

Stále se zpřísňující požadavky na úroveň vypouštěného zbytkového znečištění mají ve svém důsledku výrazný dopad na úroveň investičních nákladů na budování a rekonstrukci čistíren odpadních vod (ČOV) i na růst provozních i výrobních nákladů. Na růst provozních nákladů budou mít rozhodující vliv nové progresivní technologie čištění jako nitrifikace s denitrifikací a defosfatizace odpadních vod. Tyto technologie vyžadují vyšší kubatury, vyšší vstup hmot do systému a vyšší energetickou náročnost, která by však mohla být kompenzována úsporou energie při použití jemnobublinné aerace.

Při rozumné a uvážlivé rekonstrukci případně intenzifikaci stávajících čistíren lze docílit požadovaného čistícího efektu s únosnými náklady, které budou výsledkem optimalizace provozu čistírny. Výrazné rezervy v této oblasti jsou i ve využití automatizace provozu, která se projevuje nejen v nižším počtu provozního personálu, ale i ve vysokých a stabilizovaných efektech čištění.

## ZACHYCOVÁNÍ PRVNÍHO SPLACHU ZE STOKOVÝCH SÍTÍ

Ing. VLADIMÍR ŠIFALDA, CSc.

Inženýrská kancelář pro vodní hospodářství, Dreieich (SRN)

Znečištění, odlučované z tradičních odlehčovacích komor do toků, je řádově stejně velké jako zbytkové znečištění, odlučované z čistíren odpadních vod. Pro zlepšení kvality vody v tocích je nutné zachycovat první splachy z jednotné kanalizace.

Objem vody prvního splachu odpovídá srážkové výšce 1,5 - 3,0 mm. Aby bylo možno první splachy zachytit, je nutno instalovat přetokové zdrže o specifickém objemu 15 - 30 m<sup>3</sup>/ha nepropustné plochy povodí. Výstavba přetokových zdří je velmi nákladná, jde však o úkol pro období 20 - 30 let. Nicméně včasné plánování těchto zdří je úkolem dnešních dnů. Tento úkol se netýká pouze zdravotních inženýrů, ale též urbanistů.

Na vyšší provozních nákladech má a výhledově bude mít stále větší vliv řešení kalového hospodářství. Tam, kde bude navrženo jednoduché klasické řešení s aplikací kalu do půdy, budou i vynaložené náklady na kalové hospodářství nejnižší. U malých a menších čistíren je taková koncovka, jak lze doložit příklady z praxe, zcela reálná.

Technický pokrok, který se projevuje ve všech lidských činnostech, výrazným způsobem proniká i do čistírenství. Stanovené limity a ekonomické nástroje ve formě úplat mohou určit celospolečensky žádoucí laťku pro dosažení úrovně odstranění škodlivin a vytvořit takovou ekonomickou motivaci pro většinu subjektů, aby se chovaly k životnímu prostředí na úrovni obecně dosažitelného pokroku v likvidaci znečištění. Volba vhodných a úsporných technologií a jejich zavádění do praxe na základě pečlivého ekonomického rozboru však vždy zůstane na investorech, provozovatelích a správcích čistíren.

Předkládaný článek je psán jako základní informace nejen pro vodohospodáře, ale i pro kolegy ze spřízněných oborů, kteří mohou být kanalizační problematikou i jen okrajově dotčeni. Proto autor záměrně upustil od zdravotně-technické teorie a vynechal otázky konstruktivního uspořádání a provozně technické podrobnosti. K těmto vynechaným otázkám se autor zamýšlí vrátit v některém z příštích čísel tohoto časopisu.

Nenápadná samozřejmost moderní civilizace, systematické odvodnění měst, měla na evropském kontinentu svůj počátek před 150-ti lety (W. Lindley, 1843 v Hamburku). Hamburskému příkladu následovala brzy řada velkých evropských měst a kolem zlomu století se stala stavba kanalizací významným inženýrským oborem.

