

# Trendy ve vývoji technologie čištění odpadních vod ve velkých čistírnách

Prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.  
VŠCHT Praha

Předseda Odborné skupiny pro velké čistírny  
odpadních vod, International Water Association;  
Člen Odborné skupiny pro městské ČOV, CzWA

# Role velkých ČOV

- Významný dopad na jakost vody v povodí.
  - Příklad ÚČOV Praha: amoniakální dusík cca 1/3 celkového odtoku tohoto ukazatele z ČR
- Jsou „výkladní skříní“ oboru čištění odpadních vod každé země.
- Prestižní záležitost pro aplikaci výsledků místního výzkumu a vývoje.
- Význam pro odbornou výchovu další generace projektantů, procesních inženýrů apod.
- S ohledem na rozsah zástavby, významný dopad na charakter okolí a kvalitu životního prostředí.

# Zásady technologického řešení

- Vysoké nároky na jakost a stabilitu kvality odtoku – viz Směrnice o čištění městských odpadních vod 91/271/EHS
- Odstraňování organického znečištění dáno splněním podmínek pro nitrifikaci (oxidace amoniakálního dusíku na dusičnany).
- Biologické odstraňování dusíku – dva protichůdné procesy, prováděné různými typy mikroorganismů se zcela rozdílnými požadavky

# Řešení odstraňování dusíku

- Preferenci má splnění podmínek pro růst **nitrifikačních** bakterií:
  - Rostou pomalu => vysoké stáří kalu
  - Dostatečný přívod kyslíku
  - Stabilní pH okolo 7,0, teploty nad 12 st.C
- Řešení nízké růstové rychlosti:
  - Vysoké stáří kalu => vysoká zásoba kalu v systému
  - „virtuální“ navyšování stáří zařazením regenerace vratného kalu
  - Bioaugmentace nitrifikačních bakterií

# Řešení odstraňování dusíku

- Antagonistické požadavky **denitrifikačních** bakterií:
  - Rozpuštěný kyslík je blokuje, vadí jim „převzdušňování“ v nitrifikaci
  - Vysoké stáří kalu snižuje jejich aktivitu
  - Vzhledem k nízkému látkovému zatížení systému nedostatek organického substrátu, který potřebují k redukci dusičnanů na plynný dusík
- Často se aplikuje dávkování externích organických substrátů

# Řešení odstraňování fosforu

- Částečné odstraňování fosforu do nové biomasy aktivovaného kalu (tzv. přebytečný kal)
- Existence tzv. poly-P bakterií se zvýšenou akumulací fosforu do buněk
- Poly-P bakterie však vyžadují organické substráty, které potřebujeme spíše pro denitrifikaci
- Nejběžnější řešení: Chemické srážení fosforečnanů

# Chemické srážení fosforečnanů

- Chemická reakce probíhající s mírným přebytkem srážedla – rychlá, spolehlivá
- Lze provádět simultánně s biologickými procesy v aktivovaném kalu (1955 Thompson v Zurichu)
- S ohledem na aplikaci kombinovaného emisně-imisního principu podle Rámcové směrnice: Přejít na terciární srážení.

# Terciární sražení fosforečnanů

- Zpracovává se odtok z dosazovací nádrže
- Potřebný reakční objem pro reakci srážedla s fosforečnanem a vytvoření separovatelné sraženiny
- Finální separace sraženiny: objemová (písková) filtrace, dnes i flotace, filtrace na přepážkách různého provedení
- V podstatě se za ČOV zařadí „malá vodárna“



# Terciární sražení fosforečnanů

- U nás zatím ČOV Pelhřimov – ochrana vodárenské nádrže Švihov na Želivce před eutrofizací
- Začíná se běžně používat i u velkých ČOV: Oslo, Mnichov I a II



