

# Úloha městského odvodnění ve vodohospodářském plánování

Teze disertační práce

*Ing. Jan Krejčík*

Praha, 1999

## Obsah:

1.	ÚVOD .....	1
2.	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE .....	2
3.	SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY A METODY ŘEŠENÍ .....	2
4.	ŘEŠENÍ NA NÁRODNÍ ÚROVNI .....	5
5.	ŘEŠENÍ NA REGIONÁLNÍ ÚROVNI.....	7
6.	ŘEŠENÍ NA LOKÁLNÍ ÚROVNI.....	9
7.	ZÁVĚRY A DISKUSE .....	11
8.	VYBRANÉ PUBLIKACE.....	12

# 1. Úvod

Vodohospodářské plánování má v České republice bohatou tradici a potřeba systematického vodohospodářského plánování v hlavních povodích ČR je uznávána většinou vodohospodářských odborníků a vodohospodářskou veřejností. Základní cíle vodohospodářské politiky ČR jsou v současné době přizpůsobovány s "vodohospodářskou politikou Evropského Společenství". Tyto cíle lze pro účely celé ČR, v systému oběhu vod v přírodním prostředí, synteticky formulovat jako „zajištění trvale udržitelného užívání vodních zdrojů a postupné vytváření vyrovnané vodní bilance území při uspokojení všech důvodných potřeb a nároků, včetně ochrany před škodlivými účinky vod“.

Dlouhodobé zajištění dostatečného množství kvalitní pitné a užitkové vody, dlouhodobé zabezpečení funkce městského odvodnění, zabezpečení krajinnotvorné a estetické funkce akvatického ekosystému jsou pouze některé (i když pravděpodobně základní) z celé řady možných funkcí vodohospodářských systémů.

Významnost městského odvodnění v celém komplexu vodního hospodářství je zřejmá. Ochrana kvality povrchových vod bez integrujícího přístupu k řešení otázek odvodnění urbanizovaného území není možná. Jedním z nezbytných příspěvků k trvale udržitelnému rozvoji ve vodním hospodářství by měl být pokus o snižování negativních důsledků městského odvodnění na životní prostředí.

Současné požadavky na funkci vodohospodářského systému vyžadují i nové přístupy k řešení městského odvodnění, spočívající v redukci množství a znečištění dešťových vod, řízení odtoku v reálném čase s novými regulačními prvky na stokové síti, modelování odtoku a simulace znečištění odlehčovacími komorami, účinnost dešťových zdrží a čistíren odpadních vod včetně dopadů na recipient. Tato pragmatická strategie vychází ze současných systémů a hledá na základě identifikace technických, technologických, hydrologických a ekologických problémů taková opatření, která přispívají k dlouhodobému zajištění rovnováhy mezi společenskými nároky a ochranou životního prostředí. Zásadou této strategie je zahrnutí veškerých technických i přirozených prvků vodního hospodářství do všech stupňů plánování a provozu těchto systémů. Z tohoto důvodu je možno tento přístup nazvat integrálním řešením vodního hospodářství.

V souvislosti s integrálním řešením vodního hospodářství vyvstává problém definice časových a prostorových hranic - ve kterých bychom na jedné straně byli schopni možné problémy identifikovat a řešit - na straně druhé aplikovat globální principy trvale udržitelného rozvoje pro trvalé užívání vod.

## 2. Cíle disertační práce

Cílem práce je na vybraných příkladech dokumentovat metodiku řešení problematiky městského odvodnění s ohledem na zásady trvale udržitelného využívání (TUV) a to ve třech zásadních úrovních:

§ národní

§ regionální a

§ lokální úrovni.

Na základě všeobecných požadavků na funkci vodohospodářských systémů je možno formulovat teze „trvale udržitelného užívání“ z hlediska vodního hospodářství. Na národní úrovni slouží tyto teze zejména ke sjednocení legislativních a institucionálních požadavků. V rámci regionálního řešení slouží teze trvalého užívání vody především k posouzení tzv. „neudržitelnosti“ v regionu (oblasti), tedy k definici aktivit a procesů, které ve svém důsledku vedou v již definovaných klíčových oblastech pro národní úroveň k vyčerpání neobnovitelných zdrojů nebo zhoršení jejich kvality do té míry, že tyto zdroje nebude možné využít pomocí současné technologie. Pro úspěšnou realizaci celého procesu řešení problematiky vodního hospodářství (neboli realizaci cílů vodohospodářského plánování) je ve finální fázi nezbytné aplikovat závěry z regionální úrovně do návrhu a realizace technických opatření na lokální úrovni.

Cílem této disertační práce je na příkladu problematiky městského odvodnění dokumentovat celý proces řešení v jeho jednotlivých úrovních, aplikovat nástroje na řešení v jednotlivých úrovních a vytvořit tak základ pro definici jedné ze zásad pro nové pojetí vodohospodářského plánování v ČR – Integrální řešení vodohospodářských systémů - se zaměřením na problematiku městského odvodnění.

