

# Studna jako zdroj pitné vody

Příručka pro uživatele veřejných, komerčních a domovních studní

## Studny a jejich význam

Moderní člověk je hojně živen iluzí, že většina problémů lidstva již byla vyřešena a že dělat si starosti je přinejmenším zbytečné. Na všechno přece existují odborníci, kteří za nás problémy vyřeší. Stačí jim jen svěřit naši zodpovědnost (a peníze). Ani otázka pitné vody se tomuto trendu na první pohled příliš nevymyká. V České republice je dnes téměř 90 % obyvatel zásobováno vodou z veřejných vodovodů a jejich počet se má ještě zvyšovat. Kdykoliv otočí kohoutkem, teče z něho prakticky neomezené množství vody, která v naprosté většině případů splňuje požadavky příslušné normy. V každém obchodu s potravinami je navíc k dispozici nejméně jedna balená voda vysoké kvality. Studna se v této souvislosti může zdát zastaralou a neaktuální rekvizitou. Ale zdání klame. Je zde totiž nejenom těch zbývajících 10 % obyvatel, kteří jsou odkázáni na vodu z domovních nebo veřejných studní. A co je zajímavé, i když každoročně stoupá počet lidí zásobovaných z veřejných vodovodů, stoupá zároveň i počet lidí, kteří – ač napojeni na veřejný vodovod – z důvodu vysoké ceny vody začínají opět používat vodu z vlastní studny. Dále je zde i další pětina národa, která používá vodu ze studní na chatách a chalupách o víkendech a dovolené. A konečně studna může sloužit i jako důležitý zdroj náhradního zásobování obyvatelstva vodou v případech, kdy havárie, přírodní katastrofa či jiná událost vyřadí veřejný vodovod z provozu. Podle posledních známých publikovaných odhadů bylo v roce 1989 v ČR přes 750 tisíc domovních studní a skoro 20 tisíc veřejných studní. O všechny tyto studny je nutné pečovat – tedy především mít za ně vlastní zodpovědnost majitele či provozovatele. Jinak nejsou a nebudou levným zdrojem dobré vody, ale trvalým zdrojem starostí a zdravotním rizikem. Ostatně je známou skutečností, že „zdravotní stav“ studní v ČR dobrý není: voda ve více než 75 % neodpovídá nejméně v jednom ukazateli hygienickým požadavkům. Smutnější než tento údaj je však zjištění, že řada majitelů raději o kvalitě vody ze své studny ani vědět nechce. Vždyť by to mohlo znamenat starosti, čas, peníze ...

Budme však upřímní: zde nejde jen o (ne)zodpovědnost majitelů studní, i když ta je prvořadá. Jde neméně o respekt k těmto zdrojům ze strany široké veřejnosti, protože studna není izolovaným útvarem, ale organickou součástí přírody a našeho životního prostředí. A o tom, jak se společnost chová k prostředí, právě voda ze studní jako velmi citlivý indikátor vypovídá.

## Studna a právní předpisy

Domněnka, že si každý může na svém pozemku bez povolení vybudovat studnu a vodu z ní libovolně používat, je mylná. Povrchové a podzemní vody nejsou předmětem vlastnictví a nejsou součástí ani příslušného pozemku, na němž nebo pod nímž se vyskytují. Studna je navíc stavba a vztahují se na ni tedy příslušná ustanovení stavebního zákona (zákon č. 50/1976 Sb. ve znění zákona č. 83/1998 Sb.), musí být tedy mj. povolena speciálním stavebním úřadem (vodoprávním úřadem). Studna je však podle vodního zákona (zákon č. 254/2001 Sb. v platném znění) zároveň vodním dílem, k jehož provedení (ale i změně nebo zrušení!) je také potřeba povolení vodoprávního úřadu, zejména povolení k odběru vody („nakládání s vodami“). Obě povolení jsou však vydávána v jednom rozhodnutí vodoprávními úřady, které vykonávají působnost speciálního stavebního úřadu: domovní studny povolují pověřené obecní úřady, veřejné a komerční studny obecní úřady obcí s rozšířenou působností. Všechny šachtové studny a vrtané studny hlubší než 30 m jsou dále podle horního zákona považovány za báňská díla, ke kterým je potřeba souhlasu Obvodního báňského úřadu. Dokumentace o hloubení studní hlubších než 30 m musí být předány do Geofondu Praha k archivaci. Pro vydání povolení je nutno předložit snímek katastrální mapy, plán umístění studny s vyznačením okolních studní a možných zdrojů znečištění, souhlas sousedů, projekt studny (musí dodat firma, která bude studnu budovat) a od 1. 1. 2002 také vyjádření osoby s odbornou způsobilostí (§ 9 odst. 1 vodního zákona, resp. zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích). Při povolování domovní studny v jednoduchých geologických (hydrogeologických) poměrech může podle uvážení vodoprávního úřadu nahradit vyjádření (posouzení) osoby s odbornou způsobilostí odkaz na povinnost dodržení příslušných parametrů podle ČSN 755115 „Studny individuálního zásobování vodou“, která stanoví i minimální vzdálenosti studní od zdrojů možného znečištění. Z okruhu jednoduchých a drobných staveb, jak je definuje stavební zákon, jsou vyloučena veškerá vodní díla (tedy i studny) – což znamená, že studnu nelze stavět na ohlášení a nelze ji již budovat ani svépomocí, ani pod odborným dohledem (dříve byla povolena stavba studní svépomocí do hloubky 3 m, do r. 1998 dokonce až do 6m). Stavbu studní, ať kopaných či vrtaných, mohou vykonávat jen osoby (firmy) mající k tomu nejen živnostenské povolení, ale i oprávnění od báňského úřadu (ověřit si).

V povolení k nakládání s vodami, které se vydává na časově omezenou dobu, stanoví vodoprávní úřad účel, rozsah, povinnosti a popřípadě podmínky, za kterých se toto povolení vydává. Za veškerý odběr podzemní vody se musí od 1. 1. 2002 platit poplatek, s výjimkou odběrů menších než 6000 m<sup>3</sup>/rok

a 500 m<sup>3</sup>/měsíc (což je naštěstí případ naprosté většiny domovních studní). Užívání studny je podmíněno její kolaudací podle stavebního zákona. Všechny studny vybudované po roce 1955 musí mít stavební a vodoprávní povolení k odběru vody. Jsou-li vybudovány nelegálně a voda je z nich odebírána bez povolení, jde o přešůpek nebo jiný právní delikt, za který může majitel domovní studny dostat pokutu až 50.000 Kč a podnikatelský subjekt (u veřejné nebo komerční studny) pokutu až v řádu milionů Kč nebo i příkaz k odstranění stavby. V každém případě musí být takové studny legalizovány v souladu se stavebním i vodním zákonem. Vybudováním a kolaudací studny nekončí působnost zákonů. Vlastník (nájemce) studny má řadu povinností, zejména musí dodržovat podmínky a povinnosti, za kterých byla studna povolena (viz § 59 vodního zákona). Mimo jiné musí udržovat studnu v řádném stavu tak, aby nedocházelo k ohrožování bezpečnosti osob, majetku a jiných chráněných zájmů (kam patří i ochrana kvality podzemních vod).

### Umístění studní a jejich ochrana

Rozhodnutí, kam novou studnu situovat, se řídí dvěma základními hledisky:

- a) aby byl k dispozici dostatek vody,
- b) aby prostředí související se studnou nebylo během provozu znečišťováno, ani jinak dodatečně ohrožováno.

**Ad a)** Otázku vydatnosti budoucí studny – ve kterém místě kopat či vrtat a do jaké hloubky – by měl laik vždy přenechat odborníkovi: hydrogeologovi nebo studnaři. Ten na základě znalosti hydrogeologických poměrů lokality, vydatnosti okolních studní a vlastního měření je většinou schopen věrohodně odhadnout budoucí vydatnost. Jistotu lze ale někdy získat až provedením zkušebního vrtu a čerpací zkoušky, která by měla trvat minimálně 48 hodin. Seriózní firma je na vyhledání vody schopna poskytnout záruku. Požadovaná vydatnost se řídí uvažovaným využitím; např. pro obytnou jednotku se 4 – 5 obyvateli s průměrnou spotřebou 150 l/osobu/den se za minimální považuje přítok 30 – 50 l/ hodinu. Výstavbu studně i průzkum nutno řádně předem smluvně ošetřit; zákazník si může dát podmínku, že nebude-li ve studni voda v požadovaném množství (přesněji: nebude-li získána dohodnutá vydatnost vodního zdroje), nezaplatí nebo zaplatí jen průzkumné práce. Může si tím ušetřit jak pozdější starosti, tak dopředu odradit neseříznou firmu. Minimálně je vhodné si o firmě vyžádat reference od bývalých zákazníků nebo od krajského úřadu, jde-li o firmu působící v daném kraji. Otázka vydatnosti se však netýká jen nového zdroje, ale i těch stávajících. Podle vyhlášky č. 137/1998 Sb. musí být studna situována v takové poloze, aby nebyla ovlivněna vydatnost sousedních studní. ČSN 75 5115 k tomu upřesňuje: Studny musí být umístěny tak, aby odběrem vody z nich nebyla podstatně snížena vydatnost existujících zdrojů vody (odst. 3.1.2). Před budováním nových studní je nutno zaznamenat stavy hladiny a hloubky dna okolních studní s uvedením data těchto měření; je vhodné si nechat od majitelů tento údaj podepsat. Tyto údaje jsou výchozím podkladem pro pozdější posouzení, zda nedochází novým odběrem k ovlivnění již vybudovaných sousedních studní. V případě nutnosti se na podkladě hydrogeologického posudku stanoví limitující podmínky odběru vody (odst. 3.1.3).

