

## BIOLOGICKÁ (BIOGENNÍ) HODNOTA PITNÉ VODY a její historie v České republice

MUDr. František Kožíšek, CSc.

### Úvod

Názor, že pitná voda musí obsahovat určité rozpuštěné (minerální) látky, aby nebyla zdraví škodlivá, je mezi českými hygieniky i vodohospodáři rozšířen již 80 let, přičemž - v posledních 40 – 50 letech můžeme hovořit o názoru běžném či široce rozšířeném. Protože v poslední době dochází ze strany některých jednotlivců ke zpochybňování tohoto názoru (aniž by však toto zpochybnění bylo dostatečně odborně zdůvodněno), resp. je šířena informace, že tento názor vznikl nedávno a mylně v mé hlavě, rád bych v následujícím textu ukázal, že tento názor má u nás dlouhou tradici a že byl vždy zastáván a obhajován předními českými odborníky v oblasti hygieny vody. Pro tuto vlastnost vody se u nás používá specifický výraz „biologická (či biogenní) hodnota pitné vody“.

První představy o tomto fenoménu se zřejmě objevily v 19. století a to jednak s výzkumem chemismu léčivých (minerálních) vod, jednak s empirickým pozorováním zdravotního dopadu některých změn v zásobování pitnou vodou: „*Za velmi zajímavý fakt v tomto směru dlužno dále považovati, že ve Vídni od zavedení vodovodu s horskou vodou v roce 1872 výskyt volete<sup>1</sup> vzrostl početně o 200 procent.*“ [1].

### Gustav Kabrhel

Prof. MUDr. Gustav Kabrhel (1857 – 1939), první profesor hygieny na české univerzitě, je považován za zakladatele moderní české hygieny, včetně české hygieny vody [2]. Když v roce 1899 vydal svoji první publikaci o hodnocení kvality pitné vody *Zásobování vodou a principy posuzování vod pitných<sup>2</sup>*, poprvé zde formuloval požadavky na dobrou pitnou vodu: „*1. Voda pitná svými vlastnostmi zevnějšími nesmí buditi odpor nebo ošklivost. 2. Voda pitná má míti po celý rok náležitou, přiměřenou studenost, která jest dána, jestliže teplota její udržuje se v mezích 7 – 11 °C. 3. Voda pitná má býti dobré a lahodné chuti. 4. Tvrdost<sup>3</sup> vod pitných nemá přesahovati jisté meze (...pro pitné účely asi 50 °N, pro průmyslové účely asi 20 °N). 5. Nesmí obsahovati žádných takových škodných neb jedovatých sloučenin chemických, které by byly s to vyvolati poruchy organismu lidského. 6. Voda pitná musí býti prosta jakýchkoliv organismů pathogenních.*“

Když pak na závěr své kariéry sepsal a vydal ojedinělou soubornou monografii *Hygiena vody* [3], doplnil k výše uvedeným požadavkům jediný bod: „*Voda má obsahovati biogenní látky minerální.*“ Tuto svoji novou tezi pak nejpodrobněji rozvedl v článku *Biogenní látky minerální ve vodách pitných* [1], kde mimo jiné uvádí:

„*Poznatky vytčené vedou k odklonu od názorů, jak dosud význam vody (tj. zdroj tekutin a prostředek k očistě těla a příbytku a otužování – pozn. F.K.) pro organismus lidský v podstatě byl pojímán. Nutno provésti revisi názorů dosavadních. Jest neudržitelné stanovisko, že*

<sup>1</sup> Vole = struma (onemocnění štítné žlázy z nedostatku jodu). V minulosti typické endemické onemocnění horských oblastí Rakouska a Švýcarska.

<sup>2</sup> Byla to první česká a možná i evropská příručka o hygieně (pitné) vody. Každopádně byla okamžitě přeložena do němčiny a následujícího roku v Mnichově vydána. Německo bylo tehdy považováno za jednu z vedoucích zemí hygienického výzkumu.

<sup>3</sup> Tvrdostí vody se rozumí koncentrace všech vícemocných kationtů kovů alkalických zemin, což je v podstatě suma obsahu vápníku (Ca) a hořčíku (Mg) ve vodě.

*minerální látky ve vodách obsažené by procházely tělem lidským jako nějakým průchodným domem, bez veškerého účastenství, co se tam děje. Novější zkušenosti, kterých svrchu dotčeno, poukazují nevyhnutelně k tomu, že minerální sloučeniny zasahují aktivně v děje biochemické. Přísluší tedy prvkům dotýčných minerálních sloučenin nepochybně význam, který bývá označován jako biogenní. Jest ovšem věcí dalšího bádání, aby biogenní účiny látek minerálních, ve vodách pitných obsažených, byly ve všech směrech náležitě objasněny.“*

Kabrhel v tomto článku rozebírá – ve vztahu k pitné vodě – především roli vápníku a jodu, okrajově též zmiňuje železo, chloridy a sodík.

Průkopnická práce prof. Kabrhela v hygieně vody, která v některých směrech (např. význam lokálního šetření) až dnes doznává plného docenění, nepochybně zásadním způsobem ovlivnila uvažování dalších generací hygieniků, ať už jeho přímých žáků nebo těch, kteří již znali jeho dílo jen z jeho publikací nebo zprostředkovaného podání.

