

# VZRŮST ZNEČIŠŤOVÁNÍ VODY V ŘEKÁCH\* SKUTEČNOST — PŘÍČINY — NÁSLEDKY — ODPOMOC

VÁCLAV KUBELKA  
*Ústav koželužstva a chémie vody při SVŠT v Bratislave*

## Část I — Skutečnost

Nejstarší zpráva v literatuře o čistotě vody v našich řekách zachovala se v *Kronice Dalimilově* (1308—1326). Dle ní praotec Čech, když přivedl naše slovanské prapředky z východu do zemí českých, viděl (mimo jiné), že řeky v této zemi byly mírné a stříbropěnné a voda v nich čistounká jako křišťál, k pití lahodná a ke zdraví lidskému užitečná [2]. V těch prastarých časech to nebyla pohádka, byla to pravda.

Dnes jest to ovšem pohádka. Víme všichni, jak vzdálená je dnešní skutečnost od této pohádky, víme všichni, že naše řeky nejsou stříbropěnné, ačkoliv často na nich pěna plave, že voda v našich řekách je nečistá, k pití, ale i k jiným, mnohem skromnějším potřebám nezpůsobilá a zdraví lidskému škodlivá.

To jest asi všeobecný úsudek o našich řekách dnes a všeobecně se to přiznává.

Není však nikterak snadnou úlohou, zjistiti objektivně a po př. vyjádřiti číselně stupeň znečištění vody ve větší řece. Ještě obtížnějším úkolem je sledovati, po př. dokázati, zda stupeň znečištění řeky v určitém dlouhém období (na př. za 10 let) se mění a v jakém směru a v jaké míře. Zjištění a správné vyjádření stupně znečištění řek, jeho kolísání a příčiny je základním krokem pro zjednání nápravy — správná diagnosa umožňuje úspěšné léčení zla.

Měl jsem příležitost zabývati se se svými spolupracovníky podrobnými studiiemi o vzrůstu znečištění několika říčních toků na území našeho státu v posledních 20 letech [1, 28]. Pojednám stručně o obtížích, jaké se kladou v cestu takovým průzkumům; ukáží, jak složité a obtížné jsou práce, jimiž se konkrétní výsledky získávají, popíši metodu našeho průzkumu a předvedu pak též jeho výsledky.

Jako příklad, který může býti považován za typický pro naše poměry, zvolil jsem průzkum čistoty vody v řece Moravě, který jsme prováděli v letech 1935 až 1948. Zvolil jsem tento příklad proto, že řeka Morava je ideálním objektem

\* Prednesené na schôdzke Spolku chemikov na Slovensku v Bratislave 22. X. 1952.

pro podobné práce, díky zeměpisné struktuře země Moravy a poloze a funkci stejnojmenné řeky v ní. Všechny řeky vykonávají podobnou funkci ve svém povodí; pro studium příčin vzrůstu znečištění vody v toku má však Morava výhodu, že její povodí zahrnuje v sobě prakticky celou zemi moravskou, která byla až do nedávna správní jednotkou. Proto lze při úvahách o příčinách a zdrojích znečištění použít snadno dosažitelných statistických a jiných dat o poměrech hydrologických, hospodářských i správních a legislativních v celém povodí, která se vztahují vesměs na celou zemi. U řek, jejichž povodí není totožné se správním celkem, jest získání těchto — pro studium našeho úkolu nezbytných podkladů obtížné až nemožné.

### Morava země i řeka

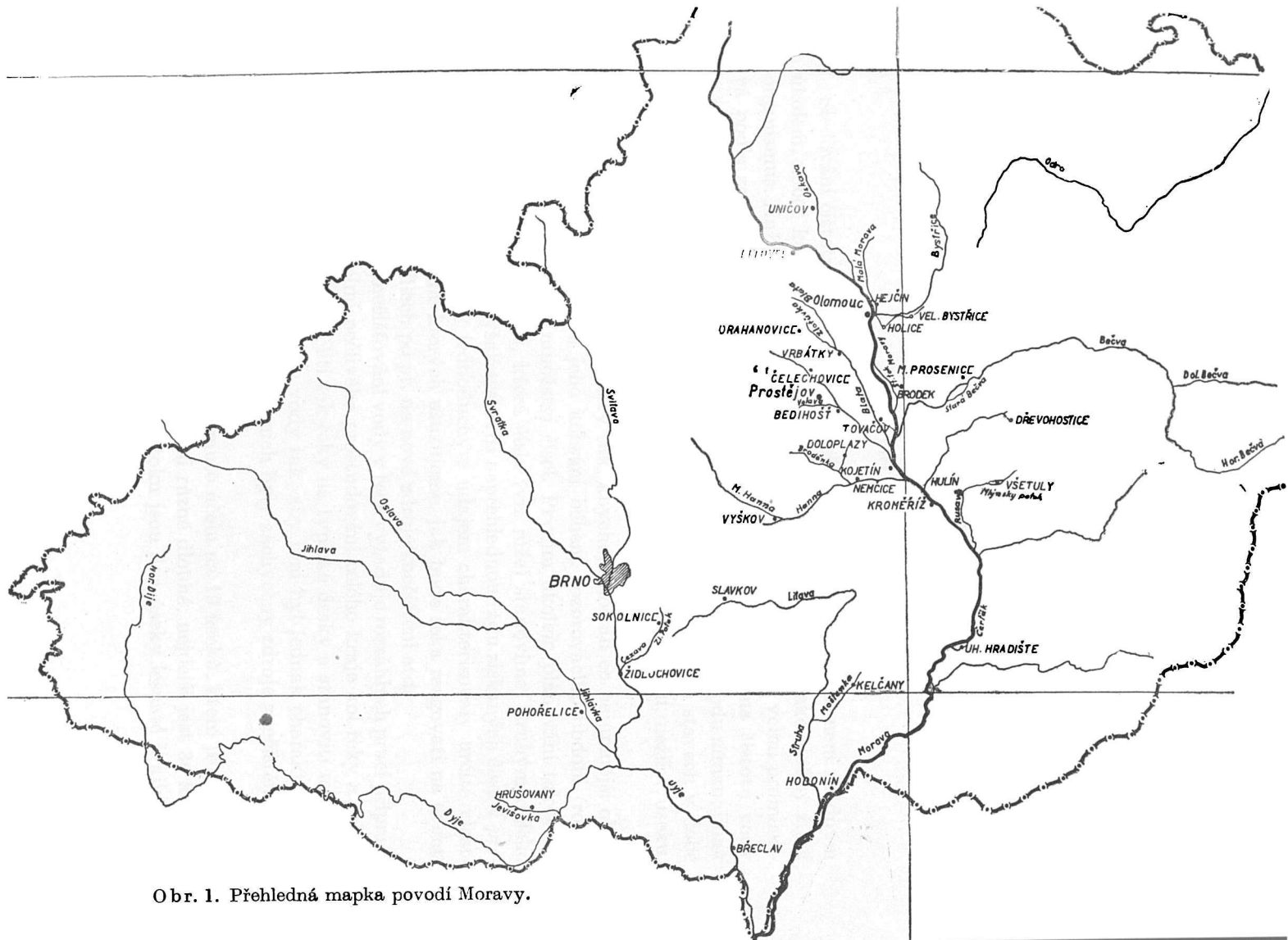
Země moravská jest přirozeným říčním úvalem; nejnižším místem jest řečiště řeky Moravy, od něhož stoupá terén místy pozvolna, místy prudčeji k zemským hranicím.

V důsledku tohoto utváření povrchu stékají do řečiště řeky Moravy prakticky všechny přirozené vody v zemi moravské, a to jak povrchové, tak i tekoucí vody spodní<sup>1</sup>.

Země Morava tvoří tak se stejnojmennou řekou jednoduší přírodní útvar, na němž lze přímo studovati mnohotvárnou funkci řeky v životě krajů, které tvoří její povodí; sounáležitost krajiny a řeky jest na Moravě přímo ideálně utvářena. Řeka slouží zde celé zemi za sběrný kanál, do něhož přirozeným spádem stékají veškeré tekuté odpady života přírody i člověka; řeka dopravuje tyto odpady po svém toku, zředuje a samočištěním ztravuje látky, které ji znečišťují. Řeka jest zde asanačním zařízením, jehož funkci nelze nahraditi ničím jiným a jehož správné nebo nesprávné fungování ovlivňuje život v celé zemi. Proto jest péče o udržení tohoto přírodního zařízení nejdůležitějším úkolem vodohospodářského plánování ve všech krajích našeho státu. Pohonným motorem tohoto velkolepého přírodního zařízení jest chemicko-biologický život říční vody, který jest ovlivňován v každém místě toku především přirozeným chemickým složením čili čistotou vody. Proto jest výzkum složení říční vody a jejího znečišťování po celém toku nesmírně důležitou součástí vodohospodářského plánování. Rozborů vody bylo provedeno v posledních padesáti letech na našich řekách značné množství<sup>2</sup>, ale jejich výsledky se poměrně málo uplatňují při řešení vodohospodářských otázek. Obvyčejně tyto rozborů poskytnou velikou spoustu čísel, na jejichž zpracování do přehledných údajů o vzrůstu znečišťování řek nezbývá času ani lidí.

<sup>1</sup> Jen několik km<sup>2</sup> Českomoravské vysočiny patří k povodí řeky Labe a nevelké území v severovýchodní části země přísluší k povodí horního toku Odry, která pramení v pohraničních horách Oderských.

<sup>2</sup> Viz přehled v [2].



Obr. 1. Přehledná mapka povodí Moravy.

Nedostatečné jest obyčejně již samo plánování těchto studií, které končí obyčejně tím, že se provedou rozborů vody v určité době bez souvislosti s rozborů, konanými před lety. Tak leží veliké množství cenného materiálu v archívech výzkumných ústavů, aniž by ovlivnilo řešení této důležité otázky celostátního významu.

Čísel jest mnoho, pracovníků málo. Proto jsem vybral z našich dlouholetých studií pouze několik málo údajů, jimiž jest dostatečně definován a charakterisován stupeň znečištění vody v řece a jeho změny během desítiletí; pokusil jsem se sestaviti je v přehledné formě tak, aby zodpovídaly konkrétně a jasně otázku — jak stoupá znečišťování vody v našich řekách během posledních 10—15 let.

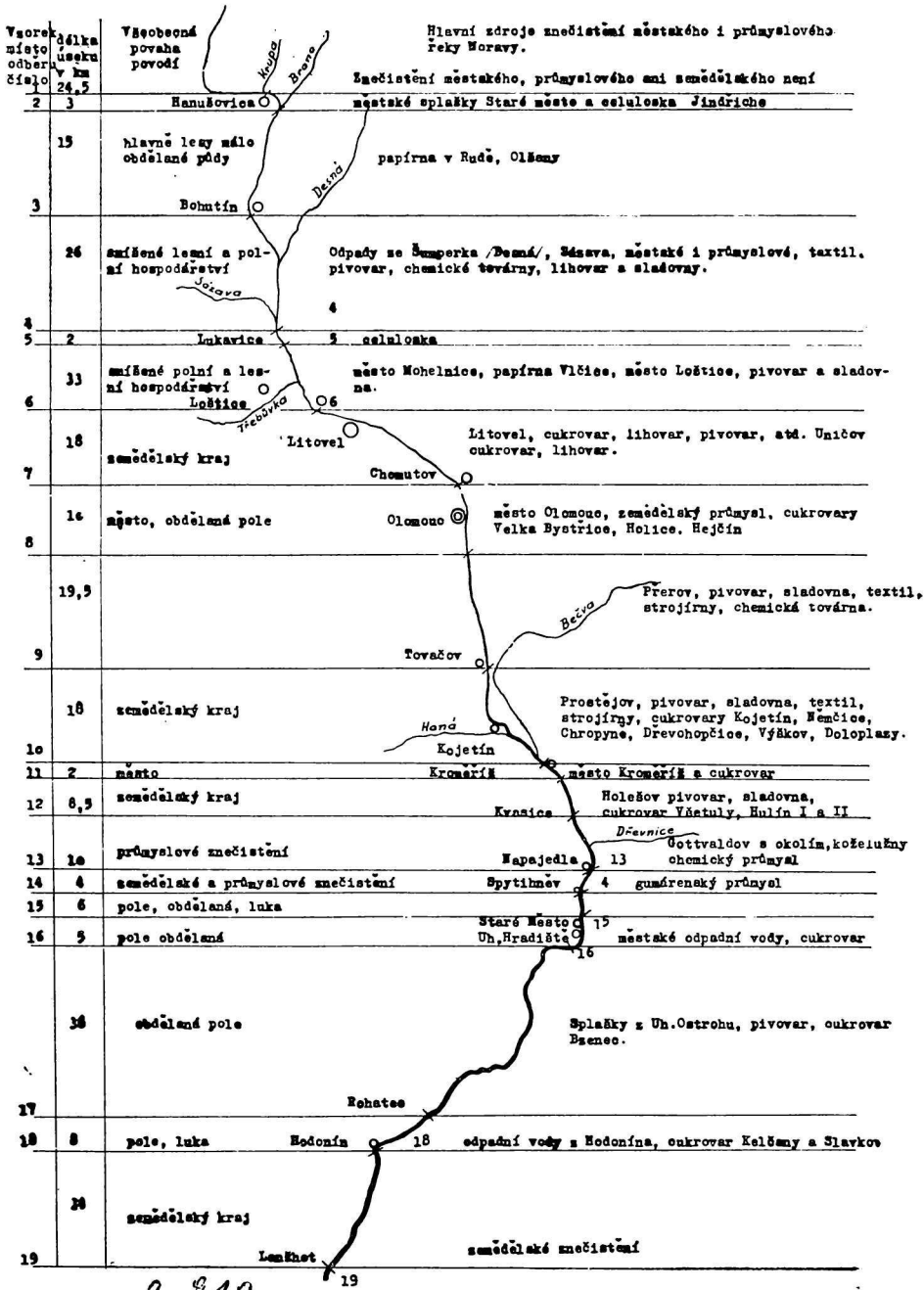
### Pracovní metoda

Sledování čistoty po př. stupně znečištění vody ve větší řece není snadným úkolem, neboť každá řeka jest veliký a měnící se útvar; je jako složitý žijící organismus. Každá vlastnost a zejména čistota říční vody jest velmi proměnlivá podle zevních okolností: stejný zdroj znečištění působí na čistotu vody v řece zcela jinak v létě při vysoké teplotě, nežli v zimě při bodu mrazu; jinak při vysokých průtocích po deštích, nežli při nízkých vodních stavech v době sucha; jinak v říčním úseku, který vedl původně vodu čistou, nežli v úseku, který byl již jinými zdroji značně znečištěn atd.

Chceme-li zachytiti tyto vztahy tak, abychom dostali co nejúplnější obraz o znečištění celé řeky a o jeho kolísání během pozorovacího období (roku), musíme stanoviti veliké množství čísel. Prvním úkolem plánování takového průzkumu řeky jest určití, která čísla (viz níže) stanovíme; druhým daleko obtížnějším úkolem jest však sestaviti nepřehlednou řadu získaných čísel v *přehledné hodnoty*, které by jednoduchým údajem charakterisovaly určité vlastnosti říční vody, podle kterých usuzujeme, jak bude řeka reagovati na event. změny ve vodních dílech po př. na nové zdroje znečištění atd.

Průzkum vývoje znečišťování vody v řece vyžaduje rozsáhlých prací přípravných; především velmi pečlivého prostudování celého kraje kol řeky a celého povodí, aby bylo lze rozděliti tok řeky na typické úseky a stanoviti místa, na nichž mají býti brány vzorky vody tak, aby jimi byl jednak charakterisován přirozený ráz řeky, jednak aby v nich byly zachyceny zdroje znečištění všeho druhu, jimž voda v řece podléhá.

Řeku Moravu jsme rozdělili k tomuto účelu na 19 úseků, které jsou znázorněny na obr. 2. Úseky tyto jsou velmi různě dlouhé; nejdelší jest 36 km, nejkratší necelé 2 km. Na nejhořejším toku jsou dva úseky lesnaté krajiny, kde



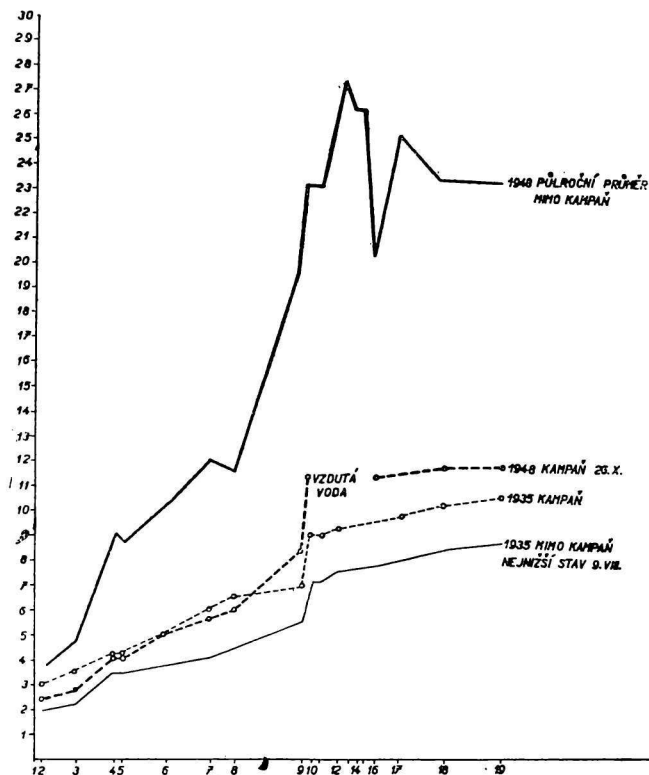
Obr. 2. Místa odběrů vzorků vody z řeky Moravy.

