

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta Stavební

Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering

RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Směrnice EU o vodě ve vztahu k městskému odvodnění

Water Framework Directive and its relation to urban drainage

Summary

The present period is characterized by changes in our understanding of the environment and of effects of anthropogenic activities. The new attitude is reflected in water management legislation, such as the Water Framework Directive (2000/60/EC). The Directive defines a number of new terms. Ecological status (expression of the quality of the structure and functioning of aquatic ecosystem associated with surface water), ecological potential (expression of ecological quality of heavily modified water body) and heavily modified versus 'normal' water bodies are some of the most crucial. Although the Directive defines these terms, it does not define the threshold between these terms. The lack of a threshold between heavily modified and unmodified to moderately modified ('normal') water bodies is a serious deficiency, limiting the application of assessment methods. This is a significant problem especially in the case of small urban creeks, where the anthropogenic effect is more significant than the case of large rivers, which are the centre of interest of the Directive. The small rivers and streams are at the margin of the water manager's interests, even though in many countries they are the main elements affecting the river hydrological condition. The missing definition of the threshold raises the potential for inappropriate application of the Directive, leaving open possibilities for subjective assessment and divergence in opinions regarding stream and river restoration.

There is one basic question: How should the term heavily modified water bodies be understood? The Directive defines heavily modified water bodies as "a body of surface water which as a result of physical alterations by human activity is substantially changed in character." The definition does not define the meaning of physical alteration. Does it mean alteration of the water body morphology or alteration of the hydrology as well? Shall we call heavily modified water bodies only those water bodies which are channelised, or also those water bodies where morphology is changed not directly by humans, but as a result of secondary impacts, such as combined sewer overflows and stormwater discharges causing erosion of the stream channel and bank and changes to the morphology of the stream. Is this stream heavily modified or not?

Should rivers and streams having substantially changed hydrological conditions be termed 'heavily modified water bodies'? Changed hydrological conditions may comprise disturbance of the surface and ground water relation, or significant modification to the natural flow pattern as a result of human activities. Another question is how large the modification of water body needs to be, in order to call it heavily modified?

Identification of the threshold is necessary for effective decision making on river and stream rehabilitation or restoration, and on the assessment of ecological status or potential of water bodies. Finally it is important for identification of measures which shall improve the recent status.

Shrnutí

V současném období dochází k velkým změnám v chápání životního prostředí a dopadu antropogenních vlivů na jeho složky. Nový přístup se projevuje i v legislativě z oblasti vodního hospodářství, kde tento nový přístup odráží zejména Rámcová Směrnice o vodě č.2000/60/ES. Směrnice definuje řadu nových pojmů, mezi nejvýznamnější patří ekologický stav (vyjádření kvality a funkce vodního ekosystémů), ekologický potenciál (vyjádření stavu silně ovlivněného nebo umělého vodního útvaru) a silně ovlivněný nebo umělý vodní útvar. Směrnice vedle těchto pojmů pracuje i s vodními útvary, které lze označit jako „přirozené“. Přestože Směrnice definuje tyto termíny, nedefinuje hranici mezi těmito pojmy. Chybějící definice hranice mezi silně modifikovanými a přirozenými vodními útvary je zásadním nedostatkem Směrnice, který závažně ovlivňuje možnosti aplikace Směrnice a dosažení ekologických cílů Směrnicí vytčených. Tento nedostatek se projevuje jako signifikantní problém zejména v případě drobných urbanizovaných toků, kde se antropogenní vlivy projevují ve větší míře než u velkých toků, které jsou ve středu zájmu rámcové Směrnice. Drobné vodní toky jsou na pokraji zájmu vodohospodářů i přesto, že ve většině evropských států jsou hlavními elementy ovlivňujícími hydrologický stav velkých vodních toků. Chybějící definice hraničního stavu umožňuje nesprávnou aplikaci Směrnice a nechává otevřenou možnost pro subjektivní hodnocení stavu vodních toků, tak jako nechává možnost pro subjektivní rozhodnutí o nápravě stávajícího stavu vodního toku a jeho revitalizaci.

Tento nedostatek ve Směrnici přináší jednu zásadní otázku: Jak lze rozumět termínu silně ovlivněný vodní útvar? Směrnice definuje „silně ovlivněný vodní útvar jako útvar povrchové vody, který v důsledku fyzických změn způsobených lidskou činností má podstatně změněný charakter.“ Tato definice však nedefinuje význam fyzických změn. Znamená fyzická změna vodního tělesa, pouze změnu v jeho morfologii nebo i změny v jeho hydrologii? Mají být jako silně modifikované vodní útvary označovány pouze takové vodní toky, které jsou kanalizovány a jejich koryta jsou vybetonovaná, nebo i toky, jejichž morfologie není přímo pozměněna lidskou činností, ale je ovlivněna jako výsledek druhotného vlivu, jako např. přepady z odlehčovacích komor jednotné kanalizace nebo zaústění dešťové kanalizace, které způsobují erozi říčního koryta a následně vyvolávají změny v morfologii toku? Je takový tok silně modifikován nebo nikoliv? Mají být vodní toky, které mají v zásadním rozsahu pozměněny hydrologické podmínky, označeny jako silně modifikované vodní útvary? Další otázkou je, jak velkého rozsahu musí tyto změny být, aby byl vodní tok označen jako silně modifikovaný.

Jasná definice hranic mezi přirozeným a silně modifikovaným vodním útvarem je nezbytná nejen pro efektivní proces rozhodování o nápravě stavu vodních toků a o jejich případné revitalizaci, ale je nezbytná i pro hodnocení ekologického stavu nebo ekologického potenciálu vodního toku.

Klíčová slova: Směrnice EU o vodě, ekologický stav, ekologický potenciál, městské odvodnění, urbanizovaný tok

Key words: EC Water framework directive, ecological status, ecological potential, urban drainage, urban creek

České vysoké učení technické v Praze

Název: Směrnice EU a hodnocení městského odvodnění

Autor: RNDr. Dana Komínková, Ph.D.

Počet stran: 23

Náklad: 150 výtisků

© Dana Komínková, 2007

ISBN

OBSAH

1 ÚVOD	6
2 RÁMCOVÁ SMĚRNICE 2000/60/ES O VODĚ.....	7
2.1 DEFINICE KLÍČOVÝCH POJMŮ SMĚRNICE.....	7
2.2 ÚČEL A CÍLE SMĚRNICE.....	8
3 VLIV URBANIZACE NA VODNÍ TOKY - SYNDROM URBANIZOVANÝCH TOKŮ	10
3.1 FYZIKÁLNÍ DOPAD URBANIZACE.....	12
3.2 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ A CHEMICKÉ DOPADY URBANIZACE	13
3.3 BIOLOGICKÉ DOPADY URBANIZACE.....	14
4 APLIKACE SMĚRNICE NA SYNDROM URBANIZOVANÝCH TOKŮ	14
5 PROBLÉMY VYPLÝVAJÍCÍ ZE SMĚRNICE V OBLASTI HODNOCENÍ STAVU URBANIZOVANÝCH TOKŮ	19
SEZNAM LITERATURY	21
RNDr. DANA KOMÍNKOVÁ, Ph.D.....	23

1 Úvod

Ovlivňování vodních toků antropogenní (lidskou) činností narůstá v posledních desetiletích závratnou rychlostí a toky tak ztrácejí svůj přirozený charakter a funkci. Trend pozměňování přírodních systémů je zejména patrný v urbanizovaných oblastech, kde exponenciálně narůstá tlak kladený na přírodní ekosystémy s rostoucí lidskou populací. Člověk se postupně stává městským druhem. Zatímco na počátku 20. století žilo ve městech pouze 10% celkového obyvatelstva planety, v roce 2006 se odhaduje toto množství na 50% a toto číslo bude i nadále narůstat (Cohen, 2003). V rozvinutých zemích množství obyvatel žijících ve městech již překročilo 50%, v Austrálii žije ve městech téměř 90% celkové populace (Meyer a kol, 2005) .

