

Úroveň stokování a čištění odpadních vod ve vybraných evropských městech na přelomu 19. a 20. století

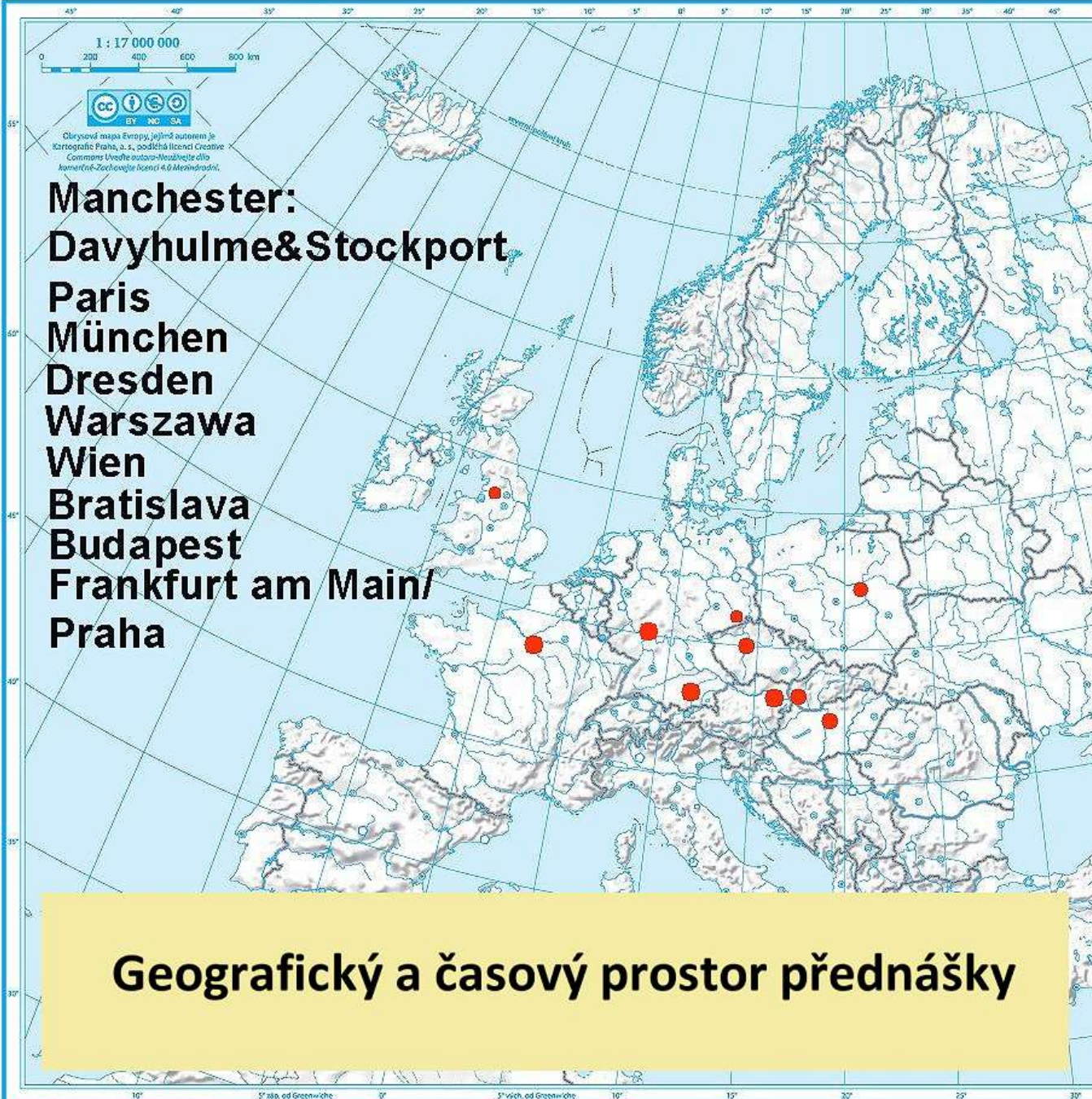
prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE



**ÚSTAV
TECHNOLOGIE
VODY A PROSTŘEDÍ**



Časová osa (mimo GB)

"historické" kanalizace

1850

"moderní" kanalizace

1906

mechanické čištění

biofiltry

závlahy - půdní filtrace

1945

aktivační proces

Anglie – kdysi kolébka stokování a čištění odpadních vod v Evropě

- rostoucí problémy se znečištěním řek
- Zákon o odstraňování nečistot z roku **1855** (**Nuisance Removal Act**)
- potřeba koordinovaného řešení – **1865** Royal Commission on River Pollution
- Zákon o veřejném zdraví z roku **1875** (**Public Health Act**)
- **Zákon o Královské komisi pro čištění odpadních vod (1898–1915)**: Komise vydala sérii přelomových zpráv, které určily moderní standardy pro čištění odpadních vod. Na základě jejích doporučení byly navrženy standardy kvality vody (**tzv. standardy BOD/SS**), které se staly základem moderního vodního hospodářství

