

Zpráva pro laiky Layman's report



Ověření a vyhodnocení technologií pro terciární
dočištění komunálních odpadních vod
Verification and assessment of technologies for tertiary
treatment of municipal wastewater

Základní údaje o projektu | Project characteristics

Trvání projektu

září 2014 - prosinec 2017

Project duration

September 2014 – December 2017

Rozpočet

600 015 €

Budget

600 015 €

Koordinující příjemce | Coordinating beneficiary



AQUA PROCON s.r.o.
Palackého tř. 12, 612 00 Brno
www.aquaprocon.cz

Přidružení příjemci | Associated beneficiaries



**Brněnské vodárny
a kanalizace a.s.**

Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.
Pisárecká 555/1a, 603 00 Brno
www.bvk.cz



ALS Czech Republic, s.r.o.
Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9
www.alsglobal.cz

ZNEČIŠTĚNÍ VOD | WATER POLLUTION

Znečištění vod je v současnosti stále vážným environmentálním problémem. Vypouštěnými odpadními vodami se do povrchových vod vnášejí organické látky, toxiny, patogenní mikroorganismy a další látky negativně působící na vodní ekosystémy.

Klíčovou roli v ochraně vod mají čistírný odpadních vod. Během mechanicko-biologického čištění je odstraňováno téměř veškeré organické znečištění a významně se snižují koncentrace dusíku a fosforu. Zatížení toků mikrobiálním znečištěním a chemickými látkami jako například léčivý a jejich metabolity, produkty osobní péče, pesticidy a různými průmyslovými chemikáliemi zůstává vysoké, jelikož nedochází k žádným technologickým opatřením na jeho minimalizaci. Právě znečištění povrchových vod chemickými látkami představuje ohrožení vodního prostředí s účinky, jakými jsou bezprostřední a dlouhodobá toxicita pro vodní organizmy, ovlivnění jejich reprodukce a chování, akumulace v ekosystému, úbytek stanovišť a biologické rozmanitosti. V neposlední řadě přináší přítomnost chemického znečištění ve vodách i zdravotní rizika pro člověka. Vzhledem k rostoucím koncentracím tohoto znečištění ve vodách je nezbytné řešit problematiku jeho vnosu na odtocích z čistíren odpadních vod zařazováním vhodných stupňů čištění.



Sonolýza ozonu



Ultrafiltrace s koagulací a adsorpcí na aktivním uhlí

Water pollution is still a serious environmental problem. Organic pollution, nutrients, pathogenic organisms and other substances with negative effects on organisms are discharged with treated wastewater. Wastewater treatment plants play a key role in water protection. Almost all biological pollution is removed during mechanical-biological treatment; nitrogen and phosphorus concentrations are significantly reduced. Pollution loads of pathogens and chemical pollution such as pharmaceuticals and their metabolites, personal care products, pesticides and other industrial compounds remain high due to a lack of adequate treatment methods. Chemical pollution represents a significant risk to water environment such as acute and chronic toxicity for aquatic organisms, influence on their reproduction and behaviour, accumulation in ecosystems, loss of habitats and biodiversity, as well as threats to public health. Regarding the growing concentration of chemical pollution in waters it is important to solve the problem at wastewater treatment plants by implementing adequate treatment methods.



Mikrosíťová filtrace s UV zářením a peroxidem vodíku

Cílem projektu LIFE2Water je uplatnění a poloprovozní ověření inovativních technologií pro dočištění komunálních odpadních vod.

DÍLČÍ CÍLE

- Návrh a konstrukce tří pilotních jednotek využívající různých technologií vhodných pro dočištění komunálních odpadních vod.
- Vývoj a ověření metod k rychlému a spolehlivému stanovení koncentrací chemických látek ve vzorcích odpadních vod.
- Sledování a vyhodnocování účinnosti odstranění znečištění pilotními jednotkami (mikrobiální znečištění a znečištění vybranými chemickými látkami).
- Sledování a vyhodnocování provozních parametrů (spotřeba elektrické energie a dalších vstupů).
- Propagace projektu a jeho výsledků mezi laickou a odbornou veřejností.

SLEDOVANÉ ZNEČIŠTĚNÍ

Mezi sledované znečištění bylo mimo základních parametrů (biologická spotřeba kyslíku, chemická spotřeba kyslíku, nerozpuštěné látky, celkový dusík a celkový fosfor) zahrnuto mikrobiální znečištění a znečištění vybranými chemickými látkami. Z mikrobiálního znečištění byla pozornost zaměřena na fekální koliformní bakterie, enterokoky a bakterii *Escherichia coli*. Mezi sledované chemické látky byly zahrnuty pesticidní látky (celkem 26 pesticidních látek a jejich metabolitů, mezi nimi atrazin a jeho metabolity, MCPA, MCPP, MCPB), vybrané průmyslové látky (bisfenol A, nonylfenol a oktylfenol a jejich metabolity), vybraná léčiva (celkem sledováno 23 látek, mezi nimi diclofenac, karbamazepin, naproxen, vybrané rentgenové kontrastní látky a antibiotika) a steroidní látky (17 α -ethinylestradiol, 17 β -estradiol a další).