Vedle kvantity je neméně důležitá otázka kvality vody. Získáme-li sice vody dost, ale zcela nevyhovující jakosti, do jejíž úpravy na vodu pitnou budeme muset investovat další desítky tisíc (minimálně), musíme zvážit, nebude-li racionálnější vybudovat přípojku k veřejnému vodovodu nebo zajistit pitnou vodu jiným způsobem. O kvalitě vody napoví jak rozbor vody z nejbližší studny či studní, tak zkušební vrt a hydrogeologické posouzení kvality zemního podloží a možných zdrojů znečištění.

**Ad b):** Nejmenší vzdálenost studní od zdrojů možného znečištění se stanoví na základě hydrogeologického průzkumu a posudku. Důležitý je nejenom druh potencionálního zdroje znečištění, ale i směr a intenzita proudění podzemních vod. Není-li posudek k dispozici, lze orientačně použít údaje o nejmenších vzdálenostech veřejných a domovních studní od zdrojů možného znečištění, obsažené v ČSN 75 5115 „Studny individuálního zásobování vodou“. (Tato norma, na kterou je zde opakovaně odkazováno, je platná od srpna 1993. I když není závazná, obsahuje řadu důležitých doporučení. Jedinou právní oporu našla zatím ve Vyhlášce č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu, která v §5 (2) uvádí: Nejmenší vzdálenost studny od zdrojů možného znečištění a od sousedních studní je dána normovými hodnotami.) Například nejmenší vzdálenost domovních studní od žump, septiků a kanalizačních přípojek je 5 m v málo propustném prostředí, resp. 12 m v propustném prostředí, jako jsou štěrky, písky, silně rozpukané horniny apod. Od nádrží tekutých paliv 7, resp. 12 m, od chlívů a hnojišť 10, resp. 25 m, od veřejných komunikací 12, resp. 30 m atd. Předepsané vzdálenosti pro veřejné

a neveřejné studny jsou cca 2 – 3x větší. Poznámka na okraj: u více než poloviny studní v ČR nejsou ochranné vzdálenosti od zdrojů znečištění dodrženy.

Obecně snad největším nedostatkem studní je, že až na několik málo výjimek nemají stanovena ochranná pásma, a stupeň jejich ochrany je tak oproti zdrojům veřejného zásobování mnohem nižší. Podle vodního zákona (§ 30) musí vodoprávní úřad stanovit ochranná pásma zdrojů podzemních vod využívaných pro zásobování pitnou vodou, když průměrný odběr ze zdroje přesahuje 10 000 m<sup>3</sup> za rok. Studny nemají být umístěny v zaplavovaném území, je-li to však nezbytné, je nutno provést příslušná technická opatření (viz ČSN 75 5115, odstavce 4.1.12 a 4.3.5).

### Druhy studní

Studny lze rozdělit do několika skupin podle účelu využití nebo technického provedení.

#### Podle účelu využití jsou to:

**veřejná studna** = studna veřejně přístupná (kdysi též „obecní studna“) pro zásobování obyvatelstva vodou, je zřizována a spravována obvykle místním úřadem. Za veřejné lze považovat i studny, které sice nejsou volně přístupné, ale slouží k zásobování jednotlivých veřejných objektů (např. škol, úřadů a zdravotnických zařízení); tyto studny se dříve označovaly jako „neveřejné“;

**domovní studna** = neveřejná studna sloužící pro zásobování vodou jedné, výjimečně několika domácností; je spravována vlastníkem nebo uživatelem studny.

Zvláštním druhem těchto studní jsou soukromé studny používané ke komerčním činnostem, pro jejichž výkon musí být používána pitná voda – tzv.:

**komerční studna** - např. různá restaurační a bytovací zařízení nebo některé služby (kadeřnictví, služby péče o tělo), požadavky na kvalitu vody a její kontrolu jsou u těchto komerčně využívaných studní stejné jako u veřejných studní.

#### Podle technického provedení rozlišujeme:

**Studna šachtová kopaná** = hloubená studna, která je vyztužena pláštěm ze skruží nebo zdiva. Minimální předepsaný vnitřní průměr je u studní domovních 0,8 m, u studní veřejných 1 m.

**Studna vrtaná** = studna hloubená rotačním nebo nárazovým způsobem pomocí speciálního vrtného zařízení, zpravidla vyztužená zárubnicemi (odtud též název trubní studna). Buduje se o minimálním průměru 100 až 130 mm; tyto profily jsou sice levnější, ale v našich podmínkách většinou nedostatečné! Nejčastějším a obvykle optimálním profilem je 169 až 225 mm. Vzácnější jsou průměry 300 mm a větší.

Kterému typu studny dát přednost? I když se z důvodu nižší pracnosti (a tím obvykle i nižší ceny) dnes převážně budují studny vrtané, nelze obecně říci, který typ je lepší. Volba typu jímacího objektu závisí na hloubce hladiny vody pod úrovní terénu – pokud je hladina mělce pod terénem, bývá výhodnější studna šachtová, pokud je hladina ve větší hloubce, bývá výhodnější studna vrtaná.

Druhým faktorem, který ovlivňuje nevhodnější způsob jímání, je mocnost zvodnělé vrstvy. Pokud je mocnost zvodnělé vrstvy malá, jsou výhodné jímací zářezy, pokud je mocnost velká, je vhodnější volit vertikální jímací objekty. Důležitá je i propustnost zvodnělé vrstvy. Pokud je propustnost vysoká (písky, štěrky, pískovce apod.), je vhodné k jímání použít širokoprofilové studny šachtové. Doporučuje se konzultovat tuto otázku s hydrogeologem nezávislým na firmě, která má studnu budovat.

### Zřizování studní

Správný postup hloubení a stavby studní je podrobně popsán ve specializovaných příručkách, ve stručnosti též v ČSN 75 5115. Zde upozorňujeme pouze na nejdůležitější zásady. Konstrukce a provedení studny musí zabraňovat vnikání dešťové vody a nečistot do studny. Otevřené studny nejsou dovoleny. Na dně studny se zřizuje vrstva z čistého kameniva nebo písku, ze kterého je též obsyp pláště šachtové studny nebo obsyp zárubnice vrtané studny. Zrnitost kameniva a tloušťka obsypu se volí podle zrnitosti zvodnělého prostředí a úpravy vtokových otvorů (podrobnosti viz ČSN 75 5115).

Pláště šachtových studní a zárubnice vrtaných studní nad zvodnělým horninovým prostředím musí být nepropustné a v horní části opatřeny těsněním (obvykle jílovým) proti vnikání povrchové vody podél výstroje do studny. Těsnění musí být provedeno od povrchu terénu do hloubky nejméně 2,5 m u studny šachtové a 3,0 m u studny vrtané. Plášť šachtové studny musí být vyveden do výšky nejméně 0,5 m nad upravený terén kolem studny a utěsněn proti pronikání povrchové vody. Studny je nutno chránit krytem, který nesmí být ze dřeva, musí být zajištěn proti posunutí a musí zamezit vnikání jakýchkoliv nečistot do

studny. Kryt musí přesahovat vnější líc pláště studny nejméně o 50 mm a být upraven tak, aby voda z něho nemohla stékat na plášť. Jeho povrch musí mít sklon k okrajům.

Po vybudování studny nebo po její opravě a před povolením jejího užívání je nutno studnu vyčistit, v případě potřeby dezinfikovat a po náležitém odčerpání znečištěné vody zajistit odebrání vzorku čerpané vody a provedení jeho rozboru (ČSN 75 5115, odstavec 4.1.14.). Čerpání by mělo trvat do úplného vymizení zákalu vody, nejméně však několik týdnů.

### **Bezpečnostní zásady při stavbě a kontrole studní**

Při hloubení, stavbě a dalších pracích při zřizování, kontrole nebo údržbě studní je nutno dodržovat příslušné předpisy o bezpečnosti práce na stavbách (vyhláška ČÚBP a ČBÚ č. 324/1990 Sb., vyhláška ČBÚ č. 22/1989 Sb., vyhláška ČBÚ č. 55/1996 Sb., obecné hygienické předpisy).