London, 1860 – 1870

Sir Joseph William Bazalgette našel řešení –
vyvedení splašků pásmovým systémem pod
čáru přílivu po proudu pod Londýn

Bazalgette – zachránce Londýna před
nesnesitelným zápachem Temže



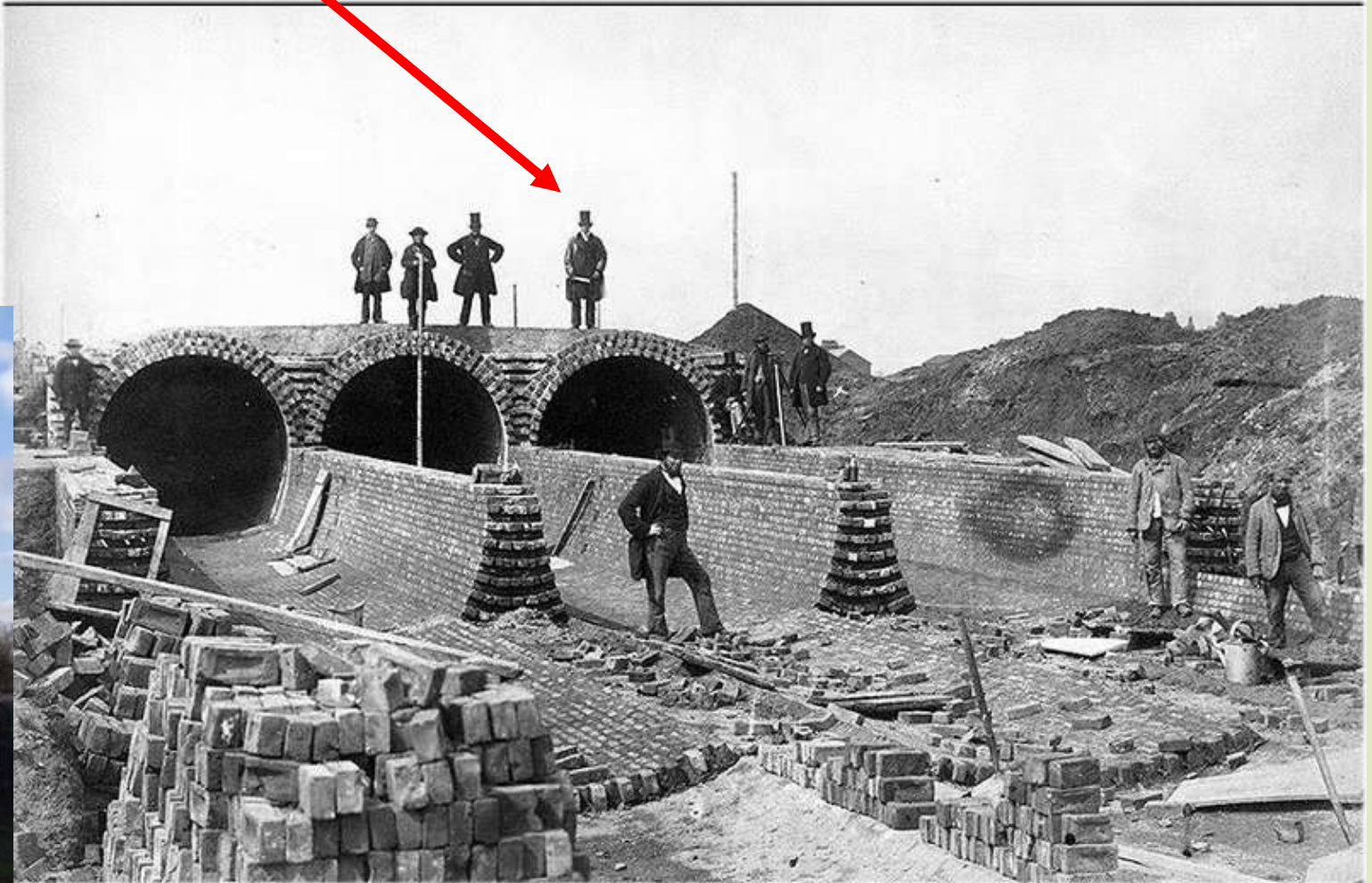
Cholera je choroba přenosná vodou,
ne vzduchem – John Snow, MD

<https://www.youtube.com/watch?v=nR2m62sdQpA>

London, 1860 – 1870

Sir Joseph William Bazalgette na staveništi londýnských stok

Jedna ze zachovaných
přečerpávacích stanic
(Abbey Mills)



