

**SOVAK**  
ROČNÍK 27 • ČÍSLO 9 • 2018

## OBSAH

Jiří Rosický Odkanalizování a čištění odpadních vod na území hl. města Prahy .....	1
Jiří Wanner Vývoj technologie čištění odpadních vod v Praze v oblasti Císařského ostrova .....	5
Jiří Bažata, Jakub Kovařík, Jiří Rosický, Jiří Wanner Modernizace ÚČOV Praha v roce 2018 .....	14
Jakub Kovařík, Jiří Rosický Celková přestavba a rozšíření ÚČOV na Císařském ostrově, soubor staveb .....	20
Žádný strach z nepříjemných událostí! Pomůže vám je řešit modul Incidents .....	23
Z regionů .....	24
Sucho spojuje vodohospodáře a Státní správu hmotných rezerv .....	26
SP čerpadla .....	27
Dvojitě odvodnění podzemních hydrantů .....	28
Ondřej Beneš, Radka Hušková, Filip Wanner SZÚ potvrdil vysokou kvalitu pitné vody z veřejných vodovodů .....	29
Proč kanalizace z tvárné litiny INTEGRAL? 1. část .....	33
Michal Dohányos, Dana Pokorná Konference KALY A ODPADY .....	34



Pohled na Novou vodní linku  
ÚČOV Praha. Pražská vodohospodářská společnost a. s.,  
Správce stavby Nové vodní  
linky ÚČOV Praha

# Odkanalizování a čištění odpadních vod na území hl. města Prahy

Jiří Rosický

## Historie odkanalizování lidských sídlišť sahá hluboko do starověku.

Nejstarší známý vodohospodářský plán byl zpracován asi 1 700 let před naším letopočtem. Mimo zavlažovacích kanálů zahrad Semiramidových a regulace Eufratu řešil vodovod pro Babylon velice pravděpodobně i odkanalizování s likvidací odváděných odpadních vod. Splachovací záchody a odvádění fekálií kanalizací byly používány v Mezopotámii a na území dnešní Indie a Pákistánu. Na Krétě v Knóssu byla dokonce trojitá oddílná kanalizace, i když splaškové odpadní vody nebyly čištěny, ale odváděny do moře. Starý Řím měl svoji Cloacu Maximu. Některé její části jsou dosud součástí městského kanalizačního systému.

Středověk v Praze, podobně jako jiných evropských městech, odkanalizování v dnešní podobě neznal. Výkaly se v městských domácnostech soustřeďovaly do nádob a vylévaly na ulici. Konání potřeby na ulici nebylo považováno za prohřešek. Čištění ulic, záchodů a žump prováděli lidé na nejnižším stupni společenského žebříčku a tehdy dostupnými nástroji. Životní podmínky ve městech byly takovým hospodařením s domácími odpady ovlivněny velice nepříznivě. A vůbec nejhorším důsledkem byly epidemie nakažlivých nemocí.

Prvními technickými opatřeními bylo odvádění odpadních vod alespoň vydlážděnými nebo dřevem vyplněnými uličními rigoly. V Praze se objevily na počátku 14. století. První pokusy o úpravy ulic k odvádění odpadních vod začaly v době Jana Lucemburského v roce 1329. Ještě v polovině 16. století však byly odpadní vody odváděny povrchově, avšak vydlážděny byly jen hlavní ulice a náměstí.

V polovině osmdesátých let 18. století došli pražští radní k závěru, že jediným řešením neutěšeného stavu v pražských ulicích je vybudování kanalizace. Zahájení výstavby stanovili na jaro roku 1788. Profesor František Antonín Leonard Herget vypracoval v roce 1787 podrobné plány pražské kanalizace s vyznačením hlavních stok. Následně v roce 1789 se svými žáky Ing. Oppeltem a Ing. Lutzem provedli zaměření a zpracovali podrobný plán. Sám vypracoval podrobný plán kanalizace, který předpokládal vybudování 11 023 sáhů (19 762 m). Vlastní stavba začala v roce 1791. Nepokračovala však nijak rych-



le a výstavba stok na území Starého Města a později na Malé Straně a na Novém Městě probíhala až do konce dvacátých let 19. století. Do roku 1830 bylo vybudováno celkem 44 km stok s 35 výpustmi do Vltavy. Bohužel, tento stokový systém byl poznamenán vážnými nedostatky. Za hlavní je možné pokládat náhodné dimenzování stok, špatně stanovené spády a nekvalitní provedení.