S rozvojem měst také úzce souvisí rozvoj městského odvodnění. V současné době je systém městského odvodnění chápán jako integrovaný systém skládající se nejen z kanalizace a čistíren odpadních vod, ale i recipientu odpadních vod. Význam recipientu v tomto integrovaném systému narůstá s přibývajícím vědomostmi o komplexnosti systému.

Mezi nejvýznamnější dopady urbanizace patří změny hydrologického cyklu a srážko-odtokových poměrů promítající se do změn hydromorfologických podmínek toku. Dalším významným dopadem urbanizace jsou změny v chemickém a fyzikálně - chemickém stavu vodního prostředí zahrnující degradaci kvality vody a sedimentů z hlediska jejich vlivu na složení a přežití vodních organismů. Důsledkem změn v původním prostředí jsou pak změny v biologické složce, zahrnující změny ve složení fytoplanktonu, makrofyt a fyto Bentosu, bentického společenstva, rybí obsádky a vodní vegetace. Ekologický stav toku pak odráží důsledky urbanizace ve všech třech uvedených oblastech.

S narůstajícím tlakem na životní prostředí však rostou i požadavky na zlepšení kvality prostředí a následně dochází k posunu v legislativě, ve které se začíná odrážet koncepce trvale udržitelného rozvoje. Jedním z nejvýznamnějších evropských právních nástrojů, zahrnujících jak koncepci trvale udržitelného rozvoje, tak i komplexní přístup k přírodě (konkrétně k vodnímu prostředí a s ním spojeným ekosystémům), je Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a rady z 23.října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Po vstoupení České republiky do Evropské Unie se evropská legislativa stala zavazující pro národní legislativu a nový ekologický přístup zakotvený v Rámcové směrnici a ve směrnících souvisejících se promítá i do české legislativy.

2 Rámcová Směrnice 2000/60/ES o vodě

Rámcová Směrnice pro vodní politiku Společenství byla formulována na základě návrhu Směrnice o ekologické kvalitě vody. Směrnice vychází ze zásad trvale udržitelného rozvoje, navazuje na směrnici o integrované prevenci a omezení znečištění, vytváří rámec pro komplexní přístup k ochraně vod (povrchových a podzemních, vnitrozemských a mořských) a s ní spojených ekosystémů (mokřady), a to jak z hlediska kvality, tak i kvantity.

Směrnice přináší několik nových přístupů k problematice vodních zdrojů. Jednak uplatňuje emisní a imisní přístup ke kontrole znečištění, tzn. že je nutný monitoring chemických ukazatelů kvality vody nejen u zdroje znečištění, ale i v toku, tak aby nedošlo k překročení standardů environmentální kvality zabezpečujících podmínky pro zdravý vývoj vodních organismů a celých ekosystémů. Dále Směrnice zavádí správu vodních zdrojů podle hydrologických povodí, v kterých nejen že jsou vodní zdroje spravovány, ale jsou na této bázi, také monitorovány. Směrnice zakotvuje systém monitoringu, který má nejen zajistit pravidelné hodnocení kvality vodních zdrojů, ale má také přispět k jasné identifikaci antropogenních vlivů, které se podílejí na změně kvality vodních zdrojů. Monitoring a následné hodnocení stavu toků zahrnuje zcela nový přístup, který je založen na ekologickém přístupu a zohledňuje vedle stavu abiotického prostředí i stav biotických složek.

2.1 Definice klíčových pojmů Směrnice

Rámcová Směrnice o vodě definuje řadu nových termínů, mezi nejvýznamnější patří termíny charakterizující stav povrchových vod (řeky, jezera) v ekologické oblasti:

- Stav povrchové vody
- Ekologický stav
 - Dobrý ekologický stav
- Dobrý chemický stav
- Silně ovlivněný vodní útvar
- Maximální ekologický potenciál
- Dobrý ekologický potenciál
- Standard environmentální kvality

„*Stav povrchové vody* je obecným vyjádřením stavu útvaru povrchové vody, určený horším z jeho ekologického nebo chemického stavu.“

„*Ekologický stav* je vyjádřením kvality struktury a funkce vodních ekosystémů spojených s povrchovými vodami.“

„*Dobrý ekologický stav* je stav útvaru povrchové vody, pro který hodnoty biologických kvalitativních složek daného typu útvaru povrchové vody vykazují mírnou úroveň narušení vzniklého lidskou činností, avšak odlišují se pouze málo

od těch, které se obvykle vyskytují u tohoto typu vodních útvarů v nenarušených podmínkách.“

„*Dobrý chemický stav* je chemický stav nezbytný ke splnění environmentálních cílů pro povrchové vody, tj. takový chemický stav útvaru povrchové vody, ve kterém koncentrace znečišťujících látek nepřesahují standardy environmentální kvality.“

„*Silně ovlivněný vodní útvar* je útvar povrchové vody, který v důsledku fyzických změn způsobených lidskou činností má podstatně změněný charakter.“

„*Maximální ekologický potenciál* je stav silně ovlivněného nebo umělého vodního útvaru, kde hodnoty příslušných složek biologické kvality odpovídají v co největší míře hodnotám přiřazeným nejbližšímu typu útvarů povrchové vody při daných fyzikálních podmínkách, které vyplývají z umělých nebo silně ovlivněných charakteristik vodního útvaru. Hydromorfologické podmínky odpovídají těm, při kterých je ovlivnění útvaru povrchové vody výhradně výsledkem pouze umělých nebo silně ovlivněných charakteristik vodního útvaru, poté co byla přijata veškerá nápravná opatření k tomu, aby se zajistilo co nejtěsnější přiblížení k ekologické spojitosti vodních útvarů, zejména s ohledem na migraci fauny a vhodná místa pro rozmnožování a tření.“

„*Dobrý ekologický potenciál* je stav silně ovlivněného nebo umělého vodního útvaru, kde existují slabé změny hodnot příslušných složek biologické kvality v porovnání s hodnotami odpovídajícími maximálnímu ekologickému potenciálu.“

„*Standard environmentální kvality* je koncentrace určité znečišťující látky nebo skupiny látek ve vodě, sedimentu nebo živých organismech, která nemá být překročena z důvodů ochrany lidského zdraví a životního prostředí.“

