rámci příslušné lokality B3. Kategorizace lokalit v podrobnosti zpracování  $KB_{dif}$  úrovně B3 a B4 (tj. pro fázi zpřesňující) bude vyjádřena stejnou klasifikační stupnicí jako u fáze přehledové (indexy plošných jednotek, vztahujících se ke  $KB_{dif}$  úrovně B1 a B2), jednotlivé lokality úrovní B3 a B4 tak bude možné vzájemně porovnávat.

#### 4.2.1.1 Fáze přehledová: postup výpočtu rizika znečištění drenážních vod v kritických bodech B1 a B2

V následující části je uveden podrobný popis jednotlivých indexů hodnocení rizika znečištění drenážních vod, včetně postupu jejich stanovení a hodnocení území na úrovni B1 a B2 (vodní útvar a povodí IV. řádu).

##### • Klasifikace významnosti rizik dle podílu ploch odvodnění /index plochy - $I_{ploch}$ /

Klasifikace vychází z předpokladu, že čím je podíl odvodněných ploch v rámci posuzované plošné jednotky (vodní útvar nebo povodí IV. řádu) větší, tím je významnější i vliv odvodnění na režim odtoku vod a tedy i větší riziko negativního ovlivnění povrchových vod potenciálně kontaminovanými vodami drenážními.

Index plochy je vypočítán podle vzorce:

$$I_{ploch} = \frac{F_{\Sigma \text{ staveb odvodnění v rámci plošné jednotky}}}{F_{\text{plošné jednotky}}}, \quad [1]$$

kde  $F$  – jsou plochy odvodnění vyjádřené v hektarech  
 $F_{\text{plošná jednotka}}$  – odpovídá celkové ploše (ha), vztahované ke zvolenému kritickému bodu B1, B2

$I_{ploch}$  nabývá hodnot v rozpětí  $<0; 1>$  a vztahuje se vždy ke zvolené, hydrologicky vymezené plošné jednotce.

Podle výsledné hodnoty  $I_{ploch}$  je provedeno zařazení do kategorie stupně rizika dle tab. č. 3.



Tab. č. 3 Klasifikace stupně rizika indexu plochy ( $SR-I_{ploch}$ )

$SR-I_{ploch}$	$I_{ploch}$	Slovní hodnocení
1	*	Zanedbatelné riziko
2		Malé riziko
3		Střední riziko
4		Velké riziko
5		Velmi významné riziko

\* číselné vyjádření indexu bude výstupem etapy E

• **Klasifikace významnosti rizik dle zrnitosti staveb odvodnění /index zrnitosti staveb odvodnění –  $I_{zrn}$**

Pro vyjádření vlivu existence staveb plošného odvodnění na režim odtoku a jakost drenážních vod je významné spolupůsobení staveb a jejich zrnitost - velikost jednotlivých staveb (Kovář, 2014). Drobné osamocené stavby jsou lépe začleněny do krajiny a jejich návrh řeší citlivě příčinu zamokření. Zároveň se vyskytují v oblastech, kde je intenzita zemědělství nižší, tudíž zpravidla nevytváří větší rizika z hlediska ovlivnění jakosti povrchových vod. Naopak stavby s větší souvislou plochou (případně agregované dílčí stavby) vytvořily podmínky velkoplošné zemědělské produkce se všemi potenciálně negativními vlivy, včetně nadměrné intenzity odvodnění, tj. s efektem vyššího podílu drenážních vod na celkovém odtoku z hodnocené plochy.

Index zrnitosti staveb odvodnění je stanoven jako aritmetický průměr velikostí ploch odvodnění, vyjádřený v hektarech, vztažený ke zvolenému kritickému bodu B1 nebo B2. Podle výsledné hodnoty  $I_{zrn}$  je provedeno zařazení do kategorie stupně rizika dle tab. č. 4. V rámci operací GIS se nejprve provádí agregace jednotlivých polygonů, pokud se polygony dotýkají, překrývají nebo je mezi nimi vzdálenost menší než 5m (např. rozdělení polní cestou, mezí, vodním tokem apod.).

$$I_{zrn} = \frac{F_{\Sigma \text{staveb odvodnění v rámci plošné jednotky}}}{n}, \quad [2]$$

kde  $F_{\Sigma}$  – je součet všech ploch odvodnění, vyjádřený v hektarech v rámci plošné jednotky  
 $n$  – je počet ploch odvodnění v rámci plošné jednotky  
 plošná jednotka – odpovídá ploše (ha), vztažené ke zvolenému kritickému bodu B1, B2

$I_{zrn}$  nabývá hodnot v rozpětí  $\langle 0; \infty \rangle$  a vztahuje se vždy ke zvolené, hydrologicky vymezené plošné jednotce.



Tab. č. 4 Klasifikace stupně rizika indexu zrnitosti staveb odvodnění (SR- $I_{zrn}$ )

SR- $I_{zrn}$	$I_{zrn}$	Slovní hodnocení
1	*	Zanedbatelné riziko
2		Malé riziko
3		Střední riziko
4		Velké riziko
5		Velmi významné riziko

\* číselné vyjádření indexu bude výstupem etapy E

• **Klasifikace významnosti rizik dle podílu odvodněné plochy a orné půdy /index vlivu zornění -  $I_{orna}$**

Klasifikace je založena na stanovení indexu zornění, vyjadřujícím rizika znečištění drenážních vod:

$$I_{orna} = \frac{F_{\Sigma \text{staveb odvodnění v rámci plošné jednotky}}}{F_{\Sigma \text{orné půdy v rámci plošné jednotky}}}, \quad [3]$$

kde  $F_{\Sigma}$  – jsou plochy vyjádřené v hektarech  
plošná jednotka – odpovídá ploše (ha), vztažené ke zvolenému kritickému bodu B1, B2

$I_{orna}$  nabývá hodnot v rozpětí  $\langle 0; \infty \rangle$  a vztahuje se vždy ke zvolené, hydrologicky vymezené plošné jednotce.

Hodnocení poskytuje informaci o intenzitě zemědělského hospodaření ve zvolené plošné jednotce (odpovídá kritickému bodu B1 nebo B2), korigované mírou ovlivnění vodního režimu stavbami odvodnění.

Čím je  $I_{orna}$  větší, tím je menší riziko příspěvku znečištění drenážních vod na jakost vod povrchových, neboť se zmenšuje vliv odvodnění orné půdy na režim odtoku. Přitom je respektována kladná korelace mezi podílem orné půdy a zhoršující se jakostí drenážních vod.

Podle výsledné hodnoty  $I_{orna}$  je provedeno zařazení do kategorie stupně rizika dle tab. č. 5.

Tab. č. 5 Klasifikace stupně rizika indexu zornění (SR- $I_{orna}$ )

SR- $I_{orna}$	$I_{orna}$	Slovní hodnocení
1	*	Zanedbatelné riziko
2		Malé riziko
3		Střední riziko
4		Velké riziko
5		Velmi významné riziko

\* číselné vyjádření indexu bude výstupem etapy E

- **Klasifikace významnosti rizika dle podílu plochy odvodnění a plochy trvalých kultur (lesů a trvalých travních porostů - TTP) /index vlivu kultur -  $I_{kultur}$ /**

Index trvalých kultur vyjadřuje kompenzaci existence odvodnění lesními a trvale zatravněnými plochami a je vypočten podle vzorce:

$$I_{kultur} = \frac{F_{\Sigma \text{ staveb odvodnění v rámci plošné jednotky}}}{F_{\Sigma \text{ lesů v rámci plošné jednotky}} + F_{\Sigma \text{ TTP}}}, \quad [4]$$

kde  $F_{\Sigma}$  – jsou plochy odvodnění vyjádřené v hektarech, resp. plochy lesů a trvalých travních porostů  
plošná jednotka – odpovídá ploše (ha), vztahené ke zvolenému kritickému bodu B1, B2

$I_{kultur}$  nabývá hodnot v rozpětí  $\langle 0; \infty \rangle$  a vztahuje se vždy ke zvolené, hydrologicky vymezené plošné jednotce.

Čím je  $I_{kultur}$  menší, tím je menší zhoršující vliv drenážních vod na jakost vod povrchových, neboť odtok z odvodněných ploch je výrazněji kompenzován odtokem z lesních a trvale zatravněných ploch.

Podle výsledné hodnoty  $I_{kultur}$  je provedeno zařazení do kategorie stupně rizika dle tab. č. 6.

**Tab. č. 6 Klasifikace stupně rizika indexu kultur ( $SR-I_{kultur}$ )**

SR- $I_{kultur}$	$I_{kultur}$	Slovní hodnocení
1	*	Zanedbatelné riziko
2		Malé riziko
3		Střední riziko
4		Velké riziko
5		Velmi významné riziko

\* číselné vyjádření indexu bude výstupem etapy E

- **Souhrnné vyjádření rizik znečištění drenážních vod (stupeň rizika –  $SRB_{1,2}$ )**

Celkový stupeň rizika  $SRB_{1,2}$  hodnotíme třemi způsoby v závislosti na účelu interpretace. Všechny uvedené způsoby hodnocení jsou shodně použity pro vodní útvary i pro povodí IV. řádu.

Hodnocení aritmetickým průměrem rizik ( $SRB_{1,2}^A$ )

Celkový stupeň rizika  $SRB_{1,2}^A$  vznikne jako aritmetický průměr všech čtyř dílčích stupňů rizika (tyto nabývají hodnot 1 až 5; případně 0, pokud v ploše povodí není evidováno žádné odvodnění) podle vzorce [5], uvedeného dále. Poté je výsledek zaokrouhlen na celé číslo. Zachováno je slovní hodnocení použité pro dílčí stupně rizik dle tab. č. 7.

$$SRB_{1,2}^A = \frac{SR-I_{ploch} + SR-I_{zrn} + SR-I_{orna} + SR-I_{kultur}}{4} \quad [5]$$

kde  $SR-I_X$  – jsou hodnoty stupňů rizika ( $X = \text{ploch, zrn, orna, kultur}$ ), stanovené dle postupů popsaných výše

### Hodnocení dle jedinečnosti výskytu rizik ( $SRB_{1,2}^J$ )

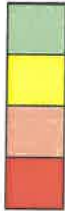
Tento způsob hodnocení je založen na principu existence výskytu 5. kategorie rizika alespoň u jednoho ze čtyř hodnocených kritérií (indexu plochy  $I_{ploch}$ , indexu zrnitosti staveb odvodnění  $I_{zrn}$ , indexu vlivu zornění  $I_{orna}$  a indexu vlivu kultur  $I_{kultur}$ ) posuzovaného polygonu. Stanovení výsledné hodnoty odpovídá matematické operaci asociativní sjednocení množin, selektivně pro 5. stupeň rizika. Tedy výsledek analýzy je „TRUE“, pokud se 5. stupeň rizika vyskytne alespoň jednou ze čtyř hodnocených kritérií a v mapovém znázornění je vyjádřen červenou barvou polygonu; v ostatních případech je lokalita vyhodnocena jako „FALSE“ a je zvýrazněna šedou barvou polygonu. Bílou barvou se vyjadřuje skutečnost, že v posuzovaném polygonu není evidována žádná stavba odvodnění. Tento přístup stanovení celkového stupně rizika  $SRB_{1,2}^J$  je aplikován samostatně jak pro vodní útvary, tak i pro povodí IV. řádu.

$$SRB_{1,2}^J = \cup_{X=1}^4 (SR - I_X) \quad [6]$$

kde  $SR-I_X$  – jsou hodnoty stupňů rizika definované shodně jako u rovnice [5]  
 $\cup$  je operátor asociativního sjednocení pro hodnoty  $SR-I_X=5$

### Hodnocení párovou maticí rizik ( $SRB_{1,2}^M$ )

Tento způsob hodnocení respektuje princip mechanismu odnosu rizikových látek z povodí (koncentrace x odtok) tak, že jsou indexy rozděleny do dvou skupin po dvojicích. První skupina  $SRB_{1,2a}$  je reprezentována aritmetickým průměrem dvojice indexů: indexem plochy  $I_{ploch}$  a indexem zrnitosti staveb odvodnění  $I_{zrn}$  (dvojice vyjadřuje parametry odtoku) a druhá skupina  $SRB_{1,2b}$  aritmetickým průměrem dvojice indexů: indexem zornění  $I_{orna}$  a indexem kultur  $I_{kultur}$  (dvojice vyjadřuje parametry koncentrace). Dílčí výsledné hodnoty skupin jsou kategorizovány opět do 5 kategorií a souhrnný stupeň rizika  $SRB_{1,2}^M$  je pak stanoven na základě matice hodnocení (obr. č. 3). Toto hodnocení umožňuje vyjádřit vztah mezi parametry, dominantně ovlivňujícími odtok a koncentrace látek neboli množství a jakost vod.