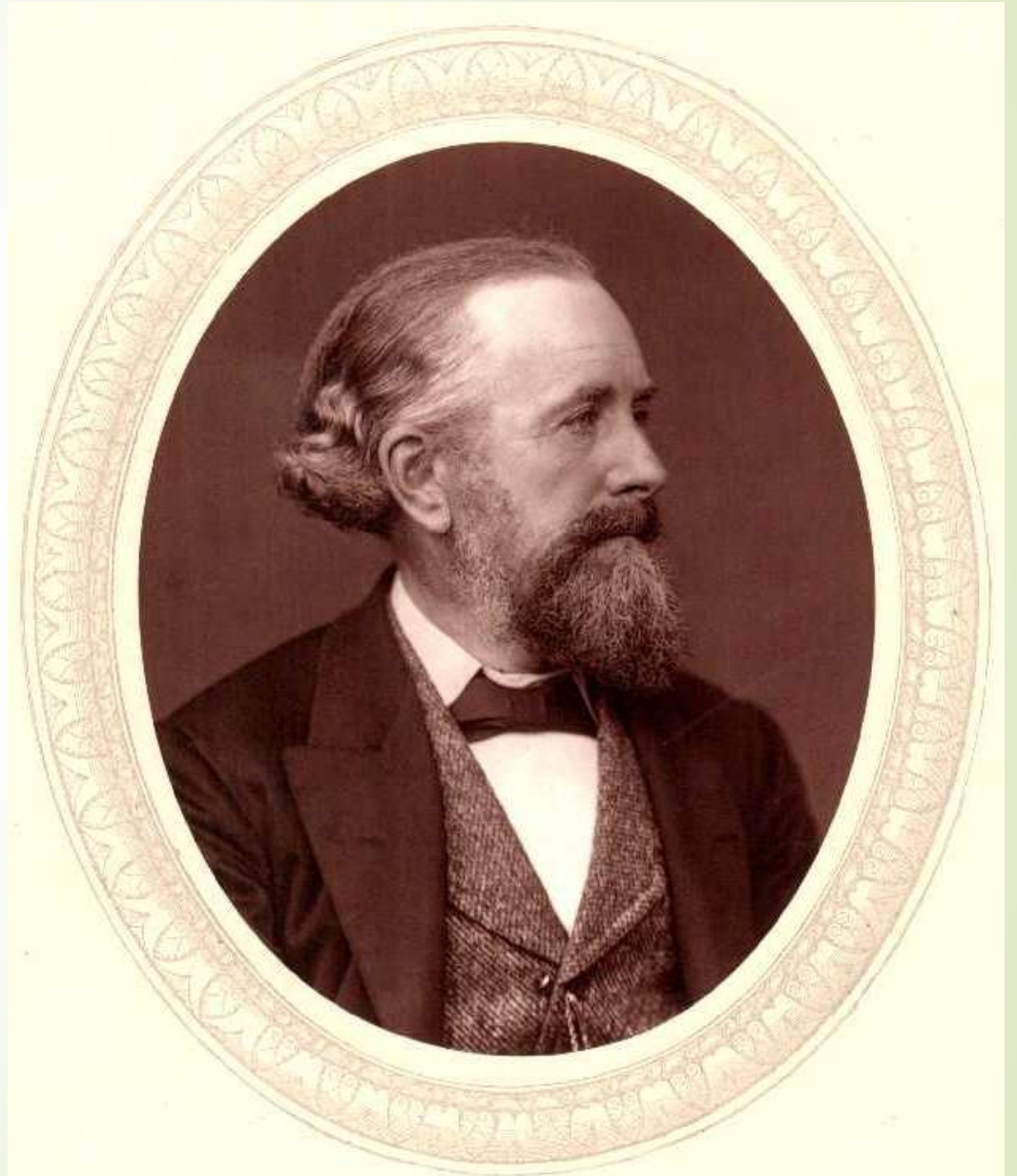
Sir Edward Frankland, 1825 – 1899

1865: Royal Commission on River Pollution

1868-1875 vedl státní laboratoř,
výzkum procesů potřebných k čištění
odpadních vod, tj. nejen chemických,
ale i biologických

Inspirace **Pasteurovými** výzkumy o
funkčních skupinách
mikroorganismů.

Inspiroval vznik půdní filtrace a
biofiltrace – Dibdinovo kontaktní lože



GILBERT JOHN FOWLER

1868-1953



- 1896 chemik a bakteriologický asistent Rivers Committee of the Manchester City Council
- 1899 superintendant a chemik, Manchester Corporation sewage works
- 1912 cesta do Lawrence Sewage Experimental Station, USA
- 1916 Professor of Applied Chemistry/Biochemistry at the Indian Institute of Science, Bangalore

„Sewage farm“ z viktoriánské doby





Klasický zkrápěný biofiltr

ČOV Manchester – Davyhulme

Rodiště aktivního
procesu



ČOV Manchester – Davyhulme



Dobová fotografie laboratoře v ČOV Davyhulme

„Mobilní“ pilotní jednotka



**1914: první ze série 3 článků
o aktivačním procesu**

Arden, E., Lockett, W.T. (1914a) **Experiments on the Oxidation of Sewage without the Aid of Filters**. J. Soc. Chem. Ind., 33, 523.