Ve druhé polovině 19. století se Praha významně mění. Dochází k rozvoji průmyslové výroby, roste počet obyvatel. V roce 1850 měla Praha 157 233 obyvatel, v roce 1869 už 239 790. V roce 1864 byly jako součást stavebního řádu Českého království vydány první (i když nedostatečné) předpisy o kanalizaci. Do roku 1882 bylo vybudováno 41 882 m kanálů, z toho však bylo 24 896 m fakticky nefunkčních. Nevyhovující zdravotní poměry, jejichž důsledkem byly epidemie cholery a jiných chorob, vyvolávaly tlak na zásadní řešení kvalitního zásobování pitnou vodou a odvádění odpadních vod.



Koncentrace obyvatel i průmyslu ve velkých městech v důsledku rychlého rozvoje průmyslové výroby způsobila i do té doby neznámé znečištění podzemních, ale především povrchových vod. Časté epidemie vodou přenosných chorob – úplavice, tyfu, tyfové horečky a hlavně cholery si vyžádaly koncepční řešení, nejprve odvádění a následně i čištění odpadních vod. V polovině 19. století bylo sice odvádění odpadních vod a jejich čištění teprve ve svém počátku, ale v řadě evropských zemí šel vývoj a poznání postupně dopředu. Nejrozvinutější nakládání s odpadními vodami bylo patrně ve Velké Británii, především v Londýně. Intenzivní rozvoj stokování a čištění odpadních vod

probíhal v Německu. V druhé polovině 19. století se tedy i Praha vydala tímto směrem.

Nejprve byl v roce 1871 zřízen odborný Komitét pro zásobování Král. hl. m Prahy vodou. Od roku 1872 začal působit Komitét pro řešení kanalizačních otázek. O tři roky později pražská obec převzala definitivně čištění veškerých kanalizačních zařízení do své režie. Soutěž na první projekt generálního řešení pražské kanalizace byla vyhlášena 16. července 1884. Bylo předloženo pět projektů, žádný však nesplnil podmínky zadání. Tento neúspěch vedl k sestavení „Programu na vypracování detailního projektu na čištění a odvodňování Král. hl. m. Prahy a na provedení téhož“. Součástí programu bylo ustavení kanalizační kanceláře, která byla založena před 130 lety v roce 1888. Jejím hlavním úkolem bylo zajistit detailní nivelaci území Prahy, zaměření existující kanalizace a získání údajů o velkých vodách a vodách podzemních. Práce byly ukončeny v polovině roku 1889.

Před tím, v červnu 1888 byla ustavena městskými orgány dozorcí komise kanalizační. Ta určila pro vypracování projektu nové kanalizace tyto podmínky:

- a) jednotný splachovací systém,
- b) dešťové vody odvádět stokami nebo potrubím,
- c) vody a splašky kuchyňské a lidské výkaly rovněž odvádět stokami nebo potrubím, avšak bez vypouštění do řeky uvnitř města,
- d) taktéž odpadní vody z továren odvádět stokami neb potrubím bez vypouštění uvnitř města,
- e) při generálním projektu brát ohled na obyčejnou hloubku sklepů a odvádění spodních vod,
- f) najít vhodný způsob čištění odpadních vod.

V říjnu 1889 se usnesla městská rada na tom, aby projekt podle tohoto zadání vypracoval dr. Hobrecht z Berlína spolu s pražským Ing. Kaftanem, a to jako „generální projekt pro čištění a odvodňování města“. U nikoho nebyl objednan projekt konkurenční. Tento projekt byl představen v březnu 1891.

Městští inženýři Josef Václavek a Čeněk Ryvola zpracovali vlastní konkurenční projekt, který městu nabídli. Oba projekty musely být z důvodů odborných i politických posouzeny a porovnány. Jako neutrální odborník byl přizván anglický inženýr Wiliam Heerlein Lindley. Ten projekty posoudil a nedoporučil žádný. U projektů Hobrecht–Kaftan konstatoval, že jej nelze nazvat odvodněním, ale „jen sváděním špinavých vod v dobách normálních, protože má malé profily stok a mělké jejich uložení“. U projektu Václavek–Ryvola uznává řešení jako smelejší, protože navrhuje odvedení odpadních vod letenskou štolou do prostoru Bubenče, v té době daleko za město. Ale i tento projekt má podstatné závady, zejména malé hloubky uložení stok. A v obou případech nedoporučuje navržené betonové stoky, které jsou sice levnější, ale s nižší životností, než stoky zděné z cihel.