### Josef Gabriel

RNDr. Josef Gabriel (1901 – 1976) byl prvním a také nejdéle „sloužícím“ vedoucím hydrobiologické laboratoře, později oddělení hygieny vody ve Státním zdravotním ústavu (SZÚ) v Praze, které vedl více než 30 let. Ve své kapitole („Požadavky na pitné vody po stránce chemické, bakteriologické a biologické“) v knize *Jakost a úprava vody* z roku 1946 [4] se k otázce biologické hodnoty pitné vody vyjadřuje následujícím způsobem:

*„Dříve než přejdeme k našim požadavkům na pitné vody kladeným, upozornil bych ještě na jednu zajímavou okolnost. Že totiž převážná většina těchto požadavků je spíše rázu negativního. Positivní požadavky (při tom mám na mysli především stanovisko fyziologické), jsou totiž velmi širokého okruhu a ve svých podrobnostech nejsou zdaleka vyřešeny a není je také možno dnes v praxi zdůrazňovati. Vždyť ani na př. otázky takové endemické strumy, zubního kazu atd., ve vztahu k pitným vodám, ač se zdály již dávno býti vyřešeny, znovu a znovu se vynořují v odborných časopisech, což je důkazem, že nebylo ještě řečeno poslední slovo. V otázkách praktického významu kvantity různých prvků v pitných vodách pro fyziologii lidskou jsme na tom ještě hůře, ovšem poměry u léčivých vod minerálních vyjímaje. Na tyto otázky, přiznejme si upřímně, dluží nám tato věda odpověď skoro úplně.“*

### Miloš Kredba

Prof. MUDr. Miloš Kredba, DrSc. (1894 – 1967) byl žákem G.Kabrhela a jeho nástupcem v čele Hygienického ústavu Lékařské fakulty UK v Praze; během uzavření vysokých škol (1940 – 1945) pracoval na oddělení hygieny vody v SZÚ. V 50.-60. letech 20. století byl považován za největšího českého odborníka v oblasti hygieny vody a jeho záběr v tomto oboru – nejen v lékařské, ale i navazujících technických a ekologických vědách – byl obdivuhodný.

K biologické hodnotě pitné vody se vyjádřil např. ve své monografii z roku 1958 [5], kde též navrhl optimální hodnotu tvrdosti pitné vody<sup>4</sup>, a v článku v Československé hygieně z roku 1960 [6], který uzavírá slovy: „Zvláštní pozornost nutno věnovat onomu znečištění vody a půdy, jehož vlivem se mění biologická hodnota produktů přírodního prostředí, ať již jde o pitnou vodu či potraviny. Zvláště biologická hodnota pitných vod si vyžaduje zvláštní pozornosti; autor upozorňuje na skutečnost, že vlivem složité úpravy znečištěné vody je obyvatelstvo v mnohých případech zásobeno více či méně denaturovaným produktem, postrádajícím biologické hodnoty...“

---

<sup>4</sup> 10 °N  $\cong$  1,8 mmol/l.

V první polovině 60. let se pak v rámci státního výzkumu věnoval zkoumání biologické hodnoty pitných vod<sup>5</sup> se svým pracovištěm (Hygienický ústav FVL UK Praha) systematicky, jak vyplývá z Tematického plánu výzkumu v oboru lékařských věd a zdravotnictví na roky 1961, 1962, 1963, 1964 a 1965 [7]. V rámci tohoto výzkumu se tehdy m.j. řešily otázky jako studium nových indikátorů jakosti pitných vod, výskytu stopových prvků a studium strumigenních látek. Závěrečné zprávy z těchto výzkumných úkolů se zřejmě nedochovaly, alespoň se mi je zatím nepodařilo dohledat. Nicméně výstižně je Kredbův postoj k této otázce zachycen v jeho článku „Biologická hodnota pitných vod, její význam a respektování jejího stavu v ČSSR“ z roku 1963 [8]:

*„Především si musíme uvědomit, že se dnes již nemůžeme spokojit s požadavkem, že pitná voda musí být dodávána konzumentu pouze v dostačujícím množství a v takové jakosti, která zaručí, že jejím požíváním nebude zdraví konzumenta ohroženo. Dnes je totiž stále zřejmější, že úkolem pitné vody není jen nahrazovat ztráty vody v organismu, i když tento její úkol má stále základní význam, ale že pitná voda je i integrující část racionální lidské výživy, která lidskému organismu v rovnoměrném přísunu dodává mnohé biogenní látky, které by ostatními složkami výživy nebyly dodávány buď vůbec, anebo jen v nedostačujícím množství, a to obvykle jen nerovnoměrně. Pitná voda hygienicky vyhovující musí tudíž kromě toho, že je dodávána v dostačujícím množství, a kromě toho, že musí být zdravotně nezávadná, mít i vyhovující biologickou hodnotu, tj. musí být i integrující součástí lidské racionální výživy. Pouze takováto voda je schopna lidské zdraví upevňovat a zlepšovat...“*

*Naše zkušenosti však ukazují, že i v těchto případech (kdy běžný laboratorní rozbor uznává pitné vody za hygienicky vyhovující) je vztah různých pitných vod k lidskému zdraví různý. Existují totiž jinak zcela vyhovující pitné vody, jejichž vztah k lidskému zdraví možno označit za zcela indiferentní; to jsou vody, které bezvadně plní svůj základní úkol nahrazovat vodní ztráty v organismu a nevyvolávat nepříznivé zdravotní stavy u konzumenta, popřípadě dodávat mu i běžné biogenní prvky. Sledujeme-li blíže vztah těchto vod k člověku, shledáváme, že nemají osobitých organoleptických vlastností a lidé po sklenice takové vody nesahají s obzvláštním potěšením, ale jen proto, aby zahnali žízeň. Existují však naproti tomu jiné pitné vody, které, i když podle laboratorního rozboru nejsou ani minerální, ani léčivé, přece jen poskytují konzumentu něco navíc. Konzument obvykle sám cítí, že jsou jeho zdraví prospěšné a pije je s chutí a rád. Tyto vody totiž svými organoleptickými vlastnostmi plně vyhovují jeho subjektivním pocitům. Právě těmto vodám přisuzujeme plnou biologickou hodnotu...“*