Většina existujících stokových sítí byla a je budována jako jednotná kanalizace, tj. splaškové a dešťové vody odtékají ve společné stoce k čistírně. Protože za přivalového deště odtéká ve stokách 50x až 200x větší průtok než za bezdeště, jsou za deště zředěné odpadní vody odlehčovány směrem k recipientu. Objekty, ve kterých se tak děje, se nazývají odlehčovací komory. Odlehčovací komory jsou v podstatě pojistnými ventily, které zajišťují stokovou síť proti přehlcení.

Odlehčovací komory jsou ale současně body, z nichž je za deště vyplavováno do recipientu značné množství nečistot. Toto množství je řádově stejně velké jako množství nečistot, které vypouští jako „zbytkové znečištění“ dobře fungující čistírna odpadních vod v průběhu celého roku. Doba trvání dešťů obnáší průměrně 400 - 600 hodin ročně. V tomto nepatrném zlomku ročního času může být celoroční práce čistírny, posuzovaná z hlediska ochrany toků proti znečištění, téměř zmařena.

Tak vzniká konfliktní situace:

- požadavky na ochranu vodních toků stoupají, protože vodní toky se stávají stále důležitějším zdrojem vody pro vodárenské účely,
- zvyšovat kapacitu čistíren tak, aby mohly zpracovat i extrémní odtoky za dešťů, z technického hlediska nelze. Funkce schopné rozmezí zatížitelnosti čistírny, vztaheno k hodinovému maximu průtoku, je cca dvojnásobná až trojnásobná.

Vyšší předimenzování vede ke ztrátě účinnosti při bezdeštných průtocích.

### ODLEHČOVACÍ KOMORY A PŘETOKOVÉ ZDRŽE

Popsaná konfliktní situace nutí zdravotní inženýry hledat cesty jak snížit znečištění toků, působené odtoky z odlehčovacích komor, aniž by bylo nutné příliš zvyšovat kapacitu čistíren odpadních vod. Jako schůdná cesta se jeví zachycování prvního splachu na počátku každého deště.

Pro tuto funkci jsou budovány přetokové nádrže (Regenüberlaufbecken, first-flush-tanks).

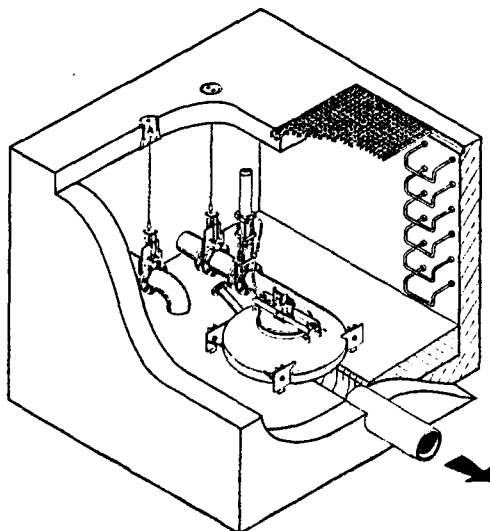
Teorie zachycování prvního splachu je v Německu, ve Švýcarsku a v Rakousku prakticky uplatňována a postupně propracována od

UFT  
Umwelt- und Fluid-Technik  
Dr.H.Brombach GmbH



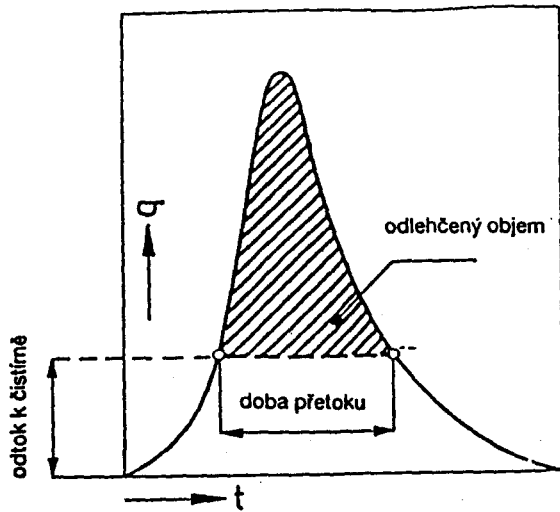
### Turbo vírový regulátor FluidTurbo

Regulátor s konstantním odtokem bez přídavné energie.  
Vysoká provozní bezpečnost zaručená vírovým regulátorem  
a hydraulikou s řepným olejem.