Ing. Lindley nabídl vypracování vlastního projektu. Ten předložil v roce 1893. Navrhl projekt kanalizace pro území o rozloze 2 588 ha, následně bylo už v roce 1894 rozhodnuto o zvětšení plochy pro odkanalizování na 4 620 ha.

Podle návrhu Ing. Lindleye byla realizovaná I. etapa kanalizačního systému Prahy, která v podstatě určila její další vývoj a jejíž podstatná část je ve funkci dodnes. Navržena byla pro 800 000 obyvatel, počítala se specifickou potřebou 150 l na osobu a den. Počet obyvatel v Praze a sousedních obcích, u kterých se předpokládalo v roce 1900 napojení na kanalizaci, byl 482 000. Rozměry hlavních stok však byly dimenzovány tak, aby dovedly odpadní vody od 1 300 000 obyvatel (!). Odvodnění bylo řešeno jednotnou soustavou s odlehčením srážkových vod (při trojnásobném ředění pro Vltavu). Odpadní vody byly odváděny gravitačně (mimo jiné díky tunelu pod Letnou) k čistírně odpadních vod v Bubenči.



Detailní projekt „čisticí stanice kanalizační“ předpokládal, že nejprve se z odpadních vod v lapáku písku odloučí písek, plovoucí předměty a těžší hmoty a jemnější kal se poté odloučí v usazovacích nádržích. Odloučené hmoty (a kaly) měly být předány do kalojemů na Císařském ostrově a počítalo se rovněž s odvážením kalů lodní dopravou na území v dolním toku Vltavy. Stavba čisticí stanice byla zahájena v roce 1901 a dokončena v roce 1906. Zkušební provoz byl zahájen 27. 6. 1906.

II. etapa budování kanalizačního systému představuje odkanalizování území Velké Prahy vytvořené v roce 1920. Rozšíření území připojením nových městských čtvrtí znamenalo zásah do Lindleyovy koncepce. V roce 1925 byl záměr odkanalizovaného území rozšířen na 17 210 ha, cílový počet připojených obyvatel stanoven na 1,7 mil. při očekávané specifické potřebě 200 l na obyvatele a den. I nadále systém počítal s odlehčováním při deštových průtocích s ředícím poměrem pro Vltavu 1 : 3. V tomto období byly zvažovány dvě nové čistírny odpadních vod – při vyústění Kunratického potoka a v Řeži.

Na čistírně odpadních vod v Bubenči byla v tomto období v důsledku rostoucího objemu shrabků, písku a hlavně kalu nutná modernizace. V roce 1921 započala elektrifikace provozu. První intenzifikace začala v roce 1927. Cílem bylo zvýšit kapacitu a účinnost čisticího procesu. Kolaudace a uvedení do provozu nových částí proběhly v roce 1929.

Další vývoj byl negativně ovlivněn obdobím bezprostředně předcházejícím 2. světové válce, vlastní válkou a nakonec i v období následujícím několik let po ní. Došlo k útlumu výstavby kanalizační sítě, z finančních důvodů nebylo reálné vybudovat novou čistírenskou kapacitu. Proto byl na počátku roku 1947 přeložen projekt alespoň částečné modernizace stávající čistírny s cílem zlepšit podmínky na zdravotně nejzávažnějších provozech – česlích a lapáku písku. Rekonstrukce byla provedena v rámci dvouletého plánu.

V roce 1948 dosahovala celková délka kanalizační sítě 931 km. Rostl počet připojených obyvatel, čistírna nebyla schopna nárůst zatížení zpracovat. V roce 1954 vláda svým usnesením č. 647 rozhodla o výstavbě nové Ústřední čistírny odpadních vod na Císařském ostrově. Generální projekt už předpokládal jak mechanické, tak biologické čištění. Kapacita nové čistírny byla navržena na 1 milion obyvatel při specifické potřebě 350 l na osobu a den s tím, že v budoucnu ji bude možné rozšířit na kapacitu 1 250 000 obyvatel a specifickou potřebu 450 l na osobu a den. V roce 1958 byl redukován projekt schválen s plánovaným dokončením v roce 1964.