## 3. Současný stav problematiky a metody řešení

Městské odvodnění je nezastupitelným oborem v celém systému vodního hospodářství a to nejen vodního hospodářství urbanizovaných povodí, z kterých vychází. Městské odvodnění má rozhodující význam jak pro osobní hygienu obyvatel, tak i pro obecnou ochranu v urbanizovaném území. Přispívá i ke komfortu bydlení a k ochraně nemovitostí před lokálními záplavami.

V pol. 19. století se městské odvodnění se stalo jednou z nejdůležitějších součástí občanské vybavenosti urbanizovaných území. V tomto období a v následujících desetiletích nebyly vazby mezi jednotlivými prvky vodního hospodářství považovány za významné a jednotlivé systémy byly v rámci městského odvodnění navrhovány odděleně, bez posouzení vzájemných vazeb. Dnes je

však jasné, že současný způsob městského odvodnění není možné z finančních důvodů celosvětově realizovat. Dosavadní způsob městského odvodnění navíc ohrožuje i stav vodních toků a vodních zdrojů. Vyrůstají pochybnosti o vhodnosti dosavadního způsobu městského odvodnění. Zásadně je požadován takový způsob městského odvodnění, který by zabezpečil nejen ochranu člověka před přírodou, ale i ochranu životního prostředí před člověkem.

Cílem dosavadní koncepce odvodnění bylo úplné napojení veškerých odpadních vod a jejich co nejrychlejší odvedení z městského povodí. Dalším významným rysem uplatnění klasické koncepce je uplatnění tzv. "emisní strategie" (end-of-pipe). Emisní strategií se rozumí stanovení určitých jednotných limitů pro vypouštění vod ze systému odvodnění bez ohledu na stav recipientu. Tyto limity jsou zpravidla definovány na základě předem stanovených, obecně závazných hledisek pro funkci městského odvodnění (např. hygienických nebo ekologických).

Tato strategie nejen usnadňuje definování požadavků na řešení systému odvodnění (včetně jeho jednotlivých částí) a následnou projektovou realizaci, ale zejména umožňuje jednoduchou kontrolu funkce jednotlivých součástí systému městského odvodnění. Právě proto nachází emisní strategie stále uplatnění při navrhování a posuzování systémů městského odvodnění. Největším nedostatkem tohoto přístupu je fakt, že opatření, budovaná se značným objemem investic a vyžadující značné provozní náklady, mohou být neefektivní nebo naopak málo efektivní, neboť nevycházejí ze znalosti konkrétních podmínek a konkrétních problémů té které lokality.

Podstata integrálního řešení městského odvodnění spočívá jednak v zahrnutí vzájemných vazeb jednotlivých součástí systému městského odvodnění včetně recipientu do řešení a jednak v zahrnutí a uvážení jednotlivých hledisek pro hodnocení optimální funkce městského odvodnění, definovaných na základě lokálních podmínek

Na základě definice cílového stavu, který má být v urbanizovaném území dosažen (hygiena sídliště, hydrologický, chemický a biologický stav recipientu apod.), jsou zpravidla vypracována alternativní řešení a návrhy systému městského odvodnění, která tyto podmínky zabezpečí. Při uplatnění této integrální strategie se tedy řešení opírá nikoliv o jednotné limitní hodnoty vybraných znečišťujících látek, případně o jednotlivá vybraná hlediska pro hodnocení funkce systému městského odvodnění, ale o **konkrétní požadavky řešeného povodí, definované na základě požadavků trvale udržitelného rozvoje v povodí z vodohospodářského hlediska**. Tyto požadavky se však mohou pro jednotlivé lokality velmi výrazně lišit a aplikace této strategie je tedy mnohem nákladnější a náročnější na zpracovatele. Situaci v povodí je třeba monitorovat, pro řešení je nezbytné použití moderních pracovních nástrojů a často je nutná interdisciplinární spolupráce odborníků. **Uplatnění takového přístupu však může přinést výrazně efektivnější řešení z hlediska ochrany vod.**

Při aplikaci metody integrovaného řešení městského odvodnění je zpracovatel konfrontován s velkým množstvím informací, a to jak z hlediska jejich charakteru, tak i rozsahu. Tyto informace je nutné získat, posoudit, a připravit jejich zahrnutí do vlastního řešení. Pořizování a zpracování dat je spojeno se značnými personálními a materiálovými náklady, a proto je třeba posuzovat nutnost jednotlivých informací a požadovaný stupeň jejich podrobnosti vzhledem k uplatnění ve vlastní práci.

**Rozsah prací, jakož i jeho mezioborový charakter téměř vylučuje možnost zpracování jednou osobou nebo skupinou pracovníků stejné odbornosti.** Proto i tato disertační práce vychází v některých kapitolách z výsledků zpracovaných nikoli přímo autorem této práce, ale členy týmu, který se podílel na zpracování celého výzkumného projektu.

V metodické části projektu byly zpracovány a vyhodnoceny informace, které pracovnímu týmu umožnily stanovit zejména:

- klíčové ukazatele stanovených cílů, jejich hodnoty a způsob jejich zjišťování,
- spektrum vhodných simulačních modelů a programů,
- spektrum vhodných měřících metod včetně potřebného vybavení

Stanovení cílových ukazatelů a jejich hodnot byl jedním z rozhodujících úkolů studie, na kterém závisí její další zpracování a její výsledky

Pro výpočetní úkoly v rámci zpracování byly použity stávající simulační modely a programy. Na základě stanovených cílových parametrů studie bylo třeba sestavit jejich spektrum, provést posouzení jednotlivých modelů/programů a navrhnout jejich výběr.