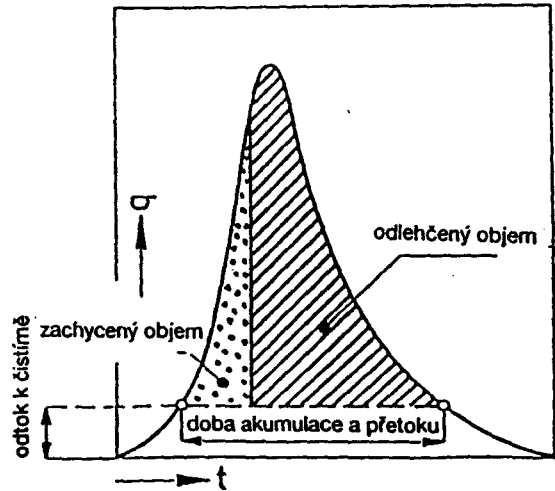


Steinstraße 7  
D-97980 Bad Mergentheim  
Telefon (07931) 97 10-0  
Telefax (07931) 97 10 40

Ing. Pavel Janovský  
Na hutích 14  
CZ-160 00 Praha 6  
tel./fax (02) 34 15 69



obr. 1 Čára průtoku pro OK při tradičním řešení



obr. 2 Čára průtoku pro OK s přetokovou zdří

roku 1971, tj. dnes již 23 let. Praktické výsledky jsou velmi povzbudivé, i když dosud nelze říci, že by byl vývoj již uzavřen.

Koncentrace znečištění vypouštěného z odlehčovacích komor do toku není časově rovnoměrně rozložena. Nejvyšší koncentrace znečištění se vyskytují na počátku deště. Podaří-li se toto silné počáteční znečištění zachytit a odvést k čistírně, je velká část problému vyřešena.

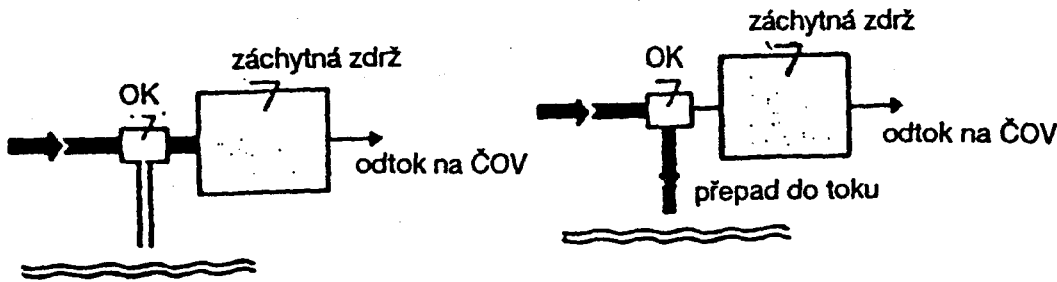
V následujících dvou schématech je naznačena funkce odlehčovací komory (OK) při tradičním uspořádání (obr. 1) a při uspořádání s přetokovou zdří (obr. 2).

Při uspořádání (1) je možno redukovat objem odlehčené znečištěné vody pouze zvyšováním odtoku směrem k čistírně. Při uspořádání (2)