*Značné obtíže v řešení sledovaného problému vyvolává ta okolnost, že vytváření dobrých organoleptických vlastností a tím i vyhovující biologické hodnoty určité pitné vody nezávisí pouze na přítomnosti biologicky významných látek, ale také na jejich vzájemném poměru, jakož i na poměru k ostatním látkám v témže prostředí obsažených. Lze tu např. poukázat na význam různých vzájemných poměrů obsahu vápníku a hořčíku, podmiňujících tvrdost vody, pokud se týče vlivu na lidský organismus...“*

*V souladu s požadavky soudobého pojetí hygieny klademe důraz na to, aby pitná voda byla nejen zdravotně nezávadná, ale aby měla i odpovídající biologickou hodnotu, která jí přísluší jako součást racionální lidské výživy. Důležitým znakem takovéto pitné vody jsou plně vyhovující organoleptické vlastnosti. Plnou biologickou hodnotu mohou mít pouze vody, odpovídající požadavkům současných norem. Vedle toho se však uplatňuje v jejich složení řada faktorů normami nesledovaných: obsah stopových prvků a jejich vzájemný poměr (např. obsah fluoru, jódu, vanadu, molybdenu, vzájemný poměr vápníku a hořčíku), fyzikální stav ve vztahu k chemickému složení aj.“*

<sup>5</sup> Výzkumný úkol „Biologická hodnota pitných vod“; řešitel prof. Kredba (Hygienický ústav FVL UK Praha).

### Karel Symon a Ústav hygieny

Po odchodu prof. Kredby do důchodu (1965) převzal výzkum biologické hodnoty pitné vody Ústav hygieny<sup>6</sup> pod vedením svého ředitele, prof. MUDr. Karla Symona (1916 – 1996), který byl v letech 1967 – 1970 hlavním řešitelem úkolu „Výzkum faktorů určujících kvalitu pitné vody“<sup>7</sup>. Tento úkol m.j. zahrnoval „studium stopových prvků z hlediska fyziologického a toxikologického“ [10] a jedním z výstupů byl např. souhrnný článek v *Acta hygienica* [11].

Profesor Symon, který učil hygienu na Lékařské fakultě hygienické UK, ve své monografii (učebnici) [12] vydané na sklonku své kariéry uvádí: „*Význam pitné vody nelze vidět jen v prostém přívodu tekutiny, ale i v přívodu důležitých minerálií, a to makro i mikroelementů. Pitnou vodu lze tedy považovat za důležitý zdroj v celkové potřebě minerálů. Odtud také pramení naše požadavky na tzv. biogenní hodnotu pitné vody (str. 135)... Tvrdost vody, tj. obsah solí vápníku a hořčíku má podle mnohých autorů vztah k nemocnosti a úmrtnosti na kardiovaskulární choroby (Schröder aj.). Ukázalo se totiž, že pití měkké vody zvyšuje nemocnost a úmrtnost na tyto nemoci. Podle sovětských experimentů na zvířatech je pití měkké vody u mláďat příčinou nesprávného vývoje kostí, pití enormně tvrdé vody pak jednou z příčin tvorby močových kamenů a jiných poruch. Vztah chemického složení vody ke kardiovaskulárním nemocem není patrně prostou funkcí tvrdosti, ale spíše obsahem mnoha dalších mikroprvků... Avšak poznatky o úloze jednotlivých mikroprvků musí být korigovány z hlediska jejich vzájemných interakcí (potenciace, synergismus, protekční účinek), takže zaznamenávané poruchy zdraví jsou spíše výsledkem narušení jejich vzájemného poměru („správného“ z hlediska fylogenetické adaptace člověka) vzniklého znečištěním prostředí. Většina dobrých podzemních vod má v tomto smyslu příznivé složení a má tedy vhodné biogenní vlastnosti, zatímco upravené povrchové vody nejsou vždy vyhovující... (str. 139-140).“*

### Jiří Janeček

MUDr. Jiří Janeček, CSc. (1933 – 1995), od roku 1962 výzkumný pracovník Odborné skupiny hygieny vody Ústavu hygieny a Institutu hygieny a epidemiologie<sup>8</sup> a v letech 1982 až 1993 vedoucí Národní referenční laboratoře (centra) pro pitnou vodu, se výzkumu biologické hodnoty pitné vody, především fluoridům a tvrdosti vody, věnoval v 60.-80. letech a byl jedním z mála odborníků u nás, kteří v tomto směru prováděli vlastní experimentální práci. Vlivem tvrdosti vody na zdraví se začal zabývat koncem 60. let [13] a v 70. letech řešil ve dvou etapách dílčí úkol „Studium vlivu stupně tvrdosti vody ve vztahu k chorobám srdečním a cévním“. Nejprve v letech 1973-1975 šlo o přípravnou fázi, zahrnující literární rešerši a pilotní pokus na laboratorních krysách, který měl ověřit metodiku [14], v letech 1976-1979 pak ve spolupráci s moskevským Sysinovým ústavem obecné a komunální hygieny probíhala hlavní etapa, která měla vedle pokusů na zvířatech zahrnovat i epidemiologickou studii (nebyla však realizována). Pokus na zvířatech (na rozdíl od pilotního pokusu) neukázal

<sup>6</sup> Státní zdravotní ústav se v roce 1952 rozdělil do několika ústavů, jedním z nich byl Ústav hygieny (jehož součástí bylo i oddělení hygieny vody). Tyto ústavy se opět spojily až v roce 1971 pod názvem Institut hygieny a epidemiologie, který v roce 1992 přijal opět svůj původní název Státní zdravotní ústav.

