

# Proč přírodní měkká voda a měkčená voda není totéž

Joseph F. Harrison, P.E., CWS-VI

Technický ředitel

Asociace pro kvalitu vody

## 1.0 Abstrakt

Pozorovací studie vedou k hypotéze, že existuje inverzní korelace mezi tvrdostí vody a úmrtností následkem kardiovaskulárních chorob v běžné populaci, jinými slovy, je možné, že existuje souvislost mezi přítomností vápníku a/nebo hořčíku v pitné vodě a nižším výskytem kardiovaskulárních chorob. Tento typ pozorování byl proveden na vzorku populace, který používá měkkou vodu z přírodních zdrojů. U pozorovacích studií existují jistá základní omezení, neboť samy o sobě nemohou potvrdit příčinný důsledek. Dokonce i kdyby se prokázalo, že souvislost indikovaná na základě těchto studií je pravdivá, asi by nebylo možné ji aplikovat na vodní zdroje, které byly původně zdroje tvrdé vody, a byly potom změkčeny. Tato práce se zabývá řešením významných rozdílů mezi vodou ze zdrojů vody *přírodně měkké a měkčené*. Porovnávají se údaje o vodách ze zdrojů s přírodně měkkou a přírodně tvrdou vodou. Tyto údaje nejsou vztaženy k pitné vodě měkčené.

Veřejné vodní zdroje, takové jako jsou ve městech Boston, Massachusetts; Portland, Oregon; Tacoma, Washington; San Francisco, Kalifornie; a v dalších místech, jsou z historie známé jako "zdroje měkké vody." I další charakteristiky těchto systémů, např. agresivita (korozivnost) vody, jsou spojovány s označením "zdroje měkké vody." Přestože u celé řady těchto vodních systémů se opravdu jedná o zdroje agresivní, není tomu tak proto, že je to tzv. "měkká voda." Zdroje přírodně měkké vody se vyznačují nedostatkem rozpuštěných minerálních látek, anebo dokonce zcela postrádají zcela rozpuštěné pevné částice (TDS), oxid uhličitý převládá nad alkaličností, a v principu se vyznačují nízkou hodnotou pH-faktoru. Toto není pravda v případě zdrojů s měkčenou vodou; měkčená voda je zásadně odlišná. To, co způsobuje pozorované výsledky u zdrojů přírodně měkké vody, není absence vápníku a hořčíku, ale spíše jejich agresivní charakteristiky, způsobené tím, že přírodní měkká voda obsahuje méně než 50 miligramů na litr zcela rozpuštěných pevných částic, je málo alkalická, a má pH-faktor v oblasti kyselé. Toto může vést k významným rozdílům v koncentracích vedlejších produktů koroze v rozvodných a instalačních systémech (např. olova, mědi, kadmia, chrómu, železa, zinku, a dalších těžkých kovů) mezi vodou z vodovodního kohoutku ze zdrojů s přírodně měkkou vodou a vodou ze zdrojů s měkčenou vodou.

## 2.0 Zdroje přírodní měkké vody

Tvrlost vody je způsobena divalentními a polyvalentními kationy rozpuštěnými ve vodě, mezi nimiž převládají ionty vápníku a hořčíku. Tyto ionty vápníku a hořčíku mohou být ve vodě přítomny v množství desítek nebo dokonce stovek miligramů na litr (mg/L), pokud je voda vystavena působení sedimentárních hornin nebo sedimentárních geologických formací. Tvrlost vodě však chybí, pokud se jedná o vodu pocházející přímo ze srážek, z tajícího sněhu, anebo v takových regionech, kde se nacházejí hory bez sedimentárních hornin.

Voda zjevně postrádající vápník a hořčík se v přírodě vyskytuje po celém světě. Běžně se používá v mnoha vodovodních místních i centrálních systémech. Tyto zdroje přírodně měkké vody mají nižší nebo srovnatelné koncentrace vápníku a /nebo hořčíku jako zdroje, které jsou měkčené

pomocí výměny kationů nebo aplikací vápna sody. V Severní Americe se přírodní měkká voda s velmi nízkou tvrdostí vody a nedostatkem rozpuštěných minerálů nebo zcela rozpuštěných pevných částic (TDS) nachází v regionech podél obou pobřeží oceánů – od střeatoatlantických států (Georgia a Severní a Jižní Karolína) až po Nové Skotsko v Kanadě – a od oblasti San Francisco až po Anchorage na Aljašce. V tabulce 2.1 jsou uvedeny typické charakteristiky některých vodních systémů v těchto oblastech.