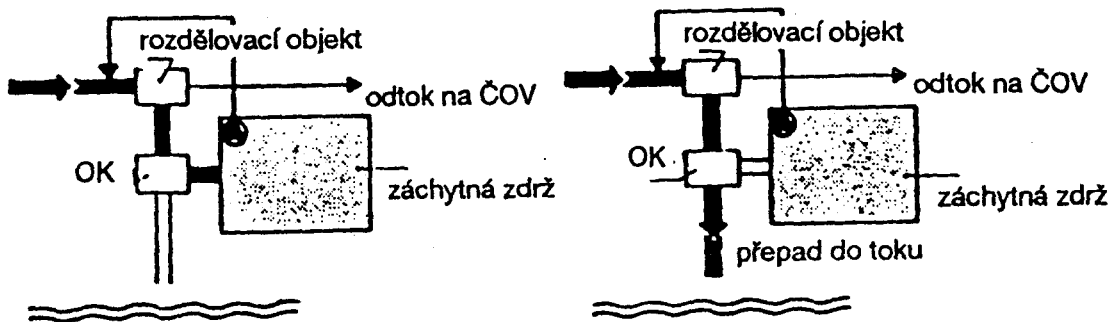
To je objem zhruba stejně velký jako celkový objem stok sítě v dobrých spádových poměrech. Budování přetokových zdří vede prakticky ke zdvojnásobení objemu podzemních prostor tradičních stokových sítí.

**Funkční požadavky:**

- 1) Počátek odlehčování do toku smí nastat až po naplnění zdří, tj. hrana přelivu na horním konci zdří leží ve výši nominální maximální hladiny zdří.
- 2) Odtok ze zdří směrem k čistírně má být dosti stejnoměrný, tj. málo závislý na výšce plnění nádrže. Proto je nutno na odtoku instalovat škrtkací zařízení se strmou křivkou odtoku. Tato zařízení nesmí být náchylná k ucpaní. Nejlépe se osvědčují vírové ventily, které pracují bez pohyblivých mechanických prvků (firma UFT, Bad Mergentheim, SRN).



obr. 3 Záchytná zdří s přímým nátokem (l: během plnění, p: po naplnění)



obr. 4 Záchytná zdří s bočním nátokem (l: během plnění, p: po naplnění)

je možno redukovat objem odlehčené znečištěné vody volbou účinného objemu přetokové nádrže.

**POŽADAVKY NA PŘETOKOVÉ NÁDRŽE**

**Objemové požadavky:**

První splach nese s sebou výplach stok a znečištění z povrchu povodí. Nejvyšší koncentrace znečištění přitékají při prvních 1,5 - 3 mm srážkové výšky. Podaří-li se první splach zachytit a po dešti odvést k čistírně, lze objem znečištění vyplavovaného za deště do toku snížit zhruba na 20 %.

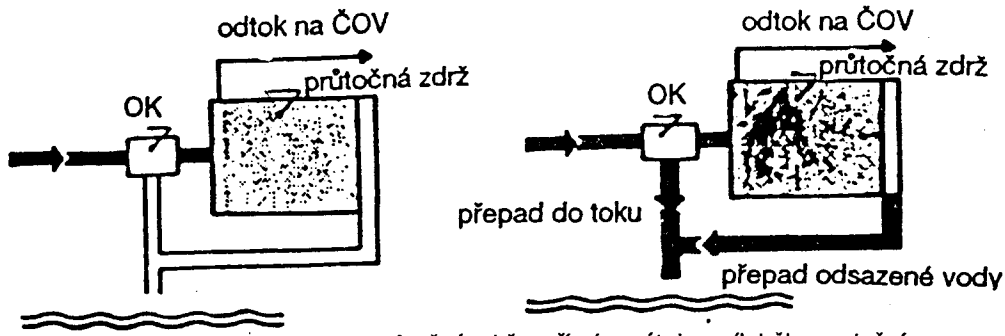
Aby bylo možno první aplach zachytit, je nutno volit účinný objem přetokových zdří v míře cca 15 - 30 m<sup>3</sup>/ha zpevněné plochy povodí.