<sup>7</sup> Nelze si však myslet, že by se Ústav hygieny (SZÚ) předtím tomuto tématu vůbec nevěnoval. Vždyť dr. Gabriel již v roce 1946 uvádí mezi činnostmi oddělení hygieny vody SZÚ také zkoumání „vlivu chemismu vod na fyziologii výživy“ a „funkce stopových prvků v pitných vodách“ [9].

<sup>8</sup> Čili Státního zdravotního ústavu – viz poznámka výše.

statisticky významný rozdíl mezi vlivem jednotlivých studovaných vod, jak však udává zpráva [15], práci provázely různé technické a personální potíže a ve vodě byl jako indikátor tvrdosti sledován pouze vápník, nikoliv hořčík (z hlediska současného poznání v tomto směru rozhodující).

### Bořivoj Havlík

RNDr. Bořivoj Havlík, DrSc., od roku 1958 výzkumný pracovník odborné skupiny hygieny vody Ústavu hygieny (SZÚ) a v letech 1978-1997 její vedoucí, později pracovník Ministerstva zdravotnictví ČR (1997-2003), byl v 80. a 90. letech považován za hlavního českého odborníka v oblasti hygieny vody. Zasloužil se o obhájení a rozšíření pojmu „biologická hodnota pitné vody“ nejméně ve čtyřech směrech:

- a) Rozšiřoval tehdejší postoje WHO, které podporovaly význam minerálních látek v pitné vodě, a výsledky epidemiologických studií k této otázce v Československu.
- b) V roce 1988 publikoval v *Časopisu lékařů českých* článek s výmluvným názvem „Pitná voda není jen H<sub>2</sub>O“, ve kterém mimo jiné uvádí: *„Při hodnocení jakosti vody proto musíme brát v úvahu dvě hlediska: za první absenci látek zdraví škodlivých, za druhé přítomnost látek zdraví prospěšných, což představuje tzv. „biologickou hodnotu pitné vody“ ... Je již od starověku známo, že pitná voda je významným zdrojem minerálních látek... Minerální látky obsažené v pitné vodě jsou... obvykle v iontové formě, dokonale rozpuštěné a jsou proto lehce resorbovatelné a tedy pro organismus lépe využitelné, než když jsou přítomny v potravě... Právě otázky obsahu makroprvků, jako křemíku, hořčíku, vápníku, sodíku a draslíku v pitné vodě jsou předmětem zájmu mnoha zahraničních pracovišť a některé epidemiologické studie v posledních 10 letech prokazují zřetelnou závislost mezi tvrdostí pitné vody... a výskytem kardiovaskulárních onemocnění. Současné výzkumy však ukazují, že nejde pouze o obsah vápníku a hořčíku ve vodě, ale o přítomnost řady stopových prvků, kde prokazatelně významnou úlohu má např. vanad, kadmium, chróm, mangan, selen, měď, zinek, lithium a řada dalších. Požadavek zakotvený v ČSN 83 0611 Pitná voda, aby minimální tvrdost vody byla 0,75 mval, při optimu 2,9 – 4,3 mval.l<sup>-1</sup>, je tedy úplně oprávněný a odpovídá i výsledkům posledních výzkumů. Tvrdost vody též významně ovlivňuje jakost potravin, které se ve vodě připravují. Např. měkká voda extrahuje z potravin více draslíku, hořčíku, manganu, železa a zinku než voda tvrdá... Závěrem je nutno konstatovat, že plnohodnotná<sup>9</sup> pitná voda je nezakladnější požívatina...“* [16]
- c) Byl spoluautorem nebo autorem norem (ČSN 75 7111) a vyhlášek (376/2000 Sb., 37/2001 Sb.), které definovaly požadavky na obsah a zachování vápníku a hořčíku v pitné vodě.
- d) Jako vedoucí pracoviště zadal v roce 1988 téma kandidátské disertační práce MUDr. Kožíškovi právě v oblasti biologické hodnoty pitné vody (viz dále).

### František Kožíšek

Poprvé o této problematice uslyšel při výuce patofyziologie na lékařské fakultě hygienické, když doc. Čícha vyprávěl o zdravotních problémech a úmrtích horolezců, kteří pili vodu z rozpuštěného sněhu. Po absolvování fakulty v roce 1987 nastoupil do SZÚ (IHE) do odborné skupiny hygieny vody jako interní vědecký aspirant s tématem disertační práce

<sup>9</sup> Použitý výraz („plnohodnotná pitná voda“) je synonymum pro „biologickou hodnotu pitné vody“ a autor ho zřejmě převzal z ruské (sovětské) literatury, kde již od 60.let je pro tuto charakteristiku pitné vody používán termín „fyziologicky plnohodnotná pitná voda“.

„Biogenní hodnota pitné vody“ [17] (kterou úspěšně obhájil před vědeckou radou 3. lékařské fakulty UK 13.10.1992 a byla mu udělena vědecká hodnost kandidáta lékařských věd).

V souvislosti se snahami rozšiřovat koncem 90. let na českém trhu zařízení na úpravu vody u spotřebitele na bázi reverzní osmózy nebo destilace, zpracoval se spolupracovníky v rámci výzkumných záměrů SZÚ obsáhlé rešerše „Zdravotní význam „tvrdosti“ pitné vody“ [18] a „Zdravotní rizika pití demineralizované vody“ [19], později byl jako spolupracovník Světové zdravotnické organizace přizván jako spoluautor monografie „Nutrients in Drinking Water“ [20] a přednášející na mezinárodním symposiu o zdravotních aspektech vápníku a hořčíku v pitné vodě [21]. Jako vedoucí NRC pro pitnou vodu (1994-2008) a odborné skupiny hygieny vody SZÚ (od roku 1997) se podílel též na zpracování vyhlášek č. 252/2004 Sb. a 409/2005 Sb. (viz níže) nebo různých metodických doporučení v této oblasti, např. [22].

