

# SPOLUPRÁCE VŠCHT PRAHA S HL. M. PRAHOU PŘI OCHRANĚ VODÁRENSKÉ NÁDRŽE ŠVIHOV

**Ing. Martin Pečenka, Ph.D. a prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.**

VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6  
martin.pecenka@vscht.cz, jiri.wanner@vscht.cz

## AKTIVITY V LETECH 2005 – 2009

V letech 2005 – 2009 byl realizován projekt „**Zhodnocení zátěže povodí vodárenské nádrže Švihov nutrienty**“, věcná náplň byla rozdělena na část zaměřenou na bodové znečištění (odtoky z čistíren odpadních vod, event. vypouštění odpadních vod z kanalizačních systémů bez čištění) a na část věnující se difúznímu znečištění (splachy ze zemědělsky využívaných ploch). VŠCHT Praha zajišťovala v rámci tohoto projektu především hodnocení bodových zdrojů znečištění, monitoring čistíren odpadních vod ve sledovaném povodí byl možný díky vstřícnosti a spolupráci provozovatele těchto zařízení – společnosti VODAK Humpolec s.r.o.

V letech 2005 – 2006 byl vytvořen základ databáze čistíren odpadních vod v povodí vodárenské nádrže Švihov s cílem získat co nejvíce informací o úrovni a účinnosti použitých technologií (a tím pádem účinnosti odstraňování sledovaných ukazatelů znečištění, především nutrientů) a vyhodnotit případná rizika ovlivňování kvality vody v nádrži. Nejvýznamnějšími bodovými zdroji znečištění v povodí vodárenské nádrže Švihov jsou obce Pelhřimov (78 167 EO), Pacov (10 850 EO), Červená Řečice (2 833 EO), Čechtice (1 300 EO), Lukavec (1 100 EO), Hořepník (1 000 EO), Želiv (950 EO) a Křivsoudov (600 EO). Všechna uvedená sídla mají vybudovány čistírny odpadních vod, ovšem použité technologie ne ve všech případech umožňují dosáhnout dostatečné úrovně čištění pro takto citlivou oblast, především z hlediska odstranění nutrientů (zvláště fosforu). Aktuálním příkladem může být největší aglomerace v oblasti – město Pelhřimov, odtok z tamní ČOV představuje jeden z nejvýznamnějších zdrojů vnosu fosforu do povodí. Přestože rekonstrukce čistírny odpadních vod mohla být započata již před třemi lety (kolektiv autorů příspěvku spolupracoval na návrhu technologického řešení), bohužel snahu radnice o zlepšení stavu ČOV a tím i situace v povodí brzdí právní spor s neúspěšným uchazečem o realizaci stavby.

Neméně významnými zdroji znečištění v oblasti jsou ve výsledném součtu vnosu polutantů i menší obce spadající do kategorie do 500 EO. V rámci řešení projektu byl proveden monitoring vybraného dílčího povodí v oblasti vodárenské nádrže Švihov (tok Trnava) z hlediska bodových zdrojů znečištění. Sídla v oblasti jsou vesměs malé obce a vesnice, kde k likvidaci odpadních vod dochází buď ve vyvážených septicích, nebo je vybudován jednotný kanalizační systém, který je ovšem většinou zaústěn do místní vodoteče nebo rybníka. Kanalizační systémy jsou často v nevyhovujícím stavu. Oblast je intenzivně zemědělsky využívána (rostlinná výroba i chov hospodářských zvířat).