#### Před vstupem do studny se musí nejprve přezkoušet stav ovzduší ve studni.

Otravu mohou nejčastěji způsobit metan a oxid uhličitý, ale i jiné plyny. Lze použít detektor nebo provést jednoduchou zkoušku spuštěním zapálené svíčky na dno studny. Zhasne-li, svědčí to o nedostatku kyslíku (přítomnost CO<sub>2</sub>), vzplanutí ukazuje na přítomnost metanu. Občas se vyskytující sirovodík je natolik zápachající, že člověk bezpečně detekuje koncentrace nižší než toxické. V případě výskytu nebezpečných plynů je třeba před vstupem do studny zajistit jejich odvětrání a při práci průběžné odvětrávání. Bohužel uvedené riziko je často opomíjeno a téměř každým rokem dochází v ČR k několika zbytečným úmrtím z těchto příčin. Při hloubení studny v sypkých a nesourodých materiálech vzniká riziko zborcení stěn a zavalení výkopu, proto je nutno dodržovat předepsané předpisy pro zajištění výkopových prací. Práce ve studni mohou provádět jen muži starší 18 let s odpovídajícím zdravotním stavem. Musí používat předepsané ochranné zařízení a ochranné pracovní prostředky (ochrannou přilbu!). Pracovník ve studni musí mít připevněn ochranný pás se závěsem na lano v týlu, na který je uchyceno lano, které je na povrchu spolehlivě uvázáno ke stabilnímu úvazku. Práce musí být kontrolována nejméně dvěma pracovníky na povrchu, kteří jsou vždy přítomní, musí znát způsoby provádění záchranných prací a způsoby poskytnutí první pomoci. V případě potřeby musí pracovník na povrchu být schopen ihned vytáhnout pracovníka ze studny (např. přes kladku). Sestupovat do studny a vystupovat z ní se má jen po žebříku nebo po stupadlech. Spouštění osob do studny zařízeními, které je určeno pro dopravu hmot, je zakázáno. Při sestupování nebo vystupování ze studny nesmí pracovník přenášet předměty v ruce (ruce musí mít volné), ale např. upevněním na záda, a to jen do hmotnosti 20 kg. Žebřík se může používat jen pro krátkodobé fyzicky nenáročné práce při použití jednoduchého náradí. Při výstupu, sestupu a práci na žebříku musí být pracovník otočen obličejem k žebříku a musí mít možnost přidržet se ho oběma rukama. Na žebřících je zakázáno pracovat nad sebou, provádět práce, při nichž se používají žíraviny, pneumatické nástroje, řetězové pily a jiné podobné nebezpečné hmoty a nástroje. K práci nelze používat provazové žebříky. Je zakázáno naplňovat těžné nádoby až po okraj, dopravovat osoby zdvihacím zařízením, které k tomu není určeno, a používat k sestupu a výstupu ze studny konstrukci roubení. Při vytahování a spouštění materiálu musí být pracovníci ve studni chráněni před padajícími materiálem nebo předměty. Ruční rumpály musí být vybaveny rohatkou se západkou a brzdou. Při vytahování těžných nádob se západka smí vyjmout a brzda uvolnit teprve tehdy, když již břemeno není nad prohlubni. Při přerušení prací a opuštění stanoviště je nutné otvor studny řádně zakrýt nebo jinak zabezpečit proti pádu osob. I když budování studní svépomocí je již dnes zakázáno a odborné firmy by výše uvedená pravidla měly dobře znát, uvádíme je zde pro případ, kdyby si majitel studny sám čistil a opravoval.

### **Stavební hmoty, zařízení a příslušenství studní**

Studna musí být provedena pouze z **jakostních a čistých, dosud nepoužitých stavebních hmot**, které jsou odolné proti negativním vlivům vody a půdy a odpovídají příslušným materiálovým normám. Tyto hmoty musí být zdravotně nezávadné a nesmí negativně ovlivňovat jakost vody ve studni. Toto se týká nejen stavebních hmot, ale všech materiálů, se kterými voda ve studni nebo cestou ze studny přijde do kontaktu: plastové zárubnice vrtaných studní, čerpadla, trubky, hadice, kabely, nátěrové, těsnící a izolační hmoty atd. Ve vlastním zájmu by měl majitel studny ke každému tomuto materiálu či výrobku před koupí či instalací požadovat od prodejce nebo studnaře doklad, že výrobek odpovídá hygienickým požadavkům (konkrétně Vyhlášce MZ č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody). Pokud prodejce není schopen takový doklad předložit, je lepší výrobek nekupovat – může totiž být zdrojem různých kovů, toxických organických látek, nebo aspoň ovlivnit pach a chuť vody. Bohužel je na trhu řada nevhodných výrobků, které výrobci nabízejí jako vhodné „na vodu“,

a tiše (a úspěšně) předpokládají, že prodejce ani zákazník nerozlišuje mezi použitím vhodným „na vodu“ (třeba na zalévání) a „na pitnou vodu“. Specifickou problematiku představují kovové materiály, které mohou přirozeně podléhat korozi a jejich užití může být omezeno pouze na neagresivní vody. Vody ze studní však v řadě případů agresivní a korozivní být mohou (nízká mineralizace v některých oblastech, vyšší obsah CO<sub>2</sub>, nízké pH, vyšší obsah chloridů nebo síranů apod.). Zde je namístě opatrnost, protože při nesprávné aplikaci a velké korozi pak nejde jen o problém chuti vody nebo barvení prádla a sanitární keramiky, ale též o zdravotní riziko.

Při výběru vhodného materiálu (a týká se to i domovních rozvodů – např. z mědi!) je potřeba znát kvalitu vody a její agresivní vlastnosti a konzultovat tuto otázku s odborníkem, minimálně pak s výrobcem či distributorem daného materiálu. Jde zejména o ukazatele pH, tvrdost; CO<sub>2</sub> – volný, vázaný (stanovuje se jako alkalita – KNK) a agresivní; rozpuštěný kyslík. Například měděné potrubní rozvody lze použít až od pH 6,5 výše, zcela bezpečně pak až od pH > 7,0. I u vhodné aplikace kovového potrubí se v prvním období, než na vnitřním povrchu potrubí vznikne ochranná vrstva, doporučuje po vícehodinové stagnaci v potrubí tuto vodu odtočit nebo použít k jiným účelům než pitným. V některých případech je nutné agresivní vodu upravit (ztvrzení, alkalizace) nebo i vyměnit nevhodný materiál. Upozornění: hodnota pH přirozeně mírně kolísá. Teplá (horká) užitková voda je ke většině materiálů mnohem agresivnější než studená, a proto by se neměla používat k pití a vaření.

Problematika čerpacích zařízení vydá na samostatnou knihu, proto zde jen malé upozornění. Sací otvory odběrného zařízení ve studni mají být v takové hloubce, aby se vyloučilo jak nasávání vzduchu při největším přípustném snížení hladiny vody odběrem, tak nasávání kalu ze dna studny. U šachtové studny mají být sací otvory nejméně 0,5 m nad povrchem pískové vrstvy na dně studny. U vrtané studny nejméně 0,5 m nad horním okrajem kalníku a čerpací zařízení musí být zapuštěno do plných zárubnic, aby bylo zabráněno přímému čerpání podzemní vody ze stěny vrtu (to by s sebou přinášelo velké vtokové rychlosti často spojené s vyplavováním jemné frakce z horninového prostředí a se zapískováním a stárnutím vrtu nebo poškozením použitých čerpadel). Instalace elektrického zařízení musí být provedeny podle elektrotechnických předpisů.

### Úprava okolí studní

Plocha kolem studny do vzdálenosti 10 m nesmí být jakkoliv znečišťována a nejsou na ní dovoleny činnosti, které by mohly zhoršovat jakost podzemní vody. Zejména hnojení a použití biocidních látek (herbicidy k hubení plevelů a údržbě trávníků) a chemických čistících prostředků, skladování rizikových látek, mytí aut apod. Příchod ke studni se doporučuje vydláždit. Povrchové vody musí být odváděny mimo studnu a okolí. V případech, kdy je studna vystrojena stojanovým nebo jiným zařízením s přímým výtokem vody, musí být zřízen vodotěsný odpad, odvádějící nevyužitou vyčerpanou vodu do vzdálenosti nejméně 5 m od studny. Kolem studny do vzdálenosti 2 m od jejího pláště nebo konstrukce studny musí být zřízena vodotěsná dlažba nebo jiná ekvivalentní úprava povrchu s vyspádováním směrem od studny ve sklonu nejméně 2 %. U domovních studní má být nepropustná úprava provedena na vzdálenost alespoň 1 m. V případě umístění studny na zemědělsky obdělávaném pozemku vč. sadů a zahrad, se plocha do 10 m od studny upraví jako trvalý travní porost. Pro domovní studny se toto opatření doporučuje.