2.2 Účel a cíle Směrnice

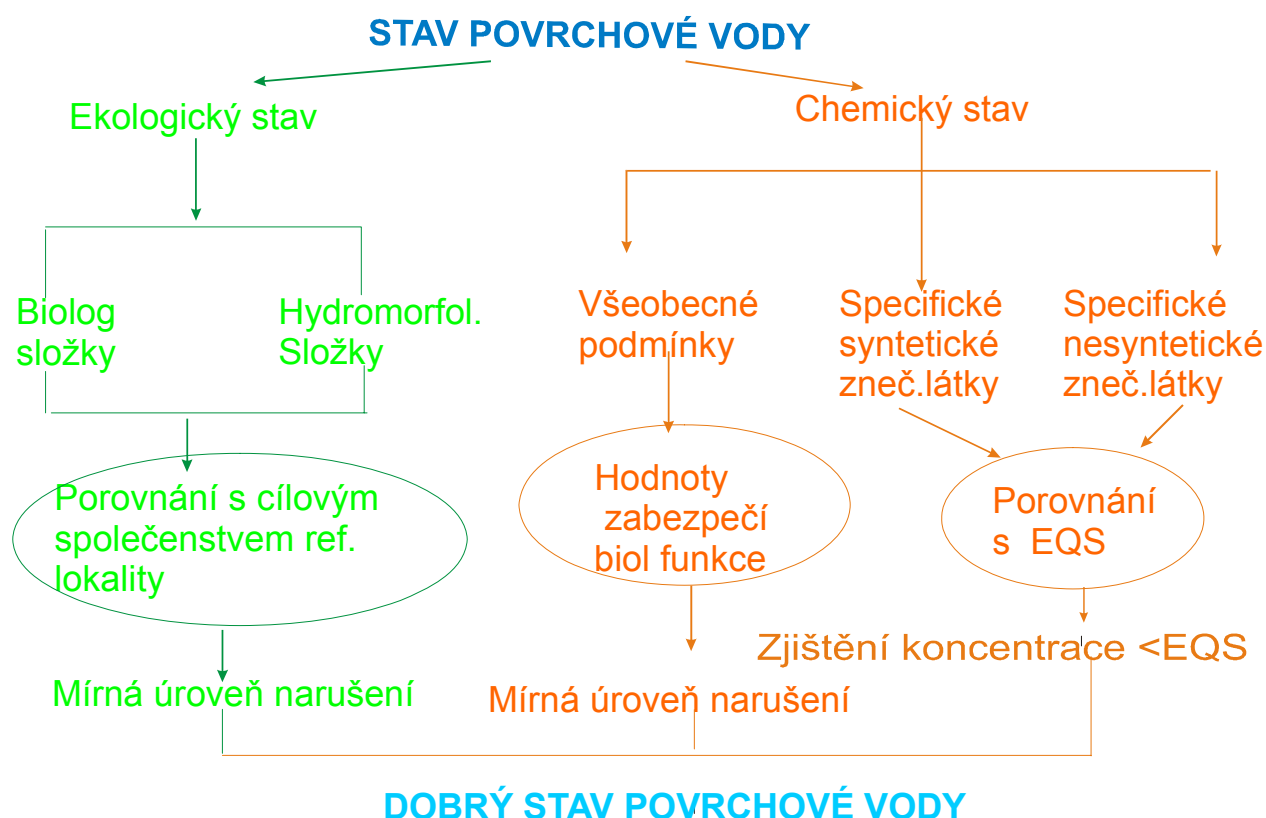
Rámcová Směrnice o vodě stejně jako další sektorové Směrnice (vzduch, odpady) realizuje princip *komplexního nadsložkového pojetí ochrany životního prostředí* prostřednictvím stanovení ekologických cílů, zahrnutím souvisejících ekosystémů, důslednou demokratizací plánování a řízení oblasti a využívání ekonomických nástrojů

Hlavním cílem Směrnice je *zvýšená a komplexní ochrana kvality i kvantity vod*, prevence zhoršování a *dosažení alespoň dobrého stavu* (chemického i ekologického) *vod* a s nimi spojených ekosystémů jako základ pro trvale udržitelné užívání vod (vodní zdroje, rekreace, ekosystémy) a zmírňování následků povodní a sucha. Pro dosažení *environmentálních cílů Směrnice* je stanoveno období 15 let s možností prodloužení na 21, příp. 27 let.

Prostředkem dosažení těchto cílů je *správa povrchových i podzemních vod v rámci hydrologických povodí a hydrogeologických regionů* a stanovení *emisních a imisních limitů* a kvalitativních cílů. Důraz je rovněž kladen na minimalizaci vnosu živin a nebezpečných látek do vodního prostředí.

Směrnice požaduje, aby členské státy sledovaly vývoj stavu vod na systematickém a srovnatelném základě v rámci celého společenství. Tyto informace jsou nezbytně nutné k poskytnutí spolehlivého základu členským státům k vytvoření *programů opatření* směřujících k dosažení cílů stanovených Směrnicí.

Dalším z požadavků Směrnice je *vyhodnocení environmentálních důsledků lidské činnosti* na stav povrchových a podzemních vod, které vyžaduje vytvoření metodiky hodnocení nejen dopadu antropogenní činnosti, ale v první řadě *hodnocení stavu povrchových a podzemních vod*. Proces hodnocení stavu vodních těles je značně odborně, časově a finančně náročný. Požadavky, které klade Směrnice na hodnocení stavu toků, ukazují na nezbytnost vytvoření komplexní metodiky hodnocení stavu toku, ale i na vytvoření komplexní sítě monitorovacích míst a jasného monitorovacího systému. Komplexní přístup Směrnice k hodnocení toku je znázorněn na Obr. 1.



Obr. 1: Hodnocení stavu povrchových vod dle Směrnice (hodnocení ekologického stavu představuje nový přístup zakotvený ve Směrnici) (upraveno dle Komínková a Pollert, 2004) (EQS –environmentální standard kvality)

Vedle nutnosti zhodnotit stav těles povrchových vod a identifikovat referenční podmínky se Směrnice zaměřuje na identifikaci antropogenních vlivů ovlivňujících povrchové vody, tzn. bodových a difúzních zdrojů znečištění, odběrů vody, regulací odtoku, morfologických úprav a dalších vlivů lidské

činnosti na povrchové vody, v neposlední řadě i odhady způsobu užívání území, včetně určení hlavních urbanizovaných, průmyslových a zemědělských oblastí a v relevantních případech i rybářských a lesnických oblastí.

Problematika identifikace antropogenních vlivů je velmi aktuální u *silně ovlivněných a umělých vodních útvarů*, u kterých Směrnice nedefinuje stav vodního útvarů, ale jeho *ekologický potenciál*, který může dosahovat několika úrovní, od maximálního přes dobrý, střední, poškozený, až po zničený.

V ekonomické oblasti Směrnice požaduje zpracování ekonomických analýz a zavedení cenové politiky směřující k dosažení cen za užívání vod a vodohospodářské služby odpovídajících nákladovým cenám, a to včetně nákladů na zlepšení a údržbu vodních ekosystémů, při zohlednění klimatických a sociálních specifík území.

3 Vliv urbanizace na vodní toky - syndrom urbanizovaných toků

Ovlivňování vodních toků antropogenní činností narůstá v posledních desetiletích závratnou rychlostí a toky ztrácejí svůj přirozený charakter a funkci. Tento trend pozměňování přírodních systémů je zejména patrný v urbanizovaných oblastech, kde exponenciálně narůstá tlak kladený na přírodní ekosystémy rostoucí lidskou populací.