# Separace aktivovaného kalu

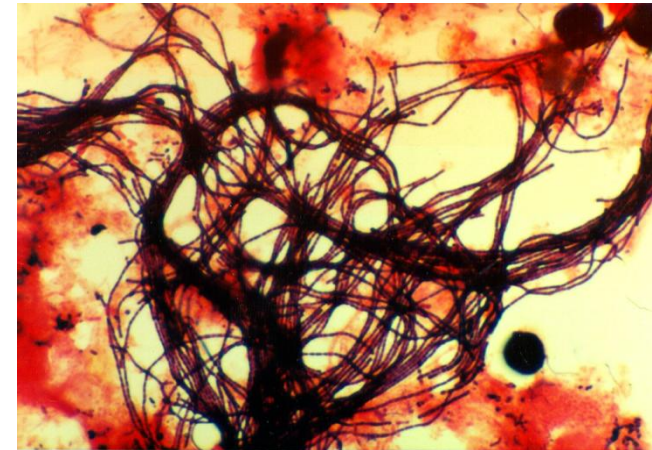
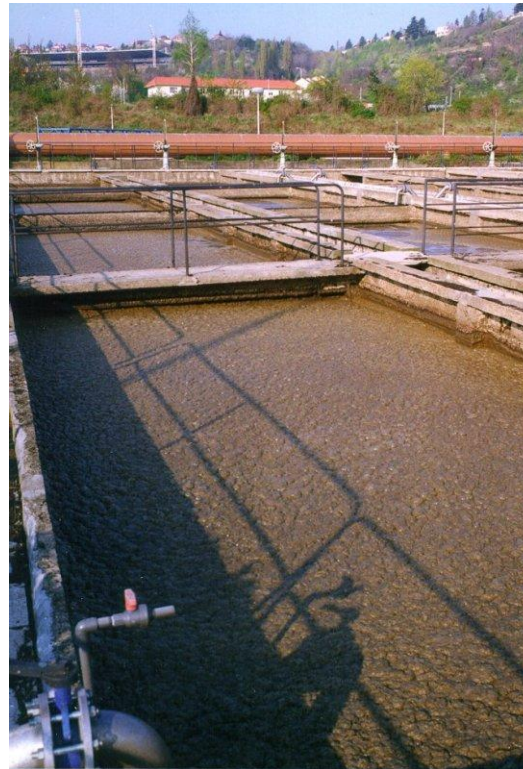
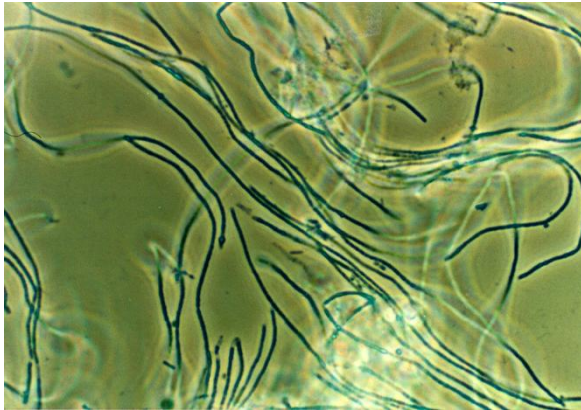
- Rozhodující operace pro kvalitu odtoku
- Unikající nerozpuštěné látky zhoršují další sledované ukazatele, tj. BSK5 i CHSK, celk. N i celk. P
- Špatně sedimentující aktivovaný kal či špatně zahuštěný v důsledku nevhodné konstrukce dosazovací nádrže => nemožnost řídit stáří kalu (a tudíž i nitrifikaci) v aktivaci a hydraulické přetěžování kalového hospodářství

# Separační vlastnosti aktivovaného kalu

- Závisí na charakteru vloček aktivovaného kalu a (nadměrné) přítomnosti vláknité populace
- Provoz při vysokém stáří kalu (kvůli nitrifikaci):
  - Tendence k rozpadu velkých vloček („podvýživa“)
  - Zvýšená přítomnost některých vláknitých mikroroganismů
- Typický výskyt m.o. *Microthrix parvicella*, způsobujícího špatnou sedimentaci a/nebo tvorbu biologických pěn

# *Microthrix parvicella*

- Typický vláknitý m.o. s ohledem na složení pražské odpadní vody
- Obtížná kontrola jeho růstu – speciální hlinité preparáty



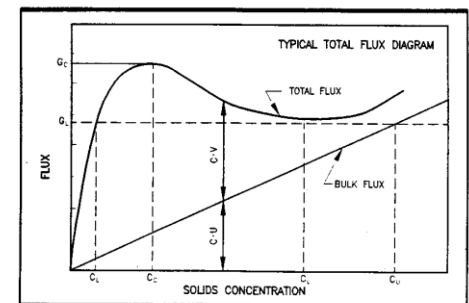
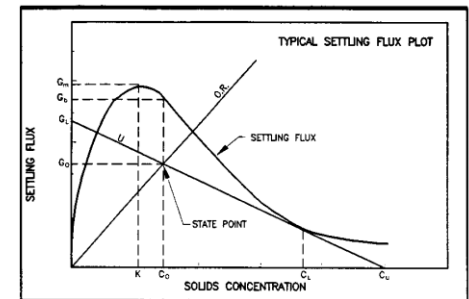
Biologická pěna  
na ÚČOV