**Table 2.1**

**Porovnání zdrojů přírodní měkké vody<sup>2</sup>**

<b><u>Zdroj</u></b>	<b><u>Vápník (mg/L)</u></b>	<b><u>Hořčík (mg/L)</u></b>	<b><u>TDS (mg/L)</u></b>	<b><u>Hydrouhličitanová alkaličnost typu CaCO<sub>3</sub> (mg/L)</u></b>	<b><u>pH</u></b>
Seattle, Washington	6,5	1,4	41	22	7.5
Tacoma, Washington	4,5	0,9	40	15	7.0
San Francisco, Kalifornie	3,2	0,6	27	9	9.1
New York City, New York	6,9	1,0	41	11	6.5
Boston, Massachusetts	4,5	0,4	31	7	6.4
Atlanta, Georgia	8,0	0,7	44	17	6.9
Savannah, Georgia	18	1,1	91	29	7.3
Portland, Oregon	1,0	0,6	22	7	6.4
Baltimore, Maryland	18	3,5	89	39	7.7
Denver, Colorado	10	2,2	39	23	7.2
Měkčená voda z domácností	1-7	0,2-2	150+	100+	7+
Voda upravená reverzní osmózou	1	0,1	10-50	10-50	6.5+

**3.0 Zákazníci by měli být ve střehu, pokud voda obsahuje málo vápníku a/nebo hořčíku, bez ohledu na to, jestli je přírodního nebo jiného původu**

Z hlediska následků konzumace vody s nedostatkem minerálních látek je jedno, jestli tato voda pochází ze zdrojů s přírodně měkkou vodou, anebo zda byla minerálů zbavena (změkčena), a stočena do lahví. Je zřejmé, že jakékoliv zdravotní účinky sloučenin vápníku a hořčíku v upravené pitné vodě je potřeba úplně stejně vztáhnout na veškerý trh s vodou. Jestliže jsou konzumenti vody

upravené např. reverzní osmózou nebo konzumenti odsolené vody upozorňování na rizika následků nedostatku vápníku nebo hořčíku ve vodě, pak média a podnikatelé na volném trhu by měli přesvědčovat o tomto nedostatku a značném riziku také obyvatelé v oblastech zásobovaných přírodní měkkou vodou z městských vodovodů. Je potřeba ovlivnit vnímání spotřebitelů vody z centralizovaných vodních systémů. Na významné vodní zdroje, které slouží jako centrální zdroje pro dodávku pitné vody a mají přirozeně nízkou tvrdost, je potřeba uplatňovat stejná hlediska, a je potřeba poskytovat stejné informace a uplatňovat stejné přístupy s ohledem na koncentrace vápníku a hořčíku jako v případě demineralizované pitné vody.

Na základě doporučení Dr. Františka Kožiška z Národního referenčního centra pro pitnou vodu<sup>4</sup> v České republice je stanoveno vyhláškou, že voda kvalifikovaná jako pitná voda musí obsahovat nejméně 30 mg/L vápníku, 10 mg/L hořčíku, a 150 mg/L zcela rozpuštěných pevných částic; optimální hladiny jsou 40-80 mg/L vápníku a 20-30 mg/L hořčíku. Vůbec není přehnané, když uvážíte, že jedna čtvrtina, jedna třetina, nebo dokonce větší část obyvatelstva Spojených Států a lidí v jiných částech světa běžně pije vodu z veřejných vodovodů, která pochází ze zdrojů s přírodně měkkou vodou, a nemá dostatečné a potřebné množství vápníku, hořčíku, a TDS – a tyto koncentrace jsou dokonce hluboko pod úrovní anebo na úrovni srovnatelné s koncentracemi známými u pitné vody upravené metodou měkčení pomocí výměny iontů nebo pomocí systémů reverzní osmózy. V rozsáhlých arktických oblastech a vysoko v horách všude na světě obyvatelstvo konzumuje vodu z tajícího sněhu, která je pro ně jediným zdrojem pitné vody. Tato pitná voda má prakticky nulový obsah vápníku a/nebo hořčíku. Není známo, že by tito lidé měli větší problémy se srdečními chorobami – ve skutečnosti je tomu právě naopak. Víme například, že Eskymáci v Grónsku mají nízkou úmrtnost z důvodu kardiovaskulárních chorob.