řeka jest čistým horským potokem, který jest na konci úseku znečištěn ojedinělým vyústěním odpadní vody velkého průmyslového závodu. Další dva úseky vedou krajem, kde se střídají již pole a lesy; zde vstupuje řeka Morava trvale do čistě zemědělského kraje, kterým pak protéká až k zemským hranicím. Z obrázku jest viděti, jak zvolené profily odběrních míst, označené čísla 1—19, zachycují jednotlivé zdroje znečištění, města, průmyslová střediska atd. Čím pečlivěji se provede tento průzkum celého toku řeky a čím správnější obraz o přírodě a životě v povodí si utvoříme, tím vhodnější místa pro odběr vzorků vody v jednotlivých charakteristických úsecích řeky jest možno vybrati a tím dokonalejší a správnější celkový obraz o kolísání jakosti říční vody po celém jejím toku dostaneme. Pečlivé provedení tohoto průzkumu umožňuje pak i správný rozbor a posouzení jednotlivých zdrojů znečištění. Ale tím nekončí ještě úkoly předběžného průzkumu. Zbývá ještě hlavní úkol, a to jest stanoviti doby, kdy se mají v jednotlivých určených profilech vzorky odebrati, a stanoviti počet odběrů za rok, abychom dostali obraz celoročního kolísání jakosti vody v řece.

*Počet vzorků vody a doba jejich odebrání ze zvolených profilů jest závislý na materiálních podmínkách průzkumu. Je-li z úsporných důvodů nutno omeziti počet odběrů, t. zn. není-li možno brát dostatečně veliký počet vzorků po celý rok, na př. 1 až 2-krát každý měsíc, pak jest nutno zachytiti na základě pečlivého sledování počasí a stavů vody charakteristická období roční, na př. bráti vzorky jednou při maximálním průtoku vody v řečišti, podruhé při nejnižším stavu vody v řece a konečně při výjimečných, ale pro řeku každoročně důležitých okolnostech — pro naše řeky jest to hlavně cukrovarská kampaň. Tak se zjistí hraniční hodnoty stupně znečištění během roku. Samozřejmě se musí při posuzování výsledků bráti zřetel též na roční období, teplotu atd.*

Spolehlivější *průměrné* výsledky dostaneme, můžeme-li bráti vzorky během roku častěji, alespoň jedenkrát měsíčně. Při tom se dni pro odběry vzorků vybírají jinak, nežli v případě prvním, kdy jsme se snažili, abychom vzorkováním zachytili extrémní stavy, tedy jednou nejnižší, podruhé nejvyšší stav vody v řece, po třetí kampaň atd. Při velkém množství vzorků zachycujeme *průměrné celoroční poměry* v řece a vyhýbáme se nenormálním nebo dokonce katastrofálním dnům. Současně jest nutno stanoviti průtočná množství vody v jednotlivých zkušebních profilech a v jednotlivých dnech odběru; zanesli jsme je do grafu 3. Za nejcharakterističtější vyjádření výsledků pro celkový stav řeky se považuje všeobecně stanovení celoročního průměru znečištění z většího počtu vzorků ze všech zvolených míst v řece. Platí to však pouze pro takové řeky, po př. říční úseky, které jsou znečišťovány po celý rok každodenně<sup>3</sup> přibližně stejnými přítoky nečistot. Pro řeku Moravu, která je nejen

<sup>3</sup> Nebo i v jiných krátkých obdobích, např. vždy po 2—3 dnech atd.



O br. 3. Množství vody protékající zkoušenými místy v řece Moravě v m<sup>3</sup>/sec.

všeobecným recipientem celoročním pro všechny druhy odpadů celé země, nýbrž přijímá v dobu kampaně veliké množství odpadních vod cukrovarských, podávají však celoroční průměry výsledků velmi zkreslený obraz o čistotě vody. Celoroční průměrné výsledky nejsou směrodatné proto, že největší přírůdky znečištění — cukrovarské odpady — vtékají do řeky každoročně jen po velmi krátkou dobu, nejvýše po několik týdnů. V této krátké době jest znečištění řeky tak abnormálně vysoké, že zvyšuje celoroční průměry analytických výsledků zcela neúměrně. Úsudky tvořené z *průměrů výsledků* byly by úplně pochybené.

U takových řek je nutno počítati celoroční průměry výsledků pouze z dob odběrů vzorků, uskutečněných mimo kampaň; stav v době kampaně je nutno uvažovati zcela odděleně. Proto v níže uvedených přehledných diagramech výsledků uvádíme *vždy dva průměry*, a to za měsíce mimokampaňové jako celoroční charakteristiku řeky a za dobu kampaně jako obraz katastrofálního znečištění maximálního, ale krátkodobého.

## Způsob vzorkování celého toku řeky

Odebírání vzorků, které mají charakterisovati celý tok větší řeky, může býti prováděno buďto tak, že se postupuje s proudem vody podél toku; takovým vzorkováním se sledují změny jakosti daného výseku vody, které se objevují s postupem vody v řečišti. Tento způsob vzorkování by byl ideální, ale u větších řek s komplikovanými poměry spádu, větvení koryta, změn rychlosti proudu atd. jest prakticky neproveditelný.

Proto jsme použili pokud to bylo možno druhého způsobu vzorkování, a to *současného odebrání vzorků* na všech charakteristických místech (profilech), určených v předešlé kapitole.

Tento způsob má výhodu, že zachycuje *současný okamžitý stav* znečištění celého toku, při čemž se uplatňuje i znečištění, vzniklé působením krátkodobých lokálních faktorů. Na př. krátkým místním deštěm vznikne značný zákal ve vodě v jednom místě odběru, při čemž v místech nad ním i pod ním je voda čistá; ve výsledních diagramech pak tento výjimečný výsledek může vésti k falešným úsudkům o zdrojích znečištění nad dotyčným místem odběru, není-li pečlivě a pozorně sledován výskyt takových krátkodobých čistě místních poruch během celého dne odběru, a jejich vliv při zpracování výsledků eliminován.

Na odebírání vzorků vody zkonstruovali jsme jednoduchý přístroj; je to řídký koš ze železných pásů s těžkým dnem, do něhož se uzavře širokohrdlá láhev o obsahu 2,5 l (viz obr. 4). Koš s lahví se upevní na karabinku měděného



Obr. 4. Železný koš s lahví na braní vzorků vody s vratidlem se spouští s mostu do řeky.

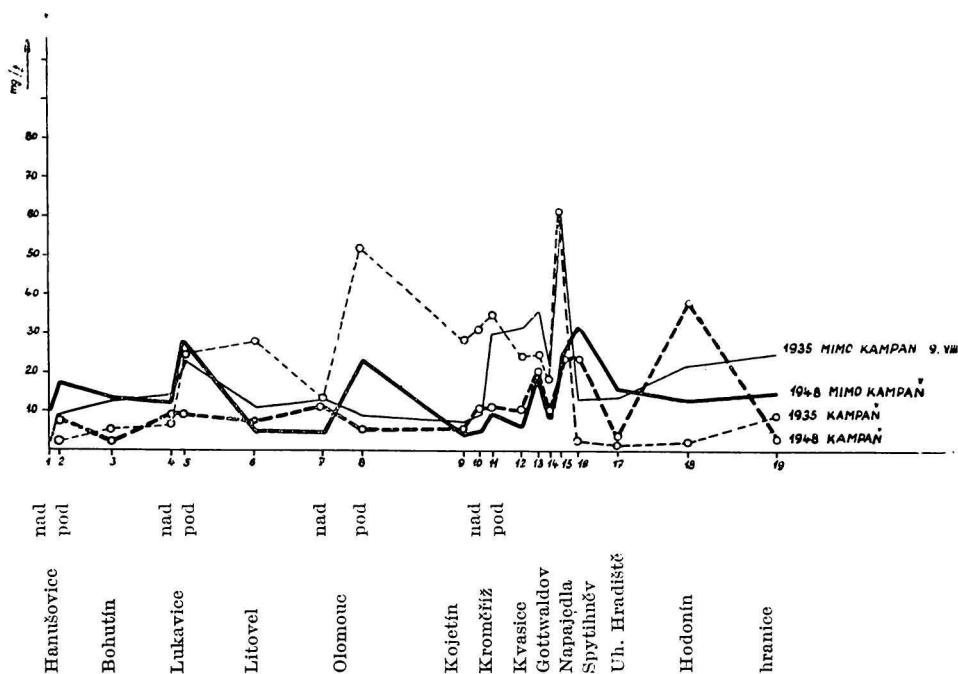


lanka (30—40 m), které jest navinuto na vratidlo, namontované do dřevěného rámu.

Tímto přístrojem spouští se koš s lahví s mostů nad středem proudu do vody, tak, aby naplnění lahve nastalo asi ve hloubce 0,5 až 1 m pod hladinou. Místa odběru byla vybírána tak, že velká většina vzorků vody byla odebrána ze středu řečiště s mostů. Pouze výjimečně, kde nebyl most, byl vzorek odebrán z lodky neb s lávek na břehu řeky.

Nesnází při tomto odebírání vzorků jest, že nelze po celém toku odebrati vzorky opravdu *současně*. To by vyžadovalo velkého počtu spolehlivých odborných spolupracovníků, kteří by vzali vzorky vody a provedli potřebné chemické zkoušky na místě odběru *současně* v určenou hodinu, na všech 19 určených místech a kteří by mohli odebrané vzorky a reagenční lahvičky *současně* poslati do laboratoře. Takové organisace jsme neměli k dispozici a proto jsme se snažili odebrati vzorky na všech určených místech toku v době co nejkratší, a to pomocí dvou aut s dostatečným počtem pracovníků i zařízením pro práci v poli. Zkrátili jsme tak dobu vzorkování celého toku na 4—5 hodin.

Pro tento referát vybral jsem z velikého množství výsledků, získaných výše řečenou metodou, pouze několik takových, které charakterisují stupeň zne-



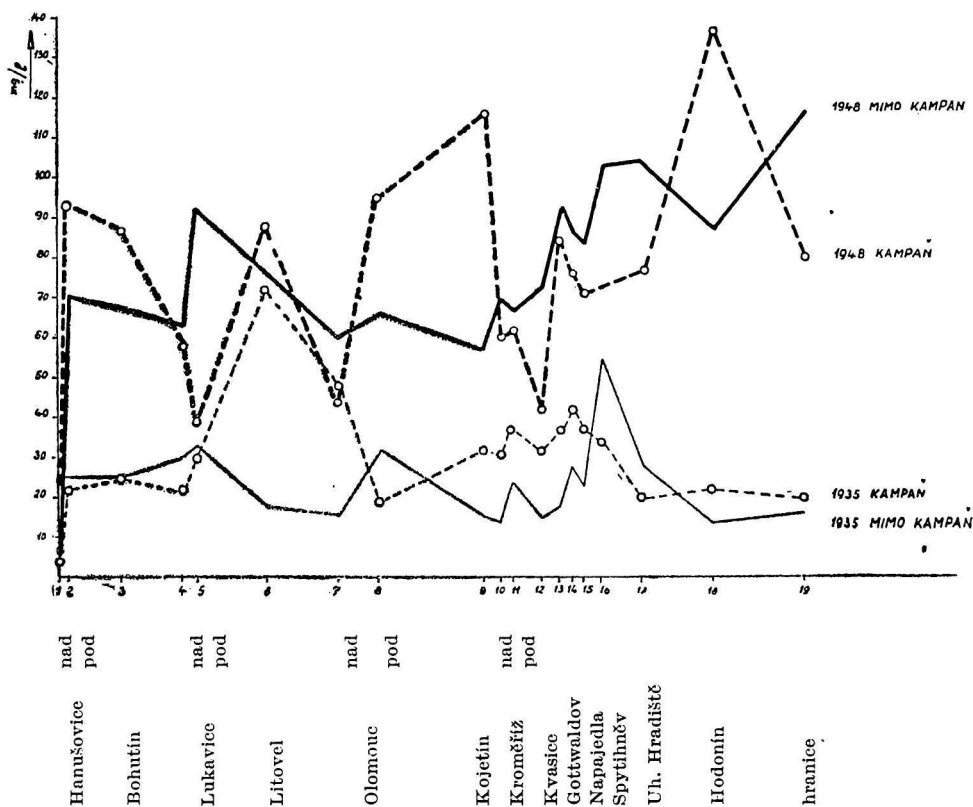
Obr. 5. Obsah organického kalu v moravní vodě.

čištění řeky *organickými látkami*, které jsou hlavním faktorem ovlivňujícím kyslíkové hospodářství celé řeky a které ukazují současně průběh a vývoj samočištění vody v řece.

Jsou to:

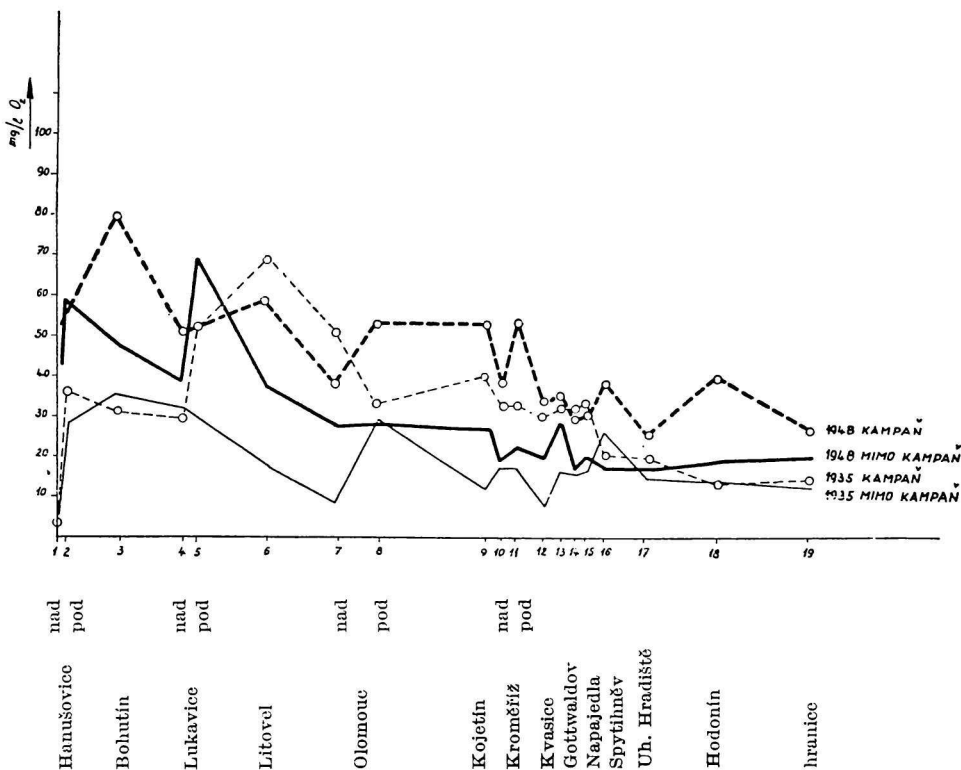
1. obsah organického kalu,
2. obsah organických rozpustných látek,
3. oxydatelnost vody,
4. obsah kyslíku ve vodě, vyjádřený s ohledem na teplotu t. zv. „kyslíkovým nedostatkem“, t. j. rozdílem mezi teoreticky maximálním a mezi nalezeným množstvím  $O_2$  ve vodě za dané teploty,
5. biochemická spotřeba kyslíku po 5 dnech inkubace (dále označováno BSK<sub>5</sub>).

Od uveřejnění číselných hodnot výsledků upouštím z důvodů úspory místa a hlavně proto, že k účelu mé přednášky hodí se mnohem lépe *reprodukce grafická*,



O br. 6. Rozpustné látky organické v moravní vodě.

která poskytuje na první pohled dokonalý přehled o kolísání výsledků podél toku řeky, vyrovnává některé zdánlivé rozdíly ve výsledcích způsobené tím, že každá ze zvolených 5 charakteristických veličin dosahuje maxima v různé vzdálenosti od vtoku nečistot. Grafická reprodukce určuje pro naše účely s dostatečnou přesností i jednotlivé hlavní zdroje znečištění a kvantitativní poměr jejich mohutnosti ve zkoušených letech. Všechna použitá kritéria jsou ovlivňována značně *jakostí* organického znečištění: některé organické látky mají na př. vyšší vliv na oxydatelnost nežli na BSK<sub>5</sub> při stejné absolutní koncentraci ve vodě, neboť mají pro tutéž váhovou jednotku různou spotřebu permanganátu a kyslíku podle svého chemického složení, podle „hnilobnosti“ atd. Různé druhy organických látek uplatňují se svým maximálním účinkem na velikosti zvolených 5 kritérií s různým časovým zpožděním: některé organické látky zvyšují na př. kyslíkový nedostatek ihned po smíšení s vodou říční, jiné až po delší době, t. zn. v řečišti až po delší trati pod místem svého vtoku. Tak se může státi, že totéž znečištění uplatňuje a vyjadřuje



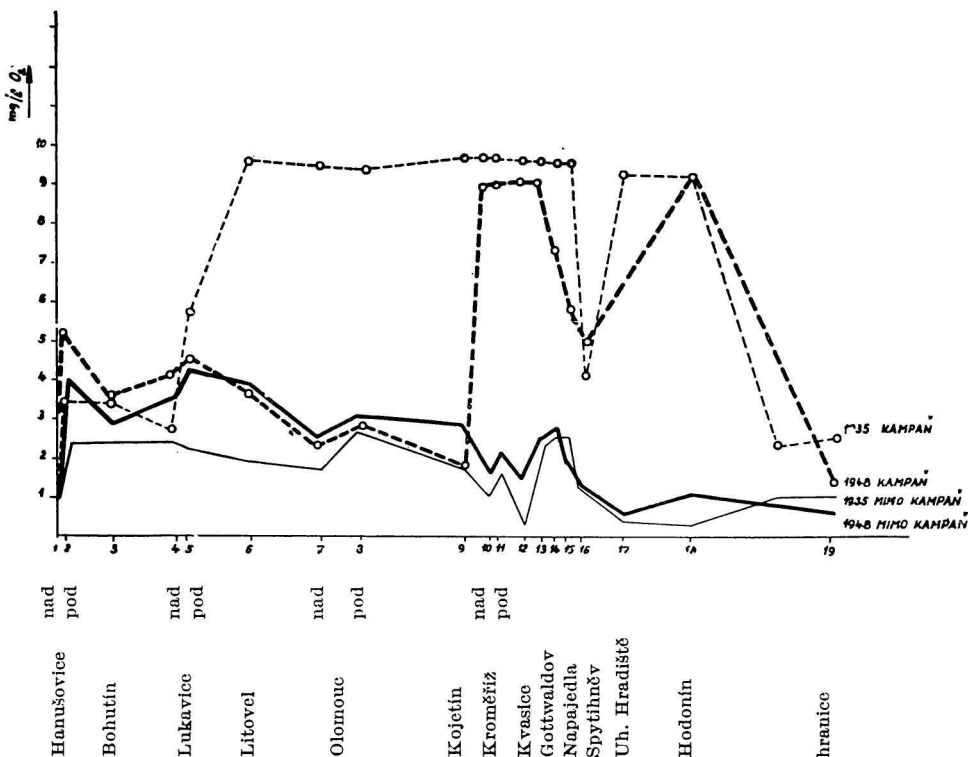
Obr. 7. Oxydatelnost vody moravní v mg/l O<sub>2</sub>.

se jedním kritériem bezprostředně v nejbližším vzorkovacím profilu, kdežto druhé ze zvolených kritérií jest ovlivněno tímž zdrojem znečištění až v dalším vzdálenějším profilu řeky.