# Moderní konstrukce dosazovacích nádrží

- **Nezávisle na tvaru** (kruhová, pravoúhlá nádrž) musí vytvářet podmínky pro:
  - Potřebnou flokulaci a odplynění vstupující aktivační směsi
  - Optimální sedimentaci bez rušivých vlivů
  - Dostatečné zahuštění kalu u dna a jeho efektivní odběr (nezředěný kal)
  - Zabránění vzplývání kalu
  - Přisávání nerozpuštěných látek z objemu kapaliny či z hladiny do odtoku

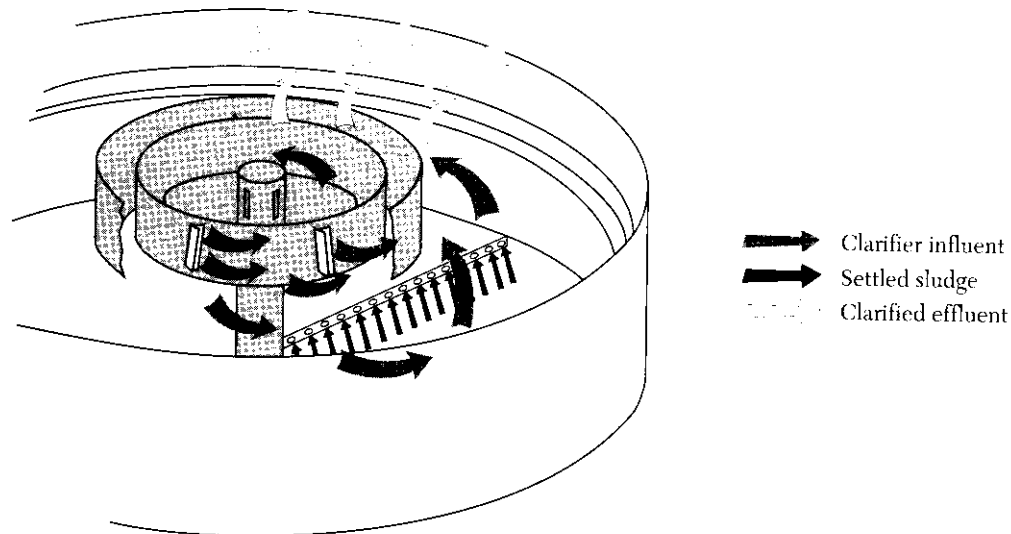
# Moderní konstrukce dosazovacích nádrží

- Dosazovací nádrž musí být dostatečně flexibilní vůči změnám v kvalitě kalu (změny kalového indexu) a v hydraulickém zatížení
- Při hydraulických špičkách musí být schopna zvýšené zadržet kalu v kalovém prostoru



# Moderní konstrukce dosazovacích nádrží


- Rozhodující je správné dimenzování a konstrukce těchto partií:
  - Uklidňovací a flokulační zóna
  - Stírání hladiny
  - Bezpečné odvádění odsazené vody při různých průtocích
  - Účinné shrabování dna a odvod zahuštěného kalu



# Potvrzení těchto trendů - - konference IWA o velkých ČOV 2007 Vídeň, 2011 Budapešť, 2015 Praha (???)

10<sup>th</sup> IWA Specialised Conference  
**Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants**  
 9-13 September 2007, Vienna, Austria

**CONFERENCE PROGRAM**



**TU VIENNA** **IWA International Water Association**

**CALL FOR PAPERS**  
**11<sup>th</sup> IWA Specialised Conference**  
**"Design, Operation and Economics of Large Waste Water Treatment Plants"**  
 4-8 September 2011 - Budapest, Hungary

**Scientific Programme Committee**

**Management committee**

**Organising Committee**

**Prof. Jiri Wanner**  
 Chairman of the IWA Specialist Group on Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants

**Prof. László Somlyódy**  
 Department of Sanitary and Environmental Engineering, Budapest University of Technology and Economics

**Invitation - On behalf of the International Water Association (IWA), its Specialist Group on Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, the Department of Sanitary and Environmental Engineering, Budapest University of Technology and Economics, and the Hungarian Water Utility Association, it is our pleasure to invite you to join us for the 11<sup>th</sup> IWA Specialised Conference "Design, Operation and Economics of Large Waste Water Treatment Plants". This event will be held on 4-8 September 2011 in Budapest, Hungary.**