Obdobně jako u výpočetních metod bylo nutno na základě stanovených cílových parametrů vypracovat podklady pro měření a pozorování ve studijní oblasti. Kromě metodických pokynů bylo nezbytné stanovit i lokality měření, zvolit a zajistit potřebnou měřící techniku, jakož i její instalaci, provoz a údržbu.

Důležitou součástí řešení jako trvalé úlohy je kontrola účinnosti navržených řešení a z toho vyplývající důsledky a zpětné vazby. Postup při integrovaném řešení městského odvodnění vychází ze zásad systémového inženýrství a hlavními kroky tohoto postupu jsou: stanovení cílů městského odvodnění, popis stanovených cílů pomocí vhodných indikátorů, identifikace a interpretace stávajících problémů, volba opatření a stanovení priorit jejich realizace, realizace opatření a kontrola jejich účinku vzhledem ke stanoveným cílům a zpětné vazby k jednotlivým krokům. Aplikace této metodiky po jednotlivých úrovních od „stanovení cílů městského odvodnění“, až po „realizaci opatření a kontrola jejich účinku vzhledem ke stanoveným cílům“ je

obsahem této disertační práce. Práce vychází z definovaných okrajových (legislativních) podmínek na národní úrovni a postupně aplikuje tyto kroky směrem k detailu – realizaci technických opatření na lokální úrovni.

## **4. Řešení na národní úrovni**

Řešení na národní úrovni je nezbytnou podmínkou aplikace celé metodiky a je stejně jako řešení na dalších úrovních podrobností založeno na kombinaci měření a výpočtů. Přesto má s celým systémem specifické postavení a sice proto, že jeho výsledky zásadně ovlivňují, resp. v některých případech dokonce určují státní vodohospodářskou politiku. Z tohoto hlediska je nezbytnou součástí vodohospodářského řešení (v případě disertační práce řešení městského odvodnění s ohledem na vazby k celému systému vodohospodářského plánování) i ekonomická analýza jednotlivých variant a případné finanční konsekvence přijatých strategických cílů.

I s ohledem na použité metody se řešení na národní úrovni vyznačuje některými charakteristickými znaky. Jde především o:

- vysokou míru schematizace
- výpočty založené na aplikaci stacionárních simulačních prostředků
- využití výsledků a informací z dlouhodobého monitoringu státní sítě profilů
- kalibrace simulačních prostředků na předem definované ustálené podmínky

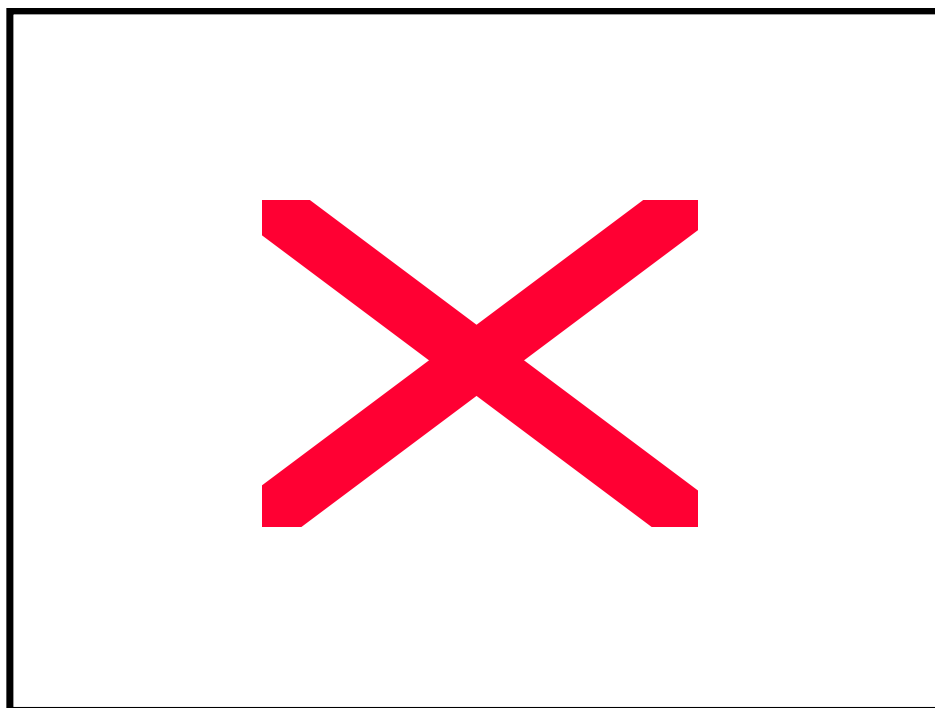
Základním nástrojem pro řešení vodohospodářské problematiky na národní úrovni je soubor přístupů a podpůrných programů sestavený do jednoho funkčního celku umožňujícího shromáždění relevantních informací a na základě těchto informací provedení potřebných analýz v čase a prostoru. Takovýto nástroj je obvykle označován jako nástroj na podporu rozhodování, neboli „Decision Support System“ (DSS). Význam DSS spočívá v technické podpoře rozhodovacího procesu na základě vyhodnocení variantních řešení, která vycházejí z požadavků legislativy, vodohospodářské politiky, sociálně-ekonomických ukazatelů apod. DSS se obvykle skládá z několika simulačních modelů z různých oblastí vodohospodářské, ale i ekonomické a finanční oblasti.