PILOTNÍ LOKALITA

Pilotní jednotky byly umístěny na Čistírnu odpadních vod Brno-Modřice a každá z jednotek byla po dobu jednoho roku provozována. Čistírna odpadních vod v Brně-Modřicích slouží k čištění odpadních vod přiváděných systémem kanalizačních stok z města Brna a širokého okolí. Jedná se o klasickou mechanicko-biologickou čistírnu odpadních vod s anaerobní stabilizací kalu.

PROJECT LIFE2WATER

Project LIFE2Water aims to improve the quality of discharged wastewater effluents by implementation of innovative technologies for tertiary treatment of municipal wastewater and their verification on pilot scale.

SPECIFIC OBJECTIVES

- Design and construction of three pilot plants utilizing various technologies suitable for tertiary effluent treatment.
- Development and verification of analytical methods for fast and reliable detection of chemical compounds concentrations in wastewater samples.
- Monitoring and evaluation of pollutants removal efficiency (microbiological pollution, pollution by selected chemical compounds) by pilot plants.
- Monitoring and evaluation of operational parameters (consumption of electric energy and other inputs).
- Promotion of the project and its results among lay public and experts.

POLLUTION MONITORED

Except for basic water quality parameters (biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, suspended solids, total nitrogen and total phosphorus) selected microbiological and chemical pollution was involved among the monitored parameters. Microbial parameters are fecal coliform bacteria, enterococci and bacteria *Escherichia coli*. Selected pesticides (in total 26 pesticides and their metabolites such as atrazine and its metabolites, MCPA, MCPP, MCPB), industrial compounds (bisphenol A, nonylphenol and octylphenol and their metabolites), pharmaceuticals (in total 23 compounds such as diclofenac, carbamazepine, naproxen, selected X-ray contrast media and antibiotics) are involved among chemical pollution parameters.

PILOT LOCALITY

Pilot plants were located at Wastewater treatment plant Brno-Modřice and each plant was operated for one year. Wastewater treatment plant Brno-Modřice treats wastewater from the city of Brno and broad surroundings. It is a mechanical-biological treatment plant with anaerobic sludge digestion.



- **Pro řešení projektu byly navrženy a zkonstruovány tři pilotní jednotky:** (1) jednotka mikrosíťové filtrace s UV zářením a dávkováním peroxidu vodíku, (2) jednotka sonolýzy ozonu a (3) pilotní ultrafiltrační jednotka s adsorpcí na aktivním uhlí. Průtoky zpracované pilotními jednotkami odpovídaly v závislosti na konkrétním provozním stavu průtokům na čistírně o velikosti od 400 do 3 000 ekvivalentních obyvatel.
- **Byly vyvinuty a ověřeny rychlé a spolehlivé metody pro stanovení celé řady průmyslových látek, pesticidů a léčiv ve vzorcích dočištěných odpadních vod.** Stanovení probíhalo v moderních přístrojích využívajících kapalinovou chromatografii ve spojení s tandemovou hmotnostní detekcí. Tyto analýzy umožňují stanovení velkého množství látek přítomných ve vzorcích i ve velmi nízkých koncentracích.
- **Bylo dosahováno až úplného odstranění sledovaného mikrobiálního znečištění.** Účinnosti odstranění sledovaných mikrobiologických parametrů se pohybovaly od 64 % pro pilotní jednotku mikrosíťové filtrace s UV zářením a dávkováním peroxidu vodíku do 100 % pro pilotní jednotku sonolýzy ozonu a pilotní ultrafiltrační jednotku s adsorpcí na aktivním uhlí.
- **Na pilotní jednotce sonolýzy ozonu a pilotní ultrafiltrační jednotce bylo dosahováno významného odstranění sledovaného chemického znečištění.** Účinnost odstranění chemického znečištění na pilotní jednotce sonolýzy ozonu rostla se zvyšující se dávkou ozonu (průmyslové látky a léčiva byly s výjimkou rentgenových kontrastních látek odstraňovány až pod mez detekce). U sledovaných pesticidů a jejich metabolitů bylo dosaženo až na metabolity atrazinu téměř úplného odstranění.
- **Účinnost odstranění chemického znečištění byla na pilotní ultrafiltrační jednotce obdobná a až na výjimky byly sledované látky odstraňovány ve velmi vysoké míře.** Opačná situace nastává pro pilotní jednotku mikrosíťové filtrace s UV zářením a dávkováním peroxidu vodíku, kde dosažitelné účinnosti odstranění jsou pro průmyslové látky a pesticidy minimální a léčiva jsou odstraňována maximálně z 50 %.
- **Během ročního testování každé z pilotních jednotek byla získána data nejen o účinnosti odstranění sledovaného znečištění, ale i cenné provozní zkušenosti.** Byl vyhodnocen provoz jednotlivých pilotních jednotek z hlediska účinnosti na odstranění znečištění a z ekonomického hlediska. Byly vyhodnoceny provozní a investiční náklady na jednotku vyčištěných odpadních vod. Tato data jsou klíčová pro provozovatele čistíren odpadních vod k volbě vhodného stupně čištění komunálních odpadních vod, kdy podrobné znalosti o dosažitelné účinnosti čištění a provozní náročnosti jednotlivých technologií budou znamenat významné úspory nákladů na dočištění vod.
- **Projekt a jeho výsledky byly široce sdíleny a během řešení se podařilo akcentovat problematiku ochrany vod mezi laickou a odbornou veřejností.** Pro laickou veřejnost byly pravidelně po dobu trvání projektu organizovány exkurze na ČOV Brno-Modřice. Na exkurzích byli návštěvníci provedeni celým technologickým procesem čištění a byla jim vysvětlena důležitost čištění odpadních vod a jeho vliv na zlepšování kvality životního prostředí. Odborné veřejnosti byly výsledky prezentovány na seminářích a celé řadě domácích i zahraničních konferencích. V rámci řešení rovněž vznikaly odborné zprávy, články do časopisů a další diseminační materiály. Tyto jsou k dispozici na webových stránkách projektu.