V důsledku toho projevují se zdroje znečištění v jednotlivých výsledných číslech sice skoro vždy ve stejném směru, ale velmi nepravidelně a nerovnoměrně. *Skoky křivek* při grafickém znázornění nejsou navzájem úměrné co do absolutní výše a nad to jejich maximum neleží ve stejných vzdálenostech od místa znečištění.

Ani současným grafickým vykreslením s vhodně zvolenými měřítky nelze tyto nestejnomyěrnosti srovnati tak, aby se dostaly přehledné křivky s odpovídajícími maximy a minimy.

V některých výjimečných případech indikují křivky jednotlivých konstant stupeň znečištění dokonce protichůdně<sup>4</sup>.



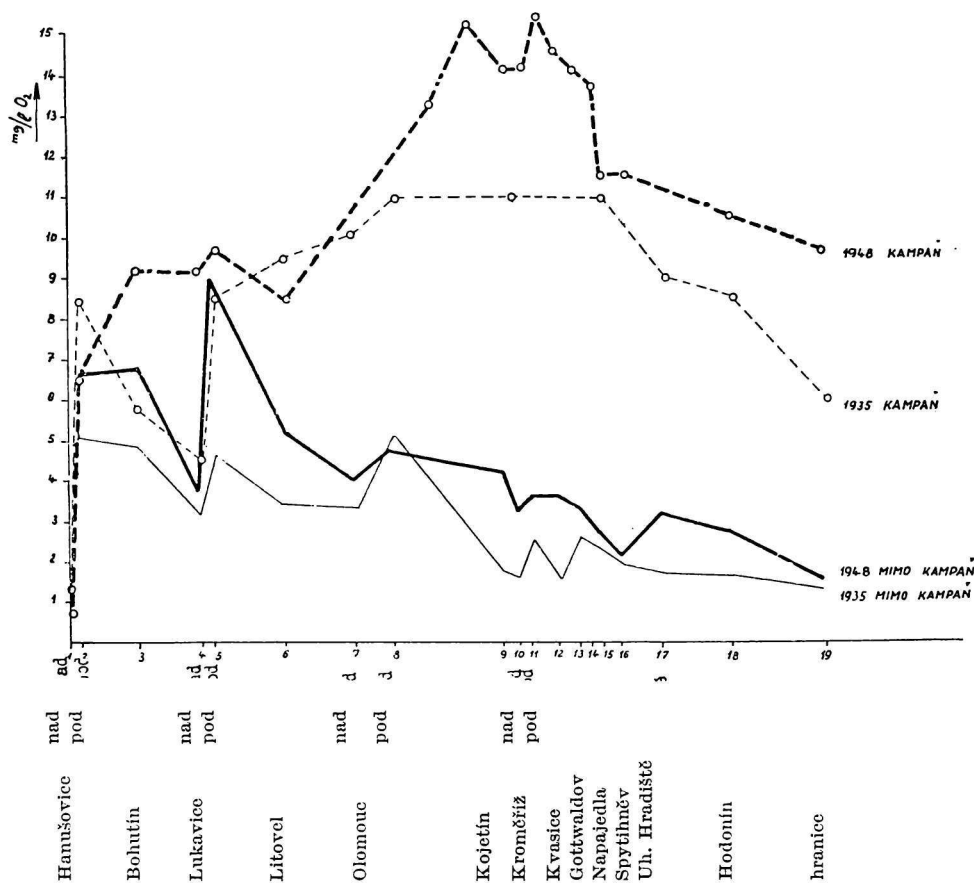
Obr. 8. Kyslíkový nedostatek vody moravní v mg/l O<sub>2</sub>.

<sup>4</sup> Podrobný rozbor nedostatečnosti jednotlivých ze zvolených kritérií pro globální posudek o stupni znečištění vody viz v [11].

Proto navrhl jeden ze spolupracovníků [11], aby na vyjádření celkového stupně znečištění vody říční *k účelům srovnávacím* byl zaveden „index znečištění“ sestavený dle vzorce:

$$I = \text{index znečištění} = \text{kyslík. nedostatek} + \text{BSK } 5 + \frac{\text{oxydatelnost (O}_2\text{)} + \text{organ. kal.}}{10} + \frac{\text{organické rozpust. látky}}{100}$$

V hodnotě tohoto indexu jsou sečteny číselné hodnoty všech použitých 5 kriterií nikoliv přímo v plné výši, nýbrž v jakémsi druhu „váženého součtu“ podle závažnosti pro celkový úsudek. Tento způsob vyjádření se nám při četných studiích tohoto druhu v různých řekách velmi dobře osvědčil. Proto ho



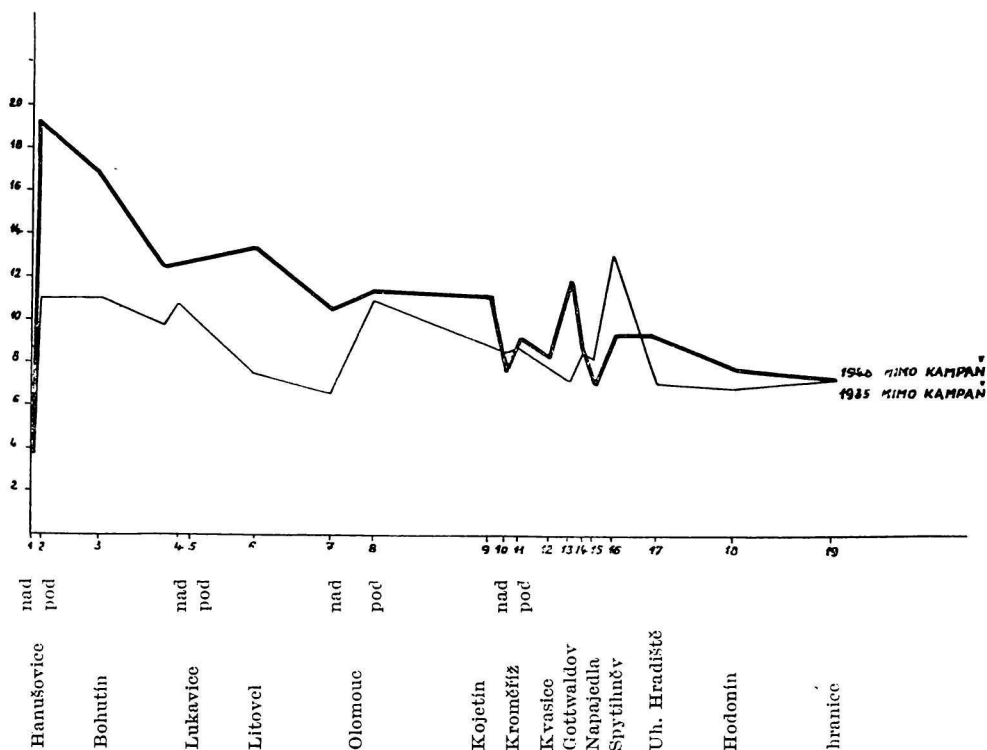
O br. 9. Biochemická spotřeba kyslíku (BSK 5) vody moravní v mg/l O<sub>2</sub>.

používám k demonstraci našich výsledků bez jakékoliv závaznosti a bez stanoviska k jeho fyzikálnímu nebo chemickému významu. Indexy organického znečištění vody, vypočtené podle výše uvedeného vzorce, jsou graficky reprodukovány pro všechny zkoušené profily řeky v letech 1935 a 1948 v diagramech 10—11. Jest patrné, že tímto „indexem“ jest stupeň znečištění řeky i jeho vzrůst vyjádřen přehledně a k účelům srovnávacím vhodně.

### Rozbor výsledků uvedených v diagramech 5—11

Nemohu se v tomto souborném referátě zabývatí rozbořem významu jednotlivých zvolených kriterií pro stupeň znečištění vody v řece; v tom směru musím poukázati čtenáře na podrobnou publikaci o těchto výzkumech [1, 11].

Vzrůst organického znečištění vody v řece Moravě jest výsledky uvedenými v diagramech 5—11 potvrzen zcela nepochybně. Průměrné specifické celoroční organické znečištění, zobrazené v diagramech *plně vytaženými* čarami, silnou pro rok 1948 a slabou pro rok 1935, stouplo za zkoušených 13 let v mg/l průměrně 2-krát až 3-krát.



Obr. 10. Index znečištění moravní vody mimo kampaně.

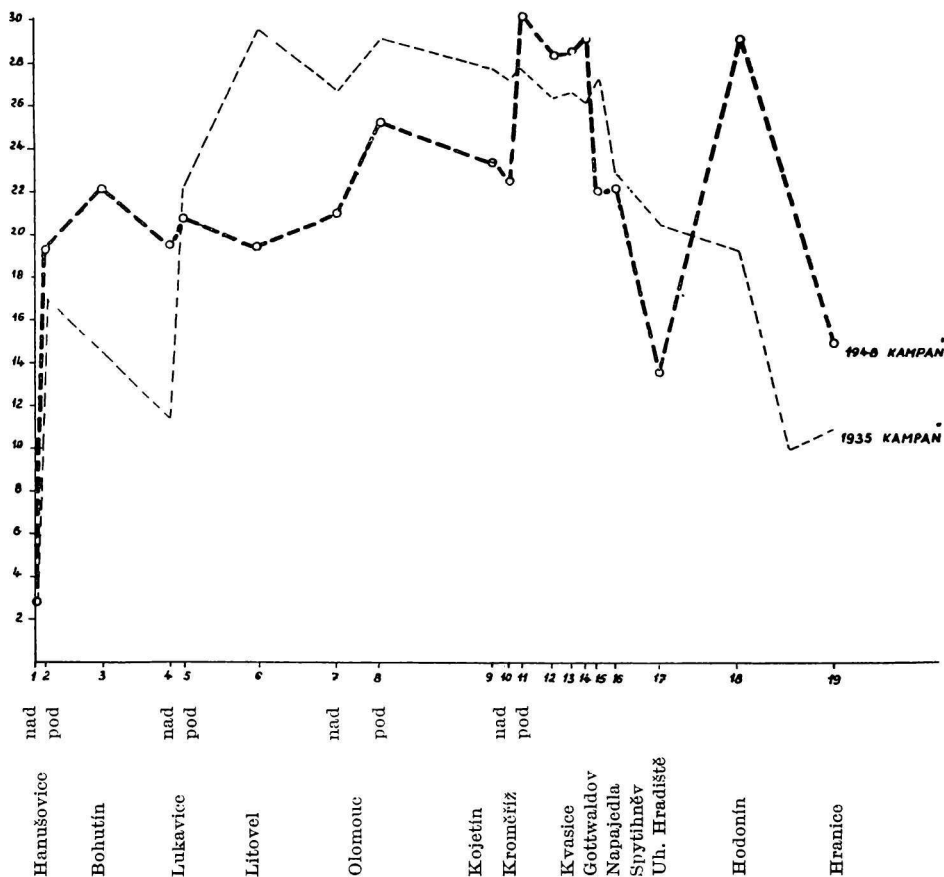
Jest to viděti na všech diagramech:

Diagram 6 ukazuje vzrůst obsahu rozpustných organických látek ve vodě. Diagram 7 ukazuje vzrůst oxydovatelnosti ( $O_2$  v mg/l).

Diagram 8 ukazuje průměrný pokles obsahu volného kyslíku ve vodě, vyjádřený jako „kyslíkový nedostatek“, t. zn. jako rozdíl mezi obsahem kyslíku, nalezeným a teoreticky očekávaným ve vodě kyslíkem nasycené při dané teplotě.

Diagram 9 ukazuje, že i biochemická spotřeba kyslíku říční vody stoupla ve všech profilech někde dvoj-, jinde až trojnásobně.

Diagram 10 podává celkový přehled; index organického znečištění vykazuje po celé říční trati nepochybné značné stoupnutí od r. 1935 do r. 1948.



O br. 11. Index znečištění moravní vody v kampani.

Všechny tyto hodnoty nevyjadřují však ještě *skutečný vzrůst znečišťování řeky*, t. zn. *vzrůst množství organických nečistot*, které byly do řečiště s odpadními vodami vpuštěny; jsou to výsledky analys bez ohledu na množství vody, které protékalo jednotlivými profily řečiště v okamžiku braní vzorků. Ke zjištění celkového vzrůstu organického znečištění musíme pro úsudek vzítí zřetel ještě k diagramu 3, z něhož jest viděti, že v období mimo kampaň bylo průměrné průtočné množství vody v době odběru vzorků v roce 1948 dvoj- až trojnásobné, nežli v roce 1935.

To znamená, že celkové množství organických látek, uvedené do říční vody, bylo v roce 1948 oproti roku 1935 ještě dvakrát až třikrát vyšší, nežli by plynulo z výsledků analys, zobrazených plně vykreslenými křivkami v diagramech 5—11. Můžeme tedy bezpečně tvrditi, že *množství odpadových látek organických, uvedených do řečiště, bylo ve všech profilech řeky Moravy v r. 1948 nejméně 4násobné nežli v roce 1935.*

To platí v celoročním průměru v době mimo cukrovarskou kampaň. Výsledky rozborů říční vody v době kampaně jsou vyjádřené v diagramech 5—11 *čárkovanými křivkami* a to silnou čárkovanou pro rok 1948, slabou čárkovanou pro rok 1935. Nelze je tak jednoduše posoudit, neboť jsou ovlivněny ostatním mimokampaňovým znečištěním, které se v křivkách sčítá se znečištěním cukrovarským. Z diagramu 3 jest viděti, že průtočné množství vody ve všech profilech řečiště bylo v době kampaně v r. 1948 přibližně stejně veliké jako v kampani v r. 1935. Jest zde tudíž podstatný rozdíl od celoročních průtočných množství mimokampaňových. Jelikož absolutní výše organického znečištění, zjištěná rozborů vody v r. 1948, se zhruba mnoho neliší od specifického znečištění vody v téže době r. 1935, lze z toho souditi, že *kampaňové znečištění vody v řece Moravě, působené odpadními vodami cukrovarskými, během posledního desetiletí nevzrůstá, nýbrž zůstává zhruba asi stejné jako v r. 1935.*

## Část II — Příčiny

Ukázal jsem v první části této práce na příkladě řeky Moravy, že množství organických, tedy závadných nečistot, uváděné do koryta řek v moravských krajích, stouplu během 14 let od r. 1935 asi čtyřnásobně. Právem můžeme mítí za to, že na jiných řekách zejména v krajích slovenských v tomto období se zdroje znečištění řek zvětšily ještě více — vývoj průmyslu i rozvoj městských asanačních opatření byl totiž na Slovensku v uplynulých dvou desetiletích ještě prudší a rozsáhlejší než v krajích moravských.

Nežli se začneme zabývatí otázkou nápravy, musíme si objektivně objasnit, které jsou příčiny vzrůstajícího zamořování řek speciálně v našich zemích,



v našich poměrech zeměpisných, hydrologických a klimatických, ale zejména v našich poměrech hospodářských a sociálních. Nejdůležitější při tom bude zjištění, které zdroje znečištění vzrůstají během posledních let, a které možno považovati za stálé; zdrojů s klesající účinností není vůbec.

Především si dlužno uvědomiti, že vodu v řekách znečišťuje samotná příroda i bez přičinění člověka.