Pojem *syndrom urbanizovaných toků* (urban stream syndrome) (Walsh a kol, 2005) se v odborné literatuře začal objevovat v posledních několika letech a popisuje degradaci vodních toků protékajících urbanizovanými oblastmi. Mezi symptomy syndromu urbanizovaných toků patří změny hydrologických podmínek v toku (častý výskyt umělých povodní), změny morfologie koryta, zvýšené množství živin, přítomnost chemických znečišťujících látek, snížení biologické diverzity vodního společenstva a vyšší zastoupení druhů tolerantních. Mechanismy, které ovlivňují syndrom městských toků, jsou velmi komplexní a proměnlivé, ale i přesto u řady z nich je možné sledovat stejný trend všude na Zemi. V některých oblastech se pak projevují i další příznaky, jako je snížení minimálního průtoku, zvýšení koncentrace suspendovaných látek atd. Velikost jednotlivých vlivů se nemění jen v závislosti na stupni urbanizace, ale podílí se na nich i celá řada dalších faktorů (klimatické podmínky, geologické podmínky, atd.) (Komínková a kol, v tisku (b)). V současné době není ještě možné zobecnit vliv urbanizace na funkci vodních ekosystémů, ale mezi první již popsane důsledky patří snížení příjmu živin u vodních organismů a následné snížení samočisticí schopnosti vodního toku. Identifikace faktorů, které způsobují rozdíly mezi jednotlivými městy, může přispět ke tvorbě strategií vedoucích ke snížení negativního dopadu urbanizace na vodní toky.

Tab. 1: Důsledky běžně spojované se syndromem městských toků (upraveno dle Walsh a kol, (2005) (u důsledků označených * nebyla jasně prokázána závislost na stupni urbanizace)

Ukazatel	Symptom
Hydrologie	zvýšení frekvence výskytu povodní zvýšení frekvence výskytu erozivních průtoků zvýšení maximálních průtoků vyšší a rychlejší špičky průtoků zvětšení rozdílu v hydrografu změny základních a denních průtoků *
Chemie vody a sedimentu	vyšší obsah živin vyšší obsah toxických látek zvýšení teploty zvýšení obsahu suspendovaných látek * pokles retence organické hmoty
Morfologie koryta	nárůst šířky koryta nárůst hloubky tůní pokles stability koryta snížení kontinuity toku změny sedimentačních procesů * opevnění toku (meliorace)
Ryby	úbytek citlivých druhů zvýšení počtu tolerantních druhů* změna abundance* pokles rybí biomasy*
Zoobentos	nárůst počtu tolerantních druhů pokles počtu citlivých druhů úbytek dravců*
Řasy	vyšší množství eutrofních rozsivek nižší množství oligotrofních rozsivek změna biomasy* výskyt toxických řas
Funkce ekosystému	změny v příjmu živin a jejich retenci* změny poměru mezi produkcí a respirací*

Urbanizace jako finální fáze transformace využití půdy představuje nejhlubší zásah do původních přirozených vazeb mezi půdním a vodním ekosystémem. V tomto smyslu je nejvýznamnějším dopadem procesu urbanizace změna hydrologického cyklu a srážko-odtokových vztahů, promítající se do změn hydromorfologických podmínek toku (Pollert a kol, 2004). Dalším významným dopadem urbanizace jsou změny v chemickém a fyzikálně - chemickém stavu vodního prostředí zahrnující degradaci kvality

vody a sedimentů (Duncan, 1997) z hlediska jejich vlivu na složení a přežití vodních organismů. Důsledkem modifikace přírodního prostředí jsou pak transformace v biologické složce zahrnující změny ve složení fytoplanktonu, makrofyt a fytoentosu, bentického společenstva, rybí obsádky a vodní vegetace. Ekologický stav toku pak odráží důsledky urbanizace ve všech třech uvedených oblastech (Pollert a kol, 2004). Tab. 1 shrnuje v odborné literatuře nejčastěji popisované symptomy spojené s urbanizací.

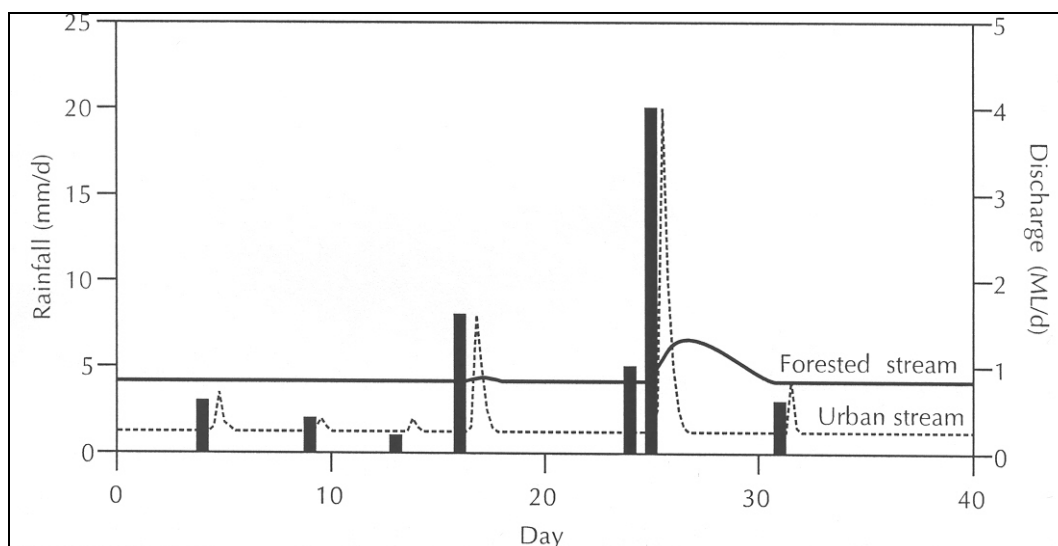
3.1 Fyzikální dopad urbanizace

Jedním z výrazných projevů urbanizace, který zásadním způsobem ovlivňuje vodní toky, je *vzrůstající množství nepropustných ploch* a úbytek přirozeného vegetačního krytu. Tyto projevy s sebou přinášejí významné změny v hydrologickém chování povodí a následně i v chování toku. Vlivem zvýšené nepropustnosti povodí se posouvá rovnováha mezi podzemní a povrchovou složkou ve prospěch povrchové složky, dotované transformovaným povrchovým odtokem. Objem vody, rychle odváděný do recipientu během dešťové události, je podstatně vyšší a průtok v toku se strmě zvyšuje až na nepřirozené maximum. Během suchého období rychle odvedené vody naopak chybí v bilanci podzemních vod a nízké průtoky jsou nižší než přirozené. Zvětšující se objem i četnost vysokých průtoků zvyšuje jak nároky na protipovodňovou ochranu, tak negativně ovlivňuje i ekologickou integritu toku včetně jeho inundační oblasti, která je významnou hydrologickou složkou, ovlivňující průběh povodně svou retenční kapacitou. Důsledkem většího rozsahu nepropustných ploch v urbanizovaném povodí je zvýšení součinitele povrchového odtoku a změny drsnosti ploch povodí i drsnosti vodního toku (Sobota, 1997). Vlivem výstavby dešťové kanalizace se mění i plocha povodí a délka odvodňujícího toku. Tyto změny se pak projeví jak přímo, zvětšením objemu odtoku v případě zvýšení odtokového součinitele, tak nepřímo, zkrácením kritické doby deště a následným zvýšením intenzity návrhového deště. Urbanizace se tak zásadní měrou podílí i na *zvýšení četnosti maximálních N-letých průtoků*. Zatímco u neovlivněných toků voda vystupuje z koryta v intervalu 1,2 – 2,4 roky, u toků ovlivněných urbanizací může tento jev nastat i několikrát do roka (Pollert a kol, 2004). Zvýšení četnosti průtokových maxim se pak odráží na změnách morfologie toku zvýšenou erozí. Hranice záplavové oblasti pak nemusí odpovídat povodni s příslušnou, historicky odvozenou, periodicitou.