### Studna i veřejný vodovod?

Zavedení vodovodu do míst, kde většina studní měla závadnou vodu, bylo pro jejich majitele úlevou, a tak se mohli soustředit jen na otázku, zda budou svou studnu nadále používat pouze na zalévání či vůbec. Jiné je však rozhodování v případě, kdy vedle existence veřejného vodovodu je stále k dispozici vlastní studna v relativně dobrém stavu – je lákavé si ponechat možnost zásobování „vlastní“ vodou, za kterou se nic neplatí, i možnost připojení na vodovod pro případ, že by vody ze studny nebyl dostatek (což je vzhledem k rostoucím nárokům na spotřebu vody i poklesu hladiny spodní vody vlivem změn klimatu reálné riziko v řadě míst). Proto existuje mnoho domácností, které jsou – většinou svépomocně – napojeny na oba zdroje vody a podle potřeby je střídavě využívají. Tento kombinovaný odběr však vůbec není tak samozřejmou a bezproblémovou věcí, jak se jeho majitelům často zdá. Propojení domovního rozvodu vody (tzv. vnitřního vodovodu) připojeného na veřejnou síť s potrubím zásobovaným z jiného zdroje (domovní studny) je upraveno zákonem o veřejných vodovodech a kanalizacích (zákon č. 274/2001 Sb., § 3 odst. 4): „Vlastník vodovodní přípojky je povinen zajistit, aby vodovodní přípojka byla provedena a užívána tak, aby nemohlo dojít ke znečištění vody ve vodovodu.“ Prováděcí vyhláška k tomuto zákonu (vyhl. MZe č. 428/2001 Sb., § 15, odst. 3) pak upřesňuje: „Vodovodní potrubí vodovodu

se nesmí propojovat s potrubím užitkové a provozní vody a ani s vodovodním potrubím z jiného zdroje vody, který by mohl ohrozit jakost vody a provoz vodovodního systému.“

Což v podstatě znamená, že přímé napojení obou zdrojů na jeden domovní rozvod je nepřipustné, protože vždy hrozí smíšení vody. Pokud tento stav dodavatel vody zjistí nebo má na něj podezření, vystavuje se odběratel riziku přerušení dodávek vody z veřejného vodovodu: „Provozovatel vodovodu je oprávněn přerušit nebo omezit dodávku vody, nevyhovuje-li zařízení odběratele technickým požadavkům tak, že jakost vody ve vodovodu může ohrozit zdraví a bezpečnost osob ... nebo neumožní-li odběratel provozovateli přístup k přípojce nebo zařízení vnitřního vodovodu.“ (zák. č. 274/01 Sb, § 9, odst. 6b a 6c). Bohužel propojení veřejného vodovodu a studny ve vnitřním vodovodu v mnoha případech existuje a vzhledem k neodbornému způsobu provedení existuje reálné riziko, že voda ze studny se v případě vyššího tlaku dostane do vody ve veřejném vodovodu. Pokud voda ze studny nesplňuje požadavky na pitnou vodu, může tento způsob kontaminace veřejného vodovodu přinést řadu komplikací, včetně způsobení epidemie, o čemž existují četné příklady. V takovém případě, kdy by došlo k újmě na zdraví, se majitel studny a neodborného propojení vystavuje riziku trestního stíhání. Pokud by došlo „jen“ k takovému zhoršení kvality vody ve vodovodu, že by provozovatel porušil hygienické požadavky a dostal za to od orgánu ochrany veřejného zdraví pokutu, byla by vodárnou na majiteli studny „jen“ vymáhána tato pokuta, kterou by však každý finančně pocítil.

### Kontrola studní a kvality vody

Že každá stavba potřebuje pravidelnou údržbu, o tom nikdo nepochybuje. U studní, kupodivu, to už lidem tak jasné není. Řada majitelů se domnívá, že jednou vybudovaná studna bude sloužit navždy. Absence základní kontroly a péče je dnes jednou z největších bolestí studní v České republice. Přitom průběžná kontrola a opravy vyjdou mnohem levněji než náprava havarijního stavu způsobeného zanedbanou údržbou.

Vedle základních povinností daných vodním zákonem (č. 254/2001 Sb.), jako například dodržovat podmínky, za nichž byla studna povolena (např. množství odebírané vody), musí provozovatelé veřejných studní i soukromých studní využívaných k podnikatelské činnosti (pro jejíž výkon musí být používána pitná voda) nejméně jednou ročně zajistit technickou prohlídku studní a jejich nejbližšího okolí a odstranění zjištěných závad.

Zároveň musí podle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, zajišťovat pravidelné odběry vzorků a rozborů vody. Rozsah a četnost těchto rozborů je stanoven vyhláškou MZ č. 252/2004 Sb. a při jeho určení se vychází z počtu zásobovaných obyvatel nebo z množství dodávané vody v m<sup>3</sup>/den.

Podle stejného zákona jsou provozovatelé veřejných a komerčních studní povinni vypracovat provozní řád, ve kterém uvedou údaje o zdroji vody (vydatnost, ochrana zdroje, jímací objekty a jejich ochrana, rizikové objekty v okolí zdroje), základní údaje o případné technologii úpravy vody a používaných chemických přípravcích (vč. používaných desinfekčních prostředků), popis zařízení (event. plánek umístění zdroje a jeho ochranných pásem, akumulace a rozvodů) a podmínky jeho údržby, plán kontrol provozu a technického stavu studny a rozvodů, místa odběru vzorků pitné vody, rozsah a četnost rozborů a počet zásobovaných osob, opatření při závadnosti vody nebo havárii a způsob informování uživatelů zdroje. Provozní řád musí schválit místně příslušná hygienická stanice.

Optimální je celková prohlídka studny dvakrát ročně, vždy před zimním obdobím a po něm. Prověřuje se, zda je studna vodotěsně kryta, uzamčená a povrchová úprava okolí nedovoluje prosakování povrchové vody. Občas je nutné studnu vyčistit (podrobnější popis je uveden dále v kapitole o regeneraci a asanaci) nebo i provést kontrolu vydatnosti studny. Protože pro tuto kontrolu je nezbytné vyčerpání vody, lze ji spojit s čištěním studny. Jak často studnu čistit, to záleží na mnoha okolnostech, především na pravidelné údržbě. Obvyklý je interval jednou za 5 až 8 let, ale někdy je potřeba čistit častěji. Rozhoduje technický stav studny a kvalita vody. Samozřejmostí je kontrola a údržba technického zařízení studny 2 – 4x ročně.

Tolik stručně povinnosti u veřejných nebo komerčně využívaných studní. Ovšem otázku, zda jeho studna nevyžaduje nějaký zásah a voda z ní je (ještě) zdravotně nezávadná, by si měl dobrovolně a periodicky položit i každý uživatel domovní studně. „Periodicky“ znamená podle místní situace četnost tu vyšší, tu nižší, ale jednou do roka je minimum. Opět poznámka na okraj: odhad z roku 1989 říkal, že více než 80 % studní v ČR svým technickým stavem nevyhovuje ustanovení ČSN 75 5115 a od té doby se situace podstatně nezměnila. Důvodem je především nevhodná úprava okolí, nedostatečná vodotěsnost pláště, nevhodný kryt a nevyhovující čerpací zařízení.

Důvodem pro ověření kvality vody je zejména:

- každý větší zásah ve studni (oprava, výměna čerpacího zařízení) a jejím nejbližším okolí (zavedení či výměna potrubí – obecně zemní práce); porušení krytu studně;
- náhlá změna chuti, barvy nebo zákalu vody; opakovaná průjmová onemocnění;
- problémy s kvalitou v minulosti nebo stálá úprava či dezinfekce vody;
- existence rizikových činností v širším okolí, které by mohly ovlivnit podzemní vody, nebo příprava těchto činností (pro případný pozdější spor, kdyby skutečně došlo k negativnímu ovlivnění vody);
- zvláštní klimatické jevy či situace (velké deště, tání sněhu, ale i dlouhodobá sucha spojená s poklesem hladiny spodních vod).

Zatímco v některých případech, např. při změně sensorických vlastností vody (chuť, pach, barva), je vhodné nechat provést rozbor okamžitě, v jiných případech je dobré věc neuspěchat. Například po dokončení nové studny, po čištění a desinfekci studny apod. je vhodné čerpat vodu a používat studnu několik týdnů (i za cenu, že dočasně nebude voda používána k pití), než se poměry pod zemí a ve studni stabilizují a jakost vody bude stálejší. Může to ušetřit zbytečné starosti i peníze za opakovaný rozbor.

Naopak zjistí-li majitel při rozboru vody nějaké závady, které vyžadují náročná a nákladná opatření, je vhodné po čase rozbor opakovat (v jiné laboratoři!), a teprve potvrdí-li se závady, začít jednat. I toto může vést k úspoře starostí i peněz, pokud by se původní nález nepotvrdil.