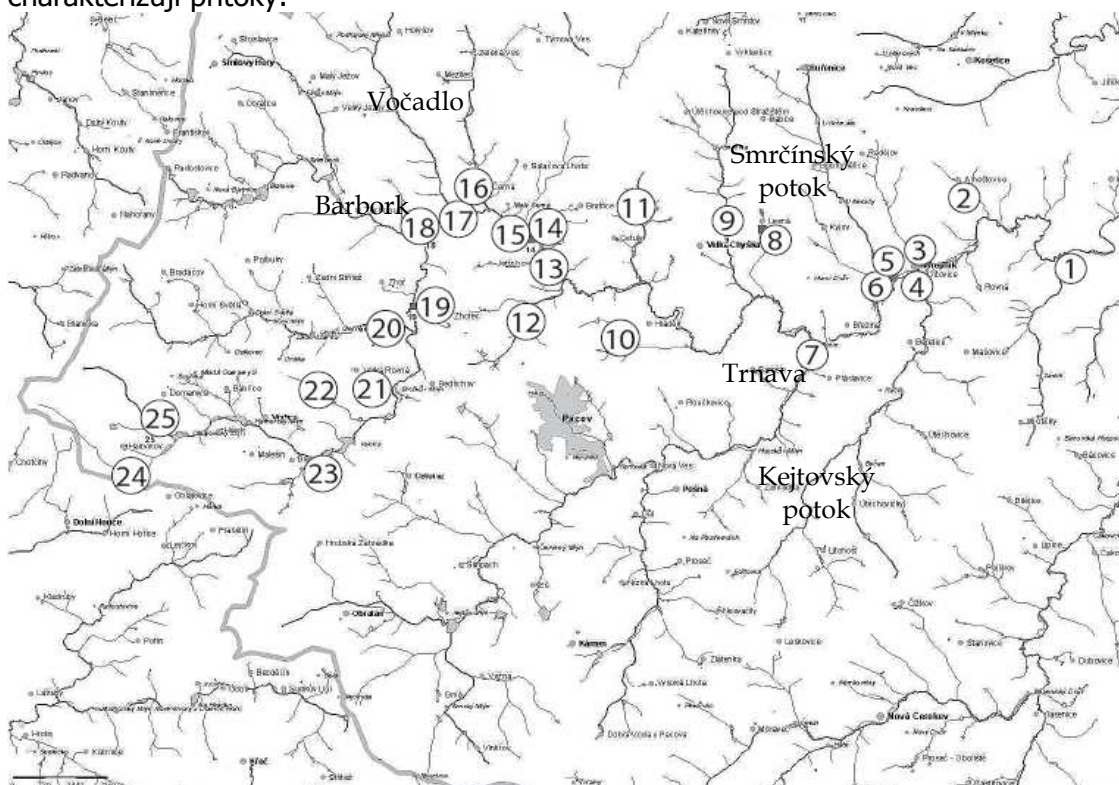
V rámci řešení projektu byly na vybraných profilech toků Trnava a Bělá odebrány vzorky povrchových vod, ve kterých byly stanovovány spektrofotometrickou metodou koncentrace dusičnanového dusíku a orthofosforečnanového fosforu, tedy základních nutrientů způsobujících zvýšenou trofizaci vod se známými průvodními jevy (rozvoj zelené biomasy, tzv. vodního květu, zhoršení kyslíkových poměrů v nádrži, zdravotní a ekologické důsledky na vodárenské, rybochovné nebo rekreační využití nádrže). Dalšími

parametry používanými spolu s obsahem nutrientů pro hodnocení nutriční úrovně v toku jsou formy organického znečištění (DOC, TOC, BDOC).

### Charakteristika řek Trnava a Bělá

**Trnava** je největší přítok řeky Želivky. Pramení jihovýchodně od osady Blanička v Přírodním parku Polánka na Pacovsku v nadmořské výšce 678 m n. m. Horní úsek je bystrinného charakteru s úzkým kamenitým korytem, místy s břehovým porostem. Délka toku je 56,3 km, kdy se na říčním kilometru 52,5 vlévá zleva v obci Želiv v nadmořské výšce 393,5 m do řeky Želivka. Plocha povodí měří 340,3 km<sup>2</sup>.