Manchester pilot plant, 14 Febr, 1914



experimental plant



aeration tank

Dosazovací nádrž se sklonem dna

Jemnobublinná aerace

Provozní aplikace

- ještě během 1. světové války
- 1916: první velká provozní aktivační ČOV ve Worcesteru ($7\,570\text{ m}^3/\text{d}$)
- přenos technologie do zámoří (USA, Indie, Jižní Afrika, Austrálie)
- problémy s ucpáváním jemnobublinných elementů
- vývoj mechanické aerace (Haworth, Kessener, Bolton)
- Spory o patentová práva uplatňovaná firmou Jones & Attwood, Ltd. (Fowler „koukal“ svým žákům přes rameno)

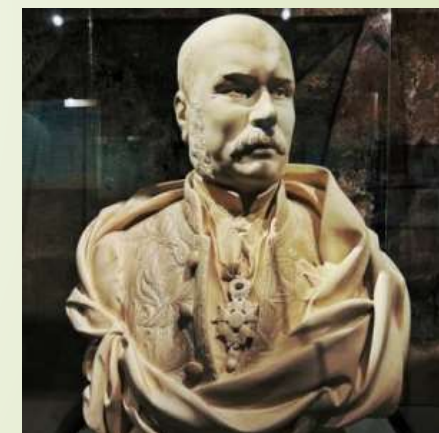
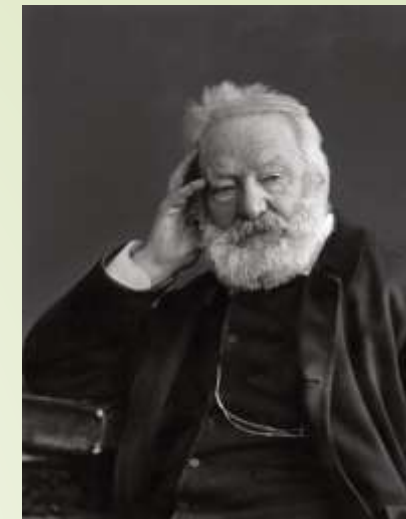
ČOV Stockport, Haworthův (Sheffieldský) systém