Kontinuita toku je výrazně ovlivněna budováním umělých stupňů k zajištění stability dna koryta při zkracování délky toku. Tak dochází k narušení propojení vodních ekosystémů v jednotlivých úsecích toku pro pohyb vodních organismů. Překážkou volného pohybu vodních organismů mohou být také nádrže budované jako rekreační a ochranná opatření pro transformaci povodňové vlny v souvislosti s dešťovou kanalizací.

Díky nepřirozeně vysokým povrchovým odtokům je v urbanizovaných tocích narušena přirozená rovnováha mezi morfologickými charakteristikami,

hydrologickými poměry a geologickým složením a tok reaguje na nový průtokový režim rozšířením průřezové plochy koryta, což má negativní důsledky pro biotu zejména v období bezdeštných průtoků, kdy se tok stává mělčí. Zvýšením průtokových maxim se koryto toku stává méně stabilní a více ohrožené erozí, což vyvolává změny v morfologii koryta a ztrátu břehového prostředí a následně snižuje kvalitu vody zvýšeným obsahem nerozpuštěných látek v toku a zanášením koryta sedimentem. Morfologické změny toku brání přirozené sukcesi flóry a fauny a ničí útočiště biocenózy.



Obr. 2: Změny průtoků v důsledku srážek na příkladu lesního a urbanizovaného toku (Walsh a kol, 2004)

3.2 Fyzikálně-chemické a chemické dopady urbanizace

Kvalita vodního prostředí v recipientu (voda, sediment) je v urbanizovaném území ovlivňována odpadními vodami z městského odvodnění i dešťovými vodami z povrchového odtoku (Komínková a kol. 2005). Za bezdeštných průtoků jde především o odpadní vody vypouštěné z čistíren odpadních vod, event. jiných permanentních zdrojů. Dopad na recipient je dán účinností čištění a stupněm nařazení. V deštivém období jsou fyzikálně chemické a chemické změny povrchových toků vyvolány nejen kvalitou vod vypouštěných z čistírny odpadních vod, ale jsou způsobeny zejména povrchovým odtokem, výtoky z dešťové kanalizace a přepady odlehčovacích komor jednotné kanalizace. Dešťová voda a povrchový odtok obsahuje nerozpuštěné látky, organické mikropolutanty, těžké kovy a polyaromatické uhlovodíky, které se za bezdeštného období akumulují na urbanizovaných plochách a během deště jsou smývány. Z odlehčovacích komor přepadá do recipientu směs domácích splaškových a průmyslových odpadních vod, povrchového odtoku z urbanizovaných ploch a nánosů vytvořených ve stokách během suchého období. V zimním období může povrchový odtok obsahovat

také velké množství soli nebo nerozpuštěných látek. Během dešťů a povodní může docházet ke změnám základních parametrů chemické kvality vody a následně k negativnímu akutnímu ovlivnění vodní bioty (Pollert a kol, 2004).

Množství znečištění závisí na charakteru a časové posloupnosti dešťů. Sobota (1997) uvádí, že až 90% CHSK znečištění je u dešťů vyšší intenzity přiváděno na počátku deště (15-20% doby trvání deště) – první splach. U dešťů nízké intenzity bylo zjištěno zpoždění nárůstu koncentrace a znečištění řádově nižší, než u deště vysoké intenzity, je přiváděno po celou dobu trvání zvýšených průtoků v kanalizaci.

3.3 Biologické dopady urbanizace

Vlivy urbanizace na biologii vodních toků se dají rozdělit do několika skupin. Jedná se o odplavení organismů nebo substrátu v důsledku zaústění kanalizace do toku a nárazovému zvýšení průtoků. Vedle hydraulického vlivu zaústění kanalizace je výrazný i toxikologický účinek chemických látek přinášných s odpadní vodou, přepadající z kanalizace do toku. Další skupinou jsou vlivy způsobující změnu dostupnosti fyzických habitatů, které jsou důsledkem zpevňování koryt toků. Všechny tyto vlivy ovlivňují všechny složky vodní bioty od fytoplanktonu, makrofyt a fytoENTOSU, přes faunu benthických bezobratlých až po faunu ryb. Výrazně ovlivňují schopnost vodní bioty se obnovit a ve svém důsledku způsobují pokles diversity společenstva a dominanci tolerantních druhů nad druhy citlivými.

4 Aplikace Směrnice na syndrom urbanizovaných toků

Hlavním cílem této kapitoly je popsat a demonstrovat nedostatky v Rámcové směrnici a poukázat na možné přístupy k jejímu porozumění. V závislosti na zvoleném přístupu k pochopení Směrnice závisí rozsah nápravných opatření a revitalizace toku, které budou pro tok zvoleny, tak aby bylo dosaženo environmentálních cílů.

Řada odborných článků (Booth, 2005; Hart a kol, 1999; Walsh a kol, 2005) zabývajících se problematikou vlivu městského odvodnění na vodní toky se shoduje na pořadí vlivů, které působí na vodní biotu. Největším nebezpečím je hydraulický stres (odplavení substrátu dna, odplavení vodních organismů). Přesahování maximálních ekologických průtoků pro vodní společenstvo v období dešťů a nedosažení minimálních ekologických průtoků v období sucha a změny v četnosti výskytu určitých vodních stavů jsou faktorem, který nejčastěji způsobuje zhoršení kvality vodního společenstva. Hydraulický stres je následován změnami v morfologii toku a nedostatkem vhodných habitatů. Změny v morfologii toku mohou být primárním stresem v tocích, u kterých byly provedeny tvrdé úpravy koryta a tok se proměnil ve vybetonované a napříměné

koryto. V současné době, kdy výrazně pokročilo čištění odpadních vod, stokování a počet havarijních úniků odpadních vod výrazně poklesl, se snižuje význam chemického stresu a kontaminace vodního prostředí klesá.

Pro demonstraci nedostatků Směrnice je použit praktický příklad. Jako ilustrační tok je zvolen Zátišský potok, který se nachází v Praze –Hodkovičkách. Zátišský potok je ovlivněn sedmi zaústěními dešťové kanalizace a říční kontinuum je přerušeno třemi nádržemi. Zátišský potok je příkladem nevhodné revitalizace, která byla provedena v 70. letech (Obr. 3 a Obr. 4). Nápravná opatření byla zaměřena na stabilizaci dna a břehů, nikoliv na odstranění příčin zvýšené eroze. V současné době se tok vyznačuje vysokým stupněm eroze, která brání rozvoji vodní bioty.