Řeky jsou od pradávna přirozenými kanály, kterými se přivádí do krajiny čistá voda a které odvádějí z kraje odpadky všeho druhu. Dvojitou funkci vodovodu na vodu čistou a současně kanálu na vodu odpadní umožňuje řekám jejich schopnost samočištění. Říční voda ztravuje rychle nečistoty, které přijala z okolí a stává se brzy po znečištění opět vodou čistou. Toto samočištění probíhá tím rychleji, čím jest řeka vodnější. V přírodě bývá vždy nejvyšší znečištění při nejvyšších stavech vody v řekách, t. zn. při deštích, při nichž se sice zvýšené množství nečistot do řek splachuje, ale současně větším množstvím vody se tyto nečistoty zředují a rychleji ztravují. V přirozené řece, neovlivněné lidskou prací, jest život rostlinných a živočišných organismů v biodynamické rovnováze, která charakterisuje povahu řeky i okolní krajiny a jejich vzájemný poměr, ovlivňovaný hlavně povahou půdy, druhem porostů, ročním počasím, teplotou, srážkami atd. Spláchne-li déšť nebo vítr s povrchové vrstvy půdy do řeky znečišťující hmoty, reagují tyto ihned s říční vodou:

*Minerální* spláchnuté hmoty se z největší části usazují na dně řeky a vytvářejí tak typ říčního koryta — dno a břehy jsou někdy písčité, jindy hlinité, bahnitě a jejich jemné součástky kalí vodu při prudším pohybu.

*Z rostlinných zbytků* okolního kraje přichází do řeky celulósa a složité uhlohydráty, které jsou kořistí vodních mikroorganismů (plísní a j.), jejichž činností se mění postupně v jednodušší uhlohydrátové produkty.

*Z živočišných zbytků* přicházejí do řeky sloučeniny bílkovinné, které podléhají rozkladné činnosti bakterií, jsou jimi postupně odbourávány na jednoduché polyamidické sloučeniny; konečným produktem těchto složitých, hnilobě podobných pochodů jsou jednodušší dusíkaté látky organické, po případě až amoniak a dusičnany podle toho, kolik kyslíku bylo přítomno při rozkladu (mineralisace).

Obě skupiny těchto produktů rozkladu jsou podkladem, z něhož žije mnoho druhů řas, které z nich tvoří novou organickou hmotu svých těl a při tom uvolňují kyslík, jenž zůstává rozpuštěný ve vodě a umožňuje život drobných i vyšších živočichů. Vzniklou rostlinnou hmotou se živí pak prvoci a vyšší živočichové, nakonec až ryby.

Tak se utvoří v říční vodě celá řada životních cyklů, v nichž jest jeden druh organismů ztravován jinými druhy, takže se během let ustálí v řece určitá rovnováha mezi přirozeným znečištěním a vzrůstem rostlin a rozmnožováním

živočichů. Poměrem mezi těmito složkami ve vodě jest určena celková povaha řeky v různých ročních obdobích; dle nich označujeme řeku jako čistou nebo znečištěnou.

Jsme si ovšem vědomi, že takové označování jest u přirozených řek dikto-  
váno hledisky, zájmy a potřebami lidskými. S hlediska přírody je každá řeka, v níž se tato rovnováha mezi daným krajem a tokem ustavila, řekou přirozenou; její vlastnosti jsou dány přirozenými podmínkami okolí. V rámci sezonního kolísání jest tento přirozený charakter řeky stálý a trvalý, často od nepaměti po celá století. Neboť obě rovnovážné složky jsou v každém jednotlivém případě neměnné: velikost řeky a velikost i povaha území, jímž řeka protéká, zůstávají stejnými celé věky. Tyto přirozené poměry se však v poslední době na všech řekách v kulturních zemích radikálně změnilo následkem vývoje a rozsahu technických zařízení člověka.

Jakmile se v krajině kol řeky usadí lidé, projevuje se vliv jejich činnosti na čistotu řeky vždy nepříznivě: lidé odvádějí do řeky odpadky ze svých domácností a ze své práce. Zvýšené množství těchto odpadků způsobuje v posledním století nejen vzrůst počtu obyvatel, ale hlavně zvýšení intenzity práce člověka a zejména zdokonalení technických zařízení na odvádění odpadků.

Tyto dva faktory zasáhly v posledních desetiletích nesmírně rušivě do přirozených poměrů, které byly po staletí ustáleny mezi krajinou a jakostí vody v řece. Vliv zvýšené hustoty obyvatelstva se projevuje nejen tam, kde vznikla velká města nebo skupiny měst, ale též vzrůstem hustoty osídlení venkova v povodí řeky. Zintenzivnění lidské práce jak v zemědělství, tak i v průmyslu zvyšuje ovšem nesmírně tento vliv.

V kulturních světadílech působí na znečišťování řeky hlavně:

A. *Intenzivní zemědělství* tím, že každoročně zkypruje půdu celých krajů a přináší do ní hnojiva. Znečištění řek z tohoto zdroje, ač bývá často přehlíženo, je značné.

B. *Velkoměsta*, která moderními hladkými a vodotěsnými kanály splachují rychle a dokonale veškeré svoje odpadky do řek. Množství těchto nečistot je obrovské, jak bude ještě ukázáno.

C. *Průmyslové závody*, z nichž četné produkují veliké množství vysoce závadných odpadků.

## A. Zemědělství zdrojem znečišťování řek

Každoroční zkyprování velikých ploch půdy při orání rozrušuje souvislost zemského povrchu a umožňuje vodě i větru odnášení hornin i organických hmot v nich uložených do řek. K tomuto vlivu přistupuje *hnojení* půdy, při kterém se roznáší hnojivé hmoty organické i anorganické po povrchu půdy,

s něhož jsou při každém dešti splachovány do řek. Všechny hmoty, používané k hnojení polí, jsou nejzávadnějšími nečistotami říční vody. Intenzivní hospodaření polní u nás nezná již téměř úhoření a zvyšuje účinnost hnojení použitím umělých hnojiv, z nichž některá mohou být i přímými jedy pro život v řece. Intenzivní zemědělství má na znečištění řek vliv mnohem větší, nežli se obvykle ve veřejnosti připouští. Jest to jasně vidět na př. na řekách, protékajících čistě zemědělskými kraji, kde není ani velikých měst, ani velikého průmyslu. Voda takových řek přes to po celém toku vykazuje značné znečištění organickými látkami, a to i dusíkatými, jak jest vidět na př. z rozborů vody v řece Moravě, uvedených v první části práce, nebo na př. z rozborů J. Ročka [3]. Přes to bývá slyšeti málo výtek a stížností na tento účinek zemědělství. To jest způsobeno hlavně třemi důvody:

1. Znečištění řeky zemědělstvím je neúmyslné; nečistoty nejsou pro zemědělce odpadkem, nýbrž cennou provozní látkou (prst, hnůj, umělá hnojiva), takže racionální zemědělství se snaží ztrátám těchto látek zabrániti, což se však často vymyká dosavadním technickým možnostem.

2. Toto znečištění je obvykle občasné a krátkodobé; dochází k němu hlavně v době dešťů, kdy stoupající stav vody v řece působí současně zředování nečistot. Tato občasnost jest ovšem pouze zdánlivá, neboť organické hmoty, spláchnuté s polí do řeky při dešti, se usazují ke dnu, tvoří kal, jenž zvolna zahnívá a tím vodu znečišťuje trvale.

3. Nejdůležitějším důvodem, proč nebývá zdůrazňováno zemědělské znečištění, je zajisté okolnost, že je rozsahem omezeno — množství obdělané půdy ani použitých hnojiv v žádném kraji nemůže být zvětšováno do nekonečna. Tím se liší tento zdroj znečištění podstatně po stránce kvantitativní od obou dalších zdrojů, o nichž pojednávám v následujících odstavcích. Výsledky průzkumu řeky Moravy, kterých jsem použil jako příkladu v první části této práce, jasně ukazují, že zemědělské znečištění řek v našich poměrech v posledních desetiletích již celkem nestoupá.

Proti těmto „polehčujícím“ okolnostem sluší však uvést, že zemědělské znečišťování řek probíhá nepřetržitě po celých tocích, od pramenů až po ústí. Jest tedy pro trvalý stav *celé řeky* vlastně nejměřodatnějším zdrojem. Znečišťování působená městy a průmyslem jsou omezena většinou na jednotlivá místa, pod nimiž má pak řeka obvykle „oddech“.

V tom nastává v posledním desetiletí nesporně změna k horšímu. Zprůmyslnění zemědělské výroby, tvoření velikých zemědělských podniků, družstev, velkovýkrmny, velké jatky, drůbežárny atd. — to vše má za následek, že zemědělské znečišťování řeky se soustřeďuje do určitých míst, jejichž vliv se pak na čistotu vody v řekách projevuje podobně jako vliv středisek průmyslových měst atd.

Při plánování těchto zemědělských velkovýroben se často zapomíná na problém odpadních vod, k jehož řešení se přistupuje obyčejně až je již závod v plném provozu a až se závady na řece objeví ve velkém měřítku — t. j. až je již pozdě na racionální a dokonalé řešení. Podobně tomu bývá ostatně i u podniků průmyslových, jak ukáží v dalším odstavci.

## B. Lidská sídliště (města) jako znečišťovatel řek

Jest samozřejmé, že lidská bydliště produkují tím více odpadků, čím jsou větší. Proto vzrůst velkých měst měl za následek též vzrůst množství odpadků z domácností a dílen. Vidíme však, že vzrůst měst i velmi velikých neměl až do polovice XIX. stol. ani zdaleka tak zhoubný vliv na jakost říční vody, jako má v posledních desetiletích.

*Město o stejném počtu obyvatel, ležící na stejně velké řece, působilo dříve mnohem menší znečištění řeky (když vůbec), nežli působí dnes.*

Příčiny toho jsou:

1. vzrůst péče o odstraňování odpadků v městech z důvodů hygienických,
2. zdokonalení technických zařízení na odstraňování odpadků,
3. vzrůst pracovní intensity člověka ve městech, hlavně vývoj řemesel v průmyslu.

Ponechávám pojednání o bodě 3 pro další kapitolu (C) a povšimnu si nyní pouze prvních dvou okolností, které měly v posledních letech tak ohromný vliv na vývoj zdravotních poměrů ve městech a na vzrůst znečišťování řek pod městy.

Představme si, jaké byly dříve poměry ve městech, o nichž čteme v historii často mnoho pěkných věcí a které oprádkáme kouzlem romantiky.

Ve středověku, a v mnohých městech až do pozdního novověku, nebylo ve městech vůbec soustavné veřejné kanalisace. Odpadky z domácností byly vyhazovány a vylévány na ulice. Jen v některých domech byly jámy na odpadky, v nichž se hromadil kal, zatím co voda prosakovala do půdy, anebo odtékala po povrchu dvorů a ulic. Uvedu několik případů, zachovaných v kronikách ze starých časů — jsou důležitým doplňkem pohádky z prastarých časů, kterou jsem citoval při zahájení této přednášky, a která se nám zdála jistě nedostižným ideálem.

Počneme asi v téže době, z níž pochází první záznam o naší pohádce, t. j. ve XII. století.

R. 1185 zaznamenal kronikář, že král Filip August přihlížel z okna královského paláce v Paříži na kolem cválající jezdce, kteří rozvířili špínu a hnůj ležící na ulici. Vzniklý zápach byl tak hrozný, že král omdlel. Nato teprve nařídil Filip August vydláždění několika ulic v Paříži. Tyto první dlažby měly kaná-

lovou stružku uprostřed ulice, takže se z ulice stala stoka, po níž nečistoty stékaly do ulic nižších. A o 200 let později r. 1485 císař Bedřich III. při slavnostním průvodu v Reutlingen *na náměstí města* spadl i s koněm do jámy plné hnoje, při čemž se málem utopil. V téže době se zachovala zpráva o prvním pokuse o nápravu. Městská rada v Norimberku r. 1490 najala na útraty obce dělného pacholka jako trvalého zaměstnance, jenž byl povinen „... veškeré zdechliny prasat, psů, koček, slepic atd. odklízeti z ulic a odvážeti za hradby města“.

O dalších 200 let později r. 1697 za krále Ludvíka XIV. vydala městská rada v Paříži dekret, kterým nařizuje, že každý, kdo vylévá ráno z okna na ulici neřád z bytu, musí zavolati předtím na chodce výstrahu: „garde l'eau“. A to bylo v „královně měst“, v sídle „krále slunce“! Chodcům a jezdcům v ulicích to však mnoho nepomohlo, neboť z pozdějšího roku se zachoval dekret téže rady, která vytýká Pařížanům, že vylévají a vysypávají špínu z oken na ulici bez výstrahy, takže lidé jsou stále v nebezpečí smrduté lázně.

V téže době (1691) vydal magistrát v Berlíně zákaz, že prasata nesmějí volně pobíhati po ulicích a rozrývati na nich hnůj a že každý venkovan, který projíždí městem, je „... povinen naložiti jeden vůz svinstva z ulice a vyvézti za hradby městské“. Byla to jakási forma mýtného či dlužebného.

Vyvážení hnoje a bahna z městských ulic za městské hradby bylo ještě dlouhou dobu po tom jediným způsobem, jímž se odstraňovaly odpadky z města. Město Paříž dalo r. 1686 vykliditi a vyvézti nečistotu z hlavních ulic, což bylo takovou událostí, že magistrát na oslavu této „sanace“ města dal raziti pamětní medaile.

Následkem takových zákroků se za městskými hradbami hromadily spousty páchnoucích hmot. Jak to vypadalo okolo velikého města v té době, o tom jsem našel výstižný popis, jednající o r. 1700. „Město, obehnané hradbami, bylo směsí staletí, staré a ošklivé, páchnoucí a plné hniloby. Na všech stranách bylo obklopeno obrovským věncem hnojišť, nakupenými odpadky svezеныmi z ulic, které porůstalo páchnoucí býlí. Ulice byly úzké, většinou vůbec nedlážděné, bahnité a jejich středem se táhly odpadové stružky, plné páchnoucích splašků. To byl Londýn — páchnoucí, špinavý, hlučný — srdce Anglie.“

Jest samozřejmé, že města, která ponechávala veškeré odpadky ve svých zdech a hromadila okolo svých hradeb, nepůsobila znečištění vody v řece. Do tohoto „pořádku“ v městských ulicích přišla koncem XVIII. stol., tedy po dalších 200 letech vývoje nová pohroma zavedením splachovacích klosetů v domech. Tato vymoženost se rychle šířila a okolo r. 1850 zavedl Londýn jako první na světě *povinnost* stavebníků, že v každé novostavbě musí býti zřízeny splachovací klosety. Záhy následovala i města ostatních zemí. Tím bylo ulehčeno domácím pánům. Současně však tento největší hygienický vynález

v dějinách lidstva způsobil netušené obtíže městům a jejich ulicím. Majitelé domů sváděli jednoduše splašky do žump a když tyto byly plné, nechávali kaly přetékat na dvory i ulice. Tak místo hromad hnoje tekly po ulicích ve městech kalové potoky, tvořily se louže a rybníky kalové vody, které zamořovaly ulice stejně jako předešlý stav. Zákazy a stíhání domácích nepomáhaly, ba mnozí majitelé domů prostě vynechávali i jámy a pouštěli splašky z klosetů přímo na ulici. Tehdejší kanalisace nestačily ani zdaleka na odvedení tohoto množství splašků. Byly sice již před tím v některých městech stavěny kanály, ale dělo se tak bez jakéhokoliv systému. Stavěli je majitelé domů za tím účelem, aby kaly byly z domu odvedeny nejkratší cestou do náhodného jiného kanálu. Kanály nebyly po celém městě. Byly domy a ulice, ve kterých kanálů nebylo vůbec,<sup>5</sup> byly takové, kde se staré kanály ucpaly nebo zřítily následkem nedostatečného udržování, ač do nich ústily novější kanály z pozdějších staveb. Ve velikých městech, která se v XIX. století ohromně vyvíjela, vznikly tím nejnemožnější kanalisační poměry: pod městy rostla bludiště, složená ze stok a žump, která neměla spádu a odtoku, takže spousty kalů zůstávaly v podzemí. Krásně popisuje takový stav kanalisace velkoměsta Paříže Viktor Hugo v románě *Bidníci*, též Jókai v románě *Krotitel duší*. Tak jako splachovací klosety přenesly zamoření nečistotou z bytů a dvorů do ulic, tak tyto podzemní kanály přenesly je s povrchu ulic do podzemí, odkud se projevovalo na místech průduchů a vstupů strašným zápachem. Půda měst se postupně zamořovala úplně, studny na pitnou vodu ve městě i poblíž něho byly stále více znečišťovány. Při každém kopání ve městě byly překříženy nové nebo staré kanály. Celá půda měst měla kanálový zápach. Podobné poměry se zachovaly dodnes ve městech nepokročilých. Ve většině měst až v posledních desetiletích byl tento stav odstraněn tím, že jsou v nich budovány soustavné kanalisace, složené z kanálů s nepropustnými stěnami a s potřebným spádem, které odvádějí všechny tekuté odpadky beze zbytku mimo obvod města. Kam? Do nejbližší řeky.

Tento technický pokrok měl za následek velice rychlé ozdravení měst. Zdravotní stav obyvatelstva ve městech se tím nesmírně zlepšil. Stalo se tak ovšem na úkor čistoty vod v řece pod městem. Zní to paradoxně, ale je pravda, že *stoupající znečišťování řek v posledních desetiletích je průvodním příznakem péče o hygienu měst.*

Tuto skutečnost si musí uvědomiti obyvatelstvo měst, které často reptá na znečištění řeky; nikdo by jistě nechtěl, aby se vrátily časy naší pohádky — kdy řeky byly čistoucké jako křišťál a města zamořená hnojem.

<sup>5</sup> V Štyrském Hradci jsem nalezl ještě za své vojenské služby r. 1914 řadu nekanaliso- vaných čtvrtí; splachovací soustavy ústily tam ve sklepech domů do velikých sudů, které městští zřizenci v noci uzavírali dnem a jílovým tmelem, vytahovali na ulici, odkud je potom městské vozy odvážely na kaliště.