Kessenerovy kartáče

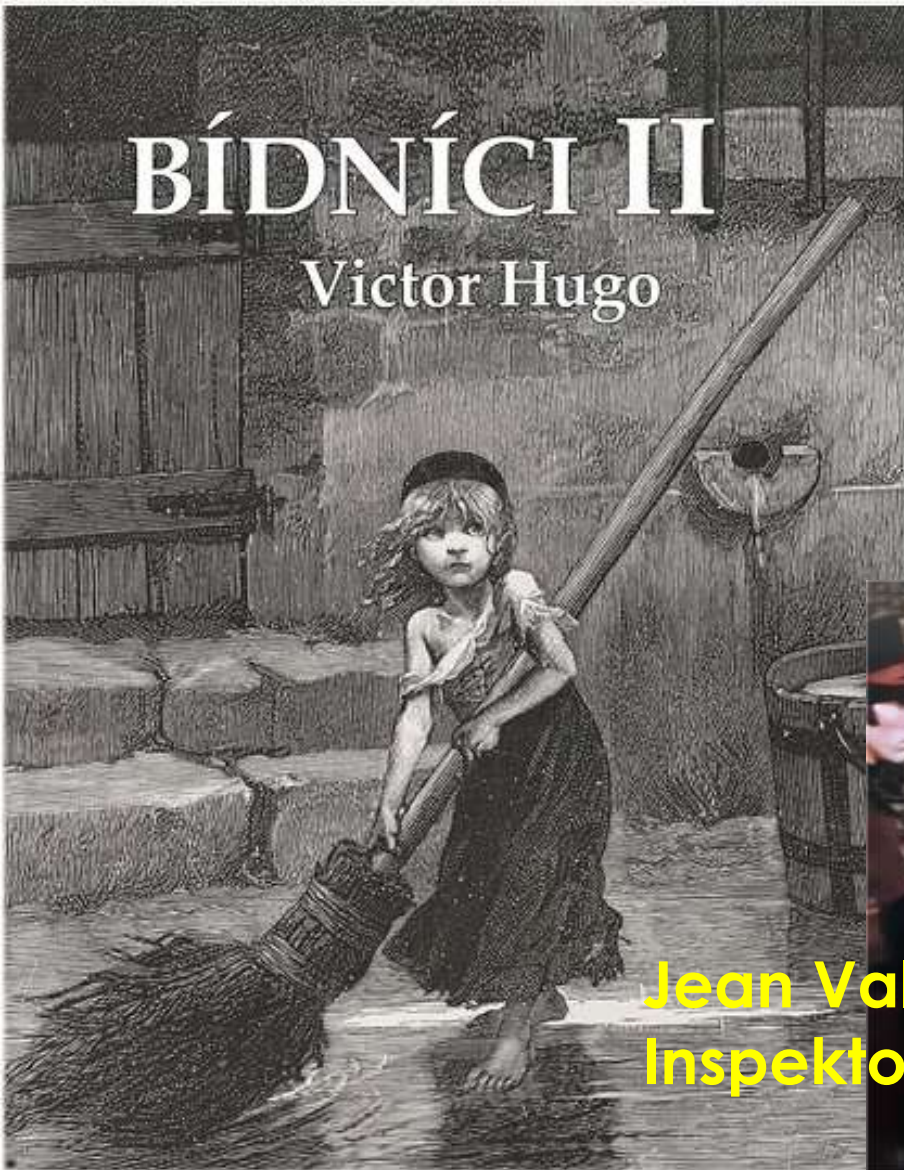
FRANCIE - PAŘÍŽ

- První zakrytá podzemní kanalizace v Paříži vznikla v roce 1370 pod ulicí Rue Montmartre.
- Napoleon I. pověřil Pierra-Emmanuela Bruneseaua, městského inspektora veřejných prací, aby provedl průzkum pařížské kanalizační sítě. Bruneseau byl přítelem **Victora Huga**, který kanalizaci zvětšil ve svém klasickém díle „**Bídníci**“.
- Moderní a komplexní síť chodeb se pak začala budovat v roce 1854 za prefekta Barona Haussmanna a inženýra **Eugèna Belgranda**
- Odpadní vody se však **vypouštěly přímo do řeky Seiny** nebo se od druhé poloviny 19. století používaly k **zavlažování zemědělských polí** kolem Paříže.
- První čistírna odpadních vod pro Paříž **Seine-Aval v Achères** byla uvedena do provozu v **roce 1940** po třech letech výstavby..