DSS se skládá z databáze (databází), modelů a dalších funkčních prvků integrovaných pod jednotným, uživatelsky snadným grafickým prostředím. Tento integrovaný systém umožňuje hodnotit technické alternativy pro jednotlivé scénáře vodohospodářské politiky na národní úrovni současně s jejich dopady na stav životního prostředí (kvalitu povrchových vod) a ekonomicko-

finančními důsledky. DSS usnadňuje přístup k relevantním informacím na národní úrovni a poskytuje možnosti pro analýzu a hodnocení alternativních řešení a možných variant tak, aby bylo možné nalézt optimální technicko-ekonomický scénář. Tyto možnosti DSS jsou umožněny aplikací a integrací následujících prvků: databáze, parametrických funkcí nákladů, matematických modelů pro simulaci kvality vody, optimalizačního modelu a ekonomického a finančního modelu.

Základní vstupní podmínkou pro aplikaci DSS je definice scénáře, který má být podroben analýze a vyhodnocen. Uživatel DSS musí přijmout řadu důležitých předpokladů a zadat jako vstupní parametry několik vodohospodářských, ale i ekonomicko-finančních kritérií, které jsou pro aplikaci DSS nezbytné a zároveň významně ovlivňují výsledky jednotlivých výpočtů.

Aplikací DSS, zejména databázové části a optimalizační procedury, je možné získat přehled o nezbytných investičních a provozních nákladech simulovaných scénářů. Systém údajů a dat uložených v databázi umožňuje prezentovat náklady nejen jako souhrnné údaje pro celou ČR, ale i po jednotlivých správních jednotkách (např. okresech viz obr.1).



Obr. 1 Příklad výsledků řešení na národní úrovni – rozložení investičních nákladů na realizaci definovaného scénáře podle jednotlivých okresů

Aby bylo možné hodnotit přínos aplikace jednotlivých investičních celků na národní úrovni, je nezbytné vyhodnotit navzájem veškeré informace o kvalitě v jednotlivých profilech a čase. Uživatel systému je schopen definovat parametr kvality vody a následně pomocí map, zobrazujících intervaly tohoto parametru vyhodnotit účinnost jednotlivých investičních kroků. Navíc je uživatel DSS schopen interpretovat výsledky výpočtů jako závislost kvality vody ve

vybraném profilu říční sítě na jednotlivých investičních krocích (realizaci investičních celků v rámci jednoho scénáře). To umožňuje přijmout dostatečně kvalifikovaná rozhodnutí o realizaci investic a jejich prioritách na národní úrovni nejen z hlediska velikosti nezbytných investic, ale i při zahrnutí hledisek ochrany povrchových vod.

Řešení na národní úrovni stanovuje okrajové podmínky pro další stupeň – regionální řešení a současně hodnotí dopady naplnění okrajových podmínek – ať jsou již vyvolány legislativním tlakem nebo přijatou koncepcí vodohospodářské politiky. Svým charakterem má tento krok spíše plánovací než analytický charakter. Přesto je jeho význam obrovský. Poskytuje totiž relevantní a na odborné úrovni odpovídající podklady pro kvalifikovaná a odpovědná rozhodnutí, které investice a v kterých lokalitách je nezbytné realizovat prioritně. Tento fakt umožňuje stanovit **REGIONÁLNÍ** priority, neboli soustředit technickou a ekonomickou podporu do těch oblastí, jejichž řešení je z hlediska dosažení cílů vodohospodářské politiky na národní úrovni **ROZHODUJÍCÍ**. Stanovením prioritních oblastí je tak možné posunout řešení problematiky městského odvodnění (snahu o dosažení stanovených cílů vodohospodářské politiky na národní úrovni) do další fáze – regionálního řešení.

## 5. Řešení na regionální úrovni

Regionální řešení je centrální částí vodohospodářského plánování. V této části byla problematika studována a dokumentována na příkladu celého regionu – povodí Litavky. Z metodického hlediska spočívá zpracování této části opět na kombinaci měření a pozorování současného stavu s výpočty, které umožňují studium navrhovaných opatření.

Regionální část je rozdělena do několika dalších etap. V přípravné části šlo především o časové a prostorové ohraničení studie a studijního území, popis stávajících vodohospodářských systémů ve vybrané oblasti, hrubou charakteristiku stávajících vodohospodářských a ekologických problémů, navázání kontaktů s místními odbornými, správními a politickými institucemi za účelem získání jejich podpory při zpracování tohoto projektu, stanovení způsobu získávání pracovních podkladů (dat) a jejich zpracování a vypracování zadání hlavní studie.