Je samozřejmé, že čím větší město a čím menší řeka, tím větší zamoření řeky za tohoto stavu nastane. Jedinečným příkladem v našem státě, jak dovede velkoměsto úplně zamořiti řeku jím protékající, jsou poměry na řece Svratce pod městem Brnem. Podle předválečných údajů produkuje město Brno za 24 hod. 55 000 m<sup>3</sup> odpadních vod, t. j. 634 l/sek. Průměrné složení těchto vod je zhruba asi:

látek suspendovaných	650 mg/l, z toho	330 mg/l anorganických,
		320 mg/l organických,
látek rozpustných	790 mg/l, z toho	390 mg/l anorganických,
		400 mg/l organických.

To znamená, že brněnské kanály přivedou denně do řeky 36 000 kg sušiny nerozpustných kalů (= 3,6 vagony), a 44 000 kg sušiny rozpuštěných látek (4,4 vagonu).

Vzhledem k malé vodnosti řeky Svratky pod Brnem, jejímž korytem v posledních letech teklo v nejprůzračnějším případě 20 m<sup>3</sup>/sek., bývá zředění splašků v řece průměrně:

58 dní v roce	bylo zředění menší než	1 : 26
230 „ „	„	1 : 15
197 „ „	„	1 : 13
115 „ „	„	1 : 8
80 „ „	„	1 : 5
45 „ „	„	1 : 4

Správné zředění těchto splašků, při kterém by je řeka mohla samočištěním zvládnouti, by mělo být aspoň 1 : 100 po celý rok. To znamená, že po celé měsíce tekou pod Brnem ve Svratce vlastně jen nepatrně zředěné brněnské kanálové splašky místo vody; to není již řeka, nýbrž otevřený kanál, se všemi důsledky pro okolí. Tento kanál nemá dostatečný spád, není rovný ani hladký. Proto jím splašky neprotékají úplně, nýbrž usazují se, kaly z nich se hromadí na dně a v zátočinách, kde tvoří mohutné vrstvy hnojícího bahna, které může způsobiti katastrofu v řekách, do nichž se Svratka vlévá, na mnoho desítek kilometrů vzdálenosti. To se stalo na př. v srpnu 1934, kdy průtrž mračen vypláchla zásoby bahna ze Svratky do řeky Dyje, v níž zahynuly všechny ryby. Tento příklad uvádím pouze na ukázkou, jak zhoubný vliv na řeku má moderní město s vybudovanou kanalisací, které své odpadní vody nečistí.

Nemám v úmyslu pomlouvati tím svoje bydliště. V jiných našich městech jsou skoro všude podobné poměry; i město Praha má pouze nedostatečné čistírny na svoje odpadní vody, takže podstatně znečišťuje svoji řeku Vltavu. Třetí naše hlavní město Bratislava nezavdává příčiny ke stížnostem, avšak nikoliv svou zásluhou: leží totiž jediné z našich měst na opravdové řece Dunaji,

kteřá stačí i nevyčištěné splašky pojmouti a ztrávit bez katastrofálních následků.

Podle údajů J. Bulíčka má z několika set našich měst, která v posledních 30 letech provedla moderní kanalisaci, pouze 14 biologické čistírny odpadních vod, a to ještě většinou nedokonale. Vezmeme-li v úvahu, že všechny naše řeky jsou po celém svém toku znečišťovány, jednak vlivem pokročilého zemědělství, jednak městskými splašky, pak vidíme, že třetí hlavní znečišťovatel, t. j. průmysl, má k dispozici u nás již řeky značně zamořené často tak značně, že jsou neschopny se samovolně vyčistiti.

### C. Průmysl jako znečišťovatel řek

Člověk vždy znečišťoval vodu v řekách při své řemeslné činnosti. V posledních letech vzrostl tento zdroj znečištění obrovským rozvojem průmyslu, u nás hlavně od r. 1870. Vliv průmyslu na znečištění řeky lze pozorovati přímo pouze tam, kde jsou průmyslové závody na venkově nebo v malých městech. Ve velkoměstech, která mají přes 100 000 obyvatel a splachovací soustavy, je vliv průmyslových odpadních vod na jakost i množství splašků obyčejně málo patrný. (Výjimku tvoří pouze města, v nichž je soustředěno mnoho průmyslových závodů jednoho druhu, na př. ve vlnářských střediscích v Anglii atd.).

Všechny obory průmyslové výroby produkují odpadní vody, které jsou pro řeky závadné. I takové výrobní obory, při nichž nevznikají tekuté odpadky, musí počítati s určitým množstvím odpadních vod od pohonných zařízení, kotelen, skladišť, jakož i ze zařízení hygienických pro osazenstvo (umývárny, záchody) a konečně z bytů a dělnických kolonií.

Podle druhu a látkové podstaty odpadních vod dělí se průmysly na tyto 3 skupiny:

1. Doly a lomy, kovoprůmysl těžký i lehký, výroba energií (elektrárny, plynárny) atd. produkují odpadní vody znečištěné hlavně látkami neústrojnými. Z organických látek se uplatňují v těchto vodách hlavně zbytky olejů a někdy též dehtů. Občas působí v řece závadně jejich zvýšená teplota.

2. Chemické průmysly znečišťují vody někdy pouze látkami anorganickými, jindy směsí látek anorganických i organických. Podobné nečistoty obsahují též odpadní vody z průmyslu celulosy, papíru, textilu, z průmyslů kožedělných a j. v. Některé z těchto průmyslových závodů produkují obrovské množství organických odpadů, tak na př. celuloska s výrobou 8 vagonů celulosy denně odvádí s odpadními vodami stejné množství sušiny nečistot denně jako město se 150 000—200 000 obyvateli (t. j. asi 8 vagonů, viz výše příklad Brna).

3. Převážně organické znečištění se vyskytuje v odpadních vodách průmyslů zemědělských a potravinářských, jako jsou cukrovarství, škrobárenství,



mlékárenství, jatky, továrny na konzervy, průmysl kvasný všeho druhu atd. Tuto skupinu průmyslů dlužno v mnohých případech považovati vlastně za pokračování výroby zemědělské.

Četné průmyslové podniky ve velikých městech odvádějí svoje vody do městských kanálů, zvětšují tím množství vod městských a působí tak zvětšení obtíží, které mají města se svými kanálovými splašky.

Odpadní vody průmyslové jsou — jak již patrné z uvedených příkladů — co do množství i co do jakosti od případu k případu velice rozmanité a nelze o nich a o jejich vlivu na jakost říční vody říci údaje tak všeobecné, jako to lze o městských splaších, které jsou skoro ve všech zemích i městech navzájem podobné. Rovněž množství a koncentrace odpadních vod bývá u různých závodů průmyslových téhož oboru mnohem různější nežli u odpadních vod z různých měst.

Nutno přiznati otevřeně, že do dneška jest u nás věnována čištění odpadních vod z průmyslových podniků pozornost zcela neúměrná jejich významu pro zamořování řek. Často vidíme ještě dnes, že i při plánovaném budování továren se nepamatuje obyčejně na odpadní vody. Až když se spustí výroba, a až továrna začne chrlit nepřetržitý proud závadných splašků do řeky, hledává se urychleně a samozřejmě jen povrchně jakás takás rychlá náprava. Ve zvýšené míře platí totéž o rekonstrukcích továren, o zvětšení výrobní kapacity atd. Při průzkumu poměrů na moravských řekách zjistili jsme v četných případech, že ve sledovaných desetiletích byla v určitých továrnách zvýšená výroba několikanásobně, avšak čistírna odpadních vod — již původně nedostatečná, dnes zastaralá a nedokonalá, zůstává beze změny.

*Speciálním problémem* našich zemí je každoroční krátkodobé znečištění řek na podzim při cukrovarské kampani. Mívá následky tím zhoubnější, protože v posledních letech v našich krajích obyčejně na podzim málo prší a teplota bývala až do prosince poměrně vysoká. Podzimní nízké vody v řekách jsou již ze všech popsaných celoročních zdrojů tak znečištěny, že kampanový krátkodobý přírůstek znečištění přivodí obyčejně katastrofu na všech řekách, v jejichž povodí jsou cukrovary, a to jsou v našich zemích skoro všechny větší řeky.

Z příkladu soustavného zkoumání řeky Moravy, uvedeného v první části práce, lze i pro ostatní řeky ve všech krajích našeho státu usuzovati, že vliv odpadních vod cukrovarských již nevzrůstá, že jest a zůstává prakticky skoro stejný, jako byl před 10 až 20 lety. Je to viděti na př. z diagramu 11, vezme-li se v úvahu současně diagram 3, jenž ukazuje, že průtočné množství vody v kampani bylo r. 1948 stejné jako r. 1935. Je to ostatně pochopitelné, neboť produkce cukrovarských odpadních vod jest omezena rozsahem řepných polí v povodí znečišťovaných řek; vliv cukrovarů na řeky je tedy podobně jako

vliv zemědělství neměnným faktorem. Pokud se nezmění podstatně struktura polního hospodářství v našich krajích, nutno i v budoucnosti počítati s dočasným kampaňovým každoročním zamořením řek u nás jako se stálým faktorem. Význam tohoto faktoru vysvitne nejlépe z údaje, že v každé kampani vpuští cukrovary v moravských krajích přímo nebo nepřímo do řečiště řeky Moravy asi 80 mil. ml odpadních vod; v nejsušším námi pozorovaném r. 1935 protéklo v té době pohraničním profilem za dobu kampaně řečištěm Moravy celkem asi 300 mil. ml „vody“.

### Část III — Následky

Ukázal jsem předvedením výsledků našeho průzkumu na příkladě řeky Moravy, že znečišťování řek u nás dostupuje již takového stupně, že se stává brzdou vývoje hospodářského života v celých krajích a zemích. Nejhorší na tom je, že toto znečišťování má zřejmě vzrůstající tendenci, t. j. že se rok od roku zvyšuje. Následky znečišťování pro jakost vody v řece objasníme nejlépe, popíšeme-li látkové změny, které uvádění odpadů způsobuje v říční vodě. Závadnost odpadní vody pro řeku záleží nejen na jejím množství, jehož jsme si až dosud hlavně všímali, nýbrž hlavně na *druhu látek* v ní obsažených. Škodlivé látky v odpadních vodách jsou:

1. *Specifické jedy*, působící škodlivě na člověka, zvířata, ryby a jiné živočichy a rostliny říční. To jsou na př. různé kyseliny a žíraviny, soli, jedy, škodlivé plyny a konečně choroboplodné zárodky nemocí lidských i zvířecích. Tyto látky se dostávají do řek z chemických továren, z odpadků nemocných živočichů (hnůj, záchodové splašky) a z továren, které zpracují živočišné suroviny (koželužny, prádelny vlny a j. v.).

2. *Látky ústrojné*, bez specifických účinků, které samy o sobě nejsou přímo škodlivé, ale které mění vlastnosti říční vody. Nejzhoubněji působí na vodu hnilobné látky dusíkaté, které se dostávají do řek splavením hnoje s polí, z odtoku jatek, mlékáren, z továren na potraviny, na zpracování vlny, kůže, kliču atd. Stejně zhoubné jsou i záchodové splašky městské. Škodlivé jsou i odpadky rostlinného původu, které ve vodě kvasí, jaké jsou v odpadní vodě z továren na celulosu, na papír, z cukrovarů, lihovarů atd. Všechny tyto vody odebírají říční vodě při svých rozkladech kyslík, který jest podmínkou pro zdravý biologický vývoj života v řece.

3. *Látky neústrojné* bez specifických účinků jsou obecně neškodné, nevyskytují-li se v abnormálním množství. Veliké množství kalu působí samozřejmě mechanické závady v řečišti, i když látky v něm obsažené jsou samy o sobě neškodné.

*Nerozpustné látky*, jež zanášejí řečiště kalem po vpuštění odpadních vod jsou jednak původní, které byly v odpadních vodách obsaženy, jednak vznikají sekundárně při reakcích odpadní vody s vodou říční. Řidčeji nastává případ, že nerozpustné látky z odpadní vody se působením říční vody rozpouštějí a přecházejí v látky rozpustné. Tak na př. sloučeniny železa po vtoku do řeky se působením alkality (tvrdosti) říční vody a kyslíku v ní obsaženého příp. účinkem sirovodíku z hniјících kalů srážejí na nerozpustné železité usazeniny. Ale je možná také opačná reakce: když agresivní (kyselá) říční voda rozpouští železo z bahnitých usazenin a sama se zaželezuje.

*Hnití organických kalů*, usazených na dně řeky je proces anaerobní, který produkuje nejen nepříjemné, ale i jedovaté zplodiny. Hniјící kalová pokrývka na dně řeky dusí až i zastavuje život vyšších organismů na dně, tak na př. otravuje a ničí rybí jikry. Voda se obohacuje páchnoucími plyny, sirovodíkem a pod., které v ní zůstávají rozpuštěny a otravují, případně omezují životnost vyšších živočichů. Vývojem plynů se rozptyluje hniјící bahno ve vodě, zakaluje ji a dostává se tak do dalších tratí řečiště, kde se znovu usazuje. Tak zamořování vody postupuje pozvolna s proudem do nižších úseků řeky.

*Anorganické soli* obsažené v odpadních vodách mají v různých případech velice různý vliv.

a) Jedovaté soli se musí posuzovati v každém speciálním případě individuálně. Z průmyslových vod přicházejí do řeky jedovaté soli těžkých kovů, sloučeniny arsenu, kyanidy, fluoridy, siřičitany, soli olovnaté a j. v.

b) Redukční soli zbavují vodu rázem kyslíku a tím zastavují život ve vodě, t. j. zejména samočištění. Tak mohou působit na př. siřičitany, ale i větší množství dvojmocného železa, jinak neškodného.

c) Soly agresivní korodují staviva, kovy atd. Jsou to zejména sírany v množství nad 250 mg/l  $\text{CaSO}_4$ , které rozpouštějí betonové stavby.

d) Soly fyziologicky účinné jsou skoro všechny, záleží na množství. Na chuť vody působí zejména soli hořčnaté, ale i chlorid sodný, síran sodný atd. Mnohé soli se uplatňují při průmyslových biochemických procesech. Velké množství i neškodných solí je nepřipustné v říční vodě, nejen s ohledem na potřebu lidí, ale i pro fyziologické účinky na vyšší a nižší živočichy. Soly nejsou obvykle zadržovány půdou a dostávají se snadno prosakováním vody z řečiště až ke zdrojům vod spodních (pramenitých) a pak se jejich účinky jeví i v okolních studnách.

e) Soly sráživé, zákalové: na př. železnaté soli se kyslíkem srážejí v rezervoitech a vedeních.

f) Soly povzbuzující bujení mikrobů mají v řečišti řadu nepříznivých důsledků. Podporují i v čistých vodách vznik organické hmoty. Tak na př.

vyvolávají soli železa bujení železomilných bakterií, některé sírany bujení bakterií siřných atd.

*Rozpustné látky* podléhají, ať jsou organického nebo anorganického původu, v říčních vodách dalekosáhlým změnám. Kyseliny i zásady jsou neutralisovány přirozenou alkalitou vody, která se tím ovšem snižuje. Říční voda neutralisuje kyseliny, i když má sama reakci kyselou, na př. pH 5,5. Pouze velmi měkké přirozené vody, které neobsahují kyselinu uhličitou, mívají pH 6–7. Vlivem rozpustných kyselin z odpadních vod se aktivní kyselost vody v řece mění tak, že klesne někdy pod 5, nebo vlivem rozpustných zásad stoupne nad pH 8. To jsou asi hranice pro nerušený rozvoj života vyšších organismů. Neutralisace organických i anorganických kyselin po smíšení odpadních vod s vodou říční probíhá většinou na útraty přechodné tvrdosti vody: kyselé uhličitany přecházejí přitom na soli kyselin, přivedených odpadními vodami.

Rozpustné látky zásadité se otupují v říční vodě týmiž kyselými uhličitany jako kyseliny; při tom vznikají sraženiny normálních uhličitánů (vápenatý, hořečnatý), zásaditých uhličitánů železa, hliníku a jiných těžkých kovů.

*Složité rozpustné látky organické*, dusíkaté bílkoviny, uhlohydráty, tuky atd. podléhají ve vodě mikrobiálním rozkladům, při nichž se spotřebuje kyslík. Těmto procesům říkáme hnití, kvašení a pod. Jsou to rozklady redukční i oxydační, které dávají vznik jednoduchým látkám a tyto jsou potom stravovány bakteriemi a nižšími organismy. Takovými procesy se složité rozpustné organické hmoty ve vodě mění:

a) Na nerozpustnou hmotu těl (buněk) bakterií a plísní, které jsou potravou jednobuněčných živoků atd. Částečně se při tom mění rozpustná organická hmota na nerozpustný kal, který se hromadí na dně řeky a působí už popsané závady.

b) Na plyny, z nichž mnohé páchnou, jako je amoniak, sirovodík, kysličník uhličitý, methan a m. j.

c) V konečném stadiu pak vznikají anorganické zplodiny rozpustné i nerozpustné: soli amoniové, siřníky, uhličitany, ale až i dusitany, dusičnany, chloridy atd. Tak se mění nakonec látky původně organické na látky anorganické (mineralisace). Největší množství takových rozpustných organických látek obsahují městské splašky, dále vody ze všech oborů průmyslu potravinářského, průmyslů zpracujících organické suroviny, tedy u nás hlavně jsou to koželužny, klišárny, textilní továrny, cukrovary, škrobárny, lihovary, celulosky a papírny, ale též mnohé chemické továrny, destilace ropy, zpracování tuků (mydlárny) atd.