Červnové povstání 1832 v Paříži

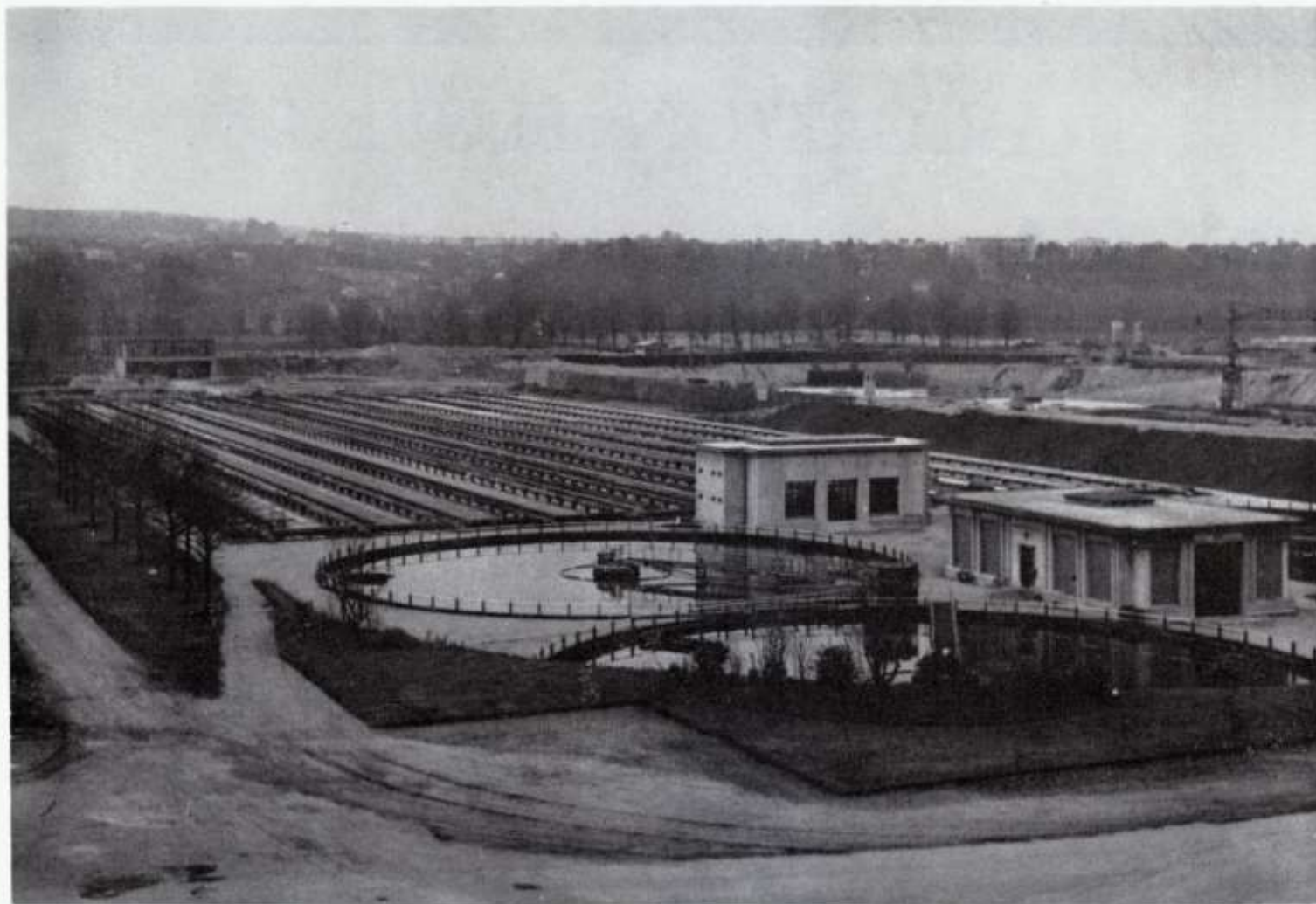
Victor Hugo: „Bídnič“



Jean Valjean vs.
Inspektor Javert

ČOV Paříž Seine-Aval v Achères

➤ Stav v r. 1962



1962 : La population est passée de 2.300.000 à 8.500.000. L'eau de la Seine est polluée. Sur 1.800.000 m³ d'eaux usées par jour, 700.000 sont rejetées directement dans le fleuve. Nécessité de desservir les grands ensembles et nouveaux noyaux urbains. Relever le débit d'étiage de la Seine. Traiter les affluents dans la station d'épuration d'Achères.

Vídeň

- Vídeň se v roce **1739** stala prvním plně odkanalizovaným městem v Evropě, přičemž k zásadnímu rozšíření a modernizaci sítě do dnešní podoby došlo po epidemii cholery v roce **1830**. První vídeňská čistírna odpadních vod byla uvedena do provozu v roce 1951 ve čtvrti Inzersdorf
- **1739** (Vznik kanalizace): Dokončení zaklenutí městských potoků a vybudování soustavy stok
- **1831–1840**: Výstavba hlavních sběrných kanálů podél řeky Vídeňky jako reakce na epidemii.
- **1951** První čistírna: Otevření mechanické čistírny odpadních vod v Inzersdorfu
- **1970** Biologické čištění: Spuštění první biologické čistírny Inzersdorf-Blumental – **prof. Matsché**
- **1980** Centrální čistírna: Uvedení do provozu hlavní čistírny v Simmeringu – **prof. von der Emde, prof. Kroiss**
- Do dokončení Centrální čistírny většina odpadních vod vypouštěna nečištěna do Dunaje.





Vídeň,
1949

ANTON KARAS

<https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=2wIKhPtq5J8>

Film podle scénáře Graham Greena proslavila vynikající atmosféra s výrazným svícením i **dramatická honička v kanalizaci města**. Citerový doprovod **Antona Karase**.