### Odběr vzorků vody

Rozhodne-li se majitel studny pro rozbor vody, není odběr vody do nejbližší láhve rozhodně tím prvním, co by měl udělat. Tomuto kroku, který má totiž svá pravidla, musí předcházet nejméně dva další:

1) Rozhodnout se, kde si nechám rozbor udělat. Rozbor dělá dnes za úplatu řada státních i soukromých laboratoří, a ta nejbližší nemusí být ani nejlepší, ani nejlevnější. Jedním z kritérií výběru je otázka, zda je laboratoř pro rozbor žádaných ukazatelů způsobilá. Pokud ano, měla by předložit doklad o autorizaci, akreditaci nebo osvědčení o správné činnosti laboratoře, což je záruka kvality práce. Pokud má být výsledek rozboru podkladem ke správnému řízení (kolaudaci) či dokonce soudnímu sporu nebo jde o pravidelný kontrolní rozbor veřejné či komerční studny vyžadovaný zákonem o ochraně veřejného zdraví, je provedení rozboru v takové laboratoři nutností, včetně odborného odběru vzorků.

2) Předem kontaktovat vybranou laboratoř, domluvit si termín (málokterá laboratoř dělá rozborů každý den) a sdělit, jaký typ rozboru chci udělat (viz dále) a pro jaký účel. Podle toho budu pracovníky laboratoře poučen:

- jak odběr provést a za jakých podmínek vzorek transportovat do laboratoře;
- do jakých nádob vzorky vody odebrat – na mikrobiologický rozbor je vždy potřeba dostat z laboratoře sterilní lahvičku, některé laboratoře navíc dávají i vlastní nádobu na vodu pro chemický rozbor, jiným stačí čistá láhev od zákazníka;
- zda je nebo není nutné, aby byl odběr proveden vyškolenými pracovníky laboratoře.

Protože praxe a doporučení různých laboratoří se mohou lišit, nemá cenu zde podrobně popisovat správné způsoby odběru. Zákazník však musí minimálně trvat jak na poučení o odběru, uchování a převozu odebraného vzorku, tak na sterilní odběrné nádobě pro mikrobiologický rozbor. Při podezření na korozi potrubí je nutné vzorek z domovního rozvodu odebrat ráno, po nejméně noční stagnaci vody v potrubí.

### Rozbor vody a požadavky na kvalitu

Požadavky na kvalitu pitné vody definuje vyhláška MZ č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Tento předpis, který obsahuje přes 60 mikrobiologických, biologických a fyzikálně-chemických ukazatelů kvality vody, se nevztahuje na soukromé domovní studny (pokud nejsou využívány ke komerčním činnostem), pro tyto studny nejsou stanoveny žádné závazné hygienické požadavky. Při posuzování kvality vody z domovní studny však lze samozřejmě odborně k požadavkům citované vyhlášky přihlídnout.

Požadavky na radiologickou nezávadnost kvality pitné vody veřejného zásobování jsou stanoveny v jiném právním předpise (vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. – viz dále).

Vzhledem k statisícům používaných chemických látek je rozsah vyhlášky minimem, ale z hlediska běžné kontroly většiny studní jde o nadměrný požadavek. Už proto, že takový kompletní rozbor stojí 15 – 20 tisíc Kč, což je pro průměrného majitele studny v ČR částka poněkud neúnosná. Proto se u studní provádí

tzv. orientační rozbor vody, který zahrnuje 10 až 20 „hlavních“ ukazatelů a stojí obvykle kolem 1500 Kč. Přívlastek „hlavní“ zde neznámá nutně zdravotně nejzávažnější, jde též o ukazatele s velkou vypovídající (indikátorovou) schopností nebo o ukazatele nejčastěji překračované. Níže je uvedena charakteristika těchto ukazatelů.

Rozsah rozboru ke kolaudaci domovní studně (nejde-li o studnu, která má být využívána ke komerčním účelům, kde musí být proveden úplný rozbor) není nikde závazně stanoven a záleží v podstatě na rozhodnutí stavebního úřadu, jaký rozsah rozboru bude ke kolaudaci vyžadovat.

### Mikrobiologické ukazatele

Při ověřování mikrobiologické nezávadnosti vody se nehledají bakterie či viry způsobující známá onemocnění přenášena vodou, jako je tyfus, infekční zánět jater, průjemová onemocnění virového původu apod. Bylo by to technicky, časově i finančně neúnosné. Proto se všude na světě používá metoda tzv. indikátorů fekálního znečištění, při které se hledají bakterie, žijící ve střevním traktu člověka a teplokrevných živočichů (E.coli, koliformní bakterie, enterokoky). Pokud se ve vodě najdou některé z těchto bakterií, je voda podezřelá, že přišla do kontaktu s výkaly či zbytky živočichů a že může obsahovat patogenní bakterie a viry, které nejčastěji pocházejí právě ze střevního traktu. Na základě průzkumů se odhaduje, že značná část studní v ČR je těmito bakteriemi kontaminována.

Skutečnost, že voda ze studny je dlouho používána bez jakýchkoli pozorovaných nepříznivých důsledků, ještě neznámá garanci její nezávadnosti. U pravidelných uživatelů takové vody se snad může vyvinout tolerance k těmto bakteriím, ale onemocnět mohou jak návštěvy a malé děti, tak uživatelé samotní, pokud se v důsledku různých příčin jejich imunitní systém oslabí. Vedle indikátorů fekálního znečištění se ještě používají tzv. indikátory obecné kontaminace (počet kolonií rostoucích při 22°C nebo 36°C, dříve tzv. psychofilní a mezofilní bakterie), kterým se připisuje menší hygienický význam než předchozím. O tom, zda i tyto všudypřítomné bakterie mohou ve vysokých počtech způsobit onemocnění nebo nevolnost citlivých osob, se vedou dosud odborné spory.

**Escherichia coli (E.coli).** Představuje dnes hlavní indikátor fekálního znečištění. Mnoha odborníky je považována za jediný správný a vyhovující indikátor tohoto znečištění. Její původ je výlučně fekální, ať humánní či animální, takže interpretace jejího výskytu ve vodě je jednoznačná.

Limit: 0 KTJ/100 ml.

*(KTJ = kolonii tvořící jednotka; počet KTJ lze zjednodušeně chápat jako počet bakterií v daném objemu vody. Limitem se rozumí mezní nebo nejvyšší mezní hodnota podle vyhlášky č. 252/2004 Sb.)*

**Koliformní bakterie.** Představují neškodné, saprofytické bakterie, osídlující střevní trakt, ale žijící běžně i v půdě. Výjimečně se mezi nimi mohou vyskytnout patogenní kmeny, které tvoří toxiny, mohou proniknout do tkání a způsobit přímo ohrožení zdraví. Dnes jsou považovány víceméně za indikátor účinnosti úpravy vody a dezinfekce, sekundární kontaminace či vysokého obsahu živin v upravené vodě. Koliformní bakterie zahrnují i druh E. coli, neboť se jedná o skupinový ukazatel, takže výše uvedený jejich význam platí v případě nepřítomnosti E. coli.

Limit: 0 KTJ/100 ml.

**Enterokoky.** Představují doprovodný indikátor fekální kontaminace vody, signalizující čerstvé znečištění. Jejich vztah k původu fekálního znečištění však není tak jednoznačný a těsný, jako v případě E. coli. Jejich význam se uplatňuje v případech, kdy koliformní bakterie ve vodě nepřežívají.

Limit: 0 KTJ/100 ml.

**Počet kolonií při 22 °C.** Představují indikátor obecné kontaminace. Přinášejí informaci o celkovém bakteriálním znečištění vody, jejich zvýšené počty signalizují průnik znečištění z okolí nebo poruchy úpravy vody nebo dezinfekce.

Limit: 500 KTJ/ml pokud voda není dezinfikována.

**Počet kolonií při 36 °C.** Jedná se o indikátor obecného znečištění, stejně jako v případě předchozího ukazatele bakterií. Jejich teplotní optimum růstu (36°C) vykazuje návaznost na teplokrevné organismy, čímž je i dán jejich poněkud vyšší hygienický význam oproti počtu kolonií s optimem růstu okolo 22 °C. Limit: 100 KTJ/ml pokud voda není dezinfikována.



## Chemické, fyzikální a senzorické ukazatele

I když při opakovaném rozboru vody se stačí zaměřit na několik kritických ukazatelů, při prvním rozboru se doporučuje nechat si udělat rozbor co nejpodrobnější. Dále uvedený výčet představuje minimum, ke kterému podle místní situace může přibýt i speciální rozbor na těžké kovy, nepolární extrahovatelné látky (ropné produkty) nebo specifické organické látky (rozpouštědla, pesticidy atd.). Je dobré si přitom uvědomit, že zvýšený obsah některých nežádoucích látek ve vodě nemusí pocházet jen z lidské činnosti, ale může být dán i přirozeně geologickým podložím (arzen, fluoridy!). O takových látkách se lze nejlépe dozvědět od hydrogeologů, na místní hygienické stanici nebo ve zdravotním ústavu, kde mají odborníci přehled též o hlavní kontaminaci způsobené lidskou činností a bohaté zkušenosti s kvalitou vody v dané oblasti. Pokud se uvažuje o kontinuální chemické dezinfekci vody chlorem, je vhodné stanovit obsah huminových látek (dřívější limit 2,5 mg/l; dnes se tento ukazatel ve vyhlášce neuvádí), které vznikají rozkladem organické hmoty v přírodě. Chlor s nimi totiž reaguje za vzniku tzv. vedlejších produktů chlorace (např. látek typu trihalogenmethanů), jejichž větší přítomnost není ze zdravotního hlediska žádoucí.