Při systematickém studiu současného stavu šlo především o posouzení tzv. "neudržitelnosti" vzhledem ke stanoveným obecným tezám trvale udržitelného rozvoje ve vodním hospodářství. Toto posouzení je možno provést na základě stanovení diferencí mezi stávajícími a cílovými hodnotami klíčových veličin trvale udržitelného rozvoje ve studijní oblasti. Posouzení "neudržitelnosti" je výchozí informací pro studium opatření za účelem zabezpečení stanovených cílů. Jednotlivé kroky tohoto studia jsou stanovení klíčových veličin posouzení a jejich hodnot, stanovení diferencí mezi stávajícími a požadovanými hodnotami klíčových veličin (měření,



výpočty a pozorování ve vybraných bodech studijní oblasti) a posouzení zjištěných rozdílů a jejich interpretace vzhledem ke stanoveným cílům.

Při výběru opatření a jejich posouzení z hlediska zabezpečení cílových hodnot klíčových veličin jde o definici scénářů regionálního řešení, stanovení spektra vhodných opatření a jejich lokální působnosti, posouzení vybraných opatření podle jejich účinnosti a nákladů vzhledem k vybraným klíčovým veličinám a doporučení v souvislosti s realizací navržených opatření (administrativní a eventuálně i legislativní, lokální technická opatření).

Integrální část je uzavřena interpretací výsledků jak z hlediska vybraného studijního území (= možnost realizace), tak i z obecného hlediska (= posouzení možnosti přenášení výsledků do jiné oblasti).

Cílem práce bylo na příkladu regionálního řešení v povodí Litavky dokumentovat metodiku stanovení klíčových veličin i jejich specifických parametrů a následně aplikovat zvolenou metodiku při posouzení významnosti městského odvodnění z pohledu vodního hospodářství v regionu na základě srovnání současného stavu hodnotami specifických parametrů pro jednotlivé klíčové veličiny.

Právě stanovení klíčových veličin se však projevilo jako jedna z nejobtížnějších částí celého řešení. Otevřená diskuse o prioritách v povodí a jejich případné specifikaci je ve správním a legislativním rámci vodního hospodářství v ČR velmi **obtížná** a **nepopulární**. Bez široké diskuse a následného konsensu mezi zainteresovanými institucemi a lokálními politiky není však možné na aplikaci presentované metodiky ani pomyslet. Bez jasného stanovení priorit (co je pro nás důležité) a konečného cíle (v jaké úrovni toho chceme dosáhnout) není ani účelné aplikovat naznačenou metodiku (jak toho dosáhnout co nejefektivněji). V rámci pilotní studie byly klíčové veličiny a jejich specifické parametry nakonec stanoveny v úzké skupině odborníků tak, aby nebylo ohroženo pokračování projektu, resp. disertační práce

Na základě simulací pomocí matematického modelu a výsledků monitoringu bylo možné porovnat stávající stav s hodnotami specifických parametrů, kterých by mělo být dosaženo. Řešení poukázalo na hlavní problémy v povodí a odhalilo jejich příčiny. Bylo možné identifikovat parametry, které negativně ovlivňují kvalitu posuzovaných klíčových veličin (nepříznivá je především situace s kumulativním znečištěním recipientu nutrienty). Současně je možné identifikovat lokality, které nejvyšší měrou zapříčiňují tento stav (nejvýraznější podíl na tomto stavu má Příbramský potok a hlavní pozornost dalšího, detailnějšího řešení je tedy potřeba zaměřit především do tohoto povodí).

Aplikace uvedené metodiky na regionální úrovni poskytuje cenné informace pro identifikaci lokalit, které ovlivňují významnou měrou celý vodohospodářský systém v regionu. V návaznosti na národní úroveň řešení umožňují tyto informace posoudit, do kterých **lokalit** v regionu je třeba soustředit ekonomickou a odbornou aktivitu a (navíc oproti řešení na národní úrovni), které klíčové parametry (a tedy v zásadě i technologické prvky), jsou pro region důležité. Řešení na regionální úrovni tedy identifikuje **lokální problémy v souvislosti s cíli regionálního řešení** a umožňuje tak realizovat potřebné investice v souladu s regionálními prioritami.

**Analýza vodního hospodářství na regionální úrovni představuje stěžejní krok při aplikaci integrální metody řešení vodohospodářských systémů.**

## 6. Řešení na lokální úrovni

K řešení lokálních problémů, které jsou definovány jako klíčové pro regionální řešení slouží především lokální technické a technologické projekty. Definice těchto lokálních problémů je výstupem regionálního (integrálního) řešení. Lokální řešení se opírá o stejné metodické přístupy jako celé regionální řešení a vychází z definice klíčových parametrů pro celý region. Na rozdíl od regionálního řešení však směřuje nejen k identifikaci příčin a jejich významnosti, ale až k návrhu technických opatření a posouzení jejich efektivity.

Na základě definice klíčových parametrů a následného regionálního posouzení vodního hospodářství v řešené oblasti bylo možné identifikovat lokalitu, která nejvýrazněji negativně ovlivňuje celý systém – Příbramský potok. Analýzou současného stavu této lokality z hlediska definovaných veličin a jejich srovnání s cílovým stavem, který má být dosažen, byl položen základ k dalšímu kroku aplikace celého metodického postupu - návrhu opatření.