		SRB <sub>1,2a</sub>						
		1	2	3	4	5		
SRB <sub>1,2b</sub>	1	1	1	1	1	1	 zanedbatelné a malé riziko střední riziko velké riziko velmi významné riziko	
	2	1	1	1	1	3		
	3	1	1	1	3	4		
	4	1	1	3	4	5		
	5	1	3	4	5	5		
	5	3	4	5	5	5		

Obr. č. 3 Postup hodnocení celkového stupně rizika  $SRB_{1,2}^M$  dle párové matice rizik

Tab. č. 7 Klasifikace celkového stupně rizika pro lokality úrovně B1,B2 (SRB<sub>1,2</sub>)

SRB <sub>1,2</sub>	Slovní hodnocení
1	Zanedbatelné riziko
2	Malé riziko
3	Střední riziko
4	Velké riziko
5	Velmi významné riziko

#### 4.2.1.2 Fáze zpřesňující: postup výpočtu rizika znečištění drenážních vod v kritických bodech B3 a B4

Základem řešení zpřesňující fáze je vyhodnocení stupně rizika znečištění drenážních vod lokalit úrovně B4 (mikropovodí). Stupně rizika jednotlivých mikropovodí budou společně se způsobem transportu drenážních vod následně využity pro výpočet stupně rizika lokalit úrovně B3 (subpovodí).

- **Stanovení rizika znečištění drenážních vod úrovně B4 (mikropovodí drenážní skupiny)**

Koncept řešení úrovně B4 vychází ze stanovení modelů původních příčin zamokření odvodněných pozemků, popsaných v tab. č. 8. Ve všech postupech zpřesňující fáze jsou využity klasifikační tabulky (viz tab. č. 9 až 17). Zachována je škála pěti stupňů, tj. od třídy 1 (nejmenší riziko nebo zanedbatelný vliv na zhoršení jakosti vod) do třídy 5 (velmi významné riziko nebo velmi významný vliv na zhoršení jakosti vod).

Výběr relevantního modelu pro konkrétní lokalitu úrovně B4 bude proveden geografickou analýzou, v rámci níž bude této lokalitě přiřazen jeden či více modelů. Prvním krokem užití každého z modelů je provedení územní analýzy klíčových parametrů modelu a teprve v případě potvrzení oprávněnosti model použít, budou zpracovány další analýzy s výsledným stanovením rizika znečištění drenážních vod. Přiřazení modelu či jejich kombinace pro danou B4 je dáno existencí hodnocených podmínek daného modelu, přičemž relevantnost použití jednotlivých modelů bude posuzována postupně v níže uvedeném pořadí:

- Model T:** mikropovodí drenážní skupiny leží v bezprostřední blízkosti vodního toku nebo vodní nádrže
- Model S:** mikropovodí drenážní skupiny má humidní klima a málo propustné půdy
- Model R:** mikropovodí drenážní skupiny spadá do záplavového území
- Model CV:** drenážní skupina leží ve svahu, byl identifikován významný přítok cizích vod do drenáže
- Model K:** v mikropovodí drenážní skupiny se vykytují těžké půdy a zároveň lze předpokládat vysokou úroveň hladiny podzemní vody
- Model V:** existence pramenných vývěřů a tektonických zlomů



**Model P:** v mikropovodí drenážní skupiny se vyskytují propustné půdy a zároveň nebyl identifikován žádný z výše uvedených modelů (T - V).

Dalším krokem je kalkulace stupně rizika hodnoceného mikropovodí (**SRB<sub>4</sub>**). Pro tento účel jsou využity modely relevantní ke konkrétní hodnocené lokalitě (T - P) v kombinaci se stupněm rizika využití pozemku (SR<sub>POZEMKU</sub>), který je definován v tab. č. 13. Pro výpočet rizika každého mikropovodí bude využit samostatný vzorec podle vybraného modelu příčin zamokření (vzorce č. 7, 10, 11, 12, 13, 15, 16).

Každé mikropovodí B4 je klasifikováno jednou z následujících variant hodnocení rizika (SRB<sub>4</sub>) na základě modelů příčin zamokření:

- a) **jediným výsledným stupněm rizika na základě váženého průměru dle stupně rizika každého identifikovaného modelu příčin původního zamokření a jemu odpovídající velikosti plochy v rámci všech relevantních modelů;**
- b) **jediným výsledným stupněm rizika odpovídajícím hodnotě nejkritičtějšího modelu příčin původního zamokření ze všech relevantních modelů;**
- c) **několika nezávisle na sobě stanovenými stupni rizika (jedna drenážní skupina pak bude mít tolik stupňů rizik, kolik bylo v rámci její plochy identifikováno relevantních modelů příčin původního zamokření; hodnota rizika pak bude pro každý z modelů různá).**

Důvodem výše uvedeného postupu zatřídění drenážní skupiny je zacílení na konkrétní procesy v povodí s ohledem na následný výběr vhodných opatření pro zlepšení stavu vodních útvarů (například je-li hodnotou stupně rizika 5 identifikován pouze model CV a další model K bude hodnocen stupněm 3, zaměří se výběr opatření na eliminaci vlivu přítoku znečištěných cizích vod – podle klasifikace dle výše uvedeného typu b). Každý způsob vyjádření poskytuje jiný pohled na problematiku rizik existence drenážních systémů v krajině. Stupně rizika jednotlivých modelů (SR<sub>x</sub>) nabývají hodnot v rozmezí 1-5, výsledná hodnota SR<sub>x</sub> bude zaokrouhlena na celé číslo dle principů algebry.

Pro následnou kvantifikaci látkových odnosů bude využit přepočítaný průměrný návrhový specifický drenážní odtok 0,33 až 0,65 l/s/ha resp. až 1,0 l/s/ha, který je platný pro podmínky ČR (měřené kulminační okamžité drenážní průtoky zpravidla nepřesahují 3,5 l/s/ha) – viz Doležal a kol. (2001), resp. Kulhavý a kol. (2002).

V následujících subkapitolách jsou uvedeny zvolené pracovní postupy, tomu odpovídající operace v GIS a zároveň jsou specifikovány potřebné informační zdroje.

### **Model T: infiltrace vody z nádrží a vodních toků**

Riziko znečištění je dáno jakostí infiltrovaných vod. Pokud infiltruje do odvodňovacího systému voda z vodního toku nebo nádrže, které jsou následně i recipientem odtékající drenážní vody, nebývají drenážní vody rizikem zhoršení jakosti povrchových vod. Předmětem posouzení rizika kontaminace je také půdní prostředí v dráze filtrace.

Operace v GIS mají za cíl:

- identifikovat relevantní případy podle definice modelu T,
- charakterizovat intenzitu břehové infiltrace a transport vod do odvodňovacího systému,
- charakterizovat rizika znečištění v oblasti mezi břehovou čarou vodního toku nebo nádrže a zájmovou plochou dotčené stavby odvodnění.

Pracovní postup v GIS:

- odvodněnou plochu rozšířit o buffer šířky, odpovídající propustnosti půd (dle zařazení do hydrologických skupin půd /HSP/ podle HPJ jsou použity následující šířky bufferu: A – 50m, B – 25m, C – 15m, D – 10m). Vazba HPJ a HSP je uvedena v tab. č. 9,
- stanovit průnik bufferu ploch odvodnění s vrstvou vodních nádrží a vodních toků,
- vyjádřit liniový nebo plošný význam kontaktu vodního toku/nádrže se stavbou odvodnění a odvodit koeficient významnosti:

$$k_{buffer} = N \cdot \frac{F_{bufferu}}{F_{odvodnění}}, \quad [6]$$

kde  $F_{bufferu}$  je plocha průniku bufferu s vodní nádrží [ha]  
 $F_{odvodnění}$  je plocha dotčené stavby odvodnění [ha]  
 součinitel  $N$  (určený řešitelem) vyjadřuje vydatnost vodního zdroje - u vodní nádrže s plochou prostoru stálého nadržení 0,1 ha je  $N=10$ , u nádrže 1,0 ha je  $N=100$ , platí tedy  $N=F_{nádrže} (ha)/0,01 (ha)$

V případě vodního toku nabývá koeficient významnosti hodnot od  $k_{buffer} = 0,5$  u drobných vodních toků po  $k_{buffer} = 1,0$  u významných vodních toků.

- s využitím DMT vybrat pouze ty plochy, které jsou hydrologicky propojeny s níže ležící odvodněnou plochou. Tím se vyloučí vodní toky a vodní nádrže, plnicí pro posuzovanou stavbu funkci HOZ,
- charakterizovat způsob využití pozemků výsledných polygonů stavby odvodnění. Stupeň rizika znečištění drenážních vod se vyjádří podle tab. č. 13 na základě způsobu užívání vodní nádrže nebo vodního toku.

Odvodněnou plochu klasifikovat stupněm rizika dle modelu T na základě výběru vyšší hodnoty stupně rizika z hodnot  $SR_T$  (pokud bude hrozit znečištění vody z nádrže či toku do OS) a  $SR_{POZEMKU}$  (pokud bude hrozit průnik znečištěných drenážních vod do toku či nádrže) podle následujícího výpočtového vztahu:

$$SR_T = \text{větší z hodnoty } (SR_{TOKU/NÁDRŽE} \cdot k_{buffer}; SR_{POZEMKU}) \quad [7]$$

### Model S: vliv atmosférických srážek

Jedná se o častou příčinu zamokření, proto je její analýza významná i pro stanovení rizik znečištění drenážních vod. Tato příčina se vyskytuje častěji v oblastech s humidním klimatem a v případě výskytu středně až málo propustných půd. Pro klasifikaci rizika znečištění drenážních vod je v těchto lokalitách rozhodující způsob využití pozemku.

Operace v GIS mají za cíl:

- stanovit průměrný stupeň rizika infiltrace jako souborný parametr na základě klimatické rajonizace ( $S_{KLIMA}$ ), hlavních půdních jednotek ( $S_{HPJ}$ ), sklonitosti pozemků ( $S_{SKLON}$ ), skeletovitosti půd ( $S_{SKELET}$ ), hloubky půd ( $S_{HL}$ ). Bude využito částečné modifikace původního výpočtového schématu (Janglová a kol., 2003) dle metodiky tvorby map zranitelnosti podzemních vod (Novák, Slavík, 2012) s upravenými koeficienty významnosti parametrů (klima – 20 %, HPJ – 30 %, sklonitost – 30 %, skeletovitost – 10 %, hloubka půdy – 10 %). Expozice svahu zde není použita,
- v rámci polygonů OS ZVHS popsat riziko znečištění dle využití pozemku.

Pracovní postup v GIS:

- pro polygony drenážních skupin (odpovídá kritickému bodu B4) přiřadit podle tab. č. 14 stupeň  $S_{KLIMA}$  vlivu klimatické rajonizace,
- dále stanovit průměrný stupeň vlivu infiltrace ( $S_{HPJ}$ ) jako plochou vážený průměr všech vyskytujících se půdních typů, klasifikovaných podle tab. č. 9,
- stanovit průměrnou hodnotu klasifikace vlivu sklonitosti polygonu stavby ( $S_{SKLON}$ ). Využít buď DMT nebo sdružený kód svazitosti a expozice z BPEJ – ten přímo koresponduje s klasifikací, použitou dále: 0 - 3° - 7° - 12° - 17° a více – klasifikaci udává tab. č. 10,
- stanovit průměrnou hodnotu klasifikace vlivu skeletovitost pozemků ( $S_{SKELET}$ ) dle sdruženého kódu skeletovitosti a hloubky půdy z BPEJ – ten přímo koresponduje s klasifikací, dle tab. č. 11. Výslednou hodnotu stanovit jako plochou vážený průměr všech vyskytujících se stupňů klasifikace,
- stanovit průměrnou hloubku půdy pozemků ( $S_{HL}$ ), ležících nad vymezenou stavbou odvodnění (využít sdružený kód skeletovitosti a hloubky půdy z BPEJ – ten přímo koresponduje s klasifikací, použitou dle tab. č. 12. Výslednou hodnotu stanovit jako plochou vážený průměr všech vyskytujících se stupňů klasifikace,
- pro polygony drenážních skupin stanovit stupeň rizika vlivu ovzdušných srážek ( $SR_{SRÁŽEK}$ ) na znečištění drenážní vody.

Výpočet bude proveden dle vzorce:

$$SR_{SRÁŽEK} = 0,2 * S_{KLIMA} + 0,3 * S_{HPJ} + 0,3 * S_{SKLON} + 0,1 * S_{SKELET} + 0,1 * S_{HL} \quad [8]$$

- stanovit stupeň rizika kontaminace drenážních vod ( $SR_{POZEMKU}$ ) jako plochou vážený stupeň rizika znečištění drenážních vod (dle tab. č. 13). Výpočet bude proveden podle vzorce:

$$SR_{POZEMKU} = \frac{\sum_1^n F_i \cdot SR_{POZEMKU_i}}{\sum_1^n F_i}, \quad [9]$$

kde  $F_i$  – je plocha i-té dílčí plochy drenážní skupiny [ha]; v rozmezí  $i < 1; n >$   
 $SR_{POZEMKU_i}$  – je i-té ploše přiřazený stupeň rizika znečištění dle tab. č. 13  
 $n$  – je počet dílčích ploch drenážní skupiny

Odvozněnou plochu klasifikovat stupněm rizika dle modelu S, na základě následujícího výpočtového vztahu:

$$SR_S = \frac{SR_{SRÁŽEK} \cdot SR_{POZEMKU}}{5}, \quad [10]$$

kde 5 – hodnota uvedená ve jmenovateli umožňuje zařazení do pěti tříd stupně rizika

Doplňující informační zdroje:

- vrstva Langova dešťového faktoru (LDF, zdroj ČHMÚ).