Výstavba byla zahájena I. etapou v letech 1955 až 1957 nutnými souvisejícími stavbami na pravém břehu Vltavy. V letech 1958 až 1959 pokračovala přípravou staveniště, ve druhém čtvrtletí 1959 byla zahájena realizace provozních objektů. Stavba byla sice v červenci 1965 slavnostně uvedena do provozu, ale pro vážné nedostatky bylo fakticky mechanické čištění funkční až od roku 1967 a biologická část technologické linky dokonce o rok později. Kapacita čistírny byla už od uvedení do provozu nedostatečná. Zatímco kapacita mechanického stupně byla stanovena na 8,7 m<sup>3</sup>/s, na biologickém stupni bylo možné čistit nejvýše 2,5 m<sup>3</sup>/s.

Proto byla bezprostředně po uvedení této nové čistírenské kapacity do provozu řešena její intenzifikace a zvažována výstavba čistírny nové. Z celé řady posuzovaných variant bylo nakonec vybráno její umístění u obce Hostín nedaleko od soutoku Labe a Vltavy u Mělníka, kam měly být odpadní vody soustředěné v prostoru Císařského ostrova přiváděny přibližně 20 km

dolným tunelem. Kapacitně byla v první etapě navržena na přítok 8,5 m<sup>3</sup>/s na mechanicko-biologické čištění s možností rozšíření na 11 m<sup>3</sup>/s.

Výstavba byla plně připravena k zahájení na konci osmdesátých let. V závěrečné fázi schvalovacího procesu budoucí provozovatel Pražská kanalizace a vodní toky vznesl výhradu k odvádění odpadních vod jedním tunelem. Než bylo rozhodnuto, zda je nutné změnit koncepci na (dražší) řešení odvedení odpadních vod dvěma tunely, nastala v důsledku politických a hospodářských změn po roce 1989 nová situace. Nejprve samozřejmě nejasná situace jak a z jakých zdrojů financovat takový rozsáhlý projekt. Postupně k tomu přistoupily i výhrady k výstavbě zařízení na čištění pražských odpadních vod na relativně vzdáleném území v blízkosti Hostína a nakonec i Mělníka. A třetím závažným důvodem ke změně už připraveného projektu byla otázka dimenzování. Bezprostředně po roce 1990 bylo odborné veřejnosti zřejmé, že postupným zavedením vodného a stočného odvozeného od skutečných nákladů dojde k výraznému poklesu specifické potřeby obyvatelstva. Mimo to se celková spotřeba pitné vody, a tím i produkce vod odpadních, snížila také výrazným omezením průmyslu na území hlavního města Prahy. Typickým příkladem je např. faktický zánik výroby ČKD nebo pražských masokombinátů.



Bylo zřejmé, že je nutné najít nová umístění budoucí pražské čistírny, přičemž rozšíření stávající ÚČOV na území Císařského ostrova se až do roku 2002 zdálo z celé řady důvodů nereálné. Byla posuzována celá řada možností. K těm propracovanějším patřilo její umístění do podzemí v prostoru skalního masivu Brnky ve vzdálenosti cca 3 km od Císařského ostrova nebo do prostoru lomu v Klecanech, kde by v případě získání této lokality bylo možné realizovat stavbu částečně v podzemí. Výhodu nižších nákladů oproti plně podzemní variantě snižovaly náklady na přivaděč odpadních vod, který by se prodloužil na cca 7 km. Rozhodujícím problémem však zůstával především nedostatek finančních prostředků na realizaci takové rozsáhlé investice.

Protože problém naprosto nedostatečného čištění pražských odpadních vod přetrvával, vyhlásil pražský magistrát v roce 1992 soutěž na projekt druhé intenzifikace ÚČOV. Zvítězil v ní Hydroprojekt (dnes Sweco Hydroprojekt a. s.).

Magistrát však soutěž zrušil a v roce 1993 vypsal soutěž znovu, s novými podmínkami. Ze sedmi přihlášených projektů zvítězil v soutěži s mezinárodní účastí opět návrh Hydroprojek-



tu a to především díky tomu, že za nejnižší nabídkovou cenu nabídl nejúčinnější řešení intenzifikace biologické části vodní linky. Vysoká intenzita procesu byla umožněna využitím originální české technologie – spojení procesů nitrifikace a denitrifikace s regenerací vratného kalu. Jak prokázaly rozsáhlé experimentální studie tohoto uspořádání [1,2], umožňuje regenerace kalu v samostatné nádrži umístěné v proudu vratného kalu na rozdíl od regenerace v hlavní lince výrazně snížit celkový objem aktivačního systému. Zároveň přítomnost provzdušňované regenerační zóny zvyšuje aerobní stáří kalu, potřebné pro růst nitrifikačních bakterií. Hydroprojekt realizoval stavbu formou dodavatelského inženýringu se svými partnery Metrostavem a ARKO TECHNOLOGY v období od listopadu 1994 do srpna 1997.