3) Prázdňení nádrže nemá trvat déle než cca 6 - 8 hodin a to ze dvou důvodů:

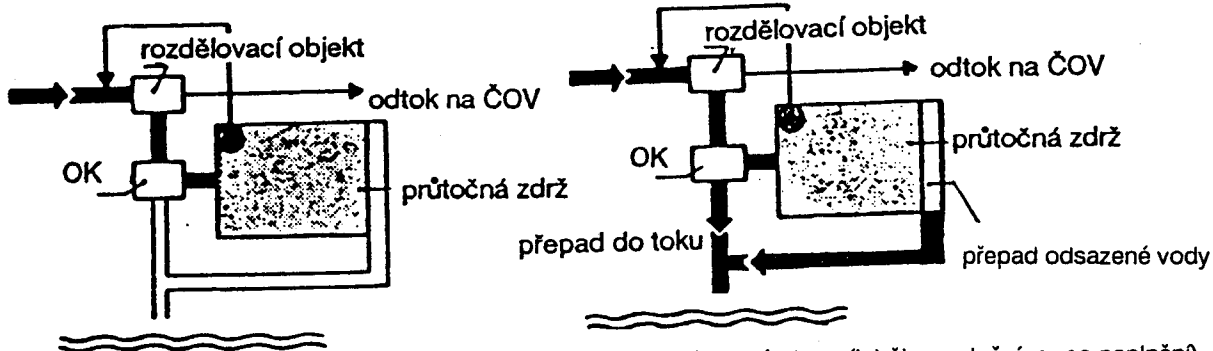
- záchytný prostor má být vyprázdňen tak rychle, aby byl k dispozici pro následný dešť,
- nemá dojít k zahňvání kalu zachyceného v nádrži.

4) Konstrukce nádrže má umožnit do značné míry samočinné čištění dna nádrže, tj. zachycený kal má být během prázdnění nádrže vyplaven směrem k čistírně.

Z požadavku dosti rychlého prázdnění nádrže vyplývá horní mez volby účinného objemu, zhruba 40 m<sup>3</sup>/ha zpevněné plochy povodí.



obr. 5 Průtočná zadrž s přímým nátokem (l: během plnění, p: po naplnění)



obr. 6 Průtočná zadrž s bočním nátokem (l: během plnění, p: po naplnění)

**SYSTÉMOVÉ USPOŘÁDÁNÍ PŘETOKOVÝCH ZDRŽÍ**

V závislosti na charakteru povodí (velikost, svažítost) jsou voleny

3 typy zdrží:

- 1) záchytné zdrže, mající pouze akumulační funkci,
- 2) průtočné zdrže, které po naplnění působí jako usazovací nádrže,
- 3) kombinované zdrže; první část objektu je koncipována jako zadrž záchytná, druhá část objektu jako zadrž průtočná.