### Model R: vliv přirozených nebo umělých rozlivů v říční nivě

Riziko je dáno možností rozlivu n-letých vod a s tím související výtopou povrchu pozemků a sedimentací kontaminovaných splavenin s následnou kontaminací drenážních vod. Negativně se projeví nevhodné využívání záplavového území (existence skládek, znečišťujících provozů atd.).

Operace v GIS mají za cíl:

- identifikovat relevantní případy podle definice modelu R,
- charakterizovat způsoby využití území a rizika znečištění v oblasti rozlivu.

Pracovní postup v GIS:

- stanovit průnik drenážní skupiny s vrstvou linie kritického rozlivu vodního toku (např.  $Q_{100}$ ),
- stanovit průnik drenážní skupiny s vrstvou fluvizemí (identifikovaných z vrstvy BPEJ dle tab. č. 15),
- z výše uvedených dvou vrstev vytvořit jedinou plochu, vymezující potenciální rozlivy,
- pokud jsou k dispozici upřesňující údaje o důvodně vyloučených územích (např. chráněných protipovodňovými hrázemi, zvýšením kapacity vodního toku prohloubením koryta atd.), lze tato území z vrstvy odebrat,
- klasifikovat stupně rizika znečištění drenážních vod podle způsobu využívání pozemku dle tab. č. 13.

Odvozněnou plochu klasifikovat stupněm rizika dle modelu R na základě následujícího výpočtového vztahu:

$$SR_R = \frac{\sum_1^n F_i \cdot SR_{Ri}}{\sum_1^n F_i}, \quad [11]$$

kde  $F_i$  – je plocha i-té dílčí plochy drenážní skupiny [ha]; v rozmezí  $i < 1; n >$   
 $SR_{Ri}$  – je i-té ploše rozlivu přiřazený stupeň rizika  $SR_R$  - dle tab. č. 13  $SR_{POZEMKU}$   
 $n$  – je počet dílčích ploch drenážní skupiny



## Model CV: vliv přítoku a vývěru cizích vod (povrchových nebo mělkých podzemních)

Působení drenážního systému v krajině i ovlivnění režimu odtoku cizích vod je známé - za tímto účelem byly jako součást podrobného systému odvodnění navrhovány záchytné příkopy či záchytné drény. Pokud však záchytné prvky realizovány nejsou, neznamená to, že fungující drenážní systém tyto vody nezachytí a netransformuje v odtok drenážní (viz např. Doležal a kol., 2003 a, b).

Pro identifikaci tohoto modelu je zásadní zhodnotit schopnost odvodňovacích systémů tyto vody účinně zachytit a transformovat na odtok drenážní. Následně pak identifikovat rizika znečištění drenážních vod.

Účinnost zachycení odtoku drenážním systémem naopak snižuje existence jiných odvodňovacích prvků v povodí (např. cestní síť, přirozený nebo umělý terénní zářez, odvodnění zpevněných ploch atd.) ještě nad předmětnou plochou drenážního odvodnění.

Model zahrnuje také vývěry mělkých podzemních vod (původem z l. zvodně), které jsou náchylnější na kontaminaci zemědělským znečištěním, pocházejícím z výše ležících partií pozemku. Vody hlubšího oběhu, podchycené drenáží, jsou pak popisovány modelem V.

Operace v GIS mají za cíl:

- identifikovat relevantní případy podle definice modelu CV,
- identifikovat liniové odvodňovací prvky, ležící nad posuzovaným odvodňovacím systémem,
- charakterizovat rizika znečištění přitékajících vod z výše ležících pozemků.

Pracovní postup v GIS:

- operacemi nad DMT vybrat tu část dílčího povodí, která je hydrologicky propojena s níže ležící odvodněnou plochou,
- v této ploše identifikovat hydrologicky významné liniové odvodňovací prvky, ležící nad posuzovaným odvodňovacím systémem (cestní příkopy, vodoteče, svážnice, meze, lesní pásy, liniové prvky PEO atd.),
- z provedeného výběru vyřadit pozemky s takovým způsobem využití, který zlepšuje jakost povrchově přitékajících nebo infiltrujících vod (stupeň 1 až 3 dle tab. č. 13), tj. vyřadit pozemky, kde se povrchový nebo mělký podpovrchový odtok zpomaluje nebo ustává v důsledku zasakování nebo vůbec nevzniká, takže níže ležící pozemky odvodněné drenáží nejsou významně zatěžovány přítokem cizích vod s obsahem rizikových látek

*Postup směřuje k vzájemnému propojení návrhu opatření typu A, identifikovaných jako kritické z hlediska povrchového a současně i podpovrchového zemědělského znečištění. Takové propojení zvyšuje efektivitu návrhu jediného/společného opatření, které bude navrhováno v dalších etapách projektu.*

- stanovit odtokové plochy, které bezprostředně (tedy shora) sousedí s předmětnou drenážní skupinou,
- klasifikovat stupeň rizika znečištění drenážních vod na základě způsobu využívání pozemku podle tab. č. 13
- výsledná kategorizace staveb odvodnění je založena na předpokladu, že kritický způsob využití výše ležících pozemků (klasifikovaných stupněm 5 podle tab. č. 13)

reprezentuje vysoké riziko znečištění drenážních vod a naopak stupněm 1 budou popsány stavby s velmi nízkým rizikem znečištění odtékajících drenážních vod.

Odvodněnou plochu klasifikovat stupněm rizika dle modelu CV na základě výpočtu:

$$SR_{CV} = \frac{\sum_1^n F_i \cdot SR_{POZEMKU_i}}{\sum_1^n F_i}, \quad [12]$$

kde  $F_i$  – je plocha i-té přiléhající dílčí plochy, ležící nad drenážní skupinou [ha]  
 $SR_{POZEMKU_i}$  – je i-té ploše přiřazený stupeň rizika znečištění dle tab. č. 13  
 $n$  – je počet dílčích ploch drenážní skupiny

### Model K: vliv existence těžkých půd nebo půd středně těžkých v kombinaci s vysokou HPV (efekt kapilárního vztlínání z HPV jako příčina zamokření)

Tento model je primárně odvozen z půdních vlastností. Riziko znečištění drenážních vod je snižováno velmi malou propustností půd v celém aktivním profilu.

Operace v GIS mají za cíl:

- identifikovat půdy velmi málo propustné,
- charakterizovat rizika znečištění na pozemku.

Pracovní postup v GIS:

- v rámci drenážní skupiny identifikovat půdy velmi málo propustné (odvozeno z kódu BPEJ: viz tab. č. 9, tj. půdy zařazené do SHPJ = 1, resp. půdy kategorie D podle HSP);
- stanovit celkovou sumu takto identifikovaných ploch a tuto vyjádřit podílem k celkové ploše drenážní skupiny (Pp). Hodnota se bude pohybovat v rozmezí Pp = 0,0 až 1,0,
- klasifikovat takto identifikované plochy stupněm rizika znečištění drenážních vod na základě využívání pozemku – viz tab. č. 13. Vyjádřit plošný význam rizika kontaminace drenážních vod ( $SR_{POZEMKU}$ ) jako plochou vážený průměr dané kategorie rizika (dle tab. č. 13).

Odvodněnou plochu klasifikovat stupněm rizika dle modelu K na základě vzorce:

$$SR_K = P_p \cdot \frac{\sum_1^n F_i \cdot SR_{POZEMKU_i}}{\sum_1^n F_i}, \quad [13]$$

kde  $F_i$  – je plocha i-té dílčí plochy v rámci drenážní skupiny [ha]; v rozmezí  $i < 1; n >$   
 $SR_{POZEMKU_i}$  – je i-té ploše přiřazený stupeň rizika znečištění dle tab. č. 13  
 $n$  – je počet dílčích ploch drenážní skupiny  
 $P_p$  – je podíl velmi málo propustných půd vzhledem k celkové ploše drenážní skupiny [-]

### Model V: vliv vývěřů hlubokých podzemních vod podchycených drenáží

Vývěry hlubokých podzemních vod jsou podchyceny buď bodově (pramenní jímky), liniově (záchytné drény či otevřené příkopy) nebo plošně (plošný systém drenážního odvodnění). Tyto zdroje vod lze převážně charakterizovat jako vody čisté, minimálně rizikové z hlediska zhoršení jakosti drenážních a následně povrchových vod. Tam, kde je tento model

identifikován, drenážní vody nezhoršují jakost povrchových vod, často naopak jakost vylepšují.

Operace v GIS mají za cíl:

- identifikovat potenciální vývěry podzemních vod (prameny).

Doplňující informační zdroje:

- geologické podklady vhodného typu: digitální geologické mapy (morfostrukturní linie, mapa tektonických linií, mapa kvartérních útvarů a jejich výchozů na povrch).

Pracovní postup v GIS:

- vně polygonů vytvořit buffer šířky 20 m,
- sestřížit průnik takto rozšířených ploch odvodnění s vrstvou geologických podkladů – trasy tektonických linií, evidované prameny atd.,
- charakterizovat polygon drenážní skupiny četností výskytu nebo délkou hydrogeologických prvků. Liniové prvky nahradit pro tento účel bodovým polem se vzdáleností bodů po 10 m,
- normalizovat počet bodů na jednotku plochy [body/ha] podle vzorce:

$$NORM_{\text{počet bodů}} [\text{body} \cdot \text{ha}^{-1}] = \frac{\text{Počet bodů v rámci jednoho polygonu}}{\text{Plocha polygonu [ha]}} \quad [15]$$

Odvodněná plocha bude klasifikována stupněm rizika dle modelu V (SR<sub>V</sub>) na základě tab. č. 16.

**Model P: vliv existence zvrstvení půdního profilu, tj. existence málo propustné vrstvy pod propustnou vrstvou půdy. Následné zamokření je pak způsobeno vodou srážkovou.**

Model P je komplementární k modelu K. Příčinou zamokření je hydrologicky významné zvrstvení půdního profilu, přitom svrchní vrstva je propustnější než vrstva spodní. To způsobuje stagnaci vody s projevem až na povrch pozemku (lokálně – např. jílové proplásky, plošně – např. jemnozrná fluvizemě). V současnosti se model může uplatňovat i pro případ nevhodně aplikované agrotechniky s efektem utužení půdního horizontu. Zdrojem zamokřující vody je voda srážková. Model P bude přiřazen těm plochám, u kterých nebyl identifikován žádný z předchozích modelů. Podmínkou je splnění pedologického kritéria.

Operace v GIS mají za cíl:

- identifikovat půdy propustné,
- přiřadit polygonům odvodnění dle OS ZVHS modely předcházející (T, S, R, CV, K, V) a identifikovat polygony dosud nepřirazené. Za předpokladu, že splňují kritérium propustnosti (viz výše), přiřadit model P,
- charakterizovat rizika znečištění na pozemku.

## Pracovní postup v GIS:

- vyřadit z dalších analýz plochy, ve kterých již byl v předchozích etapách určen jiný model původní příčiny zamokření (z praktického hlediska se tak nepřipouští kombinace modelu P s modely ostatními – tj. ostatní modely mají jednoznačnější identifikovatelné příčiny),
- v rámci drenážní skupiny charakterizovat propustnost půd na základě klasifikace vlivu infiltrace  $S_{HPJ}$  (viz tab. č. 9) a identifikovat půdy kategorie 4 a 5,
- klasifikovat drenážní skupinu stupněm rizika znečištění drenážních vod na základě využívání pozemku – viz tab. č. 13. Vyjádřit plošný význam rizika kontaminace drenážních vod ( $SR_{POZEMKU}$ ) jako plochou vážený průměr dané kategorie rizika (dle tab. č. 13).
- Odvodněnou plochu klasifikovat stupněm rizika dle modelu P na základě vzorce:

$$SR_P = P_v \cdot \frac{\sum_1^n F_i \cdot SR_{POZEMKU_i}}{\sum_1^n F_i}, \quad [16]$$

kde  $P_v$  – je podíl propustných půd vzhledem k celkové ploše drenážní skupiny [-]  
 $F_i$  – je plocha i-té dílčí plochy v rámci drenážní skupiny [ha]  
 $SR_{POZEMKU_i}$  – je i-té ploše přiřazený stupeň rizika znečištění dle tab. č. 13  
 $n$  – je počet dílčích ploch drenážní skupiny

## Doplňující informační zdroje:

- vrstva Langova dešťového faktoru (LDF, zdroj ČHMÚ).