Ve sledovaném území byly definován systém monitoringu dešťových srážek, průtoku a kvality vody ve stokové síti, ČOV a recipientu. Pro vyhodnocení vývoje systému byly využity údaje a informace shromažďované v několika posledních desetiletích, zejména údaje o recipientu archivované správcem toku. Pro ověření těchto údajů, jejich doplnění a za účelem získání kalibračních a verifikačních údajů byla v letech 1995 - 97 provozována monitorovací síť, která zahrnovala 10 permanentních monitorovacích stanic (3 dešťoměry, 5 míst na stokové síti resp. ČOV a 2 v recipientu) a desítky dalších, dočasných lokalit, ve kterých docházelo v průběhu měrných kampaní k monitoringu zejména kvalitativních údajů o odpadní vodě a vodě v recipientu. Shromážděné údaje jsou rozsáhlým souborem informací, které umožňují hodnocení stávajícího stavu městského odvodnění a kalibraci resp. verifikaci simulačních modelů, popisujících chování jednotlivých prvků systému.

V průběhu projektu byly sestaveny simulační modely jednotné i oddílné stokové sítě, čistírny odpadních vod a recipientu. Hydrodynamický model stokové sítě a recipientu byl spojen v jeden funkční celek, simulace provozu ČOV byla prováděna odděleně. Všechny modely byly kalibrovány a verifikovány s pomocí údajů získaných monitoringem celého systému.

Hydrodynamické chování celého systému bylo studováno na základě simulací pro jednotlivé dešťové srážky. Ovlivnění recipientu městským odvodněním bylo studováno a dokumentováno na základě výsledků dlouhodobé simulace v kombinaci s interpretací výsledků monitoringu (zejména pro chování ČOV). Do celého systému bylo zahrnuto i posouzení odvodnění obcí v povodí Litavky.

Výsledky hydrodynamického modelování byly použity jako podklady pro vyhodnocení vlivu městského odvodnění na kvalitu vody v recipientu. V celém systému čištění a odvádění odpadních vod byly z hlediska ovlivnění recipientu identifikovány „nejslabší“ články. Následný monitoring zaměřený na tyto prvky resp. jednotlivé objekty na stokové síti poskytl podklady pro návrh konkrétních opatření v povodí (infiltrace v povodí, změna koncepce odvádění a čištění odpadních vod), která byla v průběhu projektu navrhována a z části i realizována.

V rámci disertační práce je příklad tohoto závěrečného kroku celého řešení – návrh a následné vyhodnocení účinku opatření - dokumentován na zprovoznění a následném vyhodnocení funkce dešťových nádrží. Byl vytvořen integrální model systému odvodnění města Příbrami a založen lokální monitorovací systém. Na základě výpočtů zkalibrovaným simulačním modelem a výsledků monitoringu byl posouzen stav systému odvodnění a Příbramského potoka a identifikováno nejkritičtější místo systému – funkce ČOV Příbram za deště. Byl analyzován proces transportu znečištění za deště ve stokové síti a zejména v Příbramském potoce a navržena opatření na zlepšení neuspokojivého stavu recipientu. Byly uvedeny do funkce dešťové zdrže na ČOV Příbram a spolu s dalšími opatřeními v povodí byl celý systém znovu posouzen. Na základě výsledků posouzení je možné dokumentovat, že navržená opatření významně omezí negativní jevy, které byly postupnými kroky identifikovány jako stěžejní problém pro vodní hospodářství v regionu – znečištění Litavky nerozpuštěnými látkami a těžkými kovy.

Objem práce a prostředků, které byly použity pro integrální řešení na lokální úrovni se svým charakterem a podrobností popisu vymyká možnostem běžné praxe, zejména z ohledem na časové hledisko. Podrobnou analýzou je však možné dokumentovat, že metodický postup, navržený v počátcích projektu je možné využít ve svém důsledku až na úrovni návrhu konkrétních technických opatření, jinými slovy prokázat vazbu mezi čistě technickými opatřeními na lokální úrovni (zprovoznění dešťových nádrží) a dopadem na vodní hospodářství v celém regionu. Tato opatření by mohla být navržena i bez regionální analýzy a ostatních metodických kroků. V takovém případě ale mohou (i když ne vždy musí) mít „pouze“ lokální dopad. Jejich účinek

bude prostorově omezený a nepřesáhne hranice lokálního řešení problému. Pro optimalizaci vynaložených nákladů na opatření k ochraně vodních toků je to nesprávný postup. **K dosažení optimálního využití prostředků na technická opatření musí tato potřeba vycházet z regionálního posouzení.** Tento postup je však často v rozporu s lokálními zájmy a snahou lokální reprezentace prosadit individuální potřeby nad zájmy vodního hospodářství.

## 7. Závěry a diskuse

Cílem celého projektu bylo na příkladu vybrané oblasti **dokumentovat metodiku** řešení vodohospodářských systémů s ohledem na zásady trvale udržitelného využívání povrchových a podzemních vod (TUV) a to ve vazbě na cíle národní vodohospodářské politiky.