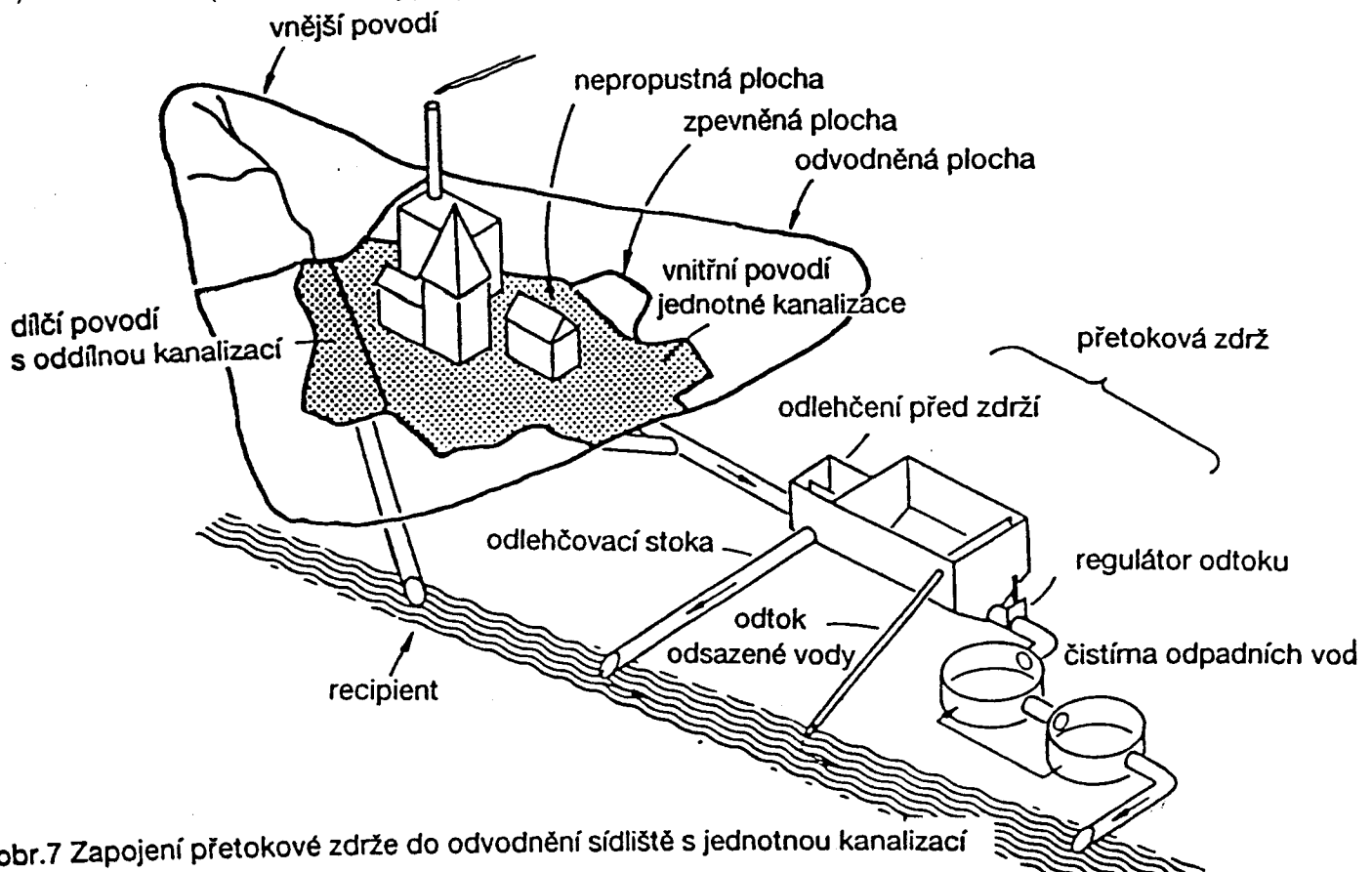
V závislosti na způsobu připojení ke stoce jsou rozlišována zapojení:

- a) s přímým nátokem (im Hauptschluß, on line)
- b) s bočním nátokem (im Nebenschluß, by-pass)

Přetokové zdrže mají specifické nároky na výškovou dispozici; pokud je to v dané lokalitě možné, je vždy nutno dát přednost koncepci v gravitačním spádu před řešením s čerpadly (vyšší funkční spolehlivost, nižší provozní náklady).

Způsob zapojení přetokové zdrže do celkového systému odvodnění při jednotné kanalizaci názorně osvětluje též obr. 7, převzatý z podkladu (3).

Plánování přetokových zdrží je poměrně jednoznačné jedná-li se o zdrže bez předchozího odlehčení. Spojení odlehčovací komora v horní části povodí a přetoková zadrž v dolní části působí pouze nepatrné problémy. Naproti tomu koncepce přetokových zdrží „v řadě



obr.7 Zapojení přetokové zdrže do odvodnění sídliště s jednotnou kanalizací

za sebou" je dosti komplikovanou úlohou. V podstatě jde o to jak koncepčně zajistit, aby kal vypouštěný z nádrže výše položené nepřetéká přelivem již předem naplněné níže položené zdrže. Řešení takové úlohy se zpravidla neobejde bez počítačové techniky a bez dodatečných ovládacích prvků (k ovládní otevírání a zavírání odtoku z jednotlivých zdří), mnohdy dochází kromě toho k dodatečnému zvýšení nároku na užitečný objem zdří.