- **Stanovení rizika znečištění drenážních vod úrovně B3 (subpovodí)**

Dalším krokem zpřesňující fáze je kategorizace území na úrovni subpovodí (úroveň B3) s využitím stupně rizika všech mikropovodí (úroveň B4), náležejících příslušnému  $KB_{dif}3$ . Všechna subpovodí v rámci řešeného povodí (úroveň B2) budou hodnocena stupněm rizika  $SR_{B3}$ . Ten vyjadřuje souhrnné hodnocení všech mikropovodí B4 z hlediska příčin zamokření pozemku a jeho využitím ve vazbě na infiltrační schopnosti půdy ( $SR_{B4}$ ) společně s vlivem typu transportu vody mezi úrovní B4 a B3 na odnos látek drenážní vodou (index TR, který je definován v tab. č. 17). Váha jednotlivého mikropovodí B4 bude v rámci B3 stanovena jako podíl plochy mikropovodí B4 k celkové ploše subpovodí B3. Hodnocené subpovodí B3 lze za těchto předpokladů klasifikovat stupněm rizika odnosu nutrientů na základě vzorce:

$$SR_{B3} = \frac{\sum_1^n SR_{B4} \cdot TR \cdot \frac{F_{B4}}{F}}{N_{B4}}, \quad [17]$$

kde  $SR_{B4}$  – je stupeň rizika znečištění drenážních vod mikropovodí B4  
 $TR$  – index typu transportu vody mezi úrovní B4 a B3  
 $F_{B4}$  – je plocha mikropovodí B4  
 $F$  – celková plocha hodnoceného subpovodí B3  
 $N_{B4}$  – je počet mikropovodí B4 spadajících do území hodnoceného subpovodí B3



#### 4.2.1.3 Shrnutí

Každá lokalita úrovně B3 (subpovodí), vztažená ke  $KB_{dif}$  úrovně B3, je klasifikována jednou hodnotou rizika ( $SRB_3$ ) na základě rizika všech mikropovodí B4 spadajících do hodnoceného subpovodí B3, způsobu transportu vody mezi úrovní B4 a B3 a váhy mikropovodí B4 v rámci subpovodí B3, která je vyjádřena jako podíl plochy B4 k celkové ploše hodnocené lokality B3.

**Tab. č. 8 Hlavní modely původních příčin zamokření (ČSN 75 4200) modifikováno pro řešení projektu**

Model	Typ	Popis
T	vodní Tok	vysoká úroveň hladiny ve vodních tocích a nádržích (břehová infiltrace)
S	Srážky	atmosférické srážky zvyšující HPV
R	Rozlivy	rozlivy (v říční nivě)
CV	Cizí Vody	povrchový přítok nebo mělký podpovrchový přítok (byl podchycen záchytnými drény nebo sporadickým odvodněním, výjimečně odvodněním systematickým)
K	Kapilarita	intenzivní kapilární dotace z HPV; uplatňován u půd středně těžkých až těžkých (na rozdíl od typu P)
V	Vývěr	lokální vývěry podzemních vod, napjatá HPV (prameny atd.)
P	Propustnost	vliv zvrstvení půdního profilu (snížení propustnosti primárně – jílovité proplástky pod propustnější vrstvou nebo sekundárně – nevhodnou agrotechnikou a utužením půdního horizontu) a zamokření převážně vodou srážkovou

Tab. č. 9 Klasifikace vlivu infiltrace  $S_{HPJ}$  podle hlavních půdních jednotek (označeno HPJ)

HPJ	$S_{HPJ}$	HSP	HPJ	$S_{HPJ}$	HSP	HPJ	$S_{HPJ}$	HSP
1	3	B	28	3	B	55	5	A
2	3	B	29	4	B	56	3	B
3	3	C	30	4	B	57	2	C
4	5	A	31	5	A	57	2	C
5	4	A	32	5	A	59	1	D
6	2	C	33	3	B	60	3	B
7	1	D	34	4	B	61	1	D
8	3	B	35	3	B	62	2	C
9	3	B	36	4	B	63	1	D
10	3	B	37	5	B	64	2	C
11	3	B	38	4	B	65	2	C
12	3	B	39	3	C	66	1	D
13	4	B	40	4	B	67	1	D
14	3	B	41	3	B	68	1	D
15	3	B	42	4	B	69	1	D
16	4	B	43	2	B	70	1	D
17	5	A	44	2	C	71	1	D
18	3	B	45	2	C	72	1	D
19	3	B	46	2	C	73	1	D
20	5	D	47	2	C	74	1	D
21	5	A	48	3	C	75	2	C
22	4	B	49	1	D	76	1	D
23	2	C	50	2	C	77	2	C
24	3	B	51	3	C	78	2	C
25	3	B	52	2	C			
26	3	B	53	1	D			
27	4	B	54	1	D			

Pozn.: Použita inverzní klasifikace dle Nováka a Slavíka – 2012, škála 5-ti stupňů. Ve třetím sloupci je uvedeno přiřazení HPJ k hydrologické skupině půd (označeno HSP).

**Tab. č. 10 Klasifikace vlivu sklonitosti**

4. kód BPEJ	Slovní charakteristika	Sklon ve stupních	S <sub>SKLON</sub>
0	rovina	0 – 3	5
1, 2, 3	mírný sklon	3 – 7	4
4, 5	střední sklon	7 – 12	3
6, 7	výrazný sklon	12 – 17	1
8, 9	příkrý sklon až sráz	nad 17	1

**Tab. č. 11 Klasifikace vlivu skeletovitosti**

5. kód BPEJ	Slovní charakteristika	S <sub>SKELET</sub>
0, 1, 2, 5, 7	bezskeletovité až slabě skeletovité	1
3, 4, 6	středně skeletovité	3
8	středně až silně skeletovité	5
9	bezskeletovité až silně skeletovité	5

**Tab. č. 12 Klasifikace vlivu hloubky půdy**

5. kód BPEJ	Hloubka půdy	S <sub>HL</sub>
0, 2, 3	60 cm a více	1
1, 4, 7	30 cm a více	3
5, 6	méně než 30 cm	5
8, 9	různá hloubka	5

**Tab. č. 13 Klasifikace stupně rizika znečištění drenážních vod na základě způsobu využívání pozemku a vodní nádrže, vodního toku**

Způsob využití pozemku / *	Využití vodní nádrže, vodního toku	Slovní hodnocení / *		SR <sub>POZEMKU</sub> SR <sub>NÁDRŽE</sub>
zalesněná půda	přírodní charakter	Zanedbatelné riziko		1
TTP	plnění VH funkcí (retenční nádrže, náhony, umělé kanály)	Malé riziko		2
zelený úhor, RRD, jiná kultura (dle LPIS)	chovné rybníky, intenzivní erozní činnost – zanášení sedimenty vodních toků a nádrží	Střední riziko		3
orná půda, mimoprodukční plocha (sklárky, hnojiště, průmyslové či zemědělské objekty apod.)	x	<15% plochy mikropovodí na půdách s $S_{hpj} = 1; 2$	Zvýšené riziko	3,5
		<25% plochy mikropovodí na půdách s $S_{hpj} = 1; 2$	Významné riziko	4
		<50% plochy mikropovodí na půdách s $S_{hpj} = 1; 2$	Značné riziko	4,5
	intenzivní průmyslové, komunální využití	>50% plochy mikropovodí na půdách s $S_{hpj} = 1; 2$	Velmi významné riziko	5

/ \* Pozn.: K použitým zkratkám: TTP – trvalé travní porosty, RRD – rychle rostoucí dřeviny (pro energetické účely),  $S_{hpj}$  – klasifikace vlivu infiltrace.

**Tab. č. 14 Klasifikace vlivu klimatických ukazatelů**

Hodnota LDF	Klimatický region dle BPEJ	Slovní hodnocení	S <sub>KLIMA</sub>
< 60	VT, T1, T2	Malé riziko	1
60 až 100	T3, MT1, MT2, MT3	Střední riziko	3
> 100	MT4, MCH, CH	Velké riziko	5



**Tab. č. 15 Čísla HPJ vymežujících půdy nivních poloh**

Skupina půd nivních poloh	55-56-57-57-59
Skupina lužních půd - černic	60-61-32-63
Skupina hydromorfních půd	66-67-68-69-70-71-72

**Tab. č. 16 Klasifikace stupně rizika znečištění drenážních vod ( $SR_V$ ) zhodnocením původních příčin zamokření pozemku, vyvolaných vývěrem podzemních vod (bodovým, liniovým nebo plošným)**

NORM <sub>počet bodů</sub>	Slovní hodnocení	$SR_V$ / *
< 1,0	Zanedbatelný zlepšující vliv	(5)
1,0 – 5,0	Malý zlepšující vliv	(4)
5,0 – 20,0	Střední zlepšující vliv	3
20,0 – 100,0	Velký zlepšující vliv	2
> 100,0	Velmi významný zlepšující vliv	1

/ \* Pozn.: Je použito inverzní stupnice z důvodu zlepšujících účinků vyvěrajících vod, na rozdíl od ostatních modelů původních příčin zamokření.

V závorce uvedené stupně (4 a 5) nebudou přiřazovány, neboť účinek vývěrů není v těchto případech významný a pozornost je třeba zaměřit na identifikaci dalších příčin původního zamokření pozemku (pro jednotlivé vývěry nebylo realizováno plošné, ale sporadické odvodnění).

**Tab. č. 17 Klasifikace vlivu typu transportu vody (TR) mezi úrovní B4 a B3 na odnos látek drenážní vodou**

Transport	Slovní charakteristika	index
TRm	Vyústění svodného drénu do mokřadu, rybníku, suché nádrže	0,5
TRr	Regulace odtoku vody ze svodného drénu	0,6
TRpb	Vyústění svodného drénu do HOZ s návazností na vodní tok, realizace HOZ přírodě blízkým způsobem / *	0,8
TRtp	Vyústění svodného drénu do HOZ s návazností na vodní tok, realizace HOZ bez spojitosti s přírodním prostředím / **	0,9
TRps	Přímá cesta vody svodným drénem do vodního toku	1

/ \* HOZ s polovegetačním opevněním, otevřený příkop, strž – spojitost s přírodním prostředím.

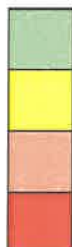
/ \*\* HOZ s betonovým opevněním, dlážděným opevněním, požární nádrž, víceúčelová nádrž – bez spojitosti s přírodním prostředím.

## Datové podklady

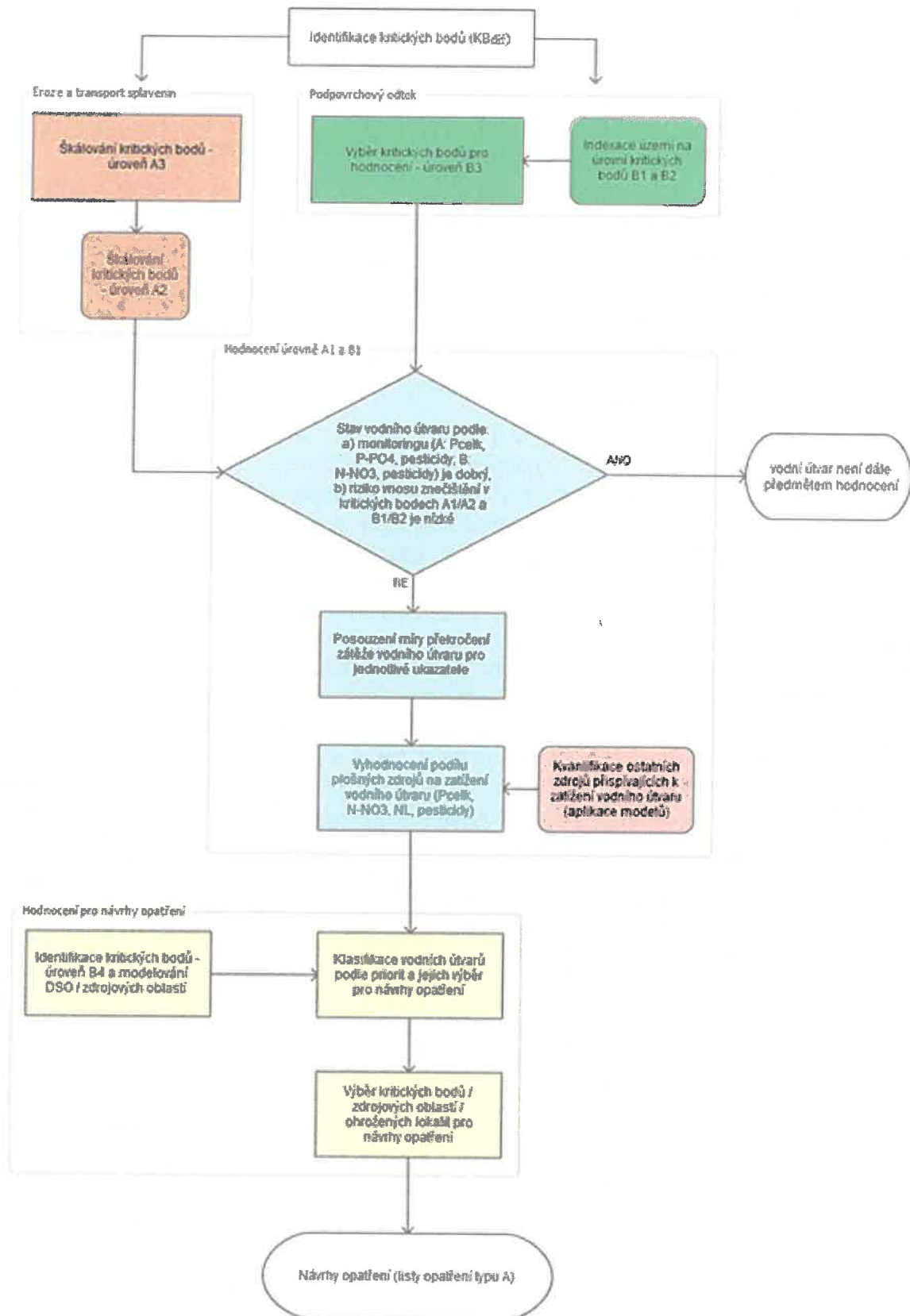
- Vrstva zemědělského odvodnění, zpracovaná ZVHS – formát SHP.
- DMT = DMR4G, ošetřený z hlediska lokálních singularit, bezodtokých míst a artefaktů a podle potřeby vyhlazený, se zahrnutím významných linií ovlivňující směrování povrchového odtoku (rastr).
- Kompletní vektorová databáze polohopisu ZABAGED – formát SHP.
- Vektorová vrstva farmářských bloků databáze LPIS – formát SHP.
- Vektorová vrstva BPEJ – formát SHP.
- Vektorová databáze DIBAVOD – vodní toky – formát SHP.
- Vodní nádrže – kombinace dostupných dat (ZABAGED, DIBAVOD) – formát SHP. Do řešení budou zahrnuty nádrže s plochou 0,25 ha a větší.