### Jiní autoři

Vlivem tvrdosti pitné vody na výskyt kardiovaskulárních onemocnění se ve svých epidemiologických studiích ekologického typu v rámci své kandidátské disertační práce věnoval rovněž MUDr. František Švec, CSc. z Okresní hygienické stanice v Mostu<sup>10</sup>, který zkoumal vztah mezi tvrdostí vody a některými ukazateli úmrtnosti obyvatelstva ČSR. Studie ukázala významnou negativní korelaci mezi tvrdostí upravené pitné vody a úmrtností na kardiovaskulární onemocnění, ischemickou chorobu srdeční na věkově standardizovanou celkovou úmrtnost [23, 24, 25]. Práce prof. MUDr. Miroslava Kubise, DrSc. [26], přednosta I. interní kliniky Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, se dokonce dostala i mezi publikace, podporující vztah mezi tvrdostí vody a kardiovaskulárním onemocněním, citované v druhém vydání Doporučení WHO pro kvalitu pitné vody [27]. Nutno však přiznat, že metodicky šlo o dost slabou epidemiologickou studii ekologického studii. Na Slovensku v okrese Michalovce byla prokázána souvislost (negativní korelace) i mezi tvrdostí vody a četností výskytu mozgověcévních onemocnění; jednalo se rovněž o epidemiologickou studii ekologického typu, která byla publikována v Československé hygieně [28].

Prof. MUDr. Vladimír Bencko, DrSc., přednosta Ústavu hygieny a epidemiologie 1. lékařské fakulty UK v Praze, ve své učebnici hygieny [29], v kapitole „Voda a zdraví“ uvádí: „*Význam pitné vody nelze vidět jen v prostém přívodu tekutin, ale i v přívodu důležitých minerálií a to makro i mikroelementů. Pitnou vodu lze tedy považovat za důležitý zdroj v celkové potřebě minerálů. Odtud také pramení naše požadavky na tzv. biologickou hodnotu pitné vody... (str. 47).*“ Jedná se o současná vysokoškolská skripta.

Od 60. let byly názory na biologickou hodnotu pitné vody domácích odborníků ovlivňovány i intenzivním sovětským výzkumem v této oblasti, souvisejícím s potřebou řešit získávání sladké (pitné) vody pomocí destilace, zvláště ve Střední Asii. Vedle osobních kontaktů českých a sovětských hygieniků v rámci spolupráce na projektech RVHP<sup>11</sup> byly některé práce sovětských autorů publikovány i v češtině, např. článek Sidorenka a Rachmanina z roku 1973: „*Výzkumné práce prokázaly, že demineralizace destilací není sama schopna poskytnout kvalitní pitnou vodu, ačkoli získaný poloproduct – destilát – odpovídá současným normám kvality pitné vody. Při použití této metody jsou již dnes vysloveny hygienické požadavky na nezbytnou korekci složení solí této demineralizované vody. Přesné podmínky pro korekci složení solí nejsou však dosud stanoveny. K vyřešení této otázky pokračují práce jak cestou umělých mineralizátů, což má velký význam pro zásobování sladkou vodou na mořských plavidlech, tak cestou ředění destilátu přírodní silně mineralizovanou vodou.*“ [30]

<sup>10</sup> Vetech 1963 až 1991 působil jako Okresní hygienik v Mostu.

<sup>11</sup> RVHP – Rada vzájemné hospodářské pomoci

Mimo hygienickou službu a lékařské fakulty se výzkumem vlivu stopových prvků v pitné vodě na zdraví věnoval i RNDr. Václav Zýka, CSc. (1926 – 1990), dlouholetý ředitel Ústavu nerostných surovin v Kutné Hoře. Jedna z jeho prací zjistila souvislost mezi vyšší tvrdostí vody a nižším výskytem nádorových onemocnění; i zde se však jednalo o epidemiologickou studii ekologického typu [31]. Nedávno se o škodlivosti pití vody bez minerálních látek veřejně v rozhlase zmínil i profesor Václav Pačes, biochemik a předseda Akademie věd České republiky: „...*destilovaná voda je vysloveně nezdravá. Třeba v poušti, když jsou lidé a mají tam úbytek tekutin a musí to doplňovat, tak samotná voda se musí trochu přisolovat nebo se pije čaj, nebo minerální vody, protože samozřejmě potom se organismus odsoluje a je třeba to tam zase dodávat...*“ [32].

Názor, že voda bez dostatku minerálních látek nemůže být považována za pitnou vodu, se na českých technických vysokých školách, kde se vzdělávají budoucí vodohospodáři, vyučuje (dodnes) již od 50. let 20. století, jak o tom svědčí vysokoškolská učebnice „*Jakost a úprava vod*“ [33] profesorů Landy a Karase, kteří v kapitole „*Jakost pitné vody*“ výslovně uvádějí: „*Zdravotně nezávadná pitná voda není chemicky čistá voda. Destilované voda, byť i prostá všech choroboplodných zárodků, se k pití vůbec nehodí. Ne proto, že je bez chuti, ale prostě proto, že škodí lidskému zdraví. Po vypití většího množství destilované vody se dostavuje nevolnost, která se vysvětluje tím, že nedostatek solí ve vodě způsobuje vyluhování solí ze stěn žaludku; tyto soli přecházejí do vody, což způsobuje nevolnost, ba i zvracení. Např. v Gasteinu je tzv. jedovatá studna, která neobsahuje žádný jed, nýbrž naopak vodu neobyčejně čistou. Dobrá pitná voda má obsahovat soli, avšak není lhostejné, které soli obsahuje... Voda s nedostatečným množstvím solí vápenatých a hořečnatých vyvolává chorobné stavy<sup>12</sup>. Voda má obsahovat i některé jiné prvky, např. jod (chybí-li jod ve vodě a není-li dodáván v jiné formě, např. potravou, vyvolává poruchu štítné žlázy – vole – strumu) a celou řadu jiných prvků, byť i jen ve stopách. Tvrdost dodává vodě příjemnou chuť. Je proto třeba, aby voda měla určitou tvrdost.*“