#### ZÁVĚR

Výstavba přetokových zdří se stává v západní Evropě těžištěm investiční činnosti v oboru kanalizační techniky. Vývoj v České republice půjde patrně stejným směrem. Je tedy třeba seznámit se s faktem, že do úlohy plánování městského inženýrského vybavení přibývá nový prvek, který je nutno brát v úvahu: tam, kde dosud stačila stoková síť a čistírna odpadních vod, přistupuje prvek třetí, přetokové zdrže. Tyto zdrže mají určitý nárok na plochu (i když jde převážně o objekty podzemní), jejich výšková dispozice není bez problémů a nesou sebou obtíže s výběrem staveniště. Dobře koncipované a správně obsluhované přetokové zdrže neobtěžují zápachem, ale v očích obyvatel často zapáchají opticky. Jsou to objekty, které nikdo nechce mít v blízkosti svého obydlí či pracoviště. Plánovací příprava vyžaduje hodně času a spolupráci s kolegy ze spřízněných profesí, zejména s urbanisty.

Výstavba přetokových zdří vyžaduje vysoké investiční náklady srovnatelné s náklady na čistírny odpadních vod. Vzdor tomu se vědci dlehlé, rozhodující o výstavbě stokových sítí, nesmí odradit. Jiná cesta ke zlepšení čistoty vodních toků zatím známa není. Systematická výstavba přetokových zdří je úkolem pro nejbližší 20 - 30 let, možná i více. Plánovací přípravu je třeba zahájit již nyní. Důležité je, aby se technika výstavby přetokových zdří stala známa a ovládanou technickou disciplínou, které se systematická výstavba kanalizací přizpůsobí a podřídí.

#### Literatura:

- (1) ATV, Arbeitsblatt A128  
Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastung Mischwasserkanälen  
(Směrnice pro dimenzování a uspořádání odlehčovacích objektů na jedné kanalizaci), 1. vydání (zastaralé): 1977, 2. vydání (nově přepracované): Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik (GFA), D-53733 Hennef, dor-Heuss-Allee 17  
(2) Brombach, Hansjörg  
Der zukünftige Weg der Regenwasserbehandlung? (Budoucnost ovládaných dešťových odtoků?) 1993, Sborník ke konferenci „Kanal a ovládní odtokových dešťových odtoků“, Technická univerzita Stutgart, Ústav pro vodní hospodářství sídlišť a průmyslu.

## INTEGROVANÝ PŘÍSTUP KE SRÁŽKO-ODTOKOVÉMU PROCESU V URBANIZOVANÝCH POVODÍCH

Ing. RADOVAN HALOUN, CSc.  
Ing. EVŽEN ZEMAN, CSc.  
ČVUT Praha, Fakulta stavební  
Ing. ROBERT KUBÝ  
Hydroinform, s. r. o.

**Ve dnech 2. - 5. června proběhl na zámku v Černicích 7. evropský seminář na téma „Integrovaný přístup v řešení problematiky srážko-odtokového procesu v urbanizovaných povodích“.**

Mezinárodní seminář k této problematice byl po prvé připraven ve státech střední a východní Evropy. Semináře jsou připravovány pro mladší odborné pracovníky v prostředí, které motivuje ke tvůrčí diskusi za asistence skutečných expertů z celého světa. Tito odborníci formulují na seminářích diskusní bloky, usměrňují diskuse, ale především formulují závěry bloků semináře. Semináře se zúčastnili mimo jiné kapacity tito odborníci: Per Jacobsen (ZU Lungby), Poul Harremoes (TU Lungby), Jiří Maršálek (NWRI Canada), Wolfgang Schiling (University of Trodheim), R. P. M. Smisson (Foundation Chamber, Cleveland).

Seminář byl uspořádán pracovníky ČVUT, fakulty stavební, za účasti kateder zdravotního inženýrství a hydrauliky a hydrologie, díky sponzorům Vodní stavby, a. s., Hydroinform, s. r. o., VIS, a. s., DUIS, s. r. o., Dorch Consult CS, s. r. o., Aquaprocon, s. r. o., Landinfo, s. r. o., a firmy ing. Kotka. Sponzoři uhradili většinu nákladů na pracovní seminář a většinou vyslali i své zástupce.