*Olje a tuky* jsou v odpadních vodách obyčejně rozptýleny a emulgovány společně s ostatními organickými látkami. Jen část je jich ve stavu volném,

v souvislé hmotě pevné nebo tekuté a plove na povrchu vody v řece. Většina tuků a olejů v odpadních vodách jest *emulgována*. Podle jemnosti jsou tyto emulze buď stálé, nebo se více méně rychle „ustávají“. Z jemných emulzí se tukové částičky adsorbují na koloidálních vložkách kalů a usazují se s nimi na dně. I malé množství olejů může v řece způsobiti vážné závady: olej, zejména minerální, se vlivem povrchového napětí na vodě rozprostírá na tenounkou vrstvičku, která pokrývá celý povrch hladiny. I když je tato vrstvička velmi slabá — byly naměřeny dokonce i filmy monomolekulární — zabraňuje styku vody se vzduchem a ztěžuje reaeraci vody a tím samočištění.

*Vysoce dispergované látky* jsou v odpadních vodách v podobě koloidálních roztoků a velmi jemných emulzí a suspensí, které se samovolně od vody neodlučují buď vůbec, nebo jen nesmírně pomalu. Tyto látky podléhají po smíchání s říční vodou změnám, které nelze předem odhadnouti: někdy se stupeň jejich disperse zvýší tak, že se až i rozpustí; jindy se naopak jejich částičky zvětšují, vložkují a usazují se, utvoří kal.

Srážením koloidů v nerozpustné vločky se odpadní voda v řece někdy vyčistí i od látek původně „rozpuštěných“ — účinek říční vody jest někdy podobný účinku umělého chemického čiření.

*Nejmenší množství kyslíku ve vodě, potřebné pro život ryb*

druh ryby	O <sub>2</sub> mz/l		
	neklid a útěk do jiného úseku	lapání po vzduchu	kritická hranice (hynutí)
proudník <i>Leuciscus leuciscus</i> L	4,2—3,0	3 —2,4	2,4
řízek <i>Gobio gobio</i> L	4,0—3,0	3,0—2,3	2,2
čorek pruhovaný <i>Alburnoides bipunctatus</i> BL	4,2—3,0	3,0—2,4	2,3
štika <i>Esox lucius</i> L	3,8—2,8	2,8—2,1	2
mřenka <i>Memachilus barbatulus</i> L	3,8—2,8	2,8—2,1	2
plotice <i>Eutilus rutilus</i> L	3,8—3,0	3,0—2,1	2
okoun <i>Perca fluviatilis</i> L	3,6—2,9	2,9—1,9	1,8
tloušť <i>Luciscus cephalus</i> L	3,5—2,8	2,8—1,9	1,8
parma <i>Barbus barbus</i> L	3,5—3,0	2,0	1,5

Všechny látkové změny říční vody, které jsme popsali, působí v různých hospodářských poměrech velmi různé závady v řece a projevují se škodlivě při všech druzích používání říční vody. Nejčastěji bývají uváděny škody, které působí vzrůstající znečištění řek říčnímu rybářství. Uvádím-li je zde na prvním místě, činím tak proto, že tyto škody jsou nejsnadněji zjištělné — jsou totiž jakýmsi indikátorem, podle něhož veřejnost i úřady posuzují stupeň znečištění řeky. V tom je jejich význam, i když v rámci celkového národního hospodářství jsou tyto škody dnes v našich poměrech hospodářsky málo významné. Příčinou hynutí ryb v řekách je prakticky vždy nedostatek kyslíku, jehož obsah při velkém organickém znečištění klesá pod kritickou hranici, která je pro různé druhy ryb udána v následující tabulce. Hnijící bahno na dně řek zamezuje vývoj rybích jiker. Udává se, že v našich řekách uhynie ročně 1000—5000 q ryb v ceně 6 až 18 milionů Kčs přímo následkem vpuštění závadných odpadních vod. Hospodářsky významnější je však trvalé snížení rybnatosti řek. U nás se počítá v celostátním průměru všech řek s výnosem na 1 km řek asi 0,5 q lovných ryb ročně, což je velmi málo ve srovnání na př. se Švýcarskem, kde se loví na 1 km řek průměrně 5—10 q ryb. Přitom má Švýcarsko na svém území rovněž pouze nejhořejší toky řek, stejně jako náš stát.

Hospodářsky mnohem významnější, i když pro veřejnost zdánlivě méně nápadné, jsou škody, které znečištěná voda působí ve vlastním říčním korytě, na vodních dílech, i na strojních zařízeních. Řečiště, náhony a vodní trouby jsou *zanášeny bahnem*, čím se zmenšuje *průtočný profil*, snižuje *splavnost* a usnadňuje rozlévání řeky (povodně). Většina rozpustných nečistot je agresivní — koroduje stavby (beton) i stroje (železo). Škody působené korosemi na říčních stavbách jsou obrovské, takže v celém světě se jim věnuje největší pozornost. U nás dosahují tyto škody — přímé i nepřímé — jistě každoročně stamilionových částek.

*Znehodnocování zdrojů spodní vody* v pramenech a studnách v povodí řeky i jiných otevřených povrchových recipientů je dalším důsledkem znečišťování povrchové vody odpadními vodami. Povrchová voda je v neustálém styku se zásobami vody spodní v zemských hlubinách: buď prosakuje voda z řeky propustným řečištěm do vody spodní, nebo naopak. Vliv tohoto zjevu na vodohospodářské poměry dalekého okolí je ohromný, počítá se, že kolem recipientu povrchové vody je v půdě a v horninách v rovnováze asi 4-násobné množství spodní vody, než je vody v recipientu. Znečištěná voda povrchová zanáší samozřejmě znečišťující látky do vody spodní a kazí tím prameny i studny.

*Pro zásobování vodáren městských i průmyslových* je organicky znečištěná povrchová voda nevhodná proto, že vyžaduje dalekosáhlé úpravy vody pro účely pitné i průmyslové. Tím se voda nejen velmi zdražuje, ale často je taková

úprava technicky neproveditelná. Na př. některé závadné látky (fenoly) různé pachy a příchutě nedovedeme z vody odstraniti ani při použití nejmodernějších pomůcek. Vzrůstající znečišťování řek způsobilo, že voda říční se u nás skoro již nikde nedá použiti jako zdroj pro zásobování vodáren.

Znečištění vody v řekách dosáhlo u nás již takového stupně, že tato voda je na mnohých místech již závadná i při používání *zemědělském* na závlahy, zalévání, napájení dobytka atd. Obsahuje často zárodky zvířecích nemocí (anthrax). Četné vody nesou s sebou látky, které ruší biologické procesy v půdě, působí i poruchy při hnojení, tak na př. vody z továren chemických, koželužen atd.

*Průmysl* pocituje vzrůstající znečištění vody rovněž velmi citelně. Voda z řek se dnes již v mnohých případech nehodí k četným účelům technologickým ani k napájení parních kotlů, leč po nákladném a často obtížném čištění.

*Po stránce hygienické* je dnešní stav většiny našich řek vysoce závadný a škodlivý pro zdraví obyvatelstva. Znečištěné řeky jsou nositeli zárodků lidských chorob (tyfu, dysenterie, paratyfu atd.); obsahují jich taková množství, že ohrožují lidské zdraví nejen při pití, ale i při mytí, koupání atd. Naše řeky přestávají býti středisky rekreace, což znamená nenahraditelné ztráty pro udržení zdraví a pracovní výkonnosti všeho obyvatelstva. Zamořené řeky, místo aby byly zdrojem osvěžení krajiny i lidí, obtěžují okolí zápachem z hnilících kalů a jsou semenišťem much a všeho druhu hmyzu, který roznáší do okolí i nákazy chorobami.

Takové řeky nejsou již ozdobou kraje, nýbrž hyzdí svoje okolí a působí tak obyvatelstvu újmu i po stránce estetické a etické — místo radostného účinku na lidskou mysl budí odpor a hnus. To má v dnešní době pracovního vypětí lidí veliký význam, i když tyto účinky nelze ciferně vyjádřit.

#### Část IV — Odpomoc

Výsledky studií znečišťování řek ukazují, že péče o čistotu veřejných toků není u nás dosud taková, jaká by měla být. Bez přehánění lze říci, že v otázce ozdravení našich řek se v posledních 20 letech stalo ve větším rozsahu prakticky velmi málo. Ba naopak, množství škodlivých odpadů uváděných přímo nebo nepřímo do koryt našich řek vzrostlo — soudě podle ukázaného příkladu řeky Moravy — v posledních dvou desetiletích několikanásobně oproti dobám před válkou.

Staré zdroje znečištění z dřívějších let, popsané v předešlém odstavci, zůstaly kvalitativně i místně většinou zhruba tytéž (města, průmysl atd.); jejich velikost se však změnila v neprospěch poměru: počet obyvatel měst vzrůstá,

kanalisace měst se zdokonaluje nebo vybudovává a průmyslová produkce vzrůstá stále tempem úžasně rychlým. Celkem řádově bez podstatné změny zůstávají od světové války celoroční množství odpadů ze zemědělství a krátkodobé znečišťování odpadními vodami z cukrovarů v době kampaně.

Uvažme, jakými prostředky je možno sanovati řeky v dnešním stadiu vývoje hospodářských, výrobních a sociálních poměrů. K tomu účelu je nutné především nestranně určit, jaké požadavky možno *oprávněně* klást na čistotu vody v řece. Je samozřejmé, že to záleží v každém jednotlivém konkrétním případě na okolnostech určených hlavně tím, jakou funkci má řeka ve svém povodí a jaká je její důležitost pro všechny obory života okolního obyvatelstva.

Především záleží na tom, jakým krajem řeka protéká: zda málo zalidněným územím bez větších osad, nebo zda na ní leží města a osady neb důležité podniky výrobní, které potřebují říční vodu.

Oprávněné požadavky na čistotu vody v řece jsou velmi různé v různých krajích podle stupně vývoje obyvatelstva. Jenže zde platí obrácené pravidlo než u jiných kritérií životní úrovně a hygieny obyvatel: čím vyšší je stupeň vývoje měst a hygienických zařízení, čím vyšší je stupeň vývoje a koncentrace průmyslu, tím více jsou řeky zamořovány odpadními vodami.

V jednotlivých krajinách v téže zemi a na téže řece jsou veřejně oprávněné požadavky na jakost říční vody velmi různé podle toho, k čemu se v dotyčném místě říční voda používá. Jiné jsou požadavky na vodu pro potřeby osobní a domácnostní, jiné na vodu pro zemědělství, zahradnictví atd., jiné opět pro různá průmyslová odvětví, pro účely plavební, hydroenergetické, rybářské, rekreační atd. A v každém z těchto oborů použití lze opět rozlišiti celou řadu odstínů a odvětví s požadavky více méně odlišnými.

Vzájemné upravení a koordinování všech těchto zmíněných vztahů je tím obtížnější, že každý z uvedených oborů konsumu použitou vodu sám individuálním způsobem znečišťuje, znečištěnou odvádí do řeky a tím vlastně škodí všem ostatním spotřebitelům. Tomu se nemůže a ani nebude moci nikdy úplně zabránit.

Neboť právo na odebrání a používání vody z přírodního zdroje nelze odloučit od práva na vypouštění použité znečištěné vody zpět do řeky. Řeka s celým svým povodím má pro krajinu, kterou protéká, dvě funkce s hlediska přírodního pořádku, jak již bylo několikrát dříve zdůrazněno:

1. Přivádí do kraje čistou vodu, a to nejen přímo (vodu povrchovou), ale i nepřímo tím, že udržuje a doplňuje zásoby spodní vody ve studnách a pramenech.

2. Odvádí z krajiny znečištěnou vodu, ztravuje nečistoty a činí z ní opět vodu použitelnou.

Je tedy každé řečiště současně vodovodem pro vodu spotřební a kanálem pro znečištěnou vodu odpadní. Toto obdivuhodné zařízení je umožněno *samo-*



*čištěním* vody v řece, a využití tohoto zařízení je nezbytnou podmínkou prosperity celého kraje.

Dokud samočistící schopnost stačí na ztrávení všech nečistot, uvedených do řeky, aspoň do té míry, aby říční voda byla brzy po znečištění opět způsobilou pro nejdůležitější druhy použití, t. j. aby vyhovovala alespoň t. zv. „veřejným zájmům obyvatelstva“, dotud není popudu, aby se technika a zákonodárství zabývaly problémem znečišťování řek odpadními vodami.

Právo každého člověka na vodu jakožto nezbytnou podmínku života zahrnuje v sobě samozřejmě požadavek, aby voda, kterou má k dispozici z přírodního zdroje, byla vhodná pro jeho životní potřeby; prakticky t. zn., aby byla dostatečně čistá. Má tedy každý člověk přirozené právo požadovati na svých sousedech, aby mu jeho příp. společný zdroj vody neznečišťovali do nepřipustné míry. Tomuto požadavku spotřebitel vody vyhoví tím, že použitou znečištěnou vodu čistí před vypuštěním do veřejného toku.

Čištění odpadních vod, pocházejících ze všech popsanych zdrojů znečišťování, je obecným požadavkem veřejnosti a jeho nedostatky jsou obecným předmětem stížností. Je již v lidské povaze, že každý stav připisuje vinu na postupujícím zhoršování jakosti říční vody ostatním stavům: zemědělci hubují na města, obyvatelstvo městské na průmysl atd. Každý, kdo znečištěním vody v řekách trpí, žádá, aby tomu bylo čeleno zákazem vypouštění splašků a odpadů do veřejných toků, příp. aby byl znečišťovatel donucen k čištění odpadních vod atd.

*Úřední opatření* v tomto směru však nejsou tak snadná, jak se na první pohled zdá, neboť čištění odpadních vod je ve všech případech vždy prací hospodářsky pasivní a investičně i provozně velice drahou. Proto nutno při jeho budování postupovati prozíravě, aby veliké náklady věnované na čistící stanice přinesly skutečně to, co se od nich očekává, t. j. ozdravení *celých říčních toků* a jejich povodí, a nikoliv pouze dočasnou nebo místní úlevu. Opatření na zlepšení jakosti říční vody má býti vždy zaměřeno *na celý tok* řeky. Nestací jen zabrániti, aby jednotlivý uživatel vod řeku neznečišťoval v jednom místě, neboť stupeň přípustného znečištění v daném místě závisí na tom, jak dalece byla již samočistící kapacita řeky vyčerpána jinými uživateli vody *nad* posuzovaným místem.

Kdyby na př. průmyslový podnik dostával v řece čistou vodu, nezatíženou splašky z horního toku, stačila by v mnohých případech samočistící kapacita řeky k očištění jeho odpadní vody během krátké trati. Jestliže však voda přichází do továrny již silně znečištěná, se samočistící schopností sníženou, nestačí již řeka ztráviti splašky z továrny, tyto zůstávají ve vodě a zamořují ji. Kdyby se továrně samotné předepsalo čištění vody, pak by prováděla vlastně tuto nákladnou úpravu i za ty uživatele vody, kteří vodu znečistili před ní.

Při plánování asanace dlužno vzít zřetel současně na celý tok řeky i s ohledem na přítoky a požadovati čištění splašků podél celého toku od všech uživatelů povrchové vody tak, aby se náklady na ozdravení celé řeky spravedlivě rozdělily; neboť všichni používatelé vody bez rozdílu říční vodu znečišťují. Záleží pak ovšem na posouzení, jaký je stupeň závadnosti jednotlivých zdrojů znečištění.

Ukázal jsem již v předešlých odstavcích, že sám pojem „stupeň znečištění“ je velmi neurčitý; nedovedeme jej bezpečně stanoviti a tím méně jednoznačně vyjádřiti nějakým jednoduchým kriteriem, které by dovolovalo srovnávati stupeň znečištění vody v různých místech navzájem. V literatuře i v normách různých států se používá celé řady kriterií, z nichž jsou dosud všechna značně nejasná a nespolehlivá; ani dnes všeobecně používaná BSK 5 není bezpečnou mírou pro vyjádření stupně znečištění. Nedovedeme ani určiti (předepsati), kolik látek určité povahy smí býti do řeky uvedeno, neboť co v jednom úseku řeky působí nepřijatelné závady, může býti v druhém úseku snesitelné.

Důležité je, aby požadavky na čistotu říční vody nebyly příliš přeháněny — to vede spíše k brzdění asanačních plánů než k jejich podpoře. Nesmí se zapomínati na to, co bylo právě řečeno, že totiž odvádění splašků z lidských sídlišť a z výroby je a zůstane v dnešním stupni vývoje techniky a kultury bydlení důležitým úkolem řek i v budoucnosti. Neboť nikdy se již nevrátíme a nemůžeme vrátiti ke stavu, jak jsme jej vyličili v prvních kapitolách ve zprávách z dávných časů — kdy vody byly čistounké jako křišťál a města zamořena hnojem. Proto nemůžeme souhlasit s extrémními požadavky, které kladou někdy příliš rigorosní hygienikové, kteří někdy požadují i drastická opatření, jejichž důsledky by mohly býti hospodářsky škodlivé. To bylo ostatně již několikrát vysloveno i v právních opatřeních ve všech technicky pokročilých státech. V našich poměrech máme na př. nejstarší právní rozhodnutí býv. nejvyššího správního soudu (vídeňského z r. 1900), dle něhož uživatelé vody jsou oprávněni k vypouštění splašků do řek, pokud tím není ohrožen zájem veřejný a poškozována práva ostatních uživatelů vody.

Musíme se při řešení celého problému spokojit *střední cestou*, jejímž účelem je takové zlepšení poměrů, aby bylo řekám umožněno zneškodňovati samočištěním splašky všech složek života v povodí. Prakticky to znamená dbáti, aby samočištění probíhalo po celých říčních tratích s dostatečnou rychlostí a intenzitou pro daný stav potřeb obyvatelstva v povodí. Rozebereme dále několik faktorů, které jsou směrodatné pro správné řešení tohoto problému. Hlavní příčinou katastrofálního znečištění povrchových vod u nás je — jak jsem se již zmínil — především malá vodnost všech našich řek, z nichž máme na vlastním území vesměs pouze nejhořejší toky. Většina našich řek u nás

pramení a opouští naše území dříve než zmohutní tak, aby mohly býti zvány opravdu řekami ve smyslu světové hydrogeologie. Pouhý pohled na mapu nám ukazuje, jakými potůčky jsou všechny naše řeky oproti veletokům jiných zemí, na př. Volhy, Jeniseje, ale i Dunaje nebo Labe v Německu.