RESULTS ACHIEVED

- **Three pilot plants were designed and constructed:** (1) pilot plant of micro-strainer filtration in combination with UV radiation and dosing hydrogen peroxide, (2) pilot plant of ozone sonolysis and (3) pilot ultrafiltration plant with coagulation and adsorption on active carbon. The capacity of pilot plants corresponded to wastewater treatment plants of a capacity of 400 to 3 000 population equivalent.
- **Analytical methods for fast and reliable detection of concentrations of a number of industrial compounds, pesticides and pharmaceuticals in wastewater samples were developed.** Modern instrumentation consisting of liquid chromatography with tandem mass spectrometry was used for detection and quantification of pollutants concentrations in wastewater samples. These analyses enable to determine an array of compounds even in very low concentrations.
- **Total removal of microbiological pollution was achieved.** Removal efficiency was 64 % for pilot plant of micro-strainer filtration in combination with UV radiation and dosing hydrogen peroxide to 100 % for pilot plant of ozone sonolysis and pilot ultrafiltration plant with coagulation and adsorption on active carbon.
- **Significant removal of chemical pollution was achieved by pilot plant of ozone sonolysis and pilot ultrafiltration plant with coagulation and adsorption on active carbon.** Removal efficiency increases with increasing ozone dose in pilot plant of ozone sonolysis (industrial compounds and pharmaceuticals except for X-ray contrast media are removed below the limit of detection). Removal efficiency of pesticides and their metabolites are similar except for metabolites of atrazine. Removal efficiency in pilot ultrafiltration plant with coagulation and

adsorption on active carbon is with exceptions similar to the previous plant. On contrary, removal efficiency of industrial compounds and pesticides is minimal and removal efficiency of pharmaceuticals is 50 % in pilot plant of micro-strainer filtration in combination with UV radiation and dosing hydrogen peroxide.

- **Valuable experience with operation of tertiary treatment stages were gained during monitoring of each of the pilot plant.** Operation of each of the plant was assessed. The operating and investment costs per unit of treated wastewater were evaluated. These data are very important for wastewater treatment plant operators for selection of appropriate treatment method. Detailed knowledge on achievable removal efficiencies and costs of treatment can contribute to significant savings in wastewater treatment costs.
- **Project and its results were widely disseminated and the issue of water protection was accentuated among lay and expert public.** Excursions at Wastewater treatment plant Brno-Modřice were regularly organised for lay public. The visitors were guided through the whole wastewater treatment process. The importance of wastewater treatment and positive effects of treatment on improving the environment were explained. The results were disseminated at seminars and conference among the experts. During the project implementation reports, articles and other dissemination materials were published. All materials are available on the project website.



Projekt LIFE2Water (LIFE13 ENV/CZ/000475)
je spolufinancován Evropskou unií
v rámci programu LIFE+