**Konduktivita neboli měrná vodivost** je přibližná míra koncentrace elektrolytů (iontově rozpuštěných látek) ve vodě. Vyjadřuje tedy nepřímě obsah minerálních látek („solí“, rozpuštěných látek – RL) ve vodě. Limit vodivosti pro pitnou vodu je 125 mS/m, což odpovídá obsahu RL asi 1000 mg/l (vynásobíme-li hodnotu vodivosti osmi, dostaneme přibližnou hodnotu RL v mg/l). Optimálně by však pitná voda měla obsahovat RL méně, asi 200 – 400 mg/l (asi 25 – 50 mS/m). Vody s mineralizací více než 1000 mg/l se považují za minerální a nejsou vhodné pro stálé pití; v závislosti na složení mohou mít nepříjemnou chuť nebo i způsobit průjmové onemocnění u přechodného spotřebitele. Časté jsou technické obtíže (snižování životnosti potrubí a bojlerů).

**Vápník a hořčík** (Ca + Mg, dřívě „tvrdost“). Jde o prvky ve vodě žádané, mající m.j. příznivý vliv na srdečně-cévní systém a působící preventivně proti vzniku některých dalších chorob. Proto je stanoveno doporučené rozmezí 2 – 3,5 mmol/l. Pro hořčík pak minimálně 10 mg/l, pro vápník minimálně 30 mg/l. (Protože se vedle nových jednotek tvrdosti stále objevují i staré – např. německé stupně (°N) – uvádíme přepočít: 1 mmol/l = 5,6°N.) Vysoká tvrdost může způsobit podobné technické problémy, jako jsou popsány u vodivosti, navíc voda špatně rozpouští mýdlo. Tím, že voda obsahuje hydrogenuhličitan (přechodnou neboli uhličitanovou tvrdost), dojde při zahřívání k odstranění CO<sub>2</sub> a změně hydrogenuhličitanu na uhličitan (vápenatý), který se vysráží ve formě vodního kamene na stěnách varných nádob, trubek i bojlerů. Tvoří také nepříjemné skvrny na povrchu kávy nebo čaje. Ze zdravotního hlediska není tento jev nebezpečný.

**pH** je číselné vyjádření stupně kyselosti nebo zásaditosti vody (stupnice 0 – 14). Limit pro pitnou vodu je 6,5 až 9,5, ale optimální je neutrální rozmezí cca 6 až 8. S výjimkou extrémních hodnot, ve vodě vzácných, nemá přímý zdravotní význam. Vyšší hodnota pH snižuje účinnost dezinfekce a může dát vodě nepříjemnou chuť. Neobvykle vysoké hodnoty pH (až 12) může mít voda v nové šachtové studni s novými betonovými skružkami nebo jiným cementovým materiálem – jde o přirozený jev způsobený alkalickými zbytky z cementu, který může přetrvávat po mnoho měsíců, ale nepředstavuje zdravotní riziko. Nižší hodnota pH je charakteristická pro měkkou (málo mineralizovanou, „hladovou“) vodu a bývá spojena s agresivitou vody a korozí kovů.

**Chemická spotřeba kyslíku** (CHSK-Mn, dřívě „oxidovatelnost“). Nespecifické skupinové stanovení, které slouží k odhadu organického znečištění. Indikuje možné znečištění pitné vody ve studni organickými látkami živočišného nebo rostlinného původu (splšky, zemědělské odpadní vody, uhynulý živočich nebo jen povrchová voda), ale jen výjimečně může odhalit průmyslově vyráběné organické látky. Limit: 3 mg/l.

**Dusičnany** (NO<sub>3</sub>). V množství jednotek mg/l jsou přirozenou součástí vod, ale jejich obsah bývá často zvýšen – až do stovek mg/l! – vlivem nadměrného nebo nesprávného používání minerálních i statkových hnojiv, únikem odpadních vod z netěsnících žump a septiků, živočišných farem apod. Jejich zdravotní riziko spočívá v tom, že se v zažívacím traktu redukuje na toxické dusitany. Ty v žaludku reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Dále reagují v krvi s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík a vzniká riziko vnitřního (za)dušení, kterému jsou vystaveni především kojenci do 3 měsíců věku, ale i někteří nemocní dospělí. Limit 50 mg/l je bezpečný i z hlediska prevence kojenecké methemoglobinémie (za předpokladu mikrobiální nezávadnosti vody), avšak optimální hodnota pro kojence je pod 10 mg/l.

Častá námitka, obhajující přítomnost dusičnanů ve vodě, že v zelenině konzumujeme minimálně stejné a větší množství dusičnanů, není příliš oprávněná, protože v zelenině se zároveň vyskytují ochranné látky (např. vitamin C), které na rozdíl od vody toxický účinek dusičnanů zřejmě významně redukuje.

**Dusitany** (NO<sub>2</sub>). Jsou reaktivnější formou oxidovaného dusíku než dusičnany, se kterými má však stejný původ i zdravotní rizika (viz výše). Limit: 0,5 mg/l, ale vzhledem k stejnému účinku s dusičnany musí být zároveň dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsahu dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1.

**Amonné ionty** (NH<sub>4</sub>). Ukazatel sloužící jako indikátor možného fekálního znečištění podzemní vody. Důležitá není absolutní koncentrace daná geologickým podložím (ze zdravotního hlediska by šlo tolerovat až hodnotu 30 mg/l), ale náhlé a výrazné zvýšení koncentrace nad hodnotu geologického „pozadí“. Kombinace současné přítomnosti amonných iontů, dusitanů a vyššího obsahu organických látek (CHSK-Mn) signalizuje čerstvou kontaminaci živočišnými odpady a svědčí o nárazovém znečištění vody. Vyšší hodnotu NH<sub>4</sub> můžeme pozorovat i u vody, která je ve styku s novým cementovým materiálem (skružemi), nebo u vody s nepřirozeným redukčním prostředím, kdy se dusičnany přeměňují na amonné ionty. Limit: 0,5 mg/l.

**Chloridy** (Cl<sup>-</sup>). Ukazatel s podobným významem jako amonné ionty, jedna z hlavních makrosložek vody s obvyklým přirozeným obsahem až desítek mg/l. Limit: 100 mg/l. Je-li zvýšený obsah ovlivněn geologickým podložím, lze připustit až 250 mg/l. Vyšší koncentrace ovlivňují nepříznivě chuť a korozní schopnost vody; často se také pojí s vyšším obsahem sodíku (solení silnic!), který může být rizikem pro nemocné se sodíkovou dietou a jeho dlouhodobý zvýšený příjem vede ke zvýšení krevního tlaku (hypertenzi).

**Sirany** (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>). Významná součást přírodních vod. Limit: 250 mg/l. Vyšší koncentrace mohou ovlivnit chuť vody a ve sloučenině s hořčíkem způsobit průjmy zvláště u přechodných spotřebitelů; mohou též působit technické obtíže jako usazování vodního kamene nebo korozi některých kovů.

**Železo** (Fe). Běžná součást přírodních vod, obsah v pitné vodě se ale může zvyšovat korozi potrubí. Od koncentrace 0,3 mg/l výše může negativně ovlivnit organoleptické (senzorické) kvality vody (hořká svíravá chuť, žlutavá barva, rezavý sediment), barvit prádlo nebo vyvolávat zákal a železité bakterie mohou tvořit usazeniny v potrubí. Zdravotní riziko v koncentracích pod 1 mg/l není. Limit: 0,2 mg/l; v případech, kdy vyšší hodnoty železa ve zdroji surové vody jsou způsobeny geologickým prostředím, se hodnoty železa až do 0,5 mg/l považují za vyhovující za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností (pachu, chuti a barvy) vody.

**Mangan** (Mn). Podobná problematika jako u železa, též častý společný výskyt – jenom namísto rezavě barví hnědočerně. Limit: 0,05 mg/l; v případě manganu přírodního původu se toleruje až 0,2 mg/l, pokud není ovlivněna organoleptická kvalita vody. Zdravotní riziko v těchto nízkých koncentracích (do 0,4 mg/l) není.