### 4.3 Celková koncepce kategorizace a hodnocení návrhu opatření lokalit ohrožených z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A

V této kapitole je popsán postup celkového hodnocení významnosti  $KB_{dif}$  a postup výběru lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů ve vazbě na hodnocení stavu vodních útvarů a významnost dalších typů znečištění mimo zemědělský sektor. Postup je sestaven tak, aby v první fázi umožnil samostatnou kategorizaci ohrožených lokalit v celém zájmovém území pro oba typy vstupu znečištění – z povrchových i podpovrchových zdrojů. Ve druhé fázi budou ohrožené lokality hodnoceny společně dle matice na obr. č. 4. Na prioritně vybraných, nejvíce rizikových lokalitách potom s ohledem na hodnocení stavu vodních útvarů a jiné typy zdrojů znečištění, budou navržena vhodná opatření, která mohou vést ke snížení znečištění povrchových vod a zlepšení stavu vodních útvarů. Postup hodnocení je schematicky znázorněn na obr. č. 5 a detailně popsán v následujícím textu.

		Povrchové zdroje znečištění (SR)					 zanedbatelné a malé riziko střední riziko velké riziko velmi významné riziko
		1	2	3	4	5	
Podpovrchové zdroje znečištění (SR)	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	5						

**Obr. č. 4** Postup celkového hodnocení významnosti rizik povrchových a podpovrchových zdrojů znečištění



**Obr. č. 5** Postup celkového hodnocení významnosti  $KB_{dif}$  a postup výběru lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů ve vazbě na hodnocení stavu vodních útvarů a významnost dalších typů znečištění

#### 4.3.1 Kategorizace subpovodí a povodí IV. řádu (úroveň 3 a 2)

Metodický postup je zahájen nezávislou identifikací  $KB_{dif}$  drah soustředěného odtoku – povrchového plošného zemědělského znečištění a  $KB_{dif}$  podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění v úrovni 3 a 2 (A3 a A2; B3 a B2). Podrobně je postup identifikace  $KB_{dif}$  definován v kapitolách 3.1 a 3.2 a kategorizace lokalit v kapitolách 4.1 a 4.2.

Na základě předchozího kroku budou v zájmovém území definovány kritické lokality na úrovni subpovodí - jednotlivých úseků vodních toků, případně dále dělených vodními nádržemi (úroveň 3) a povodí IV. řádu (úroveň 2). Toto vyhodnocení dále vstupuje jako podklad pro hodnocení vodních útvarů (úroveň 1), vymezených pro plány dílčích povodí, které byly přijaty na konci roku 2015.

#### 4.3.2 Kategorizace vodních útvarů (úroveň 1)

Při hodnocení kritických lokalit na úrovni 1 bude provedeno modelování vlivu povrchového plošného zemědělského znečištění a podpovrchového plošného zemědělského znečištění k závěrovým profilům vodních útvarů (A1, B1). Současně bude také provedeno vyhodnocení dat z monitoringu vodních útvarů v reprezentativních profilech pro vybrané ukazatele, indikující plošné zemědělské znečištění. Pro povrchové znečištění budou hodnoceny ukazatele  $P_{celk}$ , fosforečnanový fosfor ( $P-PO_4$ ) a vybrané pesticidy charakteristické vazbou na půdní částice (např.alachlor, chlorpyrifos, terbutryn). Pro podpovrchové znečištění budou hodnoceny ukazatele  $N-NO_3$  a vybrané pesticidy charakteristické vysokou mobilitou v půdním prostředí (např. atrazin, hexazinon, MCPA). Vyhodnocení stavu vodních útvarů pro jednotlivé ukazatele, případně dílčí složky hodnocení ekologického stavu nebo chemický stav pro vybrané látky bude provedeno podle platných certifikovaných metodik MŽP (Rosendorf a kol., 2011; Durčák a kol., 2011; Durčák a kol., 2013) a pro některé pesticidy také podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. V případě hodnocení fyzikálně chemických složek bude použito také alternativní hodnocení podle postupů, použitých pro 2. cyklus plánů dílčích povodí. Toto hodnocení se v případě forem fosforu a dusíku liší od metodiky Rosendorf a kol. (2011).

Každý vodní útvar bude vyhodnocen jak a) podle dat z monitoringu, tak b) podle modelování rizika vnosu znečištění z povrchových a podpovrchových zdrojů; zde bude hodnocena také úroveň 2 (A2, B2). Vodní útvary, které budou hodnoceny v horším než dobrém stavu nebo rizikové podle vnosu znečištění z povrchových a podpovrchových plošných zdrojů postoupí do dalšího hodnocení. Pro každý vodní útvar bude proveden výčet látek a typů znečištění, které nedosahují dobrého stavu nebo jsou rizikové.

V dalším kroku hodnocení bude provedeno posouzení míry překročení přípustné zátěže vodního útvaru ve vztahu k limitům pro jednotlivé hodnocené látky. Míra překročení bude vyjádřena jako množství látky transportované profilem za rok po odečtení množství, které odpovídá transportu hodnocené látky za předpokladu dodržení limitu pro dobrý ekologický nebo chemický stav. Pro každý vodní útvar bude proveden výčet látek s vyjádřením číselné míry překročení přípustné zátěže.

Vzhledem k tomu, že v případě některých látek mohou být původcem znečištění i jiné antropogenní zdroje, bude nutné posoudit podíly plošného zemědělského znečištění na celkovém zatížení hodnocených vodních útvarů. Postup hodnocení se skládá ze dvou částí. Nejprve bude nutné pro vodní útvary, jejichž povodí nezačíná pramennou oblastí (jedná se o vodní útvary tzv. průtočné) určit množství hodnocené látky, které vstupuje v mezipovodí.

To lze provést buď jednoduše pomocí hodnocení látkových toků v reprezentativních profilech hodnoceného útvaru a útvarů výše ležících nebo s použitím simulačních nebo bilančních modelů, např. bilanční model EMISE ([www.heisvuv.cz](http://www.heisvuv.cz); Vyskoč a kol., 2014), simulační modely MIKE Basin ([www.mikepoweredbydhi.com](http://www.mikepoweredbydhi.com)), VSTOOLS ([www.heisvuv.cz](http://www.heisvuv.cz); Píček a kol., 2011). Druhá část hodnocení spočívá v kvantifikaci ostatních antropogenních vstupů hodnocené látky v mezipovodí vodního útvaru. Pro hodnocení bude možné opět použít výše uvedené bilanční nebo simulační modely. Důležité v této části hodnocení bude co nejúplnější podchycení všech antropogenních vstupů hodnocených látek v mezipovodí. Důležité je zahrnout jak vstupy látek evidované v celostátních evidencích, tak i vstupy, které nejsou běžně hodnoceny a evidovány – např. malé zdroje městských odpadních vod nebo vstupy z hospodaření na rybnících. Kromě hodnocení dříve zmíněných látek bude v této fázi hodnoceno také zatížení vodních útvarů splaveninami z erozně ohrožených ploch. Vzhledem k tomu, že v systému hodnocení stavu vodních útvarů není zařazen odpovídající ukazatel, bude navržena vhodná klasifikace přípustného ročního vstupu NL v místě  $KB_{dif}$  úrovně 1 (A1, B1).

Výsledkem hodnocení pro každý vodní útvar bude určení podílu, který připadá na plošné zdroje znečištění a posouzení, zda omezením těchto vstupů lze ve vodním útvaru dosáhnout dobrého ekologického nebo chemického stavu nebo minimálně jeho výrazného zlepšení.

V této fázi hodnocení bude také nutné pro jednotlivé vodní útvary zpracovat souhrnné informace o ekologickém a chemickém stavu podle jednotlivých ukazatelů, míry překročení přípustné zátěže pro dobrý stav a informaci o podílu plošného znečištění na zatížení jednotlivými látkami. Na základě souhrnného hodnocení všech látek a aspektů uvedených výše bude provedena klasifikace vodních útvarů z pohledu synergie rizik plošného znečištění z povrchových a podpovrchových zdrojů.

V následující fázi hodnocení budou pro útvary klasifikované podle rizika vymezeny  $KB_{dif}$  úrovně 4 (tato úroveň je definována pouze v případě podpovrchových zdrojů znečištění). V případě povrchového odtoku se jedná o místa vstupu drah soustředěného odtoku do vodních toků nebo nádrží nebo určení zdrojových oblastí povrchového odtoku v místech, kde nelze lokalizovat jednotlivé  $KB_{dif}$ . V případě podpovrchového odtoku jsou místem  $KB_{dif}$  výusti drenážních staveb nebo jejich mikropovodí.

Klasifikace  $KB_{dif}$  bude probíhat s ohledem na kvantifikaci množství transportovaného znečištění, případně na základě nepřímého odvození rizika zatížení vodního prostředí v místě  $KB_{dif}$ . Výsledný seznam s klasifikací jednotlivých  $KB_{dif}$ , případně zdrojových oblastí pro povrchový i podpovrchový odtok bude zpracován pro jednotlivé vodní útvary a bude podkladem pro návrhy vhodných opatření a zpracování listů opatření typu A.



### III. Srovnání „novosti postupů“

Snížená schopnost zadržení vody v povodí se podílí jak na vzniku přívalových povodní, při nichž intenzita srážek překračuje intenzitu vsaku (infiltrace) vody do půdy, tak na povodních z dlouhotrvajících srážek, při nichž je infiltrační kapacita půdy již zcela naplněna a nastává odtok. Při návrzích opatření – ať již protierozních nebo pro podporu zadržení vody v krajině krajiny - je třeba myslet na jejich využití jak v období sucha, tak při ohrožení povodněmi. Koordinace obou cílů je pro úspěšné fungování zásadní. Snadno se totiž může stát, že oba zmíněné typy opatření směřují svým účelem a způsobem návrhu proti sobě – například udržování vyšších hladin ve vodních nádržích za účelem akumulace vody pro období sucha způsobuje v období zvýšených odtoků malou retenční schopnost přehrad.

Z pohledu eliminace dopadů obou přírodních extrémů (povodní x sucha) je proto nutné při návrzích opatření reflektovat jak aspekty ke snížení nepříznivých účinků povodní, tak sucha a zajistit tak udržitelné užívání vodních zdrojů.

Dosud bylo přistupováno k jednotlivým okruhům odděleně. Buď byla řešena problematika povodní či naopak pozornost byla soustředěna na otázky sucha bez ohledu na řešení souvisejících otázek povodní.

Novost postupů je proto vázána na uvedení sofistikovaných metodických postupů do praxe, které budou jednak efektivní pro zajištění řešení otázek problematiky povodní, jednak z pohledu udržitelného užívání vodních zdrojů v otázkách eliminace dopadů sucha a při řešení problematiky jakosti povrchových a podzemních vod.

V obecné rovině lze konstatovat, že největšími zdroji plošného zemědělského znečištění je eroze (sedimenty a na ně navázané látky) a vody z drenážních systémů obsahující pesticidy a jejich metabolity, dusičnany, resp. potenciálně i další látky rozpustné ve vodě, které nevytvářejí pevnou vazbu s minerálními půdními částicemi a které jsou aplikovány na zemědělskou půdu. Jak odnos půdy vodní erozí, tak i látky vyplavované z půdy a odváděné drenážními systémy jsou vázány na odtok vody.

Plošné zemědělské zdroje znečištění vod v rámci přípravy dosavadních dvou plánovacích období nebyly analyzovány ani hodnoceny a opatření typu A, řešící tuto problematiku, tedy nebyla navrhována. Problematika hodnocení stavu vodních útvarů z hlediska vlivu plošných zemědělských zdrojů znečištění zůstala v procesu plánování v oblasti vod dosud téměř neřešena. S ohledem na stále se zvětšující rozkolísanost v distribuci srážek a narůstající extremitu počasí je novost předkládané metodiky vázána na poskytnutí komplexního metodického postupu pro zmírnění následků extrémních jevů již v samotné ploše povodí, resp. v místě samotného dopadu srážky na zemský povrch. Soustřeďuje se proto na řešení otázek identifikace konkrétních míst pro návrh multifunkčních opatření v ploše povodí z pohledu zadržení vody v krajině (eliminace dopadů povodní a sucha), ale i její jakosti.

#### IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky

V současné době se dostávají do popředí problematiky spojené se zvyšující se extremitou srážkových úhrnů (dochází ke střídání období s vysokými úhrny - v krátkém čase, s obdobím bez srážkových úhrnů). S takto narůstající extremitou dochází i k výraznějším projevům erozní činnosti a povodňovým událostem, resp. projevům sucha, tj. k procesům, které jsou s proměnlivostí distribuce srážek spojeny a které úzce korelují s kvalitou podzemních a povrchových vod.