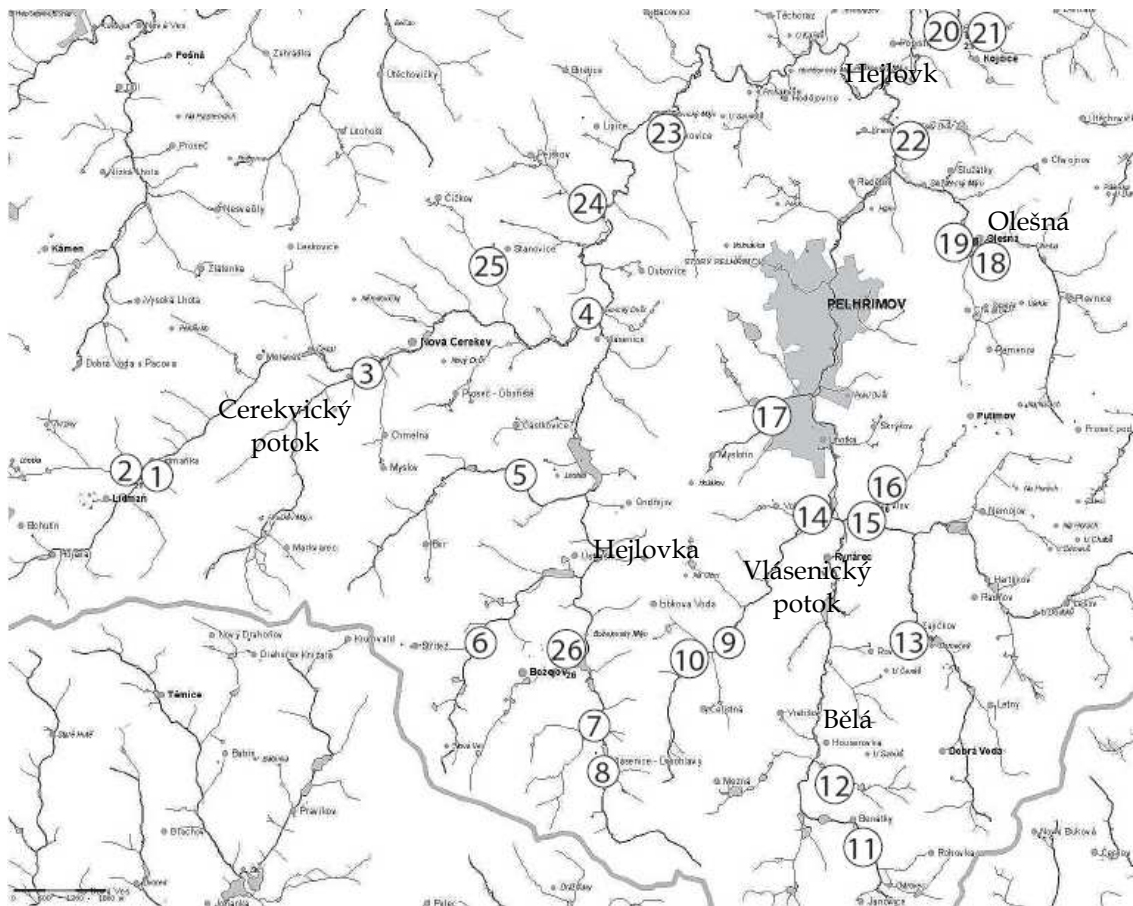
Kvalita vod v řece Trnavě byla hodnocena ve 25 měrných profilech na přítocích znázorněných na Obr. 1. Profil 25 se nachází nejvýše na samotném toku, ostatní profily charakterizují přítoky.



**Obr. 1. Odběrové profily v povodí řeky Trnavy**

**Bělá** je malá říčka v západní části kraje Vysočina, která také patří do povodí řeky Želivky. Délka jejího toku je 22,7 km. Plocha povodí měří 130,6 km<sup>2</sup>. Bělá pramení pod Bělským kopcem (708 m n. m.) nedaleko obce Bělá, jižně od Pelhřimova. Nad obcí Rynárec je hluboké zalesněné údolí, pod obcí je pak údolí otevřené a lučinaté. Říčka protéká městem Pelhřimov a nedaleko Krasíkovců ústí do Hejlovky (Želivky).

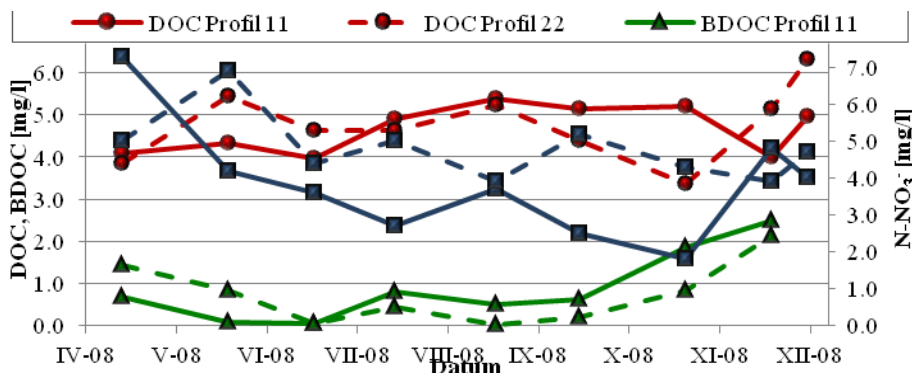
Kvalita vody v řece Bělá společně s prameništěm Želivky (Hejlovky) byla hodnocena ve 26 měrných profilech znázorněných na Obr. 2. Profily 1-4 a 25 náleží Cerekvickému potoku, 9-19 a 22 mapují řeku Bělou a zbylé pak prameniště Hejlovky.