S tím úzce souvisí veliká nesnáž, a to je obrovské kolísání *množství protékající vody* v různých ročních obdobích; koryty našich řek protéká po celé měsíce tak malé množství vody, že to nestačí ani zdaleka na zředění a ztrávení uváděných odpadních vod.

Trvalá náprava těchto poměrů vyžaduje především, aby ohromné kolísání průtočných množství vody během roku bylo omezeno tak, aby zejména v době každoročního zvýšeného nebezpečí (v kampani) nekleslo množství protékající vody v řečišti pod určité minimum. Tomu bude lze zabrániti zřízením vyrovnávacích nádrží (přehrad) na vhodných místech řek. Nádrže ty musí býti ovšem plánovány i provozovány výslovně k tomu účelu, aby zásobovaly řečiště vodou v období kritického sucha. Bez zaručení určitých *minimálních průtoků* v řečištích nelze stanoviti konkrétní požadavky na potřebný stupeň očištění odpadních vod. Stanovení takových konkrétních požadavků na podkladě dnešních průtokových minim vody v našich řekách je nemožné, neboť požadavky by musely býti neúnosně přísné a prakticky hospodářsky i technicky nedosažitelné.

Katastrofálně nízké průtoky jsou v posledních desetiletích skoro stálým zjevem na všech našich řekách, zejména v podzimních měsících v době cukrovarských kampaní. Uvažme na př., že v jednom námi sledovaném roce na řece Moravě protékalo v kampani pohraničním profilem v celém řečišti Moravy 10 ml/sek. vody, z čeho bylo skoro 3 ml/sek. odpadní vody z moravských cukrovarů, které tehdy pracovaly. Při takovém průtoku je skoro nemožno požadovati na znečišťovateli tak dokonalé očištění odpadních vod, aby je řeka snesla. *Zvýšení kritických průtokových minim v řekách je proto nezbytným předpokladem pro velkorysé plánování čistíren a zařízení, jimiž by se zlepšily poměry na našich řekách.* Takové opatření se uplatní ovšem dalekosáhle i v celkovém vodním hospodářství krajů v povodí našich řek, neboť by mělo v průběhu let přímý vliv i na zvýšení zásob spodní vody. Poměrně větší specifická čistota vody v hlavní řece by umožnila i rozsáhlejší používání říční vody s menším nákladem na úpravu její jakosti pro účely průmyslové i komunální.

Druhým nezbytným opatřením pro zlepšení vodních poměrů na našich řekách je čištění odpadních kanálových vod městských a to nejen ve velkých městech, ale i v městech menších, pokud mají provedenou soustavou kanalizaci vyústěnou do řek. Řádné čištění městských splašků má pro kraj mimo odlehčení řeky také velký zdravotní význam; v řádných čistírnách se zachytí s kalem i většina choroboplodných zárodků, jimiž ohrožují dnes říční vody

zdraví obyvatelstva nejen při požívání, ale také při rekreaci, koupání atd.

Metody na čištění městských splašků jsou dnes již značně zdokonaleny a vyřešeny; budování městských čistíren není tedy vázáno na rozřešení obtížných budoucích výzkumů, ale mohlo a mělo by se s ním začat ihned. Nebude ovšem možno omezit u nás čištění městských splašků na pouhou sedimentaci ať již takovou nebo onakou, jak je dosud zvykem u převážné většiny našich měst. Je nutno bezpodmínečně požadovati, aby městské splašky předčištěné usazením byly co nejdokonaleji dočišťovány biologicky, tak, aby do řeky odtekaly pouze vody zbavené nejen nerozpustného kalu, ale také rozpustných hnilobných látek.

Čištění městských splašků se dosud u nás nevěnuje taková péče, jak by tomu býti mělo, a to ani pokud se týká počtu čistících stanic, tak zejména ani pokud se týká odborného vybudování a provozování čistíren. Dr. Bulíček ve svém přehledu uvádí, že z několika set měst, které mají v našem státě provedenou kanalisaci, má pouze 57 měst čistírny na splaškové vody — do tohoto počtu počítá i „čistírny“, které pozůstávají pouze z lapačů písku.

Opravdové čistírny biologické má podle Bulíčka pouze 14 měst. Ve většině kanalisovaných měst jsou t. zv. čistící stanice na odpadní vody obyčejně pouhé mechanické usazovací kanály nebo jámy nejrůznějších soustav, ve kterých se mají zachytit nerozpustné látky v podobě kalu. Tyto usazovací stanice nefungují vždy dokonale, neboť při jejich plánování nebyl brán dostatečný zřetel na vzrůstající počet obyvatel a výroby. Tyto stanice se obyčejně plánují podle určitých schemat na podkladě průměrných hodnot o množství i složení vod, braných z literatury. Při provozních plánech nebývá ani dostatečně rozlišováno mezi usazováký s odstraňováním čerstvého kalu a mezi usazovacími jámami s kanály, v nichž jak sediment, tak i voda zahnívá. Sedimentací se v nejlepším případě odstraní z odpadních vod určitá část látek kalových, t. j. nerozpustných.

O odstranění znečišťujících *ústrojných hnilobných látek rozpuštěných* není ve většině případů při t. zv. čištění městských odpadních vod u nás ani řeči.

Značně zanedbáno je rovněž *zužitkování kalu*, který se zadrží v usazovacích. Ve velmi četných případech se nezužítávají kaly vůbec, hromadí se na místech odvozu nebo odtoku a působí nepříjemné rozpaky celému okolí, ač by svou hnojivou hodnotou mohly přispěti našemu zemědělství.

*Čištění odpadních vod průmyslových.* Největší význam pro naše toky mají odpadní vody z továren na celulosu, z papíren, z koželužen, z různých průmyslů potravinářských, hlavně cukrovarů atd. Dokonalé očištění těchto vod před jejich vpuštěním do řek je další nezbytnou podmínkou pro sanování vodních poměrů na našich tocích.

Musíme ovšem otevřeně přiznati, že splnění této podmínky je a bude ještě dlouho mnohem obtížnější než splnění prvních dvou, uvedených v předešlých odstavcích. Není totiž pouze hospodářským problémem, příp. administrativním, ale je vázáno na rozřešení dosud nerozluštěných obtížných úkolů výzkumnícko-badatelských. Mnohé průmyslové odpadní vody nedovede dnešní technika dosud vůbec vyčistiti a nedovede proto poskytnouti podklady pro vybudování čistíren.

To platí o většině průmyslových odvětví, která zpracují organické suroviny. Přes to, že čištění těchto odpadních vod bylo a je předmětem intensivního bádání chemiků ve všech kulturních zemích světa, jsou praktické výsledky a pokroky dosud nedostačující, jak o tom činí zmínku na př. v [9] a [10], odkudž cituji:

Nejlepším důkazem, jak malých opravdových pokroků bylo v této otázce dosud docíleno, jsou různé úřední předpisy a nařízení z let 1880 až 1890, které předepisovaly tehdejším dílnám a továrnám opatření na zneškodnění odpadních vod: tyto předpisy jsou ve většině případů velmi podobné pokynům, které dávají úřady průmyslu dnes a prozrazují, že již tehdy věděla úřední místa o odpadních vodách mnohých průmyslů asi všechno, co o nich víme my dnes. Na problému čištění mnohých průmyslových vod se za posledních 60—70 let nezměnilo prakticky nic. Dosavadní neúspěch v řešení těchto problémů vede k závěru, že dokonalé čištění některých odpadních vod průmyslových je prakticky nemožné a že se asi nepodaří nalézt vhodnou metodu tak dokonalou, jaké by bylo zapotřebí vzhledem na stále zvětšovaný rozsah výroby a tím i produkci odpadů.

Platí to zejména o odpadních vodách těch průmyslů, které jsou hlavními zdroji znečišťování našich řek, a které jsem zhruba už uvedl.

Hospodářská závažnost tohoto neúspěchu pro státy, které jsou v podobné surovinové situaci jako naše země, má ještě jinou důležitou stránku. Převážná většina škodlivin, jimiž jmenované odpadní vody otravují naše řeky, jsou látky, které v čerstvém stavu tvoří součásti surovin, kterých máme nedostatek a které dovážíme z ciziny. Kdybychom dovedli tyto „škodliviny“ odpadající od výroby uvedených průmyslů získati z odpadních vod v upotřebitelném stavu, znamenalo by to nejen zneškodnění odtoků z továren a ozdravení řek, ale současně i užitek pro surovinové hospodářství našich zemí. Žel, nedovedeme dosud přes všechny pokusy dosáhnouti tohoto cíle *zpracováním odpadních vod*.

Proto nastal v řešení celého problému v posledních letech zásadní obrat: dříve začínal výzkum průmyslových odpadních vod — obrazně řečeno — po vyústění kanálového sběrače z továrny, tedy až potom, kdy odpadní vody smíšením odpadů z jednotlivých dílen již vznikly, navzájem na sebe působily

a opouštěly továrnu. Výzkum smíšené odpadní vody se děl *mimo tovární provoz* bez souvislosti s dílnami a výzkumníci jsou často nezkušení v technologii oboru, jehož odpadní vody studují; bývají to biologové — vodohospodářští chemikové, ale i hygienikové — lékaři a zvěrolékaři atd.

Moderní směr v řešení otázky odpadních vod postupuje směrem opačným — obrazně řečeno od kanálu proti proudu odpadů až do dílen a snaží se ovlivnit složení odpadů hned při jejich vzniku, přímo u příslušných kádí, varen, strojů a j. zařízení. Konečným cílem tohoto postupu je — řečeno extrémně — zabránit vůbec vzniku odpadních vod.

Za tím účelem bývá nutno zasáhnout často dalekosáhle až do samotného výrobního procesu. Je nutno kontrolovat, aby se v továrně neplýtvalo vodou, která pak zvětšuje objem odpadních vod; aby se neplýtvalo surovinami a pomocnými látkami, jejichž přebytky pak zhoršují i jakost odpadní vody. Dále se snažíme pokud možno vyloučit z výroby používání chemikálií a látek, které jsou v odpadních vodách vysloveně škodlivé a nahradit je jinými, méně škodlivými nebo vůbec neškodnými látkami. V některých případech bude třeba změnit také *výrobní postup* v jeho podstatě tak, aby odpadní vody vznikalo méně, příp. aby byla méně znečištěna.

Důležité je, aby odpadky od práce, zbytky surovin atd. byly zachycovány vždy hned u příslušného pracovního zařízení tak, aby se do odpadní vody vůbec nedostaly. Tím se získají tyto zbytky v čerstvém stavu, příp. nezředené a lze je lépe zachytit, zužítkovat příp. regenerovat.

Někdy se musí při zpracování zvířecí surovina *desinfikovati* dříve, než event. choroboplodné zárodky z ní přejdou do velikého objemu odpadní vody, jejíž desinfekce je nemožná; tím se zajistí také dělníci před ev. nákazou při práci.

Zkrátka výzkum čištění průmyslových odpadních vod považujeme dnes za výzkum *odborně-technologický*, který počíná revisí všech výrobních postupů jak co do způsobu práce, tak i co do používaných surovin a hmot, revisí *zaměřenou však výslovně na lepší využití všech zbytků a tím na zlepšení jakosti odpadních vod*. Při snahách o opětné zužítkování výrobních hmot jednou již použitých třeba mít na paměti, že často nejdůležitější výrobní hmota o jejíž regeneraci je nutno usilovati, je voda sama.

Voda již dávno přestala býti statkem, který příroda poskytuje v neomezené míře. Průmysl musí dnes vodu považovati za cennou surovinu, na jejíž získání musí obětovati finanční náklady právě tak jako na získání a úpravu jiných surovin. Regenerace vody se musí provést z dílčích odpadů z každé jednotlivé dílny dříve než se smícháním s odpady z jiných dílen jejich objem zvětší a složení zkomplikuje tak, že se čištění stane nemožným. Že to je dosažitelné, nasvědčuje na př. úspěch, jakého v tomto směru docílili cukrovarníci využitím vynálezu Dr. Jonáše, který byl letos vyznamenán státní cenou.

Podle jeho metody regeneruje dnes již několik cukrovarů vodu z neškodlivějšího dílčího odpadu — z vody difusní a řízkolisové — a vrací ji do výroby zpět v nepřetržitém koloběhu tak, že po celou kampaň se od difuze žádná odpadní voda nevypouští.

V ostatním průmyslu, žel, nejsme ještě tak daleko, v mnohých oborech, jejichž odpadní vody obsahují v různém stadiu rozkladu cenné složky organických surovin, se konají dosud pouze studie a pokusy, jimiž se připravuje půda pro budoucí řešení otázky odpadních vod v naznačeném novém směru. Praktických výsledků bylo těmito studii dosaženo teprve v několika celkem podružných otázkách.

Věnoval jsem úmyslně podrobnější stat problematice čištění odpadních průmyslových vod, jako nejobtížnější složce asanace našich řek, neboť dodnes si ji rozhodující činitelé vodohospodářství i průmysloví jen neochotně uvědomují a zejména neradi se pouštějí do plánování dlouhodobých, nesnadných a nákladných přípravných a výzkumných prací v tomto směru.

Bez provedení vylíčených technologických průzkumů výroby ve všech jmenovaných průmyslových oborech nelze v dohledné době očekávat, že by se podařilo rozřešit problém čištění průmyslových odpadních vod. Průzkumy tohoto druhu však budou vyžadovat ještě velmi dlouhé doby; vše, co bude před jejich provedením navrženo nebo podniknuto, bude tak, jako byla dosavadní opatření — pouze nedokonalým prozatímním „řešením“, jehož praktický výsledek bude stejně problematický, jako byl dosud. Při tom nutno mít na paměti, že i po vyřešení všech těchto problémů po stránce chemické a provozně-technické bude zavedení do praxe otázkou obtížnou a tíživou po stránce hospodářské. Jako příklad uvádím, že stanice na čištění resp. regeneraci řízkolisové vody pro cukrovar střední velikosti bude podle vynálezce Dr V. Jonáška vyžadovat investičních nákladů několika milionů Kčs, což by pro celý náš průmysl cukrovarský znamenalo miliardový náklad. S podobnými hospodářskými čísly bude třeba počítat i na vyřešení problému čištění odpadních vod pro ostatní zmíněné průmyslové obory.

Dokud nebudou vyřešeny všechny tyto problémy, mohlo by se snad uvažovat ve veřejném zájmu o opatření administrativním, které by zmenšilo katastrofální následky každoročního krátkodobého velkého stoupnutí zamoření řek v době kampaně. Kdyby v kampani, t. zn. asi od druhé polovice října, po dobu několika týdnů ostatní velké průmyslové závody (celulosky, koželužny atd.) buď zastavily, nebo omezily vypouštění odpadních vod, zmenšily by se nejhorší kalamity vyvolávané znečištěním vody v řece značně, což by v suchých letech znamenalo podstatnou úlevu pro obyvatelstvo všech krajů podél znečištěných řek. Takové opatření by přišlo ovšem v úvahu pouze v nejkritičtějším případě a musilo by být velmi pečlivě a podrobně uváženo s ohledem na celo-

státní plánování průmyslové výroby a s ohledem na to, co je pro veřejný celostátní zájem menším zlem: zda dočasné katastrofální znečištění řek nebo částečné zkrácení výrobní doby v roce v těch průmyslech, o které jde.

Je samozřejmé, že současně s každým opatřením k nápravě poměrů na řece se musí sanovat všechny její přítoky, tedy prakticky skoro všechny řeky ve všech krajích našeho státu do té míry, aby voda, kterou přítoky do řek přivádějí, byla čistší anebo aspoň ne více znečištěna, než je voda v tom úseku sanované řeky, do něhož se přítok vlévá. Prostředky k dosažení tohoto cíle jsou tytéž, jako byly uvedeny pro řeku samotnou, ovšem příslušně přizpůsobené velikosti přítoků, jejich vodnosti a rozsahu zdrojů znečištění, které na nich leží.

## Souhrn

### Část I — Skutečnost

Studium vzrůstu znečišťování našich řek vyžaduje sledování čistoty vod v celé řece po dlouhé období. Vlastní vzorkování a analýzy musí předcházeti pečlivá příprava: prostudování okolí řeky za účelem správného určení charakteristických míst odběru vzorků a způsobu vzorkování; sledování povětrnostních poměrů k určení doby odběru vzorků, stanovení počtu vzorků za zkušební dobu (rok). Pak musí se vhodně vybrati výsledky, jejichž správným zpracováním se dostane přehledné a výstižné vyjádření stupně znečištění. Autor ukazuje na příkladě studia řeky Moravy, jak se taková práce má prováděti. Výsledky jeho studia ukazují, že do řek v zemi Moravské bylo r. 1948 uváděno z okolí čtyřnásobné množství organických nečistot nežli r. 1935. Autor soudí, že u jiných řek zejména na Slovensku byl v uplynulých deseti až dvaceti letech vzestup znečišťování řek ještě větší.