Obr. 3: Stav Zátišského potoka (a-zvýšená eroze koryta, b-umělé koryto, c- zbytky revitalizačních opatření ze 70.let 20.století)

Výsledky monitoringu a hodnocení stavu toku ukázaly, že tok *nedosahuje dobrého chemického stavu*. Nejvíce ovlivněnými parametry základních fyzikálně chemických ukazatelů kvality vody jsou N-NO_3 , N-NO_2 a N-NH_4 . Vzhledem ke skutečnosti, že některé ukazatele základní fyzikálně chemické kvality vody nevyhovují standardům environmentální kvality dle Nařízení vlády 61/2003Sb., lze konstatovat, že tok nedosáhl dobrého chemického stavu (Komínková a kol, v tisku (a)).

Sledovaný tok patří do kategorie drobných vodních toků, v kterých neexistuje trvalá rybí obsádka. Z těchto důvodů byl biologický stav toku hodnocen na základě stavu bentického společenstva. Vyhodnocení biologického stavu toku s použitím predikčního modelu PERLA ukázalo, že společenstvo je *velmi vzdáleno od společenstva referenčního* (Komínková a kol, v tisku(a)).

Hodnocení morfologického stavu toku ukázalo, že pouze 5% toku patří do 1. třídy, tzn. tok zde má přirozený charakter. Zbývající části toku spadaly do 2. až 5. třídy kvality dle morfologie (15% 2.třída, 40% 3.třída, 30% 4.třída a 10%

5.třída) (Komínková a kol, v tisku (a)). *Říční kontinuum toku je narušeno* soustavou retenčních nádrží. Z výsledků morfologického hodnocení vyplývá, že *morfologie toku je pozměněna*. Tyto výsledky nastolují otázku, zda změny, které jsou v morfologii toku provedeny, jsou dostatečné k tomu, aby vodní tok byl zařazen do kategorie silně ovlivněných vodních útvarů, a nebo ještě spadá do kategorie „přirozených“ vodních toků. Rámcová Směrnice o vodě neposkytuje žádný návod o velikosti a úrovni fyzických změn v morfologii toku, které řadí tok již do kategorie silně ovlivněných vodních toků.



Obr. 4: Zátíšský potok (a-zvýšená eroze koryta a zničené opevnění břehů, b- přirozená část toku)

Identifikované optimální ekologické průtoky (průtoky, které podporují, co největší biologickou diversitu v toku) a jejich porovnání s průtoky v toku ukázalo, že během dešťových událostí dochází k *překročení maximálních přijatelných průtoků* a během suchého období dochází k *nedosažení minimálních ekologických průtoků* (Caletková, 2003). Pro urbanizované toky je charakteristické, že četnost výskytu nevyhovujících průtoků je výrazně vyšší než je tomu u přirozených vodních toků (Komínková a kol, 2005). Změny v hydrologických podmínkách toků jsou důsledkem zvýšeného množství nepropustných ploch v povodí, které způsobují změny v hydrologii celého povodí. Změny hydrologických podmínek v toku přinášejí další otázku: Jsou změny hydrologických podmínek toku Směrnicí chápány jako fyzické změny charakteru toku?

Vyhodnocení průtokových podmínek v toku versus optimální ekologické průtoky ukázalo, že hlavním degradujícím vlivem je hydraulický stres, který je následován změnou morfologie a nedostatkem vhodných habitatů. Chemické stresory mohou nabývat na významu zejména během havarijních situací nebo dešťových událostí, ale obecně je lze chápat jako méně významné než hydraulický stres a pozměněná morfologie. Ve vodních ekosystémech často dochází ke kombinaci všech uvedených vlivů a k jejich synergickému účinku na vodní biotu. Vodní organismy v urbanizovaných tocích se díky všem těmto vlivům často potýkají s nedostatkem času pro obnovu společenstva a rekolonizaci poškozených habitatů. Společenstvo se tak stává méně odolné vůči

antropogenním vlivům, je náchylnější k narušení jehož následkem jsou porušeny základní funkce vodního ekosystému.

Konečné hodnocení toků je závislé na tom, zda je tok identifikován jako silně ovlivněný nebo „přirozený“. Zátiský potok je typickým příkladem úrovně morfologických změn toků v urbanizovaných povodích a to nejen v České republice, ale i v Evropě. Proto je nevyhovující a *nedostatečná definice silně ovlivněných vodních útvarů* zásadním problémem vodního hospodářství jak na národní, tak i mezinárodní úrovni.

Dále jsou prezentovány dva extrémní přístupy k pochopení definice silně ovlivněných vodních toků.

První přístup hodnotí morfologické a hydrologické změny toku jako zásadní fyzikální změny charakteru toku a identifikuje tok jako *silně ovlivněný vodní útvar*. Hodnocení toku jako silně ovlivněného vodního útvaru znamená, že tok je nutné v souladu s požadavky Směrnice uvést pouze do *dobrého ekologického potenciálu*. Dle tohoto přístupu tok dosahuje středního ekologického potenciálu, protože nedosahuje dobrého chemického stavu. Tento přístup akceptuje morfologii a hydrologii toku jako změněnou a je ekonomicky nepřijatelná náprava jeho stavu z pohledu morfologického a hydrologického. V tomto případě se chemický stres stává primárním problémem, a nápravná opatření k dosažení dobrého ekologického potenciálu se musí soustředit na dosažení dobrého chemického stavu. V konečném důsledku to znamená, že veškerá nápravná opatření se musí zaměřit na kontrolu zdrojů znečištění, ať již přímo u zdrojů nebo před vtokem do recipientu. V tomto případě však není nutná revitalizace říčního koryta a dna, a ani není nutné odstranit příčiny hydrologických změn.

Druhý přístup bere v úvahu pouze morfologické změny a ty neidentifikuje jako zásadní pro změnu charakteru vodního toku, tzn. že tento přístup neidentifikuje tok jako silně ovlivněný, ale jako *přirozený* nebo jen slabě ovlivněný. V případě přirozených nebo jen slabě ovlivněných toků se určuje *ekologický stav* a dle požadavků Směrnice musí tok dosáhnout ve vymezeném časovém horizontu *dobrého ekologického stavu*. S použitím tohoto přístupu je stav toku hodnocen jako poškozený až zničený. Hlavními vlivy degradujícími stav bentického společenstva jsou hydraulický stres, který je následován pozměněnou morfologií a nedostatkem vhodných habitatů. Proces zlepšení stavu toku by v tomto případě měl začít v povodí a v první řadě by mělo dojít ke *snížení množství vody vstupující přímo do toku ze stokového systému* během dešťových událostí. V současné době se tento problém většinou řeší tzv. end of pipe opatřeními, většinou se jedná o retenční a dešťové nádrže nebo umělé mokřady, které sice transformují umělou povodňovou vlnu a sníží extrémní průtoky, ale nejsou schopné zachovat přirozenou frekvenci opakování vysokých průtoků a přestože zpomalí odtok v době dešťových událostí, nemění antropogenně ovlivněnou frekvenci vysokých průtoků. Trvale udržitelným řešením je *snížení množství nepropustných ploch* v povodí, toto opatření je však

použitelné pouze v oblastech, kde dochází k nové výstavbě a je možné zahrnout tato opatření do plánu rozvoje oblasti. V oblastech s dokončenou výstavbou může být řešením *snížení podílů efektivních nepropustných ploch*, které jsou odvodňovány přímo do toku, nebo zabudováním retenčních nádrží, z kterých se dešťová voda využívá buď pro zavlažování a nebo jako voda užitková. V případě snižování podílu ploch odvodněných přímo do toku se často přistupuje k použití zemních filtrů nebo malých umělých mokřadů, které se stávají krajinotvornými prvky. Tato opatření vedou nejen ke snížení množství vody vstupující do toku během dešťové události, ale vedou ke zlepšení hydrologických podmínek v toku, díky obnovení spojení mezi povrchovou a podzemní vodou, jehož důsledkem je snížení počtu nevyhovujících průtoků a snížení rizika eroze břehů (Walsh a kol., 2005). Opatření v povodí pak musí být následována *revitalizací koryta a vytvořením dostatečného množství vhodných habitatů*. Při tomto přístupu je odstranění chemického stresu až posledním úkolem a některá z výše uvedených opatření již přispívají ke snížení chemického stresu. Odstranění chemického stresu se pak musí zaměřit hlavně na kontrolu u zdroje a na prosazení postihů pro znečišťovatele.