Na seminářích proběhlo otevřené zasedání mezinárodního projektu MATECH, který integruje skupiny řešící obdobnou problematiku ze zemí EU. Právě dva odborné týmy z ČR usilují o zařazení do této vědecko-výzkumné struktury, podporované z fondů EU. Jde o VUT Brno a ČVUT, fakultu stavební, Praha.

Semináře se zúčastnili odborníci z několika evropských zemí (Dánsko, Švédsko, Anglie, Německo, Rakousko, Slovensko, Švýcarsko, Portugalsko, Chorvatsko, Belgie, Holandsko, Norsko) a z Kanady. Účelem semináře byla neformální výměna zkušeností

a nápadů jednotlivých účastníků. Presentace probíhaly formou jednotlivých příspěvků, které byly zaměřeny na tyto sekce:

- 1) Kanalizační síť
- 2) Recipient
- 3) Odtok z povodí, ČOV, řízení odtoku v reálném čase
- 4) Pilotní projekty

Po každém příspěvku a mezi jednotlivými bloky probíhaly neformální diskuse. Velmi se osvědčily diskuse v malých skupinkách na otázky připravené zpravodajem každé sekce.

P. Jacobsen a H. Oisen představili ve velmi zajímavém příspěvku užití neuronových sítí pro aplikace v oboru městské hydrologie. Tato přednáška podávala základní představu o aplikovatelnosti neuronových sítí v rámci srážko-odtokových vztahů.

V první sekci byl účastníkům semináře představen nový modul ze systému MOUSE (Cecilia Appelgren VBB VIAK, Švédsko). Jde o kvalitativní modul MouseTRAP, který řeší kvalitu a transport znečištění v urbanizovaném povodí a stokovém systému. Modulem MouseTRAP lze modelovat jak fyzikální procesy jako je transport sedimentů a znečištění, tak biologické procesy ve stokové síti. MouseTRAP zapadá do koncepce integrovaného přístupu, neboť je navržen tak, aby byla zajištěna komunikace s kvalitativními moduly MIKE 11, který řeší problematiku říčních koryt. První praktický příklad použití tohoto prostředku byl demonstrován na ČOV Rya (Goteborg, Švédsko).

Ann-Marie Gustafsson (Chalmers Industrietechnik) seznámila účastníky s projektem, který se zabývá zkoumáním množství balastních vod ve stokovém systému. Projekt

zahrnoval více než 30 povodí po celém Švédsku. K výpočtu bylo použito matematického modulu MouseNAM, pro jehož aplikaci byly použity naměřené hodnoty průtoku v ČOV a čerpacích stanicích. Průměrná hodnota ročního objemu balastních vod ve Švédsku rovná přibližně hodnotě ročního objemu splaškové vody. Čtyřikrát za rok přesahuje hodnota přítoku na ČOV splaškový průtok více než šestinásobně, což působí technologické problémy v ČOV. Množství balastních vod je přímo ovlivněno meteorologickými podmínkami v povodí. To znamená, že velké procento balastních vod ve stokové síti nemusí bezpodmínečně implikovat špatný technický stav potrubí. Pro zhodnocení množství balastních vod je třeba mít detailní znalost stokového systému.

Ve druhé sekci představili autoři R. Kul a B. Jůza (Hydroinform, s. r. o., a ČVUT Praha) problematiku dynamických simulací a simulací kvality vody ve stokovém systému a recipientu a jejich vzájemné ovlivňování. Mnoho inženýrů by ocenilo, kdyby byl k dispozici takový balík programových prostředků, který by dokázal řešit problematiku kanalizací, ČOV a recipientu a jednak nezávisle a jednak ve spolupráci. Nejlepší článkem integrovaného přístupu se jeví simulace složitých technologických procesů v ČOV. Spolupráci systému kanalizace recipient lze úspěšně simulovat matematickými modely MOUSE (pro kanalizaci) a MIKE 11 (pro říční koryta). Vzhledem k tomu, že oba programové prostředky byly vyvinuty stejným institutem (Danish Hydraulic Institute), mají oba prostředky podobnou filozofii ve stavbě modelu, uchování, správě