<https://www.youtube.com/watch?v=I2ZWcwy12lk>

VYBRANÁ NĚMECKÁ MĚSTA

1843 Hamburk

William Lindley – otec „pražského“ Lindleyho

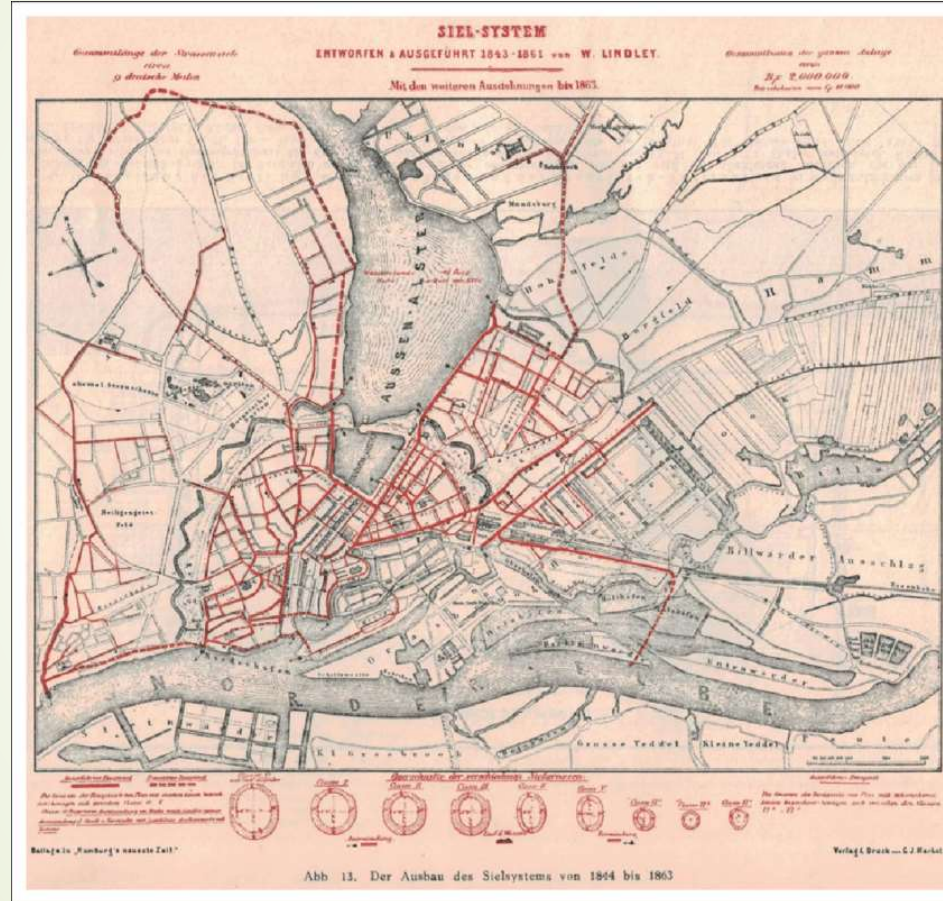


Abb 13. Der Ausbau des Siel-systems von 1844 bis 1863

První centrální mechanicko-biologická čistírna odpadních vod v Hamburku byla v plném rozsahu uvedena do provozu v roce **1961 v lokalitě Köhlbrandhöft**.



1867 Frankfurt nad Mohanem

- Výstavba kanalizační sítě ve Frankfurtu nad Mohanem započala v roce 1867, přičemž páteřní síť splaškové kanalizace byla postupně dokončena v průběhu následujících 30 let.
- První ČOV (Klärwerk Niederrad) byla postavena v letech 1883 až 1887 a do provozu byla uvedena v roce **1887**.



**William Heerlein
Lindley**



1862 – 1887 Mnichov

- Moderní kanalizační síť v Mnichově vznikla v letech **1862–1887**, kdy byla zahájena výstavba prvního systematického podzemního odvodnění.
- První mnichovská čistírna odpadních vod, situovaná na městském statku **Gut Großlappen** na severu města, byla uvedena do provozu v květnu **1926**. Do té doby byly veškeré splašky odváděny bez čištění přímo do řeky Isar.



Pomník první
kanalizace **1807**



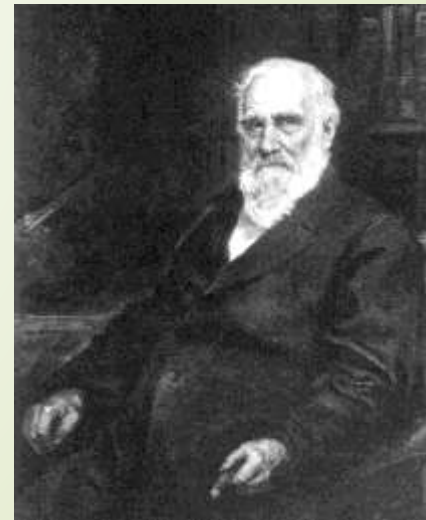
ČOV **Gut Großlappen** nyní
(Teď ČOV Mnichov I)



ČOV **Gut Großlappen** 60. léta
20. století

1862 – 1887 Mnichov

- Historie mnichovské kanalizace má spojení s **dílem W. Lindleyho** v Hamburku
- **Arnold von Zenetti**, mnichovský stavební rada:
Vyslán do Hamburku aby prostudoval tamní tehdy nejmodernější stokovou síť. Zde převzal technologii tzv. „sielového“ systému.
(das Siel = v hornoněmeckém nářečí stoka)
- Profesor **Max Joseph von Pettenkofer**:
německý chemik a epidemiolog; jeho studie pomohly rozšířit a dokončit moderní stokovou síť jako opatření k omezení cholery



Další historické ČOV v Německu

1905 Mannheim: Celý komplex navrhl městský architekt Richard Perrey a inženýr **William Heerlein Lindley**. Zahrnuje dvě čerpací stanice, šest usazovacích nádrží, obytný dům a dominantní vodárenskou věž



- **1908-1909 Krefeld Uerdingen:** Postaveno podle návrhu architekta **Georga Bruggaiera**. Mechanické čištění pomocí usazovacích nádrží a sít zde fungovalo od roku 1910 do roku 1962. Budova ČOV oceňována jako jedna z prvních umělecky a plasticky tvarovaných staveb, které byly kompletně odlity z **železobetonu**.

- **1909-1911 Drážďany:** viz přednáška Dipl.-Ing. Männinga



Česlovna 1913



2016



Historická ČOV „Klärwerk“
Uerdingen Foto: Tania Beilfuß

MAĎARSKO & SLOVENSKO

➤ **Budapešť**

- Budapešťská kanalizační síť začala vznikat v **70. letech 19. století** po sjednocení Budína, Starého Budína a Pešti v roce 1873, přičemž rozsáhlá výstavba moderní podzemní sítě byla zahájena v **90. letech 19. století**.