Identifikace ekologického stavu nebo ekologického potenciálu je primárním krokem ve vodním hospodářství a je nezbytnou součástí nejen pro plánování trvale udržitelného rozvoje vodních zdrojů, ale i pro splnění požadavků Směrnice. Rámcová Směrnice o vodě požaduje, aby všechny vodní toky dosáhly dobrého ekologického stavu nebo, v případě silně ovlivněných vodních toků, dobrého ekologického potenciálu do roku 2015, s možností prodloužení do roku 2021 nebo 2027. Tento požadavek vyžaduje nezbytnou nápravu stávajícího stavu vodních toků. Úroveň *rehabilitace a revitalizace toků je závislá na hodnocení toku a na jeho identifikaci jako přirozeného nebo silně ovlivněného vodního útvaru*.

V procesu rozhodování o nápravě stavu vodního toku se nedostatky ve Směrnici stávají zásadními, nejen z ekologického a environmentálního hlediska, ale i z hlediska sociálního a ekonomického. V případě ilustračního toku se jeho rehabilitace (jako silně ovlivněného toku) na úroveň dobrého ekologického potenciálu omezí pouze na dosažení dobrého chemického stavu, tzn. musí dojít k nápravným opatřením u zdrojů znečištění, a uhrazení finančních nákladů na tato opatření je na majiteli nebo provozovateli zdroje znečištění. *Finanční náklady na dosažení dobrého ekologického potenciálu budou výrazně nižší než kdyby tok byl identifikován jako přirozený a bylo by nutné dosáhnout dobrého ekologického stavu*. V případě nutnosti dosažení dobrého ekologického stavu by musela rehabilitace toku začít s aplikací opatření v povodí, která by snížila množství vody přímo vstupující do toku během dešťových událostí. Změny v povodí by měly být následovány revitalizací koryta a břehů a vytvořením vhodných habitatů pro vodní organismy. Pokud by rehabilitace toku byla omezena pouze na revitalizaci koryta, bez zásahu v povodí, byla by tato opatření *dlouhodobě neudržitelná* jak z technických, tak i

finančních důvodů. Schauman a Salisbury, (1998) prokázali, že nevhodně provedená rehabilitace vodního toku, která neodpovídá nárokům místní komunity je *neudržitelná i ze sociálního hlediska*.

Z uvedeného příkladů jasně vyplývá, že jsou zásadní rozdíly v rehabilitaci vodního toku, pokud je identifikován jako silně ovlivněný vodní útvar a nebo pokud je hodnocen jako přirozený nebo málo ovlivněný. Finanční náklady na rehabilitaci toku dle těchto dvou odlišných přístupů se značně liší. Vzhledem k značné volnosti v pochopení Směrnice, se *ekonomický faktor může stát hlavním řídicím činitelem, který bude určovat konečné hodnocení stavu toku a následně bude i řídit stupeň rehabilitace vodních toků*. Pokud však převládne v rozhodování ekonomický faktor, dojde ke ztrátě ekologických a environmentálních přínosů Směrnice a k potlačení trvale udržitelného využití vodních zdrojů. V současné době Směrnice ponechává na subjektivním posouzení co je „neúměrně nákladné“ nebo neproveditelné pro dosažení dobrého ekologického stavu. Tomuto problému je možné předejít jasným definováním hranice mezi „přirozeným“ a silně ovlivněným tokem.

5 Problémy vyplývající ze Směrnice v oblasti hodnocení stavu urbanizovaných toků

Směrnice definuje termíny ekologický stav, ekologický potenciál a silně ovlivněný nebo umělý vodní útvar a pracuje také s vodními útvary, které lze označit jako přirozené, ale nedefinuje hranici mezi těmito pojmy. Chybějící definice hranice mezi silně modifikovanými vodními útvary a přirozenými nebo jen lehce modifikovanými vodními útvary je zásadním nedostatkem Směrnice, který závažně ovlivňuje možnosti její aplikace a dosažení ekologických cílů, které jsou v ní vytčeny. Tento nedostatek se projevuje jako signifikantní problém zejména v případě drobných urbanizovaných toků, kde se antropogenní vlivy projevují ve větší míře než u velkých toků, které jsou ve středu zájmu rámcové Směrnice. Drobné vodní toky jsou na pokraji zájmu vodohospodářů i přesto, že ve většině evropských států jsou hlavními elementy ovlivňujícími hydrologický stav velkých vodních toků. *Chybějící definice hraničního stavu umožňuje nesprávnou aplikaci Směrnice a nechává otevřenou možnost pro subjektivní hodnocení stavu vodních toků*, tak jako nechává možnost pro subjektivní rozhodnutí o nápravě stávajícího stavu vodního toku a jeho revitalizaci.

Nedostatek ve Směrnici přináší jednu zásadní otázku: *Jak přesně lze rozumět termínu silně ovlivněný vodní útvar?* Směrnice definuje „silně ovlivněný vodní útvar jako útvar povrchové vody, který v důsledku fyzických změn způsobených lidskou činností má podstatně změněný charakter.“ Tato definice však *nedefinuje význam fyzických změn*. Znamená fyzická změna vodního tělesa pouze změnu v jeho morfologii nebo i změny v jeho hydrologii?

Mají být jako silně modifikované vodní útvary označovány pouze takové vodní toky, které jsou kanalizovány a jejich koryta jsou vybetonovaná, a nebo i toky jejichž morfologie není přímo pozměněna lidskou činností, ale je ovlivněna jako výsledek druhotného vlivu, např. přepady z odlehčovacích komor jednotné kanalizace nebo zaústění dešťové kanalizace, které způsobují erozi říčního koryta a následně vyvolávají změny v morfologii toku. Je takový tok silně modifikován nebo nikoliv?

Mají být vodní toky, které mají v zásadním rozsahu pozměněny hydrologické podmínky, označeny jako silně modifikované vodní útvary? Změny hydrologických podmínek mohou být důsledkem narušených vztahů mezi povrchovými a podzemními vodami, a nebo mohou být důsledkem změn přirozených průtoků v důsledku antropogenních aktivit. Další otázkou je, jak velkého rozsahu musí tyto změny být, aby byl vodní tok označen jako silně modifikovaný?