Metodika řešení byla v rámci projektu vypracována. Byly vybrány výpočetní pomůcky – simulační modely a výsledky výpočtů získané pomocí těchto modelů sloužily spolu s interpretací výsledků monitoringu k řešení vodohospodářské problematiky na národní, regionální a posléze na lokální úrovni. Výpočty a měření umožnily autorům definovat současný stav vodního hospodářství v regionu ve vazbě na stanovené klíčové parametry, definovat klíčové problémy a lokality jejich výskytu a navrhnout opatření k jejich nápravě. Stejně pracovní nástroje a postupy pak umožnily autorům posoudit účinek navržených opatření na lokální i regionální úrovni. Z uvedeného vyplývá, že **metodika, aplikovaná řešitelským kolektivem v pilotním povodí, je plně využitelná pro integrované řešení (plánování) vodního hospodářství na regionální úrovni.** Při aplikaci nástroje na podporu rozhodování je možné tuto metodiku zahrnout do systému **vodohospodářského plánování na národní úrovni.**

Díličí závěry a zkušenosti ze zpracování celého projektu je pak možné shrnout do následujících bodů:

- Hlavní metodická zásada řešení – kombinace měření a výpočtů pomocí moderních simulačních nástrojů – se prolínala všemi úrovněmi řešení. Díky důsledné aplikaci této metodické zásady bylo možné navazovat jednotlivé fáze projektu plynule a bylo možné zpracovat řadu variantních postupů vedoucích ke konečnému výsledku – návrhu konkrétních technických opatření.
- Řešení na národní úrovni umožňuje transformovat zásady vodohospodářské politiky a legislativní požadavky do návrhu scénářů jednotlivých „skupin“ technických řešení, stanovených globálně pro celou ČR. Aplikace ekonomického a finančního modelu umožňuje navíc v kombinaci s hodnocením změn kvality vody určit prioritní oblasti = regiony, kam je vhodné, resp. nezbytné koncentrovat ekonomickou a odbornou pomoc.

- Kritickou fází práce byla definice klíčových parametrů pro regionální úroveň. Přes snahu autora se nepodařilo rozvinout diskusi mezi a lokální odbornou a politickou reprezentací, která by ve svém důsledku měla vést k definici cílového stavu vodního hospodářství v regionu. Definici klíčových parametrů provedl pak musel provést úzký kolektiv zainteresovaných vědeckých pracovníků.
- Aplikovaná metodika umožňuje definovat problémy na lokální úrovni a vyhodnotit jejich významnost z hlediska regionálního řešení. Tento fakt umožňuje optimalizovat náklady na opatření vedoucí k zlepšení stavu a funkce vodohospodářského systému v regionu.
- Aplikovaná metodika definuje priority řešení na lokální úrovni z hlediska potřeb celého regionu neboli omezuje lokální zájmy a nadřazuje regionální priority nad lokálními. Tato skutečnost však může vést k obtížné akceptaci uvedeného postupu na lokální (místní, městské) úrovni.
- Pracovní nástroje a prostředky, které měl zpracovatel k dispozici, jsou dostatečné na úspěšné zpracování obdobných typů projektů. Úspěšnost aplikace uvedeného postupu v jiných regionech tak bude záviset zejména na dostupnosti a úplnosti datových podkladů v jednotlivých regionech
- Integrální a komplexní řešení obdobného typu vyžaduje velmi úzce spolupracující tým, který je schopen značné časové i odborné flexibility. Přes maximální snahu a vysokou koordinaci projektu byly hlavní a nejdůležitější části celého projektu zpracovány vždy v rámci jednoho pracoviště, resp. jednoho pracovního týmu.

Dokumentované postupy by se mohly stát součástí nového pojetí vodohospodářského plánování v ČR. Jak již bylo ale uvedeno, výsledky a závěry této práce jsou však pouze a jen podkladem (resp. jedním z příspěvků) který by měl sloužit pro definici tohoto nového pojetí. Celá disertační práce se zabývá „pouze“ metodikou odborného řešení problematiky. Neméně rozhodující roli v celém komplexu vodohospodářského plánování zaujímají institucionální a ekonomicko-finanční otázky. Teprve spojením datových informací z oblasti legislativně-institucionální, ekonomicko-finanční a technické a jejich skutečně integrálním vyhodnocením vzniká nástroj, na jehož základě lze budovat nový systém vodohospodářského plánování v ČR.