Nově získané metodické principy naleznou uplatnění při komplexních návrzích opatření v rámci národní i evropské dotační politiky a v třetím plánovacím období v oblasti vod. Uplatnění zpracovaných metodických principů a jejich zavedení do praxe je nezbytné pro nastartování správného a zejména věcného hospodaření na zemědělských pozemcích v budoucnu.

Tento metodický postup nalezne uplatnění v rámci správy povodí (státní podniky Povodí, Lesy ČR, Státní pozemkový úřad), výkonu státní správy na úrovni ministerstev, krajů, obcí s rozšířenou působností, až samotných obcí. Široké uplatnění lze rovněž specifikovat z pohledu projekčních firem (vodohospodářské projekty, projektování komplexních pozemkových úprav, atd.).

Mezi konečnými uživateli budou však zemědělské subjekty, které v současné době doplácí na hydrologickou rozkolísanost z pohledu svých výnosů, či zvýšeným nákladům na závlahovou vodu.

## V. Ekonomické aspekty

Pokud dojde k výstavbě funkčně propojených technických a přírodě blízkých opatření, pak se sníží náklady na odbahňování rybníků, těžbu a skladování sedimentů z vodních nádrží a vodních toků, sníží se náklady na protipovodňová opatření a následky sucha.

V důsledku zlepšení jakosti vody ve vodních tocích a nádržích budou sníženy finanční náklady vynakládané na úpravu surové vody na vodu pitnou.

Zvýšená schopnost zadržení vody v krajině přispěje k eliminaci povodňových škod - snížení škod na životním prostředí (ekologické škody) a snížení škod na majetku (ekonomické škody) a ztrátách na životech. Předkládaná metodika prezentuje alternativní přístup pro snížení povodňových škod, který vychází z aplikace opatření, která vedou k zadržení srážkové vody přímo v místě jejich dopadu. Zároveň prezentuje přístupy, které snižují negativní dopady sucha a současně přispívají k zlepšení jakosti vod.

Zvýšený retenční potenciál krajiny přispěje také ke zvýšení hladin pozemních vod, což bude mít pozitivní dopad na rostlinnou výrobu – zvýšení výnosů, zajištění dodávek vody pro konečné uživatele (pitná, užitková, voda pro průmysl). V podmínkách ČR je využití srážkových vod nejjednodušší forma a rovněž nejekonomičtější pro udržitelné hospodaření s vodními zdroji, proto je nutné efektivnímu hospodaření s vodou v krajině věnovat odpovídající pozornost.

## VI. Závěr

Pro kvalitu – účinnost a ekonomickou efektivitu navržených opatření je stěžejním faktorem identifikace místa, kde má opatření být navrženo a posléze realizováno. Pro potřeby výběru efektivního místa pro realizaci opatření z pohledu jeho přínosu pro zadržení vody v krajině a snížení vnosu znečištění z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů byl sepsán tento metodický návod.

V metodice jsou popsány metodické postupy identifikace kritických bodů drah soustředěného odtoku a jeho vstupu do hydrografické sítě – povrchového plošného zemědělského znečištění a identifikace kritických bodů z podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění.

Jsou specifikovány metody kategorizace lokalit ohrožených z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů aplikovatelné pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící tvorbě listů opatření typu A.

V neposlední řadě je popsána celková koncepce hodnocení významnosti stanovených kritických bodů z hlediska ochrany kvality povrchových vod a postup výběru lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů ve vazbě na hodnocení stavu vodních útvarů a významnosti dalších typů znečištění mimo zemědělský sektor (bodové zdroje znečištění).

## Seznam použitých podkladů

### • Právní předpisy

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 34/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů.

ČSN 75 4200 Hydromeliorace. Úprava vodního režimu zemědělských půd odvodněním.

Rámcová směrnice pro vodní politiku 2000/60/ES (WFD).

Předpis č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

### • Odborné publikace

BROWN, C., van BEINUM, W., 2009: Pesticide transport via sub-surface drains in Europe. *Environmental Pollution* 157, pp. 3314–3324.

BRUNE G. M., 1953: Trap efficiency of reservoirs. *Trans Am. Geophys. Union. American Geophysical Union, Vol., 34,(No. 3), pp. 407 - 418.*

DENDY, F.E., CHAMPION, W.A., 1978: Sediment Deposition in U.S. Reservoirs. Summary of Data Reported Through 1975. Hyattsville, Meryland.: United States Department of Agriculture – Agriculture Research service, 1978 Misc. Pub. No 1362MP-1362. U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv.

DOLEŽAL F., KULHAVÝ Z., SOUKUP M., KODEŠOVÁ R., 2001: Hydrology of tile drainage runoff. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans & Atmosphere, Vol. 26, No. 7-8, pp. 623-627.*

DOLEŽAL F., SOUKUP M., KULHAVÝ Z., 2003a: Bilanční odhady příspěvku odvodňovacích soustav k průběhu povodní. I. Teorie. *Soil and Water 2/2003, vědecké práce VÚMOP Praha, s. 7-19, ISSN 1213-8673.*

DOLEŽAL F., SOUKUP M., KULHAVÝ Z., 2003b: Bilanční odhady příspěvku odvodňovacích soustav k průběhu povodní. II. Aplikace. *Soil and Water 3/2003, vědecké práce VÚMOP Praha, ISSN 1213-8673, s. 93-108.*

DURČÁK, M., TUŠIL, P., MIČANÍK, T., ROSENDORF, P., KRISTOVÁ, A., VYSKOČ, P., 2013: Metodika hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka). *Sekce technické ochrany životního prostředí MŽP, Vršovická 1442/65, Praha 10, certifikovaná metodika, certifikace 25.4. 2014. 11 s.*

DURČÁK, M., TUŠIL, P., MIČANÍK, T., ROSENDORF, P., KRISTOVÁ, A., VYSKOČ, P., 2011: Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) – specifické znečišťující látky. *Sekce technické ochrany životního prostředí MŽP, Vršovická 1442/65, Praha 10, certifikovaná metodika, certifikace 25.4. 2014. 8 s.*



- FORTIN, J., GAGNON-BERTRAND, E., VEZINA, L., ROMPRE, M., 2002: Preferential bromide and pesticide movement to tile drains under different cropping practice. *Journal of Environmental Quality* 31, pp. 1940-1952.
- FUČÍK, P., KVÍTEK, T., LEXA, M., NOVÁK, P., BÍLKOVÁ, A., 2008: Assessing the Stream Water Quality Dynamics in Connection with Land Use in Agricultural Catchments of Different Scales. *Soil and Water Research*, 3, (3): pp. 98 – 112. ISSN 1801-5395.
- FUČÍK, P., BYSTRICKÝ, V., DOLEŽAL, F., KVÍTEK, T., LECHNER, P., VÁCHAL, J., ŽLÁBEK, P., 2010: Posuzování vlivu odvodňovacích systémů a ochranných opatření na jakost vody v zemědělsky obhospodařovaných povodích drobných vodních toků. *Certifikovaná Metodika. VÚMOP, v.v.i.*, 90 s., ISBN 978-80-87361-00-9.
- JANEČEK, M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí - Metodika. 1. vyd. Česká zemědělská univerzita Praha, 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9.
- JANGLOVÁ, R., KVÍTEK, T., NOVÁK, P., 2003: Kategorizace infiltrační kapacity půd na základě geoinformatického zpracování dat půdních průzkumů, *Soil and Water* 2/2003, s. 61-81.
- KLAUS, J., ZEHE, E., ELSNER, M., PALM, J., SCHNEIDER, D., SCHRÖDER, B., STEINBEISS, S., van SCHAIK, L., WEST, S., 2014: Controls of event-based pesticide leaching in natural soils: A systematic study based on replicated field scale irrigation experiments. *Journal of Hydrology* 512, s. 528–539.
- KOVÁŘ, P., 2014: Ekosystémová a krajinná ekologie, Univerzita Karlova, ISBN 9788024627885.
- KRÁSA, J., 2010: Empirické modely vodní eroze v ČR – nástroje, data, možnosti a rizika výpočtu. Praha, Habilitační práce. ČVUT v Praze, FSv, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství.
- KRÁSA J. a kol., 2013: Metodika hodnocení ohroženosti vodních nádrží eutrofizací způsobenou přísunem erozního fosforu, certifikovaná metodika; ČVUT v Praze a MZe, ISBN 978-80-01-05428-4.
- KRÁSA, J. (ed.), 2013: „Určení podílu erozního fosforu na eutrofizaci ohrožených útvarů stojatých povrchových vod“, projekt NAZV MZe/QI102A265, souhrnná závěrečná zpráva za období řešení 2010-2013, 256 s.
- KRÁSA, J. a kol., 2015: Eroze zemědělské půdy a její význam pro zanášení a eutrofizaci nádrží v české republice. D. Kosour, *Vodní nádrže 2015*. Brno: Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 11, 602 00 Brno, s. 43–46.
- KULHAVÝ Z., EICHLER J., DOLEŽAL F., SOUKUP M., 2002: DRAINET- hydraulický model drenážního systému. *Soil and Water* 1/2002, vědecké práce VÚMOP Praha, s. 45–64, ISSN 1213-8673.
- KVÍTEK, T., ŽLÁBEK, P., BYSTRICKÝ, V., FUČÍK, P., LEXA, M., GERGEL, J., NOVÁK, P., ONDR, P., 2009: Changes of nitrate concentrations in surface waters influenced by land use in the crystalline complex of the Czech Republic. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Volume 34, Issues 8-9, pp. 541-551.
- LENNARTZ, B., 1999: Variation of herbicide transport parameters within a single field and its relation to water flux and soil properties. *Geoderma* 91, s. 327–345.

- LIŠKA, M., FUČÍK, P., DOBIÁŠ, J., WILDOVÁ, P., KOŽELUH, M., VÁLEK, J., SOUKUPOVÁ, K., ZAJÍČEK, A., 2015: Problematika výskytu pesticidních látek v povrchových vodách v povodí vybraných vodárenských zdrojů, *Vodní hospodářství* 1/2015, s. 14.
- NOVÁK, P., SLAVÍK, J. a kol., 2012: Metodický postup tvorby syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod. certifikovaná metodika. Osvědčení MZe č. 198137/2012, 44 s., editor: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v.v.i., ISBN 978-80-87361-19-1.
- PICEK J., VYSKOČ P., ROSENDORF P., SVOBODOVÁ J., 2011: Nástroje pro hodnocení množství a jakosti vod. *VTEI*, 53 (5): s.15-19.
- ROSENDORF, P. (ed.), 2003: „Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR“, projekt Rady vlády ČR pro výzkum a vývoj VaV/510/4/98, souhrnná závěrečná zpráva za období řešení 1998-2002, 271 s.
- ROSENDORF, P. TUŠIL, P., DURČÁK, M., VYSKOČ, P., SVOBODOVÁ, J., BERÁNKOVÁ, T., 2011: Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích. Ministerstvo životního prostředí, certifikovaná metodika, certifikace 25. 4. 2014. 20 s.
- ROŽNOVSKÝ J., STŘEDOVÁ H., STŘEDA T., 2013: Analýza souboru podkladů k určení a výpočtu R faktoru, přehled dosavadních postupů, výzkumná zpráva, ČHMÚ, Brno.
- TEDIOSI, A., WHELAN, M.J., RUSHTON, K.R., GANDOLFI, C., 2013: Predicting rapid herbicide leaching to surface waters from an artificially drained headwater catchment using a one dimensional two-domain model coupled with a simple groundwater model. *Journal of Contaminant Hydrology* 145, pp. 67–81.
- van OOST K., GOVERS G., DESMET P. J. J., 2000: Evaluating the effects of changes in landscape structure on soil erosion by water and tillage. *Landscape Ecology*. 15, pp. 577-589.
- 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), pp.1221-1236.
- VERSTRAETEN G., van OOST K., van ROMPAEY A., POESEN J., GOVERS G., 2002: Evaluating an integrated approach to catchment management to reduce soil loss and sediment pollution through modelling. *Soil Use and Management*. 18, s. 386-394.
- VYMAZAL, J., BŘEZINOVÁ, T., 2015: The use of constructed wetlands for removal of pesticides from agricultural runoff and drainage: A review. *Environment International* 75, pp. 11–20.
- VYSKOČ P., PRCHALOVÁ H., MIČANÍK T., ROSENDORF P., KRISTOVÁ A., SVOBODOVÁ J., 2014: Postupy hodnocení významnosti zdrojů a cest emisí znečišťujících látek do vody. *VTEI*, 56 (1): 2-7.
- 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., KULHAVÝ Z., FUČÍK P., PELÍŠEK I., HEJDUK T., 2015: Pilotní projekt kategorizace odvodňovacích systémů v geomorfologických oblastech Českomoravské vrchoviny a Východočeské tabule s ohledem na odnos živin. *VÚMOP*, v.v.i.
- ZAJÍČEK, A., FUČÍK, P. 2015: Rezidua pesticidů v drenážních vodách - zahraniční zkušenosti a první výsledky z České republiky. *Rostlinolékař*, 6/2015, s. 32 - 35.