- První městská čistírna odpadních vod (ČOV), známá jako Dél-pesti Szennyvíztisztító (čistírna v jižní Pešti), byla uvedena do provozu **14. září 1966**. Před tímto datem byly **odpadní vody z města vypouštěny přímo do Dunaje**.

➤ **Bratislava**

- S výstavbou moderní veřejné kanalizační sítě v Bratislavě se začalo v roce **1903**, kdy byly vybudovány první kanalizační sběrače.
- První velká **Ústřední čistírna odpadních vod (ÚČOV)** Bratislava - **Vrakuňa** byla rozestavěna v roce, stavebně dokončena v roce 1982 a do trvalého provozu byla uvedena v roce 1990. Před tímto datem byly **odpadní vody z města vypouštěny přímo do Dunaje**.

PŮDNÍ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

(technologie, kterou W. H. Lindley odmítl)



Gdańskie Pola Irygacyjne



Bývalé usazovací nádrže
zavlažovacích polí Wrocław

- **Gdaňsk: 1871** - jednalo se o vůbec první moderní kanalizační systém s biologickým čištěním půdou v tehdejší Evropě.
- **Berlín: 1876** - 1. ledna 1876 byl spuštěn první radiální systém III, který odváděl odpadní vody na 14 km vzdálené pole Osdorf; systém navrhl inženýr James Hobrecht.
- **Wrocław: 1881** závlahová pole v městské části Osobowice, která zahájila provoz současně s dokončením městské kanalizační sítě.
- **Mariánské Lázně: 1909**
- **Wolfsburg:** v roce **1940** byl založen svaz Abwasserverwertungsverband Werder, který vybudoval čerpací stanici a začal využívat městské odpadní vody k zavlažování suchých zemědělských a lesních ploch v okolí.

Čechy a Morava do r. 1939

- **Mariánské Lázně:** Úšovice v lokalitě dnešní kolonie Bažantnice

1909: Jednoduché mechanické čištění s následným využitím odpadních vod pro zemědělské závlahy

1930: modernizace mechanického čištění a vybudování kalových polí podle projektu Ing. Dr. Vladimíra Maděry

- **Liberec:** **1885** se poprvé objevuje kanalizace moderního typu; v roce **1927** schválen projekt městské kanalizační sítě – do r. 1939 nedokončen

- **Plzeň:** V roce **1895** byl dokončen a schválen na svou dobu velmi pokrokový projekt „Splachovací kanalizace“ města, podle něhož byla postupně v letech **1895 – 1914** postavena uliční stoková síť.

- **Brno:** systematické budování stokové sítě začalo až v roce **1892**

- **Ostrava:** **konec 19. a začátek 20. století:** Bouřlivý rozvoj těžkého průmyslu a nárůst počtu obyvatel si vyžádaly první řešení. Splašky a důlní vody byly odváděny převážně nekrytými stokami a potoky přímo do řeky Ostravice a Odry.



Čistírenská historická perlička

Pokusná čistírna odpadních vod v pražských Jinonicích 30. léta 20. století

- Postavena podle návrhu **Ing. Dr. Vladimíra Maděry**
- první zařízení na našem území, které k čištění městských splašků v praxi otestovalo moderní biologický **aktivační proces**
- Maděra na této stanici se svými kolegy exaktně zkoumal kinetiku biologického rozkladu, spotřebu kyslíku a chování aktivovaného kalu s reálnou odpadní vodou.
- Praktické zkušenosti z 30. let zúročil v roce 1934, kdy se stal spoluautorem jednoho z hlavních soutěžních projektů na novou generaci pražské čistírny odpadních vod.



**Sto let od vzniku
první laboratoře
v ČOV v Bubenči**
Prokop Jandek
www.pvk.cz

ZÁVĚRY

- Většina velkých měst v Evropě budovala gravitační jednotné stokové soustavy v období 2. polovina 19. a 1. polovina 20. století. **Jedním z hlavních impulsů bylo zabránit opakovaným epidemiím cholery.**
- Systematické čištění odpadních vod nebylo úplně běžné => **vypouštění odpadních vod do řek jen s hrubým předčištěním případně s mechanickým čištěním.**
- Kolébka a standardy: **Anglie byla průkopníkem moderní kanalizace a čištění vod.** Královská komise zde na přelomu 19. a 20. století definovala první standardy kvality vody (BOD/SS) .
- **Technologický zlom:** V Manchesteru (ČOV Davyhulme) byl v roce 1914 objeven aktivační proces.
- Aplikace aktivačního procesu brzděna **patentovými spory** => další používání půdní filtrace či zkrápěných biologických filtrů.
- **Praha patřila k prvním městům na kontinentě s centrální stokovou sítí a mechanickou čistírnou odpadních vod.**