Provoz intenzifikované aktivace na ÚČOV však ukázal, že ani zvýšením aerobního stáří se nepodařilo dosahovat stabilní

nitrifikace, zejména v zimních měsících. Příčinou bylo, jak bylo prokázáno i kinetickými testy, příliš nízké zastoupení nitrifikačních bakterií v aktivovaném kalu. Proto bylo přistoupeno ke zkušební aplikaci nové metody zvyšování počtu nitrifikačních bakterií, tzv. bioaugmentace nitrifikace in-situ, postavené na patentu českých inženýrů Kose, Nováka a Wannera. Tato metoda se v podmínkách intenzifikované ÚČOV Praha plně osvědčila [7] a od roku 2000 je trvale používána dodnes. Mimochodem, prakticky stejný princip technologického procesu biologického čištění je uplatněn i na v současné době realizované Nové vodní lince ÚČOV.

Z této druhé intenzifikace byla realizovaná pouze část zahrnující intenzifikaci vodní linky. Pro nedostatek finančních prostředků nebyla realizovaná druhá etapa zaměřená na kalové hospodářství. I když ÚČOV Praha dosud neplní v parametru celkový dusík závazky ČR přijaté při vstupu do Evropské unie, byla to právě druhá intenzifikace ÚČOV, která umožnila výrazně snížit dopady na vodní tok – Vltavu, do kterého jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěny. Mimo to k tomu přispěly systematické dílčí modernizace vybraných zařízení, které průběžně realizuje hlavní město Praha prostřednictvím svého správce infrastruktury Pražské vodohospodářské společnosti. Mimo vodní linky jsou tyto investice směřovány i do kalového hospodářství. Takže přesto, že oproti původnímu záměru před více než 20 lety se nepodařilo vyřešit realizaci nového, moderního kalového hospodářství, je po postupných rekonstrukcích jeho jednotlivých částí schopno plnit svoji dosavadní úlohu nejméně do roku 2025.

To vše však nestačilo a dosud nestačí k plnění Směrnice Rady č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod a jejího článku, který ukládá:

„Členské státy zajistí, aby městské odpadní vody odváděné stokovými soustavami byly před vypuštěním podrobeny sekundárnímu čištění nebo jinému rovnocennému čištění, a to nejdříve do 31. prosince 2000 u všech vypouštění z aglomerací s populačním ekvivalentem vyšším než 15 000 PE.“

ÚČOV Praha zatím nesplňuje požadavky národní a evropské legislativy, především v ukazateli celkového dusíku (maximálně 10 mg/l).

Zásadním krokem ke splnění tohoto závazku je realizace a uvedení do provozu Nové vodní linky ÚČOV. To je však už další, samostatný příběh.

## Literatura

1. Historie kanalizací, Dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích, MILPO MEDIA s. r. o., 2002.
2. Stará čistírna odpadních vod Praha-Bubeneč 1906, TOVÁRNA o. p. s., správa industriálních nemovitostí, Praha, 2016.
3. Historie pražské kanalizace (od doby nejstarší do roku 1961). Křeček J. Pražská kanalizace a vodní toky, interní materiál PKVT, Praha, 1962.
4. Jásek J, Almerová J. Historie kanalizace. Webové stránky Pražské vodohospodářské společnosti a. s.
5. Wanner J, Kos M, Grau P. An Innovative Technology for Upgrading Nutrient Removal Activated Sludge Plants. *Water Science and Technology* 1990;22(7/8):9–20.
6. Kos M, Wanner J, Sorm I, Grau P. R-D-N Activated Sludge Process. *Water Science and Technology* 1992;25(4/5):151–160.
7. Novák L, Wanner J, Kos M, Roškota J. Zvýšení nitrifikační kapacity aktivačního procesu prostřednictvím obohacení biocenózy aktivovaného kalu nitrifikačními bakteriemi. *Proc. of 4<sup>th</sup> International Conference Wastewaters* 2001, 15.–17. 5., Mladá Boleslav, 2001; pp. 137–143.

Ing. Jiří Rosický

Pražská vodohospodářská společnost a. s.