Jak by se tedy konzumenti přírodně měkké vody a vody s nízkým obsahem TDS měli k takové pitné vodě chovat? Pokud jde o nedostatek vápníku a hořčíku, je jedno, jestli mluvíme iontové výměně, reverzní osmóze, nebo o destilované vodě. Závěry a doporučení odborníků nebo Světové zdravotnické organizace (WHO) směrem k obsahu vápníku a hořčíku v pitné vodě se nemohou nedotýkat vnímání zdrojů přírodně měkké vody určené pro veřejnost. Všeobecná odezva by měla být taková, že veřejnost se začne chovat podezíravě ve vztahu k jakékoliv vodě s nižším obsahem vápníku a /nebo hořčíku, a bude jedno, jestli je tato voda přírodní anebo jiná.

- Měli bychom uvěřit, že veřejná pitná voda má vliv na kardiovaskulární choroby?
- Měli bychom uvěřit, že voda z veřejných vodovodů není tak zdravá, jak by normálně měla být?

Bez řádného testování a bez důkazů skutečně prokazujících správnost hypotézy, která vychází z pozorování naší asociace, které by potvrdily vztah mezi příčinou a následkem, a které by byly ověřeny zkušebními zásahy, by změna strategie v politice péče o veřejné zdraví vycházející z neprůkazných údajů o závažnosti nebo budoucím riziku mohla vyvolat značně **přehnaný poplach**. Pokud Zákon o nezávadnosti pitné vody anebo podniky veřejných služeb odmítají dodávat vápník a hořčík do veřejných vodovodů, ve světle doporučení významného odborníka nebo Světové zdravotnické organizace o nálezech významných z hlediska zdraví, budou konzumenti přírodně měkké vody ještě více znepokojeni, naplnění úzkostí, nejistotou, a budou se ozývat. Už teď, od roku 2003, kdy byly zveřejněny závěry konference o výživě v Římě, konzumenti, kteří trpí srdečními chorobami s historií úmrtí na kardiovaskulární choroby v rodině vedou soudní spory proti dodavatelům měkké vody.

Často se používá protiargument - a to takový, že pro účely úpravy vody k pití je možné dodávat zvlášť tvrdou vodu, anebo je možné aplikovat filtry, které zvýší tvrdost vody. Toto však není reálné. Dr. Kožíšek<sup>4</sup> například uvádí: “Veškeré pokusy dodávat ztracené minerály zpět do vody pomocí speciálních kazet s vápníkem (dolomitským vápencem) se v případě těchto malých systémů ukázaly jako prakticky neúčinné, protože tyto „mineralizující” kazety nejsou schopny obohatit normálně tekoucí vodu o více než o pouhých několik miligramů vápníku a hořčíku.” Dokonce i kdyby se tento způsob ukázal jako praktický a funkční, stejně by koncového uživatele ovlivněného nově nabytým vnímáním souvisejících rizik zastrášovala představa, že se používá sice zavedená, bezpečná a spolehlivá úprava vody, ale výsledkem je voda nepitná. Další výdaje na zařízení dodávající vápník a hořčík by podobným způsobem odrazovaly spotřebitele od chápání významného pozitivního zvýšení kvality vody v domácnosti vlivem úpravy nebo čištění. Zpochybňování přijatelnosti vody určené ke konzumaci – a je jedno, jestli jde o vodu přírodně měkkou, měkčenou, demineralizovanou, anebo stáčenou do lahví – musí být v rovnováze vzhledem k nebezpečí, že by lidé byli odrazováni od používání vody z čištěných, chráněných a jinak bezpečných vodních zdrojů.

Existuje obrovské množství domácích i komerčních instalací demineralizačních systémů, změkčovacích jednotek, přístrojů na bázi reverzní osmózy a destilace, které by byly postiženy jakoukoliv změnou přístupů nebo strategií ve vztahu k pitné vodě s nízkým obsahem minerálních látek. Negativní publicita namířená směrem k upravované vodě a vodě ze zdrojů s přírodně měkkou vodou ovlivní důvěru spotřebitelů. Příslušné agentury a organizace budou muset čelit velkým problémům, neboť se budou muset snažit vyhovět požadavkům na správné zacházení s výživnými látkami, a bude to znamenat alespoň částečnou zodpovědnost za škody.