**The conference will focus on:**

- Overall case studies of large treatment plants
- Design of large treatment plants
  - Wastewater removal and recovery
  - Optimising the interactions of wastewater treatment plant with sewer system
  - Activated sludge separation
  - Wastewater treatment plants in normal and sensitive catchment areas
  - Achieving the Limit of Technology (LOT)
  - Simulation modelling for process optimisation
  - Applying CFD modelling for design
  - Appropriate technologies for developing countries
- Operation of large treatment plants
  - Treatment performance
  - Simulation and modelling for process optimisation
  - Energy efficiency
  - Odours and volatile emissions
  - Instrumentation, control and automation
  - Monitoring the performance of the processes
  - Water reuse
- Sludge handling and its effect on wastewater treatment
  - Sludge stabilisation
  - Sludge incineration
  - Sludge disposal
  - Sludge minimisation and dewatering
  - Management of reject water
- Costs and economics
  - Cost optimisation of investment and operation
  - Benchmarking
  - Asset management
- Advanced technologies for wastewater treatment
  - Use of membranes in wastewater treatment
  - Granular activated sludge
  - Advanced oxidation processes (ozone, UV)
  - Adsorption processes (activated carbon)

**Additionally workshop or workshops are planned to be part of the programme. Candidate topics are:**

- Challenges and perspectives of wastewater treatment in Central Europe;
- Utility management;
- Management of micro-pollutants on wastewater treatment plants - what, how and who will pay, and
- Wastewater treatment in fast growing cities - do we need new approaches?

**Submission of Papers**  
 You are invited to send a full paper on any of the subjects of interest of the conference. Papers will only be accepted in electronic form (Word or pdf). The paper must not exceed 8 pages for oral presentation and 4 pages for poster presentation. Details for paper submission will be available at the conference web-site.

All submissions must be original and should not have been previously accepted for publication in a journal, presented in another conference or be under review at another conference. Please note that for each selected paper it is mandatory for at least one author to register for the conference.

The format of the paper has to follow IWA guidelines which are available at the official conference homepage.

**Deadline for submitting papers/posters is 10 Feb 2011.**  
**Authors will be notified of acceptance until 30 Apr 2011.**

Selected papers will be published either in Water Science & Technology or in Water Practice & Technology.  
 Conference Language: English will be the official language of the conference. Translation service will not be provided.

**Important Dates:**

10 Feb 2011	Deadline for paper submission
30 Apr 2011	Notification of paper acceptance
20 Jun 2011	Deadline for early registration
4-8 Sep 2011	Conference

**Registration fees:**

	Non IWA member	IWA member	YWP member	Spouse
Early registration - before 20 June 2011				
High income country	590 €	450 €	220 €	150 €
Low income country	470 €	370 €	170 €	200 €
High income country - after 20 June 2011				
High income country	650 €	550 €	270 €	230 €
Low income country	520 €	420 €	230 €	200 €

Conference Venue: Budapest Congress Center  
 #1123 Budapest, Alkotás utca 63-67.

Call me to see if I can help you to do it.  
**TRIVIA** Call me to see if I can help you to do it.  
 E-mail: [trivia@trivianet.hu](mailto:trivia@trivianet.hu)  
 Tel./Fax: +36-1-37-1-333  
 e-mail: [trivia@trivianet.hu](mailto:trivia@trivianet.hu)

**www.lwwtp2011.org**





Trendy ve vývoji technologie čištění  
odpadních vod ve velkých čistírnách

Fotografická příloha

# ČOV Mnichov I - Gut Großlappen, 2007

- Návrhová 2 000 000 EO
- Návrhový průtok bezdeštný 6.6 m<sup>3</sup>/s
- Návrhový průtok dešťový 10.0 m<sup>3</sup>/s
- Skutečný bezdeštný přítok 3,6 m<sup>3</sup>/s
- Skutečné zatížení BSK<sub>5</sub> 51 400 kg/d (méně než Praha)
- Dvoustupňová aktivace s meziusazovákou
- Terciární písková filtrace s postdenitrifikací
- Chemické srážení P v prvním stupni

# ČOV Mnichov I - Gut Großlappen, 2007

Wastewater Treatment Plant  
Gut Großlappen

- 1 Mechanical Treatment
- 2 Biological Treatment - First Stage
- 3 Biological Treatment - Second Stage
- 4 Phosphate Precipitation
- 5 Sand Filtration
- 6 Sludge Treatment
- 7 Sludge Incineration
- 8 Biogas Storage and Power Station
- 9 Operational and Social Buildings



komplikované  
propojení 1. a 2.  
stupně a nového  
kalového  
hospodářství

# ČOV Mnichov I - Gut Großlappen, 2007



# ČOV Mnichov I - Gut Großlappen, 2007



# Vídeň – Simmering 2005

- Projektovaná kapacita intenzifikované ČOV 4 miliony EO
- Dnešní zatížení cca 3,25 milionů EO
- Maximální hydraulická kapacita 18 m<sup>3</sup>/s
- Možná různá propojení 1. a 2. stupně (5 a 15 hodin doba zdržení)
- Biologická nitrifikace a denitrifikace v 2. stupni, chemické srážení P v 1. stupni
- Bohatě dimenzované dosazovací nádrže, hloubka 4,1 m, průměr 64 m
- Spalování surového kalu