**Zákal**. Snížení průhlednosti vody vyvolané přítomností koloidních látek jako je pyl, prach, jemně rozptýlené anorganické a organické částice, plankton a jiné mikroskopické organizmy. Vysoký zákal tvoří vodu nepitnou z estetických důvodů, snižuje účinnost případné dezinfekce a jeho náhlá změna je významným signálem kontaminace povrchovou vodou. Mikroskopické vyšetření vody pomůže odhalit původ zákalu. Limitní hodnota 5 ZF.

**Barva**. Pro spotřebitele významný sezorický a indikační ukazatel jakosti vody. Barvu vody působí přítomné barvotvorné organické látky, např. huminové (z rozkladu listí, rostlin a půdní organické hmoty), dále sloučeniny kovů (např. železa, manganu nebo mědi), barevné částice planktonu či nerozpuštěných látek, vzácně i průmyslové chemikálie. Voda by měla být bezbarvá. Limitní hodnota je 20 mg/l Pt stupnice.

**Chuť a pach**. Opět ukazatelé smyslově postižitelných vlastností vody, důležité pro spotřebitele nejen z estetických důvodů, ale i jako možné první varování na přítomnost toxických látek. Čistá voda nevyvolá ani pachový, ani chuťový vjem. Zdrojem pachu a chuti mohou být četné organické i anorganické látky původu jak přírodního (anorganické sloučeniny kovů, některé minerály, produkty metabolismu bakterií a řas, sirovodík ...), tak i antropogenního. Voda by měla být čerstvé chuti a bez zápachu, nebo minimálně bez nepříjemné chuti a zápachu a přijatelná pro spotřebitele.

**Radon** (<sup>222</sup>Rn). Není součástí běžného rozboru a jeho stanovení (jakož i ostatních radiologických ukazatelů) provádějí jen některé specializované laboratoře. Lze se o nich informovat na regionálních centrech Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) v Praze, Českých Budějovicích, Plzni, Ústí nad Labem, Hradci Králové, Brně a Ostravě. Tamtéž lze získat informaci, zda se radon v dané lokalitě může vyskytovat ve významné míře či nikoliv. Jeho výskyt je totiž vázán na určité horninové prostředí.

Radon je přírodní radioaktivní plyn bez barvy, chuti a zápachu. Dobře se rozpouští ve vodě a ještě lépe se z ní může uvolňovat při sprchování, koupání, splachování, mytí nádobí apod., takže člověk je z vody exponován radonu spíše inhalací (vdechováním) než ingescí (pozřením). Radon sám není nebezpečný, ale jeho rozpadové produkty mohou ve vysokých koncentracích svým zářením při dlouhé expozici způsobit rakovinu, nejčastěji plic. Pro radon ve vodě individuálního zásobování, kam studny patří, neexistuje žádný závazný limit. Vyhláška č. 307/2002 Sb. pouze doporučuje pro individuální zásobování vycházet ze směrných a mezních hodnot stanovených pro veřejné zásobování, ke kterým se uvádí přiměřené doporučení na vhodné opatření. Při objemové aktivitě radonu ve vodě 300 – 1000 Bq/l se doporučuje zvýšit větrání místností s velkou spotřebou vody (koupelny, kuchyně) během mytí, praní, vaření, kdy radon z vody uniká do ovzduší. Při hodnotách nad 1000 Bq/l se doporučuje snížit obsah radonu ve vodě, popřípadě omezit či zcela vyloučit používání takové vody. Protože základní radiologické vyšetření vody sestává vedle radonu ještě ze stanovení celkových objemových aktivit alfa a beta, doporučuje vyhláška stejný typ zásahu ke snížení ozáření též při hodnotě aktivity alfa 2 Bq/l, resp. 5 Bq/l u aktivity beta. Potřebu speciálního radiologického rozboru vody nebo vhodných protiradonových opatření v domácnosti mohou zájemci konzultovat na regionálních centrech SÚJB; další informace o problematice radonu ve vodě mohou zájemci nalézt na [www.suro.cz](http://www.suro.cz).

### Co dělat, když voda není v pořádku

Už v úvodu jsme se zmínili, že stav kvality vody v českých studních není nijak radostný. Nejčastějším problémem je bakteriální závadnost, dále zvýšený obsah dusičnanů, radonu, železa, manganu a indikátorů povrchové kontaminace (CHSKMn, NH<sub>4</sub> atd.). Znečištění (kontaminace) je tedy nejen všeobecné, ale často i mnohostranné. Z rizika není vyjmuta žádná studna – ani ta nejhlubší nemusí být zárukou, že v ní bude pitná voda. Zjistí-li uživatel studny, že voda v ní nevyhovuje požadavkům normy, nemělo by to v žádném případě vést k jednoduché úvaze a rychlému řešení typu „nasadíme dezinfekci“, „pořídíme si filtr“ nebo „budeme kupovat balenou vodu“. Naopak. Každému navrženému a aplikovanému řešení by mělo vždy předcházet důkladné šetření, zvážení a vyhodnocení celé situace a všech v úvahu přicházejících variant řešení. Tak, aby výsledek byl skutečně optimální nejen z hlediska ekonomického a zdravotního, ale i z hlediska možného dopadu na životní prostředí.

**Je nutné si uvědomit, že kvalita pitné vody pouze odráží kvalitu (stav) zdroje (studny či pramene), jeho okolí a vodonosných vrstev.** V první řadě je nutné pátrat po zdroji znečištění (jednorázové nebo trvalé?) a pokusit se tento zdroj asanovat – z hlediska zdravotního řešení nejvhodnější a nejperspektivnější. Je to obdobné, jako když je děravá střecha: chytat vodu do nádob nebo polepovat strop vodotěsnou tapetou také není z dlouhodobé perspektivy šťastné řešení – je nutno v první řadě opravit střechu. V našem případě jde o opravu netěsnících žump a septiků, asanaci hnojišť a skládek, ale i o správnou zemědělskou praxi v nakládání s hnojivem a pesticidy apod. Usuzovat na příčinu kontaminace, nedošlo-li k zjevnému vniknutí nečistot do studny, je na základě jednorázového rozboru vody obtížné. Často je potřeba rozbor opakovat, informovat se o kvalitě vody v okolních studnách, konzultovat situaci s odborníkem hydrogeologem.

Nejen na zdroji znečištění, ale i na typu zemního podloží záleží, jaký by byl výsledek sanace. Jsou půdy, které slouží jako výborný filtr pro mikroorganismy i některé chemické látky; jiné podloží umožňuje snadný průnik znečištění na vzdálenost desítek i stovek metrů (popisovaná maxima: bakterie až 600 m v písčitém podloží, viry více než 1 km v porušených vápencích). Typická doba, za kterou je poloviční počet mikrobů v podzemní vodě inaktivován, se podle druhu mikrobů a kvality podloží pohybuje od několika hodin do několika týdnů. V některých případech je nevyhovující kvalita vody určena přirozeně geologickým podložím, pak nelze samozřejmě o asanaci uvažovat, ale nutno hledat jiné možnosti řešení.

Následuje prohlídka a případně asanace nejbližšího okolí studny, zejména těsnění okolí pláště, i studny samotné. Většina studní, díky technickému stavu, je při jarním tání nebo po přívalemých deštích silně bakteriálně kontaminována. Netěsnosti v krytu studny umožňují vniknutí a následný úhyn drobných živočichů. V těchto případech, po odstranění technických závad, stačí studnu vyčistit dále uvedeným způsobem.

### Asanace a regenerace studní

Studna by šla s nadsázkou přirovnat k organismu: může ji nejen postihnout nemoc v podobě náhodné kontaminace, ale také přirozeně stárne. Odstraňujeme-li následek kontaminace, hovoříme o asanaci, snažíme-li se odstranit důsledky stárnutí, hovoříme o regeneraci studní. Na rozdíl od člověka mnohé studny regenerovat lze a pak se mohou v dobré kondici dočkat vysokého věku.