**Obr. 2. Odběrové profily v povodí řeky Bělá a Hejlovka**

### Hodnocení kvality vody

Nutriční kvalita vody v tocích byla hodnocena z pohledu uvedených měrných profilů. Získaná data byla vyhodnocena a statisticky zpracována. Příklad grafického zpracování je uveden na Obr. 3.



**Obr. 3. Hodnoty sledovaných ukazatelů - počáteční a koncový profil č. 11 a 22 - řeka Bělá (2008)**

### SMLOUVA VŠCHT PRAHA – HL. M. PRAHA NA OBDOBÍ 2011 - 2014

Předmětem této smlouvy je spolupráce smluvních stran při řešení vědeckovýzkumných prací dle ujednání čl. IV Rámcové smlouvy o spolupráci (č. INO/51/00/000742/2010) uzavřené mezi výše uvedenými stranami dne 18. listopadu 2010. Pro období 2011 – 2014 byly specifikovány jednotlivé konkrétní předměty plnění, které na sebe i časově navazují:

1. Zajištění plošného průzkumného monitoringu, jehož cílem bude vymezení rizikových oblastí s vysokou charakteristickou hodnotou znečištění povrchových vod v povodí vodní nádrže Švihov.
2. Monitoring bude zaměřen na získání dat pro vyhodnocení bodových (komunálních) a difúzních zdrojů znečištění povrchových vod.
3. Porovnání naměřených výstupů s databází terénních šetření z minulých let.
4. Provedení analýzy vlivů na ochranu, popřípadě zlepšení kvality vody v nádrži již realizovaných opatřeních na ČOV v povodí nádrže.
5. Zpracování studie zaměřené na vývojové trendy pro ochranu kvality vody.
6. Zpracování studie s návrhem na doporučující opatření k zajištění trvalé udržitelnosti tohoto vodárenského zdroje.
7. Vyhodnocení vodohospodářských aktivit obcí a měst v povodí nádrže především z hlediska nakládání s odpadními vodami.
8. Vyhodnocení rizikových oblastí s vysokou charakteristickou hodnotou znečištění povrchových vod s doporučením na nápravná opatření.

V roce 2011 byla náplň projektu zaměřena na monitoring zájmového povodí s cílem vymezení oblastí s vysokou charakteristickou hodnotou znečištění povrchových vod a získání dat pro vyhodnocení bodových (komunálních) a difúzních zdrojů znečištění povrchových vod. Pro potřeby projektu byla zpracována rešerše k problematice vnosu zvýšených koncentrací sloučenin fosforu do prostředí. Vzhledem k tomu, že ve sledovaném povodí pochází většina komunálního znečištění z malých sídel do 2000 obyvatel, které často nejsou vybaveny čištěním splaškových odpadních vod, nebo použitá technologie není schopna dosahovat požadované kvality čištění z důvodu zastaralosti technologie, byla rovněž vypracována rešerše k problematice čištění odpadních vod v malých sídlech. V rámci příprav na řešení tohoto projektu byla uskutečněna i „inspekční cesta“ na vodárenském díle Švihov s cílem seznámit se se situací z hlediska trofizace nádrže.

## **MONITORING NA VYBRANÝCH MĚRNÝCH PROFILECH DÍLČÍCH PŘÍTOKŮ TRNAVY**

Plošný monitoring drobných vodních toků v hydrologickém roce 2011 probíhal se zaměřením na pokračování zhodnocení zátěže vodního prostředí nutrieny, odhady eutrofizačních potenciálů a omezování trofizačních procesů ve vybraných hydrologických povodích. Zadáání zahrnuje identifikaci rizikových oblastí, vypracování úvodní bilanční studie zdrojů znečištění a stanovení míry únosné zátěže pro vstup fosforu a sedimentů do vodního prostředí. Krajinné území bylo vyhodnocováno podle vodních útvarů vymezených podle Rámcové směrnice pro vodní politiku č. 2000/60/ES. Rizikové oblasti představují části krajinného území s nejvyšším znečištěním povrchových vod dusičnany a vodorozpustnými formami fosforu, který se hlavní měrou podílí na trofizaci vodních nádrží.