#### **4.0 Jak se liší přírodní měkká voda a měkčená voda**

V tabulce 4.1 jsou uvedeny rozdíly mezi přírodní měkkou a měkčenou vodou. Pokud chcete proniknout do problematiky měkké vody a jejích účinků, je potřeba si uvědomit rozdíl mezi přírodní měkkou a měkčenou vodou. Jejich účinky se totiž mohou drasticky lišit. Oba tyto druhy vody se vyznačují nízkým obsahem vápníku a hořčíku. Obě tyto vody jsou měkké. Všimněte si ale dramatických rozdílů v množství rozpuštěných iontů nebo v množství zcela rozpuštěných pevných částic, rozdílné alkaličnosti, a rozdílných charakteristik týkajících se pH-faktoru kyselin versus zásad. Právě tyto faktory jsou původci četných rozdílů mezi přírodní měkkou vodou a vodou měkčenou, a jsou mnohem závažnější než pouhý rozdíl v obsahu vápníku a hořčíku.

**Tabulka 4.1**

<u>Typická přírodní měkká voda</u>	<u>Měkčená voda</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zdroje: déšť, vodní toky, jezera, nebo voda vzniklá táním sněhu</li> <li>• Přirozený nedostatek, absence nebo nízké množství rozpuštěných iontů ve vodě</li> <li>• Nízké hladiny rozpuštěných minerálů a zcela rozpuštěných pevných částic (TDS)</li> <li>•</li> <li>• Nízké hladiny vápníku a hořčíku</li> <li>• Nízká hladina alkaličnosti</li> <li>• Kyselý pH-faktor</li> <li>• Korozivní</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zdroje: Studniční a pramenitá voda</li> <li>• Ionty vápníku a hořčíku, které určují tvrdost vody, jsou odstraněny a nahrazeny, ale upravená voda má i nadále dostatek jiných rozpuštěných kationů a anionů</li> <li>• Střední až vysoké hladiny rozpuštěných minerálů a zcela rozpuštěných pevných částic (TDS)</li> <li>• Nízké hladiny vápníku a hořčíku</li> <li>• Střední až vysoké hladiny alkaličnosti</li> <li>• Neutrální nebo zásaditý pH-faktor</li> <li>• Není korozivní</li> </ul>

Přírodní měkká voda, která se vyskytuje v oblastech podél pobřežních horských pásem Appalačských hor a Skalnatých hor v Severní Americe, se vyznačuje nízkým obsahem minerálních látek. V těchto oblastech jsou podzemní geologické vrstvy tvořeny hlavně žulou, která se velmi málo rozpouští do vody. Proto je tato přírodně měkká voda typická svým agresivním chováním, neboť nízký obsah rozpuštěných pevných látek nebo extrémně nízký obsah jakýchkoliv rozpuštěných minerálních látek znamená i korozivní vlastnosti, protože uhlíčitá kyselost není neutralizována alkaličností. Toto se však netýká vody, která byla původně tvrdá a potom změkčená metodou výměny iontů.

Voda upravená tak, že je zbavena tvrdosti, se z podstaty a závažně liší od přírodní měkké vody i v jiných aspektech, které jsou rovněž důležité. Jestliže při změkčování vody odstraňujete z vody tvrdost, zbavujete se zároveň i téměř veškerého železa, manganu, olova, kadmia, barya, rádia, stroncia, berylia, alumina, a ostatních kationů stopových kovů. Systémy na principu reverzní osmózy odstraňují tyto minerální látky ještě důkladněji a komplexněji. Destilační přístroje pravděpodobně provádějí demineralizaci neúčinněji ze všech. Zařízení na úpravu vody mohou také odstraňovat škodlivé sloučeniny, jako dusičnany, arzén, látky vyvolávající poruchy endokrinního systému, a mnohé další syntetické a těžké organické chemikálie. Odstranění stopových kovů a

sloučenin s prokázaným toxickým účinkem na lidské zdraví stojí v protikladu s prokázaným negativním efektem odstranění hořčíku a/nebo vápníku z pitné vody.