### Část II — Příčiny

Vzrůst znečišťování řek v posledním století způsobil vývoj zemědělství intensivním obhospodařováním půdy (orání, hnojení), dále hlavně vzrůst velikých měst a jejich asanační zařízení, t. j. splachovací soustavy v domácnostech, soustavná kanalisace měst a odvádění splašků přímo do řek bez jakéhokoliv čištění, jak se to provádí dosud skoro ve všech našich městech. Třetím hlavním znečišťovatelem řek je průmysl, který se stále rychleji rozvíjí, zpracovává stále větší množství hmot a stále nevěnuje péči čištění svých odpadních vod a pouští je většinou bez dostatečného čištění přímo do řek.



### Část III — Následky

Do řek přichází ze všech uvedených zdrojů neustále množství látek rozpuštěných i nerozpuštěných (kalových). Zejména organické nečistoty zamořují řeky tím, že v nich zahnívají, při čem spotřebují kyslík ve vodě rozpuštěný a znemožňují tím život organismů ve vodě, čímž se zastavuje samočištění řeky. Zevně se to jeví na př. hynutím ryb a trvalým snížením rybnatosti řek. Kal zanáší řečiště a vodní stavby, znečištěná voda koroduje stavby i stroje a působí tím obrovské hospodářské škody. Voda z řek se nehodí na zásobování vododů, ba místy již ani na zásobování továren, leč po obtížném a drahém čištění. V některých řekách je voda nositelkou zárodků lidských i zvířecích nemocí. Znečištěné řeky kazí estetický vzhled celých krajů a jsou závadné i s hlediska hygienického.

### Část IV — Odpomoc

Nezbytnou podmínkou asanace našich řek je především lepší hospodaření vodou, které umožní zvýšení průtočných množství vody při nepříznivých poměrech počasí. Naše řeky vedou dnes často po dlouhá období každoročně tak málo vody, že je hospodářsky i technicky nemožno vyčistit splašky měst i odpadní vody vzrůstajícího průmyslu tak dokonale, aby v malém množství říčních vod bylo dosaženo nápravy. To lze dosáhnout pouze zřizováním vhodných retenčních nádrží a zadržováním vody ve vlhkých obdobích. Samozřejmě další nezbytností je dokonalé vyčištění městských splašků, a to nejen sedimentací, ale úplným biologickým dočištěním, jemuž se v mnohých krajích dosud věnuje nedostatečná pozornost, ač takové čištění je možné. Obtížnějším problémem bude čištění odpadních vod mnohých průmyslů, které dosud není ani chemicky vyřešeno, a při němž nevystačíme s dnes obvyklým čištěním kanálových odtoků z továren. Bude nutno řešit problém odpadních vod již při vlastních technologických procesech při výrobě samé; konečným cílem bude takové uzpůsobení výrobních metod, aby odpadní voda v dnešním slova smyslu vůbec nevznikla, nýbrž aby všechny odpady škodlivých látek byly hned ve výrobě zachyceny, a podle možnosti zužitkovány (regenerovány). Hlavní pozornost bude nutno věnovati regeneraci vody, která se stává stále vzácnější provozní hmotou. Autor na příkladech ukazuje možnost tohoto řešení. V každém jednotlivém průmyslu se musí v budoucnosti věnovat činný zájem výzkumům v naznačeném směru. Dokud nebude celý tento problém vyřešen výzkumem aspoň pro nejhlavnější průmysly, které znečišťují naše řeky, dotud budou všechna asanační opatření pouze nedokonalou pomocí pro přechodnou dobu, a nelze očekávat *pronikavé* zlepšení poměrů na našich řekách.

# РОСТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ В РЕКАХ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ — ПРИЧИНЫ — СЛЕДСТВИЯ — ПОМОЩЬ

В. КУБЕЛКА

*Кафедра кожевничества и химии воды Словацкого ВТУЗа, Братислава*

## Выводы

### Часть I — Действительность

Исследование роста загрязнения наших рек требует наблюдение чистоты воды в целой реке на протяжении долгого времени. Перед взятием образцов и анализом нужна тщательная подготовка: изучение окрестности реки с целью правильного определения характерных мест отбирания образцов и способа их приготовления; наблюдение метеорологических условий, чтобы определить время отбирания образцов; определение числа образцов в течение опытного времени (год). После этого нужно выбрать целесообразно результаты, правильной разработки которых получается наглядное и понятное выражение степени загрязнения. Автор показывает на примере исследования реки Моравы, как надо производить такую работу. Результаты его исследования показывают, что в воды реки Моравы в 1948 г. введено в четыре раза больше органических загрязнений, чем в 1935 г. По мнению автора, у других рек, именно в Словакии, рост загрязнения рек в течение последних десять-двадцать лет еще больше.

### Часть II — Причины

Огромное загрязнение рек в текущем веке вызвано развитием сельского хозяйства интенсивным обрабатыванием почвы (пахание, удобрение), ростом больших городов и их асанационным устройством, т. е. системой споласкивания в домашнем хозяйстве, систематической канализацией городов и отвод сточных вод прямо в реки без всякого очищения, как это производится почти во всех наших городах. Третьим главным загрязителем рек является промышленность, которая постоянно быстро развивается, обрабатывает постоянно больше и больше материалов, не заботится об очистке сточных вод и впускает их по большей части без удовлетворительного сщичения прямо в реки.

### Часть III — Следствия

В реки из всех рассмотренных источников непрерывно попадает большое количество растворенных и нерастворенных (грязевых) веществ. Именно органические нечистоты отравляют реки гниением, этим они используют в воде растворенный кислород и делают невозможной жизнь организма в воде. Тем и приостанавливается самоочистка реки. Это проявляется например погибанием рыб и длительным понижением содержания рыб в реках. Грязь заносит русло и водные стройки, загрязненная вода оказывает коррозионное действие на стройки и машины и этим она является причиной огромных экономических потерей. Вода рек непригодна для водопроводов и местами для снабжения заводов, разве только после трудной и дорогой очистки. В некоторых реках вода является носителем зародышей болезни человека и животных. Загрязненные реки портят эстетический взгляд целых областей и они не вполне удовлетворительны и с гигиенической точки зрения.

### Часть IV — Помощь

Неизбежным условием оздоровления наших рек является прежде всего лучшая экономия воды, которая делает возможным повышение проточных количеств воды при неблагоприятных обстоятельствах погоды. Наши реки ежегодно через долгое время отводят так мало воды, что экономически и технически является невозможным очищать сточные воды из городов и растущей промышленности столь совершенно, чтобы в малом количестве речных вод было достигнуто улучшение. Этого можно достичь только учреждением удобных задержных резервуаров и задержкой воды в влажных периодах. Очевидной неизбежностью является дальше совершенная очистка городских

сточных вод, а именно не только седиментацией, но полной биологической добавочной очисткой, которой до сих пор в многих областях не уделяется достаточное внимание, хотя такая очистка возможна. Более трудной проблемой будет очистка сточных вод нескольких областей промышленности, которая до сих пор и химически не решена, и где ныне общепринятая очистка отводных канав из заводов не удовлетворительна. Проблему сточных вод следует решать уже при самых технологических процессах в производстве: окончательной целью будет такое приспособление производственных методов, чтобы сточные воды в нынешнем значении этого слова вообще не возникали, но чтобы все отбросы вредных веществ были задержаны сейчас в производстве, и по возможности использованы (регенерированы). Главное внимание надо уделить регенерации воды, которая становится все более ценным производственным веществом. Автор показывает возможность этого решения на примерах. В каждой отдельной области промышленности нужно в будущем уделять активное внимание исследованию в этом направлении. Пока эта проблема не будет решена по крайней мере в самых главных областях промышленности, загрязняющих наши реки, то до тех пор все оздоровительные мероприятия будут только несовершенной временной помощью и нельзя ожидать полного улучшения обстоятельств на наших реках.

*Получено в редакции 9-го декабря 1952 г.*

## **DAS ANWACHSEN DER WASSERFERUNREINIGUNG IN FLÜSSEN TATBESTAND — URSACHEN — FOLGEN — ABHILFE**

Václav Kubelka

*Institut für Gerberei und Wasserchemie an der Slowakischen technischen Hochschule  
in Bratislava*

### **Zusammenfassung**

#### **I. Teil — Der Tatbestand**

Das Studium des Wasserverunreinigungsanwachses unserer Flüsse erfordert die Untersuchung der Wasserreinheit während langer Zeitabschnitte. Den eigentlichen Probenentnahmen und Analysen muss eine sorgfältige Vorbereitung vorangehen: Untersuchung der Umgebung des Flusses zur Bestimmung der charakteristischen Stellen für die Probenentnahme und ihre Durchführung, Beobachtung der Witterungsverhältnisse zur Bestimmung des Zeitpunktes der Probeentnahme, Bestimmung der Probeanzahl im Laufe der Prüfungsperiode (1 Jahr). Dann müssen fachgemäss Ergebnisse gewählt werden, durch deren richtige Bearbeitung eine übersichtliche und zutreffende Darstellung des Verunreinigungsgrades erhalten wird. Der Autor zeigt an Beispiel des Flusses Morava, wie eine derartige Arbeit durchzuführen ist. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen zeigen, dass im Jahre 1948 in Mähren die vierfache Menge organischer Verunreinigungen im Vergleich zum Jahre 1935 in die Flüsse Abgeführt wurde. Er ist der Ansicht, dass bei anderen Flüssen, besonders in der Slowakei, in den verflossenen 10—20 Jahren der Anstieg der Flussverunreinigung noch grösser war.

#### **II. Teil — Die Ursachen**

Die riesenhafte Verunreinigung der Flüsse im letzten Jahrhundert wurde einestheils durch Entwicklung der Landwirtschaft mit ihrer intensiven Bodenbewirtschaftung (Ackern, Düngen) verursacht, wieter hauptsächlich durch den Anwuchs von Großstädten mit ihren Assanierungsanlagen, d. h. Kanalisationssystemen in den Häusern und Strassen und Ableitung der Abwässer ohne jede Reinigung direkt in die Flüsse, wie dies in beinahe allen unseren Städten bis jetzt praktiziert wird. Der dritte Hauptverunreiniger der Flüsse ist die ununterbrochen fortschreitende Industrie, welche immer grösser werdende Mengen an Stoffen verarbeitet, wobei sie der Reinigung ihrer Abfallwässer keine Sorgfalt widmet und diese folglich meistens ohne genügende Reinigung in die Flüsse ablässt.

### III. Teil — Die Folgen

Aus den angeführten Quellen gelangt ununterbrochen eine Menge gelöster und ungelöster (schlammiger) Stoffe in die Flüsse. Besonders organische Verunreinigungen verpesten die Flüsse durch Fäulnisprozesse, wobei sie den im Wasser gelösten Sauerstoff verbrauchen und den Organismen im Wasser das Leben unmöglich machen, wodurch die Selbstreinigung des Flusses zum Stillstand gebracht wird. Dies äussert sich z. B. durch das Aussterben der Fische und durch permanente Abnahme des Fischreichtums. Das Flussbett und die Wasserbauten werden angeschlemmt, das verunreinigte Wasser korrodiert die Bauten und Maschinen und verursacht so riesige Wirtschaftsschäden. Flusswasser eignet sich nicht für die Versorgung von Wasserleitungen, stellenweise nicht einmal von Fabriken, höchstens nach schwieriger und kostspieliger Reinigung. In manchen Flüssen ist das Wasser Träger von menschlichen und tierischen Krankheitserregern. Die verunreinigten Flüsse verderben den esthetischen Anblick ganzer Gegenden und sind vom hygienischen Standpunkt mangelhaft.

### IV. Teil — Die Abhilfe

Eine unerlässliche Bedingung für die Assanierung unserer Flüsse ist vor allem ein besseres Wirtschaften mit dem Wasser, wodurch eine Erhöhung der Durchflussmengen bei ungünstigen Witterungsverhältnissen erzielt wird. Unsere Flüsse führen oft während langer Zeitabschnitte so wenig Wasser, dass es technisch und wirtschaftlich unmöglich ist die Abwässer der Städte und der anwachsenden Industrie in dem Masse zu reinigen, um in der gegebenen kleinen Menge Flusswasser eine Besserung zu erreichen. Dies kann nur durch die Errichtung geeigneter Retentionsanlagen (Reservoirs) und Auffangen von Wasser während feuchter Wetterperioden erzielt werden. Eine weitere selbstverständliche Unerlässlichkeit ist die gründliche Reinigung der Stadtabwässer und zwar nicht nur durch Sedimentation, sondern durch totale biologische Endreinigung, welcher noch in vielen Gegenden ungenügende Beachtung geschenkt wird, trotzdem die Möglichkeit so einer Reinigung besteht. Ein schwierigeres Problem wird die bis heute noch nicht einmal chemisch gelöste Reinigung der Abwässer von vielen Industrien sein, wobei man mit der heute gebräuchlichen Reinigung der Fabrikskanalabflüsse nicht auskommen wird. Es wird notwendig sein das Abwasserproblem schon bei den eigentlichen technologischen Erzeugungsprozessen zu lösen: Als Endziel steht so eine Gestaltung der Fabrikationsmethoden, welche es zur Entstehung von Abfallwasser im derzeitigen Sinne des Wortes überhaupt nicht kommen lässt, wobei alle schädlichen Abfallstoffe sofort in der Erzeugung abgefangen, nach Möglichkeit ausgenützt (regeneriert) werden. Die grösste Beachtung muss der Wasserregeneration selbst gewidmet werden, da Wasser zu einem immer kostbarer werdenden Betriebsstoff wird. Der Autor zeigt an Beispielen die Möglichkeit so einer Lösung. In jedem einzelnen Industriezweig muss in Zukunft tätiges Interesse Forschungen in der gewiesenen Richtung gewidmet werden. Bevor dieses ganze Problem nicht durch die Forschung wenigstens für die Hauptindustrien, welche unsere Flüsse verunreinigen, gelöst sein wird, werden alle Assanierungsmassnahmen nur eine ungenügende Übergangshilfe sein und es ist so lange vergeblich eine grundlegende Besserung der Verhältnisse auf unseren Flüssen zu erwarten.

*In die Redaktion eingelangt den 9. XII. 1952*

### LITERATURA

1. Kubelka V., *Znečištění řeky Moravy v roce 1935*, vydáno jako rukopis. Ve stručném výtahu publikováno v časopise Plyn, voda a zdravotní technika, 1937.
2. Kretba M., Hamáčková J., Grabriel J., *Výzkum jakosti našich povrchových vod*, Praha 1948; Techn. ústav obchod. a živn. komory č. 63.
3. Roček J., *O čistotu povrchových vod*. Hygienické studie na řece Svitavě a Svatce, Spisy lék. fak. Mas. univers. v Brně 1931.
4. Novak W., *Znečištění řeky Balínky a Oslavy*, Plyn, voda a zdravotní technika.
5. Willbert E., *Příspěvek k biolog. poznání odpadových vod revíru ostravsko-karvinského se zřetelem k Odře a Ostravici*, Sbor. přírodovědeckého spolku v Mor. Ostravě.

6. Zavadil J., *Výskyt a využití znečištěných vod*, Donátův fond Vys. školy technické v Brně 1949.
7. Kubelka V., Chudárek V., *Chemie ve vodohospodářství*, Sborník MAP, 1949.
8. Kubelka V., *Chemie ve vodním hospodářství potravinářských průmyslů*, Sborník ministerstva potravin. průmyslu (1951).
9. Kubelka V., *Nové směry v zneškodňování odpadních vod se zřetelem ke koželužství*, Voda (1951).
10. Kubelka V., *Odpadní vody koželužského průmyslu*, Průmyslové vydavatelství v Praze (1953).
11. Kubelka V. ml., *Index znečištění vod v řekách*, Voda, 176 (1950).
12. Kabrhel, Čas. pro průmysl chem. 7 — (1897). Archiv f. Hyg. 30 (1897).
13. Byčichin A., Halámek C., *Vliv průmyslových odpadních vod Gottwaldova XI na kyslíkové poměry v řece Moravě*, Voda 31 (1951).
14. Bulíček J., *Zdravotně technické posuzování jakosti vody*, Praha 1950.
15. Černajev W., Nowak W., *Beitrag zur Frage des Gasstoffwechsels im Wasser*, Stuttgart 1930.
16. Holý B., *Vplyv odpadkových vod cukrovarských na biologiu přírodních vod*, Praha 1935.
17. Kabeláč B., *O odpadních vodách z rafinerií cukru*, Zprávy ústavu ku podpoře průmyslu obchodní a živnostenské komory v Praze 1925.
18. Kubelka V., *Znečišťování řek odpadními vodami*, Technická hlídka koželužská, 1935.
19. Kubelka V., *Reforma československého vodního práva s hlediska chemických průmyslů*, Chem. listy (1937).
20. Kubelka V., *Význam reformy vodního práva pro průmysl cukrovarnický*, LC (1939).
21. Kubelka V., *Die Reform des tchechoslovakischen Wasserrechtes vom Standpunkte der chemischen Industrien*, Technická hlídka koželužská, 1938.
22. Kubelka V., *Jakost vody a její upravování pro průmysl*, Tisk ministerstva průmyslu pro instruktáž vodohospodářů, Praha 1951.
23. Kretba M., *Znečišťování horní Vltavy a jeho zdravotní význam*, Čas. čes. lékařů, (1938).
24. Soubor přednášek: *Péče o čistotu vod II*, Praha 1950.
25. Topinka F., *Veřejný dozor nad čistotou toků*, Zprávy ústavu pro podporu průmyslu při obchod. a živn. komoře v Praze 1927.
26. Schulz F., *O čistotě a chemickém složení vod v království českém (Labe, Vltava, Berounka, Botič, Šárecký potok)*, Praha 1915.
27. Vondrák L., *Vodní otázky průmyslových závodů*, MAP Věstník, Praha 1937.
28. Kubelka V., *Vzrůst znečištění vody v řece Moravě r. 1935—1948*, Sborník MAP. Výběr vodohospodářských problémů, Praha 1953.

Došlo do redakcie 9. XII. 1952