Pro vyhodnocování stavu zátěže vodního prostředí fyzikálně-chemickými látkami bylo postupováno podle Metodiky hodnocení jakosti vody v říčních profilech dané novelou **ČSN 757221 z října 1998 - "Klasifikace jakosti povrchových vod"**, kdy jsou vypočítávány charakteristické hodnoty znečištění. Principem klasifikace je srovnání charakteristické hodnoty ukazatelů jakosti vody se soustavou normativů, které odpovídají hodnocení z obecného ekologického hlediska.

### **Dusičnanový dusík**

Pro každý měrný profil lze pozorovat **typový dlouhodobý průměr**, který se pro povodí s intenzivním využíváním zemědělských pozemků vyznačuje jarními maximem vyplavování dusičnanů a sníženými hodnotami koncentrací N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na odtoku ve vegetačním období. Měsíční odchylky zjištěných koncentrací dusičnanů od typového

dlouhodobého průměru jsou zřejmě dány působením momentálních vodních srážek a zemědělskou činností v daném krajinném území.

Při porovnání výsledků průběhu koncentrace  $\text{N-NO}_3^-$  v hydrologickém roce 2011 s dlouhodobým průměrem (2007 až 2010) bylo zjištěno, že obě křivky ve většině případů opisují téměř shodné průběhy. Lze se tedy domnívat, že uvolňování dusičnanů do vodního prostředí je především ovlivňováno konzervativními krajinnými prvky. K hlavním faktorům se řadí především tyto položky:

- terénní vlivy – sklonitost pozemků, srážko-odtokové poměry dané terénními překážkami, velikost hydrologického povodí nad měrným profilem;
- půdní vlastnosti – infiltrace do půdy, půdní sorpce živin a intenzita jejich vyplavování;
- land use – podíl orné půdy a trvalých travních porostů, krajinné a pozemkové uspořádání.

**Tabulka 1. Měrné profily v povodí Trnavy s nejvyšším znečištěním  $\text{N-NO}_3^-$**

Přítok do Trnavy	Měrný profil	Průměrná koncentrace $\text{N-NO}_3^-$ v roce 2011 [mg/l]	Hodnota znečištění nitráty podle ČSN 757221	Průměrná koncentrace $\text{P}_{\text{soluble}}$ v roce 2011 [mg/l]
Od Velké Rovné	MP 21	17,1	velmi silně znečištěná voda	0,083
Od Trubárního rybníka	MP 10	13,0	silně znečištěná voda	0,096
Od Radějova	MP 3	12,5	silně znečištěná voda	0,212
Od Bratřic	MP 14	12,0	silně znečištěná voda	0,212
Zadní Žlab	MP 6	11,8	silně znečištěná voda	0,085
Přední Žlab	MP 5	10,3	silně znečištěná voda	0,144
<i>Legenda:</i>	<i>Norma ČSN 757221 - Klasifikace jakosti povrchových vod</i>			
	$\text{N-NO}_3^-$ (mg/l)			$\text{P}_{\text{soluble}}$ (mg/l)
	I. třída < 3	neznečištěná voda		I. třída < 0,05
	II. třída < 6	mírně znečištěná voda		II. třída < 0,15
	III. třída < 10	znečištěná voda		III. třída < 0,4
	IV. třída < 13	silně znečištěná voda		IV. třída < 1
	V. třída $\geq 13$	velmi silně znečištěná voda		V. třída $\geq 1$

## **Fosfor**

V současné době je expertní činnost zaměřována na zhodnocení zátěže vodního prostředí vodorozpustným fosforem prostřednictvím monitoringu na drobných vodních tocích, odhady eutrofizačních potenciálů a omezování trofizačních procesů ve vybraných hydrologických povodích. Odtoky vodorozpustného fosforu vykazují v průběhu roku relativně konstantní hodnoty a jsou dány především komunálními zdroji znečištění.