## **8. Vybrané publikace**

- Haloun R., Krejčík J., Poupová E., Pryl K., 1994.: „Modelling and Monitoring of the Impact of Urban Runoff on Receiving Waters in Small Catchments", Proc. of 7<sup>th</sup> Junior Scientist Workshop, Černice, Czech Republic.
- Krejčík J., 1994: „Simulation models as a tool for optimisation of the design and maintenance within integrated urban drainage", Int. Conf. New Requirements for Structures and Their Reliability, ISBN 80-01-01135-6, Prague, Czech Republic, pp.234-238.
- Krejčík J., Pryl K, Vacek P., Vaněček S., 1994: „Water Quality Problems in Integrated Urban Drainage Solved by Present Generation of Hydroinformatic Tools", Proc. of IUGM94, Goteborg, Sweden.
- Jůza B., Krejčík J., Poupová E., 1994: „Practical application of hydroinformatic tools for water quality simulation", in Hydroinformatics'94 (edited by Verwey, Minns, Babovic, Maksimovic). pp. 571-574, ISBN 905410 5151, Delft, Netherlands.
- Krejčík J., Kuba P., Pryl K., 1995: „The hydrodynamic and water quality modelling as a tool for optimization of the design and maintenance within integrated urban drainage" Proc. of 1<sup>st</sup> DHI Software User Conf., Horsholm, Denmark,.
- Koníček Z., Krejčík J.,Pryl K., Vlčková K., 1995: „Vortex flow separator as a part of integrated urban drainage system“, Proc. of NOVATECH 95, ISBN 2-9509337-0-X, pp.147 - 154,Lyon, France,
- Krejčík J., Koníček Z., Pryl K., Handová Z., 1995: „Optimization of the design of integrated Urban Drainage“, Proc. of Workshop 95, pp. 941 - 942. Prague, Czech Republic
- Krejčík J., 1996: “Sustainable development - are we able reach the goal?“, in Impact of Urban Runoff on Wastewater Treatment Plants and Receiving Waters (edited by M. Schuetze), FR/WW 001, pp. 91-96, Kilve, UK.
- Koníček Z., Krejčík J.,Pryl K., Handová Z., 1996: „Navrhování a provoz separátorů dešťových vod na jednotné stokové sítě“, Metodický pokyn, ČVTVHS, (in Czech)
- Dolejš M., Krejčík J.,Vršecký J., 1997: „Měření a monitoring na stokové síti a ČOV“, in Management of Urban Drainage - the Role of Hydroinformatics (edited by Zeman, Metelka, Zezulák), part IV, pp.1-16, Prague, Czech Republic (in Czech)
- Handová Z., Hrabák D., Krejčík J.,Stránský D., 1997: „Monitoring and simulation of rain water flow in an urbanised area as a part of an integrated urban drainage system, Proc. of Wastewater 97 (edited by J. Wanner) ISBN 80-86020-14-2, pp. 93-98, Jihlava, Czech Republic

- Krejčík J., Pliska Z., Pyl K., Suchánek M., 1997: „Optimization of sewer system performance of the town Brno by controlling the storm water flow“, Proc. of Wastewater 97 (edited by J. Wanner) ISBN 80-86020-14-2, pp. 99-102, Jihlava, Czech Republic
- Krejčík J., Koudelák P., Musilová Š., Stránský D., Suchánek M., 1998: “Monitoring and Modelling of Urban Drainage” Proc. of 3<sup>rd</sup> International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage NOVATECH’98, Vol.2, pp 117-121, ISBN 2-9509337-1-8, Lyon, France.
- Hrabák D., Pyl K., Krejčík J., Richardson J., 1998: “Calibration of Flowmeters using FLOW-3D Software”, Proc. of 3<sup>rd</sup> Int. Conf. on Innovate Technologies in Urban Storm Drainage NOVATECH, ISBN 2-9509337-1-8, Lyon, France.
- Krejčík J., Krejčí V., Musilová Š., Stránský D., 1998: “Rainfall Data Monitoring and Application for Urban Hydrology in the Czech Republic”. Water Science and Technology, Vol. 37, No. 11, pp. 91-96.
- Krejčík J., Koudelák P., Paul J., Stránský D., 1999: “Monitoring and Modelling of Integrated Urban Drainage”, Proc. of 3<sup>rd</sup> DHI Software User Conf., Helsingor, Denmark.
- Grevy P.D., Knudsen J., Krejčík J., Vanecek S, 1999: “Application of Decision Support system for development of accession strategies in the water sector in Czech Republic”, Proc. of 3<sup>rd</sup> DHI Software User Conf., Helsingor, Denmark
- Krejčík J., Vaněček S., Dolejš M., 1999: “Gandalf – Processing, Control and Presentation of Time Series Data”, Proc. of 3<sup>rd</sup> DHI Software User Conf., Helsingor, Denmark.
- Krejčík J., S. Vaněček S., 1999: “Application of Decision Support System for Development of Accession Strategies in the Water Sector in the Czech Republic” Proc. of Int. Conf. on Participatory Processes in Water Management, Budapest, Hungary
- Stránský D., Handová Z., Koudelák P., Krejčík J., 1999: “Sustainable Water and Wastewater Management – regional scale solution” ” Proc. of 8<sup>th</sup> International Conference on Urban Storm Drainage, Vol.1, pp 34-41, ISBN 0-85825-718-1, Sydney, Australia.
- Krejčík J., Koudelák P., Stránský D., 1999: “Monitoring and Modelling of Integrated Urban Drainage” ” Proc. of 8<sup>th</sup> International Conference on Urban Storm Drainage, Vol.1, pp 274 - 279, ISBN 0-85825-718-1, Sydney, Australia.
- Krejčík J., Musilová Š., Stránský D., 1999: “Rainfall data monitoring and application for urban hydrology in the Czech Republic ” Proc. of 8<sup>th</sup> International Conference on Urban Storm Drainage, Vol.1, pp 467-473, ISBN 0-85825-718-1, Sydney, Australia.