### Normy a vyhlášky

Požadavky na biologickou hodnotu pitné vody se u nás promítají i do legislativních požadavků na jakost pitné vody a to od samého jejich počátku. První závazné hygienické požadavky na jakost pitné vody byly v u nás vydány v roce 1958 s účinností od 1.7.1959 a to formou normy ČSN 56 7900 Pitná voda. Již v této normě (stejně jako v její následné novele ČSN 83 0611 Pitná voda, platné od roku 1964 do r. 1974) se uvádí jak optimální (8 až 12 °N čili 2,9 až 4,3 mval/l<sup>13</sup>), tak i mezní (2 až 40 °N čili 0,7 až 14,3 mval/l<sup>14</sup>) hodnota celkové tvrdosti vody.

V ČSN 83 0611 Pitná voda, která platila od 1.1.1975 do konce roku 1990 se pro tvrdost vody požaduje: pro hromadné zásobování optimálně 1,5 až 2,5 mmol/l, nejméně 0,4 mmol/l. V následné ČSN 75 7111 Pitná voda, platné od 1.1.1991 do konce roku 2000, se pro sumu vápníku a hořčíku uváděla doporučená hodnota 0,9 až 5 mmol/l s tím, že žádoucí (optimální) je hodnota 1,3 až 2,5 mmol/l; u hořčíku se doporučoval nejnižší obsah 10 mg/l, u vápníku žádoucí obsah (doporučená hodnota) 20 mg/l a žádoucí poměr Mg k Ca byl uváděn

<sup>12</sup> Toto tvrzení je velmi zajímavé z historického hlediska, protože obecně se ve světové literatuře uvádí, že první, kdo na tento vztah v odborné literatuře upozornil, byl japonský chemik J. Kobayashi [Kobayashi, J. On geographical relationship between the chemical nature of river water and death rate from apoplexy. *Berichte des Ohara Instituts für landwirtschaftliche Biologie Okyama University* (1957) **11**: 12-21]. Učebnice Landy a Karase z roku 1955 však toto jen konstatuje, ale neuvádí pro to žádnou argumentaci. Je otázkou, odkud tento názor autoři tehdy převzali.

<sup>13</sup> 1,45 až 2,15 mmol/l

<sup>14</sup> 0,35 až 7,15 mmol/l

jako 1:2. V těchto dvou normách se rovněž objevil požadavek na optimální obsah fluoridů v pitné vodě z hlediska jejich „preventivního pozitivního působení proti kazivosti zubů“ a to jako doporučené rozmezí 0,8 až 1,0 mg/l.

Vyhláška MZ č. 376/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly, platná od 1.1.2001 do 30.4.2004, požadovala jako minimum obsah vápníku v pitné vodě 30 mg/l a hořčíku 10 mg/l (oboje mezní hodnota), doporučená hodnota pro obsah vápníku pak byla 100 mg/l a hořčíku 30 mg/l; doporučená hodnota pro sumu Ca a Mg byla 0,9 – 5 mmol/l.

Vyhláška MZ č. 37/2001 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody. Tato vyhláška, platná od 1.2.2001 do 14.11.2005, požadovala, aby zařízení na doupravu pitné vody v místě spotřeby nesnižovala obsah vápníku a hořčíku o více než 10% oproti vstupní vodě nebo – v případě použití technologie snižující tvrdost vody – aby byla dodržena minimální hodnota obsahu vápníku a hořčíku stanovená ve vyhlášce č. 376/2000 Sb.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody a která s účinností od 1.5.2004 nahradila vyhlášku č. 376/2000 Sb. Tato vyhláška realisticky upravila závazné požadavky na obsah vápníku a hořčíku (minimální hodnoty 10 mg Mg/l a 30 mg Ca/l jsou vyžadovány jen v případě umělého snižování obsahu těchto prvků při úpravě vody) a nově stanovila jejich doporučené (optimální) hodnoty v souladu s odbornými poznatky: hořčík 20 – 30 mg/l, vápník 40 – 80 mg/l.

Vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, nabyla účinnosti 15.11.2005 a zrušila vyhlášku č. 37/2001 Sb. Tato vyhláška jednak zachovala požadavky na zařízení na doupravu pitné vody v místě spotřeby definované ve vyhlášce č. 37/2001 Sb. (viz výše, pouze s odkazem na novou vyhlášku č. 252/2004 Sb.), jednak je ještě rozšířila ve smyslu, že použití technologie snižující obsah rozpuštěných látek, vápníku a hořčíku je možné jen tehdy, je-li obsah vápníku a hořčíku v upravované vodě výrazně vyšší než jejich doporučená hodnota, a že v upravené vodě by měl být vedle minimálního obsahu vápníku a hořčíku zachován rovněž minimální obsah rozpuštěných látek 150 mg/l.

### Fluoridace pitné vody

V předchozím textu byl několikrát zmíněn fluor (resp. fluoridové anionty, což je forma, v jaké se fluor ve vodě vyskytuje) jako jeden z prospěšných prvků v pitné vodě. Jeho přidávání do pitné vody za účelem zvýšení její biologické hodnoty bylo ve světovém měřítku nejrozšířenější akcí toho druhu. A i když řada zemí, včetně České republiky, od něho v nedávné době ustoupila (o důvodech níže), nelze ho v popisovaném kontextu opomenout.