Základním problémem většiny vodních nádrží je vysoký stupeň trofizačního zatížení během letního a podzimního období, které nespĺňuje příslušné hygienické parametry požadované pro vody určené ke koupání a znemožňující tak využívání vlastní vodní plochy i okolí nádrže k rekreačním účelům. Jako základní příčiny trofizačních procesů byly identifikovány vysoké koncentrace fosforu na přítoku do těchto vodních nádrží. Přebytek vodorozpustného fosforu způsobuje v závislosti na ročním období masový rozvoj vodního květu sinic.

Pokud se podaří snížit množství fosforu na limitní hodnotu, která již neumožňuje růst zelené biomasy a vývoj sinic, dojde k odstranění trofizačního zatížení nádrže.

**Tabulka. 2. Měrné profily v povodí Trnavy nejvyšším znečištěním P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>**

Přítok do Trnavy	Měrný profil	Průměrná koncentrace P <sub>soluble</sub> v roce 2011 [mg/l]	Orientační hodnota znečištění fosforem podle ČSN 757221	Průměrná koncentrace N-NO <sub>3</sub> v roce 2011 [mg/l]
Od Jetřichovce	MP 13	0,386	znečištěná voda	3,66
Od Hořce	MP 19	0,269	znečištěná voda	7,37
Od Arnešovic	MP 2	0,216	znečištěná voda	8,57
Od Radějova	MP 3	0,212	znečištěná voda	12,5
Od Bratřic	MP 14	0,212	znečištěná voda	12,0
Pod Lesnou	MP 8	0,194	znečištěná voda	6,32
Kejtovský potok	MP 7	0,179	znečištěná voda	8,14

## ZÁVĚR

Situace v povodí vodárenské nádrže Švihov se z hlediska vnosu nutrientů (tj. sloučenin dusíku a fosforu) z bodových zdrojů znečištění nedá označit za uspokojivou. Významnými bodovými znečišťovateli v oblasti jsou města Pelhřimov a Pacov, ve výsledném součtu je však ještě horší situace v menších sídlech příslušejících do sledované oblasti. Pokud je obec vybavena čistírnou odpadních vod, jedná se ve většině případů o zařízení vybudovaná v 70. – 80. letech minulého století. Tyto ČOV byly projektovány především pro odstraňování organického znečištění případně částečnou nitrifikaci. Jsou tedy většinou osazeny povrchovými aerátory, které jsou sice schopny dodávat dostatečné množství vzduchu pro odstranění organického znečištění, ovšem na proces nitrifikace mají spíše negativní účinek (rozbíjení vloček kalu, v zimním období ochlazování aktivační směsi, nelze zajistit stejnou úroveň provzdušnění v celém objemu aktivace). Odstraňování fosforu je řešeno dodatečnou instalací zařízení pro jeho chemické srážení. Jak vyplynulo z terénního šetření v dílčím povodí monitorované oblasti, většina sídel nemá uspokojivě vyřešeno ani odvádění splašků z jednotlivých nemovitostí. Pokud má obec vybudovanou kanalizaci, jedná se buď pouze o odvádění srážkových vod nebo je jednotným kanalizačním systémem (mnohdy v havarijním stavu) vybavena pouze část obce. Alespoň částečné čištění vod je realizováno nanejvýše instalací průtočných septiků pro odstranění nerozpuštěných látek a zaústěním kanalizace do místní nádrže (biologického rybníka), která je díky vnosu živin většinou silně trofizována (zvýšený výskyt sinic, porost okřehku, řasy atp.). Dá se předpokládat, že situace v ostatních dílčích povodích bude podobná. Oblast je navíc intenzivně zemědělsky využívána, další živiny se tedy do povrchových vod dostávají vyplavováním použitých hnojiv.

Monitoring dílčího povodí vodárenské nádrže, který byl započat v roce 2011, má za cíl identifikovat neregistrované zdroje difúzního znečištění (vyústění drénů, trativodů atp.) a vyhodnotit jejich podíl na celkovém množství vneseného znečištění. Další oblastí našeho zájmu v rámci řešení projektu je posouzení vlivu nedostatečně čištěných odpadních vod z malých obcí na kvalitu vody v recipientu a schopnost prostředí se s tímto znečištěním vyrovnat (proces samočištění).