## 5.0 Koroze a měkká versus měkčená voda

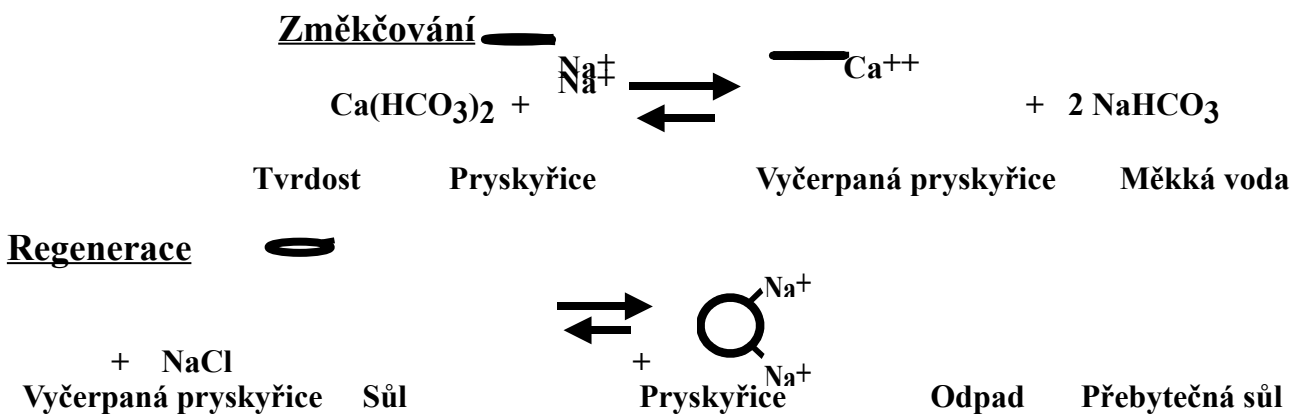
Odstranění tvrdosti vody měkčením pomocí výměny iontů nemá vliv na faktory, které vyvolávají nebo urychlují korozi. Měkčení nemění hodnotu pH-faktoru ani koncentraci oxidu uhličitého nebo rozpuštěného kyslíku, ani celkovou chemickou koncentraci minerálních látek. Změkčovací jednotka může snižovat množství pevných a rozptýlených částic ve vodě, ale zcela určitě nemůže změnit další fyzikální vlastnosti, jako je teplota, průtok potrubím, ani objem používané vody.

Nabízí se zásadní otázka, jestli sodík ve vodě je korozivní. Je to jediné aditivum nebo jediná změna, která přichází v úvahu u vody měkčené výměnou iontů. Odpověď je, samozřejmě že **ne**. V chemickém procesu výměny iontů vápníku a hořčíku za ionty sodíku není nic, co by ovlivnilo korozivitu vody. Proto změkčování pomocí výměny iontů ani nevyvolává ani neovlivňuje korozi.

Na Obr. 5.1 jsou znázorněny chemické reakce, které probíhají při změkčování vody metodou výměny iontů. V tabulce 5.1 uvádíme přehled klíčových rozdílů mezi měkčenou a přírodní měkkou vodou.

Obr. 5.1

### Reakce při měkčení vody metodou výměny iontů



Tabulka 5.1

## Rozdíly mezi přírodní měkkou vodou a měkčenou vodou

Faktor	Přírodní měkká voda	Měkčená voda
pH	obvykle < 7.0	obvykle > 7.0
TDS	Velmi nízká hladina	Mírná až vysoká hladina
Korozivita	Mírná až vysoká	Stejná jako u neupravené vody