- **Internetové zdroje**

<http://www.heisvuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/emisevoda/default.asp>

<http://www.heisvuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/kombinovanyzpusob/dokumenty/aplikace.htm>

<https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-she>

<http://prgheisv.tgm.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/emisevoda/default.asp>

## Seznam tabulek

Tab. č. 1 Klasifikace vstupu povrchového plošného znečištění do vodních toků stupněm rizika .....	31
Tab. č. 2 Klasifikace transportu plošného povrchového znečištění kritickým bodem stupněm rizika.....	31
Tab. č. 3 Klasifikace stupně rizika indexu plochy (SR-I <sub>ploch</sub> ) .....	34
Tab. č. 4 Klasifikace stupně rizika indexu zrnitosti staveb odvodnění (SR-I <sub>zrn</sub> ) .....	35
Tab. č. 5 Klasifikace stupně rizika indexu zornění (SR-I <sub>orna</sub> ) .....	35
Tab. č. 6 Klasifikace stupně rizika indexu kultur (SR-I <sub>kultur</sub> ) .....	36
Tab. č. 7 Klasifikace celkového stupně rizika pro lokality úrovně B1,B2 (SRB <sub>1,2</sub> ) .....	38
Tab. č. 8 Hlavní modely původních příčin zamokření (ČSN 75 4200) modifikováno pro řešení projektu.....	47
Tab. č. 9 Klasifikace vlivu infiltrace S <sub>HPJ</sub> podle hlavních půdních jednotek (označeno HPJ). 48	
Tab. č. 10 Klasifikace vlivu sklonitosti.....	49
Tab. č. 11 Klasifikace vlivu skeletovitosti .....	49
Tab. č. 12 Klasifikace vlivu hloubky půdy .....	49
Tab. č. 13 Klasifikace stupně rizika znečištění drenážních vod na základě způsobu využívání pozemku a vodní nádrže, vodního toku .....	50
Tab. č. 14 Klasifikace vlivu klimatických ukazatelů .....	50
Tab. č. 15 Čísla HPJ vymežujících půdy nivních poloh .....	51
Tab. č. 16 Klasifikace stupně rizika znečištění drenážních vod (SR <sub>V</sub> ) zhodnocením původních příčin zamokření pozemku, vyvolaných vývěrem podzemních vod (bodovým, liniovým nebo plošným).....	51
Tab. č. 17 Klasifikace vlivu typu transportu vody (TR) mezi úrovní B4 a B3 na odnos látek drenážní vodou .....	51

## Seznam obrázků

Obr. č. 1 Schéma a detail vymezení úrovní kritických bodů a lokalit plošného znečištění (povrchové) .....	18
Obr. č. 2 Schéma a detail vymezení úrovní kritických bodů a lokalit plošného znečištění (podpovrchové) .....	19
Obr. č. 3 Postup hodnocení celkového stupně rizika SRB <sub>1,2</sub> dle 3. varianty .....	37
Obr. č. 4 Postup celkového hodnocení významnosti rizik povrchových a podpovrchových zdrojů znečištění.....	52
Obr. č. 5 Postup celkového hodnocení významnosti KB <sub>dif</sub> a postup výběru lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů ve vazbě na hodnocení stavu vodních útvarů a významnost dalších typů znečištění .....	53



## Seznam odborných podkladů, které předcházely metodice

Odborné publikace, z kterých metodický postup vychází, vznikly před vlastním řešením zakázky a jsou tedy dedikovány na jiné projekty VaVaI. Jejich seznam je uveden v použité literatuře k metodice.

Vlastní metodice předcházely dvě přípravné etapy, z kterých vychází:

### **Etapa (A):**

Metodický návod – identifikace kritických bodů drah soustředěného odtoku – povrchové plošné zemědělské znečištění s ohledem na tekoucí a stojaté vody v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A

### **Etapa (B):**

Metodický návod – identifikace kritických bodů z podpovrchových plošných zdrojů zemědělského znečištění – odvodňovacích systémů s ohledem na tekoucí a stojaté vody v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A

Dosud byla prezentována informace ze strany zadavatele o projektu v časopise Vodní hospodářství:

KVÍTEK, T., KRÁTKÝ, M., 2016: Informace o projektu Povodí Vltavy, státní podnik, k problematice plošných zemědělských zdrojů znečištění v procesu plánování v oblasti vod, Vodní hospodářství 9, str. 19-21, ISSN 1211-0760

## Certifikační doložka

- Dedikace

Metodika vznikla v rámci plnění zakázky "Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí", jejímž zadavatelem je Povodí Vltavy, státní podnik, a projektu institucionální podpory Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (MZe RO0216)

- Jména oponentů

Odborníci z daného oboru:

doc. Ing. Karel Vrána, CSc.

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

+420 224 354 599

vrana@fsv.cvut.cz

<http://storm.fsv.cvut.cz/>

Ing. František Doležal, CSc.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra vodních zdrojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchdol

+420 22438 2604

dolezalf@af.czu.cz

<http://www.fappz.czu.cz>

Odborník ze státní správy:

Ing. Dana Lídlová

Ministerstvo zemědělství ČR

Odbor vodohospodářské politiky a protipovodňových opatření

Těšnov 65/17, Praha 1, 110 00

+420 221 812 376

dana.lidlova@mze.cz

[www.eagri.cz/](http://www.eagri.cz/)

## Kontakty na osoby předkladatele metodiky:

RNDr. Pavel Novák, Ph.D.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.  
Oddělení Hydrologie a ochrany vod - vedoucí oddělení  
Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 – Zbraslav  
+420 257 027 210  
novak.pavel@vumop.cz  
www.vumop.cz

doc. Dr. Ing. Tomáš Dostál

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6  
+420 224 354 747  
dostal@fsv.cvut.cz  
<http://storm.fsv.cvut.cz/>

Ing. Martin Pavel

Sweco Hydroprojekt a.s. - ústředí Praha  
Hydrotechniky, ekologie a odpadového hospodářství - ředitel divize  
Táborská 31, 140 16 Praha 4  
+420 261 102 306  
martin.pavel@sweco.cz  
www.sweco.cz

Mgr. Pavel Rosendorf

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce  
Odbor aplikované ekologie  
Podbabská 2582/30, Praha 6, 160 00  
+420 220 197 413  
pavel\_rosendorf@vuv.cz  
<http://www.vuv.cz>

Ing. Michal Krátký

Povodí Vltavy, státní podnik  
Útvar povrchových a podzemních vod  
Holečkova 8, 150 24 Praha 5  
tel.: 221 401 931  
Michal.Kratky@pvl.cz  
<http://www.pvl.cz>

- Prohlášení předkladatele metodiky

*Předkladatel metodiky prohlašuje, že zpracovaná metodika nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného duševního vlastnictví.*

- Prohlášení předkladatele, že souhlasí s uveřejněním jeho práce na webových stránkách certifikačního orgánu

*Předkladatel metodiky souhlasí s uveřejněním metodiky na webových stránkách Ministerstva zemědělství ČR.*





v y d á v á

# OSVĚDČENÍ

čj. 74469/2016-MZE-15120

o uznání uplatněné certifikované metodiky  
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

s názvem: **Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského  
znečištění pro plány dílčích povodí**

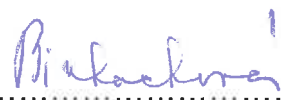
autorů: **RNDr. Pavel Novák, Ph.D. a kol.**

vydané: **ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. v Praze**

Metodika vznikla v rámci plnění zakázky “Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí”, jejímž zadavatelem je Povodí Vltavy, státní podnik a projektu institucionální podpory Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (MZe RO0216)

V Praze dne 23. 12. 2016

*Ing. Alena Binhacková, ředitelka odboru*  
Odbor vodohospodářské politiky  
a protipovodňových opatření



**MINISTERSTVO  
ZEMĚDĚLSTVÍ**  
Těšnov 65/17  
110 00 Praha 1- Nové Město  
-26-

*Ing. Pavlína Adam, Ph.D., ředitelka odboru*  
Odbor výzkumu, vzdělávání a poradenství



**MINISTERSTVO  
ZEMĚDĚLSTVÍ**  
Těšnov 65/17  
110 00 Praha 1- Nové Město  
-3-



**OPONENTNÍ POSUDEK****Certifikovaná metodika** (dále jen „metodika“)

**Název metodiky:** „Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“

*RNDr. Pavel Novák, Ph.D. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.) a kolektiv*

<b>1) Splňuje metodika požadavky na specializaci a odbornost?</b>	
I) Cíl metodiky	(ANO/NE*)
Cíl metodiky a celé zakázky je ambiciózní, ale podle mého názoru splnitelný.	
II) Vlastní popis	(ANO/NE*)
Vlastní metodický návod je dobře strukturovaný a celkově srozumitelný. Obsahuje 58 str. textu, je vhodně doplněn tabulkami (17), obrázky (4) a širokým výčtem použité literatury. Metodický návod plně pokrývá řešenou problematiku povrchového i podpovrchového odtoku ve vztahu k plošným zdrojům znečištění.	
III) Vyjádření k „novosti“ (nový přínos)	(ANO /NE*)
Zatímco pro odhad povrchového znečištění vod v důsledku eroze a transportu splavenin bude použito zejména stávajícího belgického matematického modelu WATEM/SEDEM, který ve vědecké literatuře takto zakotven už je, postupy hodnocení podpovrchových zdrojů znečištění, konkrétně drenážních systémů, v kontextu povodí, GIS a digitálních modelů terénu jsou nové a při jejich popisu v metodice nejsou uváděny odkazy na podobné modelové metody, ale spíše jen na dosavadní výzkumy fyzikálních, fyzikálně chemických a biochemických procesů, zejména ve vztahu k pesticidům. Autoři se při formulaci metodiky, jistě dobře a odpovědně připravené, pravděpodobně opírali převážně o metodiku Fučíka a kol. (2010) a nepublikovanou studii Zajíčka a kol. (2015).	
IV) Popis uplatnění metodiky (pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna)	(ANO/NE*)
Nově získané metodické principy naleznou uplatnění při komplexních návrzích opatření v rámci národní i evropské dotační politiky a v třetím plánovacím období v oblasti vod. Uplatnění zpracovaných metodických principů a jejich zavedení do praxe je nezbytné pro nastartování správného a zejména věcného hospodaření na zemědělských pozemcích v budoucnu. Tento metodický postup nalezne uplatnění v rámci správy povodí (státní podniky Povodí, Lesy ČR, Státní pozemkový úřad), výkonu státní správy na úrovni ministerstev, krajů, obcí s rozšířenou působností, až samotných obcí. Široké uplatnění lze rovněž specifikovat z pohledu projekčních firem (vodohospodářské projekty, projektování komplexních pozemkových úprav, atd.).	
V) Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování metodiky	(ANO/NE)
I když se jedná o metodiku pro využití jedním státním podnikem, tedy o šedou literaturu, je nutno koncepce a postupy zde aplikované zakotvit ve vědecké a odborné literatuře, a to zejména zahraničí, včetně opět literatury šedé. Věnovat zvýšenou pozornost studiu zahraniční vědecké a odborné literatury, včetně šedé (např. studií a metodik ke stažení na webu) a pokusit se tam najít analogické postupy a zkušenosti s jejich využitím. Samozřejmě si uvědomuji, že autoři už jistě několik takových pokusů podnikli a že pravděpodobně zjistili, stejně jako já, že srovnávání není snadné a že pro ně neexistuje žádná mezinárodní platforma. Ukázkou rychlého přehledu několik zahraničních titulů uvádím v příloze tohoto posudku.	

Ostatní postupy a provedení jsou povinné podle Metodiky hodnocení výsledků výzkumných organizací a hodnocení výsledků ukončených programů (platná pro léta 2013 až 2015).

Formulář pro odborného oponenta z oboru

<b>2) Dedikace = uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program</b>	<b>(ANO/NE)</b>
<i>Metodika je dedikována na plnění zakázky "Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí", jejímž zadavatelem bylo Povodí Vltavy, státní podnik a projektu institucionální podpory Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i.</i>	

<b>3) SOUHRNNÉ VYJÁDŘENÍ</b> <i>(odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku)</i>	<b>(ANO/NE *)</b>
<i>Při soustavném úsilí a patřičné pozornosti všem detailům i koordinaci celkového postupu je reálné, aby výsledek nebyl jen formálním potvrzením toho, co už víceméně víme, ale aby přinesl významné nové informace pro další postup při zlepšování stavu vod a přitom aby se projekt neutopil v detailech a singularitách. Proto po úpravách podle připomínek oponentů doporučuji metodiku ke schválení a k realizaci.</i>	

\* Při vyjádření NE – komentář

**POSUDEK ZPRACOVAL:**

Titul, jméno, příjmení, titul: **Ing. František Doležal, CSc.**

Pracoviště: **Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra vodních zdrojů**

Ulice: **Kamýcká 129**

PSČ, Obec: **165 21 Praha 6 - Suchbátka**

Telefon: **+420 22438 2604**

E-mail: **dolezalf@af.czu.cz**

Prohlašuji, že nejsem v zaměstnaneckém či obdobném vztahu k subjektům, které předložily metodiku, nemám osobní ani obdobný vztah k žádnému z předkladatelů a není mi známa žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit moji nepodjatost.