# Vídeň – Simmering 1976



# Vídeň – Simmering 2005

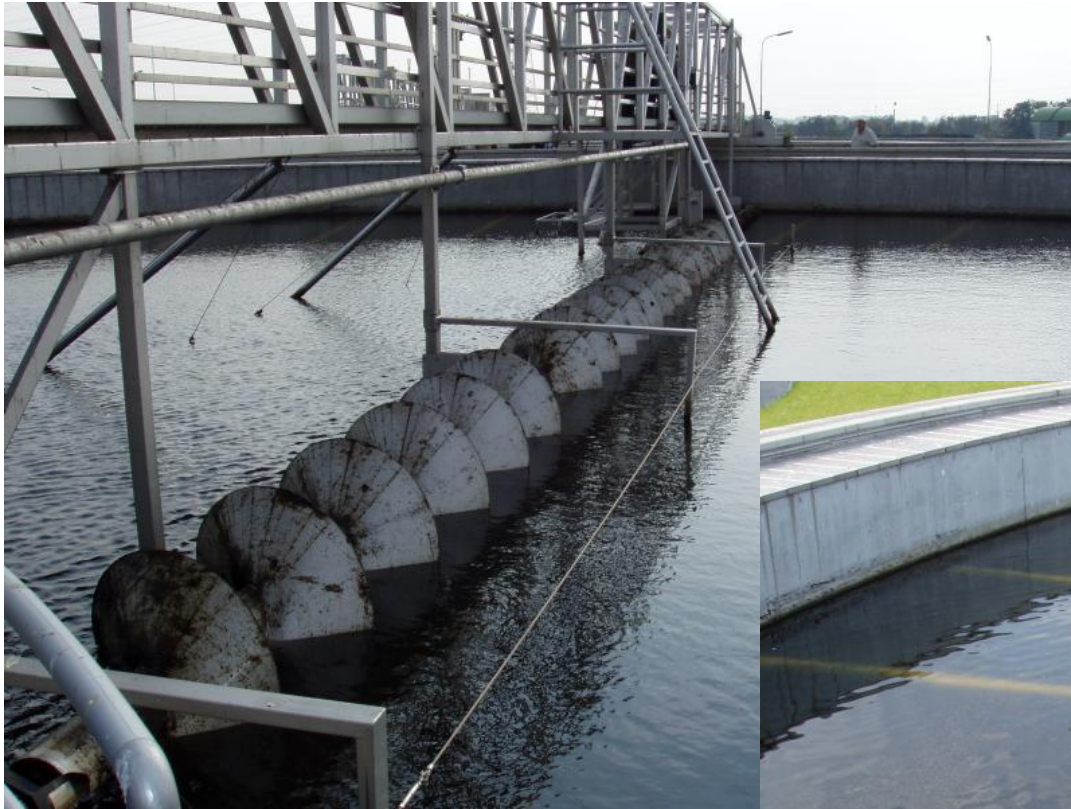




# Vídeň – Simmering 2005



# Vídeň – Simmering 2005



„bytelné“ dosazovací nádrže



# ČOV Athény – Psyttalia, 2008

- Návrhová kapacita 5 600 000 EO
- Kapacita přívodní shybky 27 m<sup>3</sup>/s
- Průměrný přítok 2009-2010 cca 8 m<sup>3</sup>/s  
(2,2x Praha)
- Průměrné zatížení BSK<sub>5</sub> cca 230 000 kg/d  
(2,4x Praha)
- Biologická nitrifikace a denitrifikace (bez srážení P – doprava srážedla problém)
- bohatě dimenzované dosazovací nádrže

# ČOV Athény – Psyttalia, 2008

Ostrov Psyttalia



Příjezd lodí

# ČOV Athény – Psyttalia, 2008

Aktivace s N a D zónami



Baterie hlubokých  
pravoúhlých DN  
s protisměrnými  
řetězovými shrabováký

A scenic view of clear, turquoise water with rocky shores. The water is exceptionally clear, revealing a large, dark-colored fish swimming in the middle ground. The foreground shows several large, moss-covered rocks. The overall scene is bright and vibrant, suggesting a healthy aquatic environment.

Děkuji za pozornost !