Průlomovou studii vypracovanou americkou Agenturou pro ochranu přírody (EPA) uvádí v srpnu 1999 *Žurnál AWWA* pod názvem “Účinky změkčování pomocí iontové výměny na koncentrace kovů<sup>7</sup>.” V tomto článku se odkazuje na průzkum, který provedli Thomas Sorg, Michael Schock, a Darren Lytle, pracovníci Agentury, v rámci výzkumného programu se zaměřením na pitnou vodu, a na řešení otázky, jestli změkčování vody metodou iontové výměny má nějaký účinek na korozivitu vody. Tato studie byla rozdělena do několika fází, a provádělo se vyhodnocování účinků z několika různých hledisek. V každé fázi této studie se pracovalo s dvěma identickými systémy smyček potrubí – jedna přiváděla vodu dodávanou ze zdroje tvrdé vody (kontrolní voda) a druhá se používala k přivádění vody měkčené metodou iontové výměny (test). Studie probíhala tři roky, od 12. listopadu 1992 do 23. listopadu 1995. V závěru autoři uvádějí: “Výsledky prokazují, že odstranění iontů způsobujících tvrdost vody pomocí změkčovací jednotky určené pro domácnost nevedlo k vyššímu vylučování kovů z různých instalačních materiálů, které obsahovaly olovo, měď a zinek. Dále, zařízení na změkčování vody nemělo škodlivý účinek na žádný z několika významných parametrů určujících kvalitu vody, které ovlivňují rozpustnost kovových částic, ani neovlivnilo korozní chování, tj. nemělo vliv na hodnotu pH, celkový anorganický uhlík, rozpuštěný kyslík, chlór, teplotu, ani na ortofosfáty.” Tato studie poslala k ledu neprokázané teze o tom, že změkčovače vody nebo měkčená voda vyvolávají korozi.

Na druhé straně však v přírodní měkké vodě, díky nedostatku zcela rozpuštěných pevných částic, obecně převažuje oxid uhličitý nad alkaličnost, a často nízký pH faktor je agresivní a korozivní. Přírodní měkká voda vlastně vylučuje z částí vodovodních systémů do pitné vody více škodlivých látek. Měkčená voda to nedělá, a naopak odstraňuje z vodních zdrojů nebezpečné stopové znečišťující látky. Tento největší rozdíl mezi dvěma druhy vod je potřeba vzít v úvahu. Bohužel však není k dispozici dostatek údajů pro takové porovnání, pokud jde o vápník a hořčík a účinek na lidské zdraví. Je potřeba provést komplexní srovnávací studie, které by vedly k jasnému vymezení účinků měkčení vody a potenciálních výstupů s ohledem na lidské zdraví.

### 6.0 Údaje

Bylo provedeno jen několik málo šetření, která se pokusila porovnat centrální úpravnu vody, kde se k čištění používalo vápno a soda, nebo sodík na bázi měkčení výměnou iontů v rámci jedné komunity, zatímco v jiné nedaleké komunitě se konzumovala neměkčená voda. To, co máme k dispozici, jsou epidemiologické studie které nedošly dále než k porovnávání přírodní tvrdé a přírodní měkké vody. Studie<sup>1</sup> porovnávající měkčenou versus neměkčenou vodu “Možný faktor toxicity vody a kardiovaskulární choroby” byla publikována v časopise *The Lancet*, č. 7914, Svazek I, 1975. V tomto výzkumu byla zjištěna reverzní korelace mezi úmrtností způsobených

kardiovaskulárními chorobami a tvrdostí vody. Konzumenti, kteří pili vodu měkčenou, vykazovali o 36 procent nižší úmrtnost na kardiovaskulární /renální choroby než konzumenti, kteří pili tutéž vodu neměkčenou, a pocházeli z velmi blízké oblasti za řekou. Město Kansas City, Kansas, má vodu, která je více než dvakrát tvrdší než měkčená voda v Kansas City, Missouri, z téhož zdroje. Toto je další důkaz toho, že zásadní rozdíly v povaze měkčené a přírodní měkké vody mohou vést ke zcela odlišnému souboru závěrů o dopadech na lidské zdraví.

Podobně se neprováděl ani žádný takový výzkum, který by porovnal zdraví lidí, kteří používají domácí změkčovač vody nebo systém na bázi reverzní osmózy instalovaný na svém přívodu vody v oblasti s tvrdou vodou, a zdraví kontrolní skupiny lidí, kteří taková zařízení nepoužívají. Vzhledem ke kladným stránkám, které tyto systémy na úpravu vody nepochybně vykazují, je opravdu zásadní, aby výzkumy tohoto typu byly provedeny dříve, než se dojde k závěrům, které by měly negativní dopad na jejich používání.