Jasná definice hranic mezi přirozeným a silně modifikovaným vodním útvarem je nezbytná nejen pro efektivní proces rozhodování o nápravě stavu vodních toků a o jejich případné revitalizaci, ale je nezbytná i pro hodnocení ekologického stavu nebo ekologického potenciálu vodního toku. V neposlední řadě je definice hranice nutná také pro identifikaci nápravných opatření, která mají zlepšit stávající stav toku.

Dalším problémem, vyplývajícím z požadavků Směrnice, je *identifikace referenčních podmínek* pro porovnání stavu biologických ukazatelů kvality. Rámcová Směrnice o vodě požaduje, aby biologický stav toku byl vyhodnocen na základě porovnání s referenčními podmínkami. Identifikace referenčních podmínek v Evropě, kde většina vodních toků je středně až silně modifikována je značně obtížný proces. V současné době existuje v Evropě řada predikčních modelů, které jsou založeny na referenčních lokalitách nebo na nejlépe dostupných referenčních lokalitách z přirozeného a minimálně narušeného prostředí. V současné době neexistuje žádný predikční model, ani systém referenčních podmínek pro toky silně ovlivněné městským odvodněním a urbanizací vůbec. *Neexistující definice referenčních podmínek pro silně ovlivněné urbanizované vodní toky* je dalším z nedostatků Rámcové Směrnice. Přístup k identifikaci referenčních lokalit v urbanizovaných povodích musí být odlišný než je tomu v přírodním prostředí. Při jejich definici je nezbytně nutné brát na zřetel skutečnost, že ve většině urbanizovaných toků, které jsou ovlivňovány stejnými vlivy po delší časové období, již došlo k vytvoření sekundární rovnováhy a vodní ekosystém se přizpůsobil proměnlivým podmínkám.

Seznam literatury

- [1]. Booth, D.B. (2005). Chalanges and prospects for restoring urban streams: perspective from the Pacific Northwest of North America. *Journal of North American Benthological Society*, 24(3), 724-737.
- [2]. Caletková, J. (2003). Využití simulačního prostředku PHABSIM ke zjištění minimálních ekologických průtoků. Diplomová práce, ČVUT, Praha
- [3]. Cohen, J.E., (2003). Human population: the next half century. *Science*. 302:1172-1175
- [4]. Duncan, H.P. (1997). An Overview of Urban Stormwater Quality. 24th Hydrology and Water Resources Symposium. Auckland, New Zealand, 143-148
- [5]. Hart, B.T, Maher, B., a Lawrence, I., (1999). New generation water quality guidelines for ecosystem protection. *Freshwater Biology* 41, 347-359.
- [6]. Komínková, D., Pollert, J., (2004). Restoration of Urban River Habitat in Compliance with EU Directives. In: *Enhancing Urban Environment by Environmental Upgrading and Restoration*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, s. 253-264.
- [7]. Komínková, D., Caletková, J., Nábělková, J., Handová, Z. (v tisku (a)). Urban streams- ecological status or potential? konference NOVATECH
- [8]. Komínková, D., Handová, Z., Nábělková, J., Caletková, J (v tisku (b)). Syndrom urbanizovaných toků a nový pohled na revitalizaci městských toků. *Vodní hospodářství*
- [9]. Komínková, D., Stránský, D., Šťastná, G., Caletková, J., Nábělková, J., Handová, Z., (2005). Identification of Ecological Status of Stream Impacted by Urban Drainage. *Wat. Sci. & Tech.* 51 (2), 249-256
- [10]. Meyer, J.L., Paul, M.J., a Taulbee, W.K. (2005). Stream ecosystem function in urbanizing landscape. *Journal of North American Benthological Society*, 24(3), 602-612
- [11]. Pollert, J., Komínková, D., Handová, Z. a kol., (2004). Dopad povodní na technickou a ekologickou stabilitu drobných městských toků. Závěrečná zpráva projektu GAČR 103/03/Z017. Praha
- [12]. Schauman, S. a Salisbury, S.,(1998). Restoring nature in the city: Puget Sound experience. *Landscape and urban planning*. 42, 287-295
- [13]. Směrnice 2000/60/ES Evropského Parlamentu a rady z 23.října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky
- [14]. Sobota, J. (1997): Kvantitativní a kvalitativní aspekty dešťových srážek různé intenzity a možnosti omezení jejich negativních vlivů na povrchové toky, Souhrnná výzkumná zpráva PPŽP/510/4/97 , VÚV TGM Praha

- [15].Walsh, Ch. J, Fletcher, T.D., a Ladson, A.R. (2005). Stream restoration in urban catchment through redesigning stormwater systems: looping to the catchment to save the stream. *Journal of North American Benthological Society*, 24(3), 690-705
- [16].Walsh, Ch., J.,Allison, H.R., Feminella, J.W., Cottingham, P.D., Groffman, P.M, Morgan II, R.P., (2005). The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of North American Benthological Society*, 24(3), 706-723.
- [17].Walsh, Ch.J., Leonard, A.W., Ladson, A.R., Fletcher, T.D., (2004). Urban stormwater and the ecology of steams. Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology and Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Canberra
- [18].Nařízení vlády 61/2003 Sb. 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

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci grantů GAČR č. 205/05/0426, a projektu MŠMT č.1K05022 a MŠMT MSM6840770002.

RNDr. DANA KOMÍNKOVÁ, Ph.D.

Odborná kvalifikace

2000- do současnosti - ČVUT, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

2005-2006 (6 měsíců) – University of Canberra (Cooperative Research Center for Freshwater Ecology) (Austrálie)

2004 (2 měsíce) – stáž na University of Newcastle upon Tyne (Velká Británie) – účast na evropském projektu COSTAR (visiting researcher)

2002 (2 měsíce) - postdoktorandská stáž na Universitě v Davisu, USA

2001 (5 měsíců) - postdoktorandská stáž na Universitě v Davisu, USA

1995- 2001 Postgraduální studium, obor Aplikovaná a krajinná ekologie, Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta UK, Praha

1998- 1999 ETH Zürich a Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), Forschungszentrum für Limnologie, Kastanienbaum, Švýcarsko

1990- 1995 Magisterské studium oboru Ochrana životního prostředí, Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta UK, Praha

Účast na řešení projektů

Domácí granty:

Hlavní řešitel:

- Projekt GAČR 205/05/0426 – „Vliv urbanizace na ekologický stav drobných toků“ 2005 -2007
- Projekt GAČR 203/03/P044- „Remobilizace těžkých kovů a změny jejich distribučních koeficientů jako součást hodnocení ekologických rizik v urbanizovaných povodích drobných toků“ 2003-2005

Spoluřešitel:

- Projekt FRVŠ č.1230/2005 „Rozvoj a inovace výukových pracovišť problematiky životního prostředí“ 2005
- Projekt MŠMT č. 1K05022 – „Využití biologických indikátorů pro posílení vlivu urbanizace na drobné toky“ 2005-2006
- Projekt MŠMT MSM 6840770002 – Revitalizace vodního systému krajiny a měst zatíženého významnými antropogenními změnami

Zahraniční granty:

Hlavní řešitel:

- 2004 – grant na podporu účasti v projektu COSTAR (RITA-CT-2003-506069), University of Newcastle upon Tyne (Velká Británie)
- 2005 -2006 – grant na podporu studijního pobytu na University of Canberra (Austrálie)