Poté, co bylo fluoridování pitné vody poprvé zavedeno v USA v roce 1945, co se ve 40. a 50. letech 20. století objevila velká řada odborných prací dokládajících protektivní účinek fluoru proti zubnímu kazu a co fluoridování vody jako jeden z prostředků boje proti zubnímu kazu doporučila i Světová zdravotnická organizace, přistoupilo se k fluoridování pitné vody v roce 1958 také v Československu (prvními městy byly Tábor a Brno). Po vyhodnocení pilotních projektů, které podle dobových zpráv ukázaly významný přínos v omezení výskytu zubního kazu u dětí, doporučila vědecká rada ministerstva zdravotnictví<sup>15</sup> v polovině šedesátých let postupné rozšiřování fluoridace pitných vod do ostatních měst a oblastí ČSSR a následně hlavní hygienik vydal v roce 1967 metodický návod k fluoridování

<sup>15</sup> Při které dokonce byla zřízena speciální fluórová komise, která s přestávkami pracovala až do začátku 90. let.



pitných vod (č.j. HE-324.4-25.7.1967), ve kterém stanovil podmínky fluoridování; např. doporučený obsah fluoridů byl 1 mg/l, krátkodobé maximum 1,2 mg/l.

S postupným rozšiřováním fluoridace vody i na dalších vodovodech se souběžně rozvíjel též bohatý výzkumný program, který se zaměřoval jak na teoretické otázky [např. 34], tak i na terénní stomatologický výzkum. Vrcholného rozšíření se fluoridaci pitné vody u nás dostalo v první polovině 80. let, kdy fluoridovanou vodu pilo v ČSSR asi 3,3 milionu obyvatel v 567 lokalitách (z toho na Slovensko připadalo minimum) [35]. V roce 1978 byl vyhlášen hlavní úkol hlavního hygienika „Hodnocení fluorizace pitné vody“, jehož cílem bylo provést bilanci obsahu fluoridů, zjistit nedostatky, navrhnout opatření k řešení a případně přehodnotit metodický pokyn z roku 1967. V roce 1985, kdy úkol skončil, byl skutečně nový návrh metodického doporučení vypracován, ale nikdy nebyl oficiálně vydán<sup>16</sup>, protože v tu dobu již probíhala čilá odborná debata<sup>17</sup> o bezpečnosti vyšších dávek fluoridů i o efektu fluoridování vody (v porovnání s vysokými provozními náklady).

Vyskytovaly se totiž technické problémy se zajištěním vyžadované dávky ve vodě i s dodávkami samotného fluorokřemičitanu, bylo upozorňováno na různé ekonomické a ekologické aspekty fluoridace vody (jen 0,4 – 0,8 % tehdy vyrobené vody se spotřebovalo na pití nebo vaření; zbytek vody s fluoridy se dostával do povrchových vod) a na postupné zvyšování expozice fluoridům z potravin a zubních past, atd.

Proto, pokud došlo ve druhé polovině 80. let k technické odstávce zařízení na dávkování fluoridů na některých vodárnách, hygienická služba již nenaléhala na obnovení provozu (např. fluoridace pitné vody pro Prahu byla ukončena v roce 1988). A tak v březnu 1990 se voda fluoridovala už jen na 10 vodovodech či vodárenských soustavách (pro cca 1,5 mil. obyvatel) v České republice [38] a poslední vodovod (Ostravský oblastní vodovod) ukončil fluoridaci v roce 1993. Od té doby se u nás již nikde fluoridy do pitné vody uměle nepřidávají. Ještě předtím (10.10.1991) vydal hlavní hygienik stanovisko, ve kterém uvádí, že hygienická služba ani hlavní hygienik ČR fluoridaci pitné vody nenařizují ani nazakazují.

#### Citovaná literatura:

- [1] Kabrhel G. Biogenní látky minerální ve vodách pitných. *Plyn a voda* (1927) 7: 245-248.
- [2] Kožíšek F. Gustav Kabrhel. Ke 150. výročí založení zakladatele české vědecké hygieny. *Hygiena* (2007) 52: 142-143.
- [3] Kabrhel G. Hygienu vody. Nákladem Mladé generace lékařů, Praha 1927.
- [4] Bulíček J. (ed.) Jakost a úprava vody. Vydal Orbis a Technický Sbor Ústředí rady odborů, Praha 1946.
- [5] Kredba M. Hygienu hospodaření s vodami. Státní zdravotnické nakladatelství, Praha 1958.
- [6] Kredba M. Znečištění vody a půdy a jeho vztah ke zdravotnímu stavu obyvatelstva. *Československá hygiena* (1960) 5: 146-151.
- [7] Tematický plán výzkumu v oboru lékařských věd a zdravotnictví na roky 1961, 1962, 1963, 1964 a 1965. *Věstník Ministerstva zdravotnictví*, 1960, 1961, 1962, 1963 a 1964.
- [8] Kredba M. Biologická hodnota pitných vod, její význam a respektování jejího stavu v ČSSR. *Československá hygiena* (1963) 8: 65-69.
- [9] Gabriel J. Hydrologické oddělení Státního zdravotního ústavu. *Zdravotnická revue – Věstník ministerstva zdravotnictví* (1946) 21: 88.
- [10] Směrnice 16. Plán výzkumu v oboru lékařských věd a péče o zdraví na léta 1967-1970. *Věstník Ministerstva zdravotnictví* (1966), str. 50.

<sup>16</sup> Stejně jako další návrh z roku 1989.