V šedesátých letech H. A. Schroeder<sup>5</sup> studoval úmrtnost ve státech s průměrnou tvrdostí vody dodávanou z veřejných zdrojů, a došel k všeobecně vyšší úmrtnosti na kardiovaskulární choroby ve státech s měkčí vodou. Když se však vyloučila úmrtnost v regionech s přírodní měkkou vodou, jako jsou Jihovýchodní Spojené Státy (pásmo od Marylandu až po stát Georgia), a úmrtnost v oblastech s přírodní tvrdou vodou, jako jsou obilný pás a státy v centrální vnitrozemské části (Severní Dakota až do oblasti Kansas a Iowa), tento vztah se změnil<sup>6</sup>. Národní institut zdraví, který uvedl stručný výtah ze<sup>6</sup> Schroederovy práce, konstatuje, že spojení mezi tvrdostí vody a úmrtností je slabé a nekonzistentní v případě, že se studie zaměří na situaci a výsledky v oblastech, kde málo významné proměnné jsou jednotnější. Dr. A. Richey Sharrett<sup>6</sup> závěrem konstatuje, že “toto spojení může být výsledkem regionálně rozšířených geochemických nebo klimatických faktorů, které souvisejí s chemickými procesy ve vodě, nebo sociálních nebo jiných geografických faktorů, jejichž souvislost s kvalitou vody je pouze náhodná.”

## 7.0 Závěr

Jakékoliv doporučující směrnice definující tvrdost pitné vody se okamžitě projeví a široce ovlivní postoje a přístupy k otázkám veřejného zdraví. Ovlivní postoje spotřebitelů k bezpečnosti zdrojů jejich pitné vody, což významně nasměruje výdaje ze státních zdrojů věnované na ochranu zdraví obyvatelstva. Musíme trvat na tom, aby byly provedeny a předloženy věrohodné důkazy dříve, než se stanoví změny v přístupech, postojích a strategiích v této otázce. Veškeré důkazy k problematice možného vztahu mezi hladinami vápníku a (nebo) hořčíku v pitné vodě a lidským zdravím, které teď máme, vycházejí pouze z pozorovacích studií zaměřených na vzorek obyvatelstva, a vztahují se pouze k přírodní měkké a přírodní tvrdé vodě. Nelze je automaticky vztahovat nebo aplikovat na zásadně odlišné zdroje s měkčenou nebo jinak upravenou vodou.

Bez ohledu na to, jak kompetentně byly provedeny, převážná část z celé řady pozorovacích studií může pouze hypoteticky předpokládat to, co je potřeba testovat a doložit důkazy, a doprovodit zkušebními zásahy a jejich vyhodnocením. Je potřeba doložit důkazem, že příčinná souvislost mezi tvrdostí vody vlivem vápníku a hořčíku a lidským zdravím existuje.

## 8.0 Reference

1. Bierenbaum M. L., Dunn J., Fleischman A.I., a Arnold J. (1975) Možný faktor toxicity vody a kardiovaskulární choroby) . *The Lancet*. Svazek 1, č. 7914
2. Durfor C. N. (1964). *Veřejné vodovodní systémy ve 100 největších městech ve Spojených Státech, 1962*. U.S. Geological Survey Water Supply Paper 1812. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.
3. Hammer D. I. Dr. M.D. P.H. a Heyden S. M.D. P.D. (1980) Tvrdost vody a úmrtnost na kardiovaskulární choroby, myšlenka, která je aktuální. *Journal of the American Medical Association*, Svazek 243, č. 23.
4. Kožíšek F. Dr. M.U. C.Sc. (2005) *Nový odborný posudek vypracovaný Národním referenčním centrem (NRC) pro pitnou vodu v souvislost s přístroji na bázi reverzní osmózy, které se používají na úpravu pitné vody*. Národní zdravotní ústav, Česká republika, Referenční číslo CHZP-412/05c
5. Schroeder H.A. (1960) Vztah mezi úmrtností na kardiovaskulární choroby a upravenou pitnou vodou. *Journal of the American Medical Association*, Svazek 195, 1902-1908.
6. Sharrett A. R. Dr. M.D. P.H. (1981) *Tvrdost vody a kardiovaskulární choroby*. AHA Task Force Report, *Circulation*, Svazek 63, č. 1
7. Sorg T. J., Schock M. R., a Lytle D. A. (1999). Změkčování metodou iontové výměny: Účinek na koncentrace kovů. *Journal American Water Works Association*, Svazek 91, Vydání 8, 85-97.