Datum: 21. 10. 2016

Podpis: 

**OPONENTNÍ POSUDEK****Certifikovaná metodika** (dále jen „metodika“)

**Název metodiky:** „Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“

*RNDr. Pavel Novák, Ph.D. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.) a kolektiv*

1) Splňuje metodika požadavky na specializaci a odbornost?	
I) Cíl metodiky	(ANO/NE*)
<p><i>Posuzovaný materiál - etapa C „Tvorba metodického návodu zahrnující identifikaci kritických bodů a kategorizaci lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů pro celé území České republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A“ je součástí zakázky „Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“, kterou zadalo Povodí Vltavy, státní podnik.</i></p> <p><i>Na řešení problematiky se účastnily následující organizace – 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, v.v.i. a Povodí Vltavy, státní podnik.</i></p> <p><i>Dále je věnována pozornost způsobu kategorizace jednotlivých lokalit z pohledu míry ohrožení znečištěním, aby pak bylo možno kvalifikovaně rozhodnout, do kterých lokalit je třeba přednostně soustředit navrhovaná opatření. Matematicky bude modelován vnos znečištění z povrchových a podpovrchových plošných zdrojů znečištění do vodních toků, následně kvantifikován nejdříve pro kritické body úrovně 3 a dále bude směrem po toku akumulován přes povodí IV. řádu (úroveň 2) až po cílové vodní útvarů (úroveň 1). Výsledkem bude souhrnná kategorizace ohrožení vodních útvarů znečištěním, a to jak z povrchových (NL a erozní P), tak z podpovrchových (N-NO<sub>3</sub>, pesticidy) zdrojů.</i></p>	
II) Vlastní popis	(ANO/NE*)
<p><i>Posuzovaná metodika obsahuje 58 stran textu, včetně 17 tabulek a 4 obrázků, které jsou vloženy do textu. Součástí materiálu je i obsažený seznam použitých podkladů (právních předpisů a odborných publikací).</i></p> <p><i>V úvodní části zprávy jsou ve dvou kapitolách popsány širší souvislosti řešené problematiky s platnými zákony (Rámcová směrnice vodní politiky, Plány oblastí povodí, vodní zákon) a současným stavem ochrany kvantity a kvality vodních zdrojů. Je zde též uveden shrnutí řešených problémů ve vztahu k zadání zakázky.</i></p> <p><i>Následující dvě kapitoly tvoří těžiště řešení problému, který je možno stručně charakterizovat jako „Tvorbu metodického návodu zahrnujícího identifikaci kritických bodů a kategorizaci lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podzemních plošných zemědělských zdrojů pro území celé republiky v podrobnosti sloužící k tvorbě listů opatření typu A“.</i></p> <p><i>Jedná se tedy o dvě fáze řešení navazujících problémů, a to nejprve výběr kritických bodů, v nichž bude stanovován a kvantifikován transport erozních splavenin a na ně vázaných chemických látek (zejména Pcelk) a transport rozpuštěných látek (zejména N-NO<sub>3</sub>, případně vybraných pesticidů) a dále kategorizace lokalit s uzávěrovými profily, danými určenými kritickými body z hlediska vlivu uvedených procesů na vodní zdroje. V obou případech se bude jednat o ohrožení lokalit povrchovým odtokem (erozními procesy) a podpovrchovým odtokem (odtok z drenážních systémů). Vzhledem k rozsáhlé řešené ploše jsou pro stanovení kritických bodů i hodnocení rizikovitosti jednotlivých lokalit přednostně využívány prostředky GIS, pro určení odtokových procesů (povrchových i podpovrchových) modelová řešení.</i></p>	
III) Vyjádření k „novosti“ (nový přínos)	(ANO /-NE*)



## Formulář pro odborného oponenta z oboru

*Myšlenka agregace ukazatelů od nejnižší k nejvyšší úrovni pro stanovení nejrizikovějších ploch (vodních útvarů) a zpětně opačným směrem pro možnost ovlivnění nejrizikovějších povodí (či subpovodí) návrhem vhodných opatření je velice dobrá a efektivní. Zároveň je nutno konstatovat, že tento metodický přístup je originální a jeho novost je nezpochybnitelná.*

*Celkově je dílčí zpráva o řešení etapy C (zahrnující i etapy A a B) velice dobře zpracovaná, logická a dává předpoklady pro využití v dalších etapách. Uvedené připomínky či náměty, uvedené v posudku, by měli řešitelé posoudit a případně zahrnout do řešení dalších etap.*

IV) Popis uplatnění metodiky (pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna)

(ANO/NE \*)

*Cílem posouzení zdrojů plošného povrchového znečištění je tedy analyzovat situaci v povodí pomocí sítě kritických bodů, kde bude sledován a kvantifikován transport erozních splavenin a erozního P. Cílem posouzení zdrojů plošného podpovrchového znečištění je analyzovat situaci v povodí pomocí sítě kritických bodů, v rámci nichž bude definováno riziko transportu N-NO<sub>3</sub> a pesticidních látek, které jsou vnímány jako nejrozšířenější a nejrizikovější kontaminanty drenážních vod. Metodika najde široké uplatnění v oblasti plánů dílčích povodí a dalších vodohospodářských projektech. Konstatuji, že řešení etapy C, ukončené posuzovanou zprávou, splnilo beze zbytku zadání a doporučuji proto tuto metodiku schválit a pokračovat v řešení dalšími navazujícími etapami.*

V) Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování metodiky

(ANO/NE)

*Odborné publikace, za účelem osvěty a seznámení s dosaženými výsledky širší odbornou i laickou veřejnost, nebyly doposud publikovány. Řešitelský tým plánuje publikovat získané výsledky v dalším průběhu řešení zakázky. Publikace řešitelského týmu související s řešením vlastní zakázky uvedené v seznamu použité literatury dokládají relevantnost zvolených metodických postupů.*

Ostatní postupy a provedení jsou povinné podle Metodiky hodnocení výsledků výzkumných organizací a hodnocení výsledků ukončených programů (platná pro léta 2013 až 2015).

2) Dedikace = uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program

(ANO/NE)

*Metodika je dedikována na plnění zakázky "Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí", jejímž zadavatelem bylo Povodí Vltavy, státní podnik a projektu institucionální podpory Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i.*

3) SOUHRNNÉ VYJÁDŘENÍ

(ANO/NE \*)

*(odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku)*

*Závěrem bych chtěl konstatovat, že předložená metodika plně odpovídá a splňuje zadání jak z hlediska obsahu, tak i rozsahu. Dle takto zpracované metodiky je možno postupovat při konkrétním hodnocení rizika lokalit daných výběrem kritických bodů. Metodika určování kritických bodů jak pro povrchové, tak i pro podpovrchové zdroje znečištění je použitelná a vhodná. Stejně tak i volba ukazatelů pro povrchové i podpovrchové znečištění vodních zdrojů je volena vhodně a ukazatele dostatečně reprezentují procesy eroze a transportu půdních částic včetně doprovodného transportu celkového fosforu při povrchovém odtoku a obdobně i při drenážních odtocích.*

\* Při vyjádření NE – komentář

*Formulář pro odborného oponenta z oboru*

**POSUDEK ZPRACOVAL:**

Titul, jméno, příjmení, titul: **doc. Ing. Karel Vrána, CSc.**  
Pracoviště: **České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební,  
Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství**  
Ulice: **Thákurova 7**  
PSČ, Obec: **166 29 Praha 6**  
Telefon: **+420 224 354 599**  
E-mail: **vrana@fsv.cvut.cz**

Datum: 27. 10. 2016

Podpis: .....



## OPONENTNÍ POSUDEK

### Certifikovaná metodika výsledků výzkumu, vývoje a inovací (dále jen „metodika“)

**Metodika:** *“Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí“*

*RNDr. Pavel Novák, Ph.D., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.*

1) Splňuje metodika požadavky na strukturu certifikované metodiky?	
I) Cíl metodiky	(ANO/NE)
<i>Cílem metodiky je poskytnout návod pro stanovení kritických bodů a kategorizaci lokalit ohrožených znečištěním z povrchových a podpovrchových plošných zemědělských zdrojů tak, aby identifikovaly místo, kde má opatření být navrženo a návazně realizováno a tím poskytovaly podklad k návrhu opatření typu A pro plány dílčích povodí pro 3. plánovací období dle směrnice 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.</i>	
II) Vlastní popis metodiky	(ANO/NE)
<i>První část řešení se zabývá povrchovými zdroji, které souvisí zejména s povrchovým odtokem a jsou spojeny s erozí a následným transportem splavenin do vodních toků, druhá část je věnována podpovrchovým plošným zdrojům, které jsou významným zdrojem znečištění povrchových i podzemních vod zejména tam, kde jsou pozemky odvodněny drenáží. Cílem je identifikovat rizikové lokality v povodí pomocí revize potenciálních plošných zdrojů zemědělského znečištění prostřednictvím sítě kritických bodů ve třech úrovních pro povrchový a ve čtyřech pro podpovrchový odtok. K tomuto slouží metodický návod obsahující kromě textu 17 tabulek a 5 obrázků.</i>	
III) Vyjádření k „novosti“	(ANO/NE)
<i>Novost postupů spočívá v předpokládaném uvedení metodických postupů do praxe, které by měly být efektivní jak pro snížení dopadů povodní, tak i dopadů sucha a zároveň řešit problematiku jakosti povrchových a podzemních vod. Nové metodické postupy mohou být uplatněny při návrzích komplexních vodohospodářských opatření v rámci národní i evropské dotační politiky a ve třetím plánovacím období v oblasti vod. Uplatnění zpracovaných metodických principů a jejich uvedení do praxe je nezbytné pro udržitelné hospodaření na zemědělských pozemcích v budoucnu.</i>	
IV) Popis uplatnění metodiky (pro koho je určena, jakým způsobem bude uplatněna)	(ANO/NE)
<i>Metodika bude v první fázi uplatněna zejména ze strany Podniků povodí, jako hlavního pořizovatele plánu oblastí povodí. Přínosem bude i pro Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí, Státní fond životního prostředí a projektové organizace. Předkládané metodické principy naleznou uplatnění při komplexních návrzích opatření pro třetí plánovací období v oblasti vod i v rámci dotační politiky. Jejich zavedení do praxe bude podkladem pro nastartování správného a zejména věcného hospodaření na zemědělských</i>	

pozemcích v budoucnu.

Při uplatňování metodiky pro hodnocení konkrétních případů v jednotlivých povodích bude nutno metodický postup dále rozvinout, přičemž bude zapotřebí, aby všichni další uživatelé metodiky spolupracovali a vzájemně konzultovali další postup, aby byla zachována relativní srovnatelnost posuzovaných lokalit a tak zajištěn výběr vhodných, účelných a ekonomicky efektivních opatření.

V) Ekonomické aspekty (vyčíslení nákladů a ekonomického přínosu pro uživatele)

(ANO/NE)

Realizací vhodných, funkčně propojených technických a přírodě blízkých opatření, se sníží náklady na protipovodňová opatření i odstraňování následků sucha, na odbahňování rybníků, těžbu a skladování sedimentů z vodních nádrží a vodních toků. Zároveň dojde ke zlepšení jakosti vody ve vodních tocích a nádržích a tím se sníží náklady na úpravu surové vody na vodu pitnou.

VII) Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování metodiky

(ANO/NE)

Odborné publikace, ze kterých metodický postup vychází, vznikly před řešením této zakázky a jsou dedikovány na jiné projekty VaVaI. Tyto publikace a publikace řešitelského týmu související s řešením vlastní zakázky i další odborné podklady jsou uvedeny v podrobném seznamu použité literatury.

Ostatní postupy a provedení jsou povinné podle Metodiky hodnocení výsledků výzkumných organizací a hodnocení výsledků ukončených programů (platná pro léta 2013 až 2015) k definici výsledku  $N_{met.}$ .

**2) Dedikace = uvedení odkazu na příslušný projekt VaV, výzkumný záměr nebo dotační program**

(ANO/NE)

Metodika vznikla v rámci plnění zakázky "Příprava listů opatření A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí", jejímž zadavatelem bylo Povodí Vltavy, státní podnik a projektu institucionální podpory Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. (MZe RO0216)

**3) SOUHRNNÉ VYJÁDŘENÍ**

(ANO/NE\*)

(odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku)

Předložená metodika naplňuje zadání a z hlediska obsahu, rozsahu i struktury odpovídá požadavkům na certifikovanou metodiku a může být využita zejména při přípravě podkladů pro návrh opatření pro třetí plánovací období.

- Při vyjádření NE – komentář

#### POSUDEK ZPRACOVAL:

Titul, jméno, příjmení, titul: Ing. Dana Lídlová

Pracoviště: Ministerstvo zemědělství

Odbor vodohospodářské politiky a protipovodňových opatření



*Formulář pro posudek ze státní správy*

Ulice: Těšnov 17  
PSČ, Obec: 117 05 Praha 1  
Telefon: 22181 2376  
E-mail: dana.lidlova@mze.cz

Prohlašuji, že nejsem v zaměstnaneckém či obdobném vztahu k subjektům, které předložily metodiku, nemám osobní ani obdobný vztah k žádnému z předkladatelů a není mi známa žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit moji nepodjatost.

Datum: 20. 12. 2016

Podpis: .....

**MINISTERSTVO  
ZEMĚDĚLSTVÍ**  
Těšnov 65/17  
110 00 Praha 1 - Nové Město  
-26-

Datum: 20. 12. 2016

Podpis ředitele: .....  
a razítko organizace státní správy

Ing. Alena Binhacová  
Odbor vodohospodářské politiky  
a protipovodňových opatření