<sup>17</sup> Provokovaná zejména zásaditým odpůrcem fluoridace vody RNDr. R. Valachem, CSc. z Ústavu krajinné ekologie ČSAV v Českých Budějovicích [36, 37].

- [11] Simon K. Stopové prvky v prostředí a kardiovaskulární choroby. *Acta hygienica* 2 (1972), č. 1, str. 2-8.
- [12] Symon K. a kol. Obecná a komunální hygiena. Učebnice pro lékařské fakulty (pro posluchače Lékařské fakulty hygienické). Avicenum, Praha 1982.
- [13] Janeček J. Tvrdost pitné vody ve vztahu k chorobám srdečním a cévním. *Acta hygienica* (1970) roč. XVIII, č. 4, str. 174-180.
- [14] Janeček J. Závěrečná zpráva subdílčího úkolu P-16-335-057-01-03-5 Studium vlivu stupně tvrdosti vody ve vztahu k chorobám srdečním a cévním. IHE, Praha 1975; 17 stran.
- [15] Janeček J. Závěrečná zpráva etapy 02 dílčího úkolu 02 P-17-335-232 Studium vlivu stupně tvrdosti vody ve vztahu k chorobám srdečním a cévním. IHE, Praha 1979; 32 stran.
- [16] Havlík B. Pitná voda není jen H<sub>2</sub>O. *Časopis lékařů českých* (1988) **127**: 230-235.
- [17] Kožíšek F. Biogenní hodnota pitné vody. Disertační práce. SZÚ, Praha 1992; 176 stran.
- [18] Kožíšek F. Zdravotní význam „tvrdosti“ pitné vody. SZÚ, Praha 2003 (3. aktualizovaná verze); 24 stran.
- [19] Kožíšek F. Zdravotní rizika pití demineralizované vody. SZÚ, Praha 2001 (2. aktualizovaná verze); 22 stran.
- [20] Kozisek F. Health risks from drinking demineralised water. In: Nutrients in Drinking Water. WHO, Geneva 2005; ISBN 92 4 159398 9; p. 148-163.
- [21] Kozisek F. Health effects of long term consumption of water low in calcium, magnesium or TDS: studies from Eastern Europe. Paper presented at the International Symposium on Health Aspects of Calcium and Magnesium in Drinking Water, Baltimore, Maryland, USA, 24-26 April 2006.
- [22] Aktualizované stanovisko Národního referenčního centra (NRC) pro pitnou vodu k zařízením na úpravu pitné vody na bázi reverzní osmózy. Zn. CHŽP-412/05c. SZÚ, Praha 9.12.2005.
- [23] Švec, F., Symon, K. Vztah mezi tvrdostí upravené pitné vody a úmrtností na vybrané choroby ve velkých městech ČSR. *Československá Hygiena* (1975) **20**: 108-112.
- [24] Švec, F. Vztah některých charakteristik půdy k tvrdosti pitné vody a k vybraným ukazatelům úmrtnosti obyvatelstva ČSR let 1965-1969. *Československá Hygiena* (1976) **21**: 74-79.
- [25] Švec, F. Vztah mezi tvrdostí upravené pitné vody a některými ukazateli úmrtnosti obyvatelstva ČSR v letech 1965-1969. *Časopis lékařů českých* (1976) **115**: 570-574.
- [26] Kubis, M. Beziehung der “Wasserhärte” zum Auftreten des akuten Herzinfarkts (Vztah mezi tvrdostí vody a výskytem akutního infarktu myokardu). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae* (1985) **111**: 321-324.
- [27] WHO. Guidelines for drinking-water quality. 2<sup>nd</sup> ed. Vol.2. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva 1996; str. 237-242.
- [28] Bírová, A., Bíró, O., Kormaník, P. Vplyv pitnej vody na mozgocievne ochorenia v okrese Michalovce. *Československá Hygiena* (1985) **30**: 347-353.
- [29] Bencko V. a kolektiv. Hygiena. Učební texty k seminářům a praktickým cvičením. Karolinum – nakladatelství UK, Praha 1998.
- [30] Sidorenko G.I., Rachmanin J.A. Perspektivy a aktuální hygienická problematika získávání pitné vody odsolováním. *Československá Hygiena* (1973) **18**: 176-182.
- [31] Zýka, V. Chemismus pitné vody a výskyty rakovinného onemocnění. *Geologický průzkum* (1975) **17**: 269-275.
- [32] Pořad „Jak to vidí Prof. Václav Pačes“. Český rozhlas 2, 13.11.2008; [http://www.rozhlas.cz/jaktovidi/prepisy/\\_zprava/515062](http://www.rozhlas.cz/jaktovidi/prepisy/_zprava/515062).
- [33] Landa S., Karas F. Jakost a úprava vod. 2. přepracované vydání. SNTL, Praha 1955; str. 19.
- [34] Janeček J. Závěrečná zpráva státního úkolu P-16-335-057-01-03-1b Biologická účinnost sloučenin fluoru v pitných vodách. IHE, Praha 1972, 60 stran textu + přílohy.
- [35] Janeček J., Rokytová K. Způsob a efekt prevence zubního kazu fluórem. *Československá Hygiena* (1983) **28**: 350-352.
- [36] Valach R., Sedláček F. Změny v příjmu biologicky efektivních fluoridů a některé důsledky toho. *Časopis lékařů českých* (1990) **129**: 769-777.
- [37] Valach R. Současná problematika fluoru v životním prostředí s hlavním zaměřením na otázku fluorování pitné vody. *AHEM*, č. 3/1990, str. 1-9.
- [38] Janeček J. Současný stav fluoridace v ČR ke dni 12.3.1990. Interní zpráva, IHE, Praha 1990.