Postup při asanaci studní:

1. Odstraňujeme-li následky záplav, je možné s asanací začít až po opadnutí povodňové vlny a poklesu hladiny podzemních vod. Mechanicky očistíme vnější stěny studny a čerpací zařízení od nánosů bahna a nečistot a opravíme poškozené části vnějšího krytu studně. Důkladně opláchneme čistou vodou, nejlépe tlakovou.
2. Odstraníme zákrytovou desku a otevřeme studnu.
3. Instalujeme čerpací zařízení (kalové čerpadlo).
4. Pokud jde o silně znečištěnou studnu, např. zaplavenou bahnem, vyčerpáme celý objem vody. Pokud jde o běžné čištění studny, pokračujeme podle bodu 9.
5. Před vstupem do studny pomocí detektoru nebo svíčky zjistíme, zda ve studni nejsou jedovaté plyny – pokud ano, odstraníme je vývěvou nebo kompresorem. Při práci ve studni dodržujeme zásady bezpečnosti a hygieny práce (ochranné pomůcky!).
6. Důkladně mechanicky (např. kartáčem) očistíme vnitřní stěny studny, čerpací zařízení a dno studny. Důkladně opláchneme čistou vodou a vodu opět úplně vyčerpáme. Veškerou vyčerpanou vodu v průběhu asanace odvádíme do odpadu nebo dostatečně daleko od studny po sklonu terénu, aby se zabránilo druhotnému znečištění vody ve studni, ale i okolních studních! Není-li to možné nebo obsahuje-li voda vysokou koncentraci dezinfekčního přípravku, je nutné ji odvézt cisternou do čistírny odpadních vod, aby nedošlo k poškození vegetace a půdního prostředí.
7. Omyjeme vnitřní stěny studny a čerpací zařízení koncentrovanějším roztokem dezinfekčního prostředku, který obsahuje chlor (chloramin 5 – 10%, chlornan sodný 5%, roztok chlorového vápna 10%). Pozor – pracujeme v gumových rukavicích! Pokud chlorový roztok nestačí důkladně umýt stěny, použijeme roztok mýdlový. Použití speciálních čistících přípravků na studny, např. na bázi různých kyselin, přenechte vždy odborníkům – při jejich použití se totiž mohou uvolňovat toxické výpary schopné usmrtit člověka bez ochranných prostředků.
8. Opláchneme čistou vodou a vodu vyčerpáme.
9. U studní nezasažených povodní odčerpáme vodu ze studny asi na 1 m výšky vodního sloupce. Přechlorujeme vodu dezinfekčním přípravkem (nejlépe na bázi chloru) a myjeme stěny zpětným proudem silně přechlorované vody. Úplně vyčerpáme vodu ze studny. Před vstupem do studny – viz bod 5.
10. Odstraníme stávající pokryv dna (štěrk, hrubozrnný písek). Vytěžíme kal a bahno ze dna studny okovem, odstraníme případné pevné součásti, pečlivě vyčistíme dno studny. Čistíme vtokové otvory na dně studny.
11. Vyspravíme stěny studny podle druhu jejího zdiva – skruže, cihly, kameny. U skružených studní opravíme spárování mezi skružemi.
12. Provedeme konečné mytí stěn a dna studny, vodu vyčerpáme.
13. Vratíme pokryv dna, nejlépe nový štěrk nebo hrubozrnný písek, v nouzi též důkladně propraný starý.
14. Necháme studnu naplnit vodou a v případě, že je voda dále kalná, pokračujeme v čerpání až do vymizení zákalu.
15. Demontujeme čerpací zařízení.
16. Přidáme prostředek pro dezinfekci pitné vody podle návodu k použití. U chlorových preparátů udržujeme obsah volného chloru na 0,5 – 1 mg/l vody. Je možno též použít dezinfekční prostředky na bázi koloidního stříbra (Sagen). Dezinfekční prostředek musí působit nejméně 24 hodin, v případě Sagenu 48 hodin. Po několika hodinách odpustíme trochu vody, a tím načerpáme vodu ze studny za účelem dezinfekce též do rozvodného potrubí.
17. Uzavřeme studnu zákrytovou deskou. Asanujeme a upravíme okolí studny podle ČSN 75 5115.
18. Asi za 2 až 3 týdny necháme provést rozbor pitné vody.

Výše popsaný způsob je samozřejmě možné použít pouze u šachtových studní. U studní vrtaných je svépomocně možné maximálně studnu vyčerpat a dezinfikovat. Další práce je nutné přenechat odborné firmě, která má také možnost prohlédnout vrt pomocí speciální televizní kamery. Stárnutí všech studní je normální jev. Rychlost stárnutí závisí především na kvalitě vody, dále na stavebním řešení studny, způsobu čerpání a množství odebírané vody a na hydrogeologických podmínkách. Postupné znehodnocování jímacího objektu může být způsobeno např. korozí ocelové zárubnice, zapískováním vrtu, ale především zanášením perforované části výstroje studny, obsypu a přilehlého horninového prostředí chemickými sloučeninami nebo jílovitými částicemi vyplavenými z horninového prostředí. Všechny tyto procesy souhrnně označujeme pojmem „kolmatace (pláště) studně“. Nejčastější příčinou

stárnutí bývá tzv. zaokrování studní, které vzniká ukládáním sloučenin železa a manganu. Buď jako zaokrování chemické (oxidace dvojmocného železa a manganu na trojmocné železo a čtyřmocný mangan), nebo biologické, které se váže na činnost železitých a manganových bakterií.

Další hlavní příčinou stárnutí je vznik uhličitanových inkrustů. Důsledkem kolmatace je výrazný pokles vydatnosti zdroje, často i zhoršení kvality vody. Jediným řešením je provedení tzv. regenerace studně, která může být mechanická, chemická nebo kombinace obou těchto metod. Regeneraci je nutné provádět pravidelně (délka intervalu se však velmi liší podle místních podmínek) a hlavně dříve, než dojde k celkovému kolapsu studny. Pak už je jakákoliv regenerace zbytečná. Regeneraci může provádět jen odborná firma, která též poradí, jak kolmataci nejlépe omezovat (hodně záleží též na nepřetěžování zvodně nadměrným odběrem vody).

### **Bakteriální závadnost vody a dezinfekce**

Z preventivních důvodů je vhodné vodu ve studni dezinfikovat po každém zásahu do studny, při kterém mohlo dojít k znečištění (týká se i nově vybudovaných studní), ale hlavní význam má dezinfekce v případě, že rozbor skutečně ukázal mikrobiologickou závadnost vody.

Způsoby dezinfekce vody jsou v zásadě dva: fyzikální a chemický. Výběr správného druhu závisí jak na technických parametrech studně (šachtová nebo vrtaná; ruční nebo tlakové čerpadlo; rozvod vody apod.) a potřebném typu dezinfekce (zda má jít o jednorázovou, trvalou nebo cílenou jen na menší množství vody před spotřebou), tak na kvalitě vody po stránce fyzikálně-chemické! Řada způsobů dezinfekce může být málo účinná, téměř neúčinná nebo mít nežádoucí vedlejší důsledky, má-li voda např. zákal nebo vysoký obsah organických látek. Dochází pak k rychlé spotřebě účinné dezinfekční látky, není zajištěna dostatečná doba kontaktu a 100% baktericidní účinek, voda může být nadále závadná. V navazující rozvodné síti nemohou pak nedostatečné zbytkové koncentrace účinné látky zabránit sekundární kontaminaci bakteriemi přežívajícími v biofilmu v potrubí. A konečně může docházet k tvorbě toxikologicky nežádoucích látek, tzv. vedlejších produktů dezinfekce. Jednorázová (nárazová) dezinfekce může u nově zprovozněvaného zdroje předcházet kontinuální dezinfekci nebo může být dostačujícím řešením u asanace jednorázového znečištění nebo u dlouho nepoužívané (ale jinak nezávadné) studny. Lze k ní použít pouze chemický způsob dezinfekce, např. některý z dále uvedených přípravků dostupných na českém trhu (nejde o vyčerpávací seznam):

AQUASTERIL. Práškový přípravek na bázi dichlorisokyanuranu sodného. Výrobce Aqua Plus, Praha.

CHLORNAN SODNÝ. Tekutý přípravek (chlornan sodný). Spolana Neratovice a Spolchemie Ústí n/L

PERSTERIL. Tekutý přípravek na bázi kyseliny peroctové. Výrobce Peroxides, Sokolov.

PRESEPT. Tabletový přípravek na bázi dichlorisokyanuranu sodného. Výrobce Johnson & Johnson Medical, Velká Británie; dovozce Johnson & Johnson, Praha.

SAGEN. Práškový přípravek na bázi stříbra. Výrobce NeraAgro, Neratovice.

SAVO. Přípravek na bázi chlornanu sodného. Výrobce Bochemie, Bohumín.

CHLORAMIN B. Práškový přípravek na bázi chloru. Výrobce Bochemie, Bohumín.

Dávkování se řídí návodem k použití. Dezinfekci obvykle provádíme tak, že odměřené množství přípravku smícháme v menší nádobě s vodou a tento roztok pak nalijeme na hladinu ve studni nebo do vrtu. Nutné je účinné promíchání celého objemu vody, včetně ošetření případného rozvodu vody. Pokud je použita „pitné vodě přiměřená dávka“ (obsah aktivního chloru do 0,3 mg/l), lze vodu po předepsané době působení prostředku použít k pití. Je-li použita dávka „šoková“, je nutné nebo přinejmenším vhodné vodu vyčerpat, resp. použít k jiným účelům než k pití. Viz opět návod k použití.

Trvalou, kontinuální dezinfekci, kterou je nutno použít u zdrojů s trvalým znečištěním, lze zajistit buď chemicky, nebo fyzikálně. Pro fyzikální dezinfekci, která je ze zdravotního hlediska vhodnější, protože netvoří vedlejší rizikové látky, se používá UV-záření (tam, kde není zákal) nebo mikrofiltrace s použitím keramických filtrů o porozitě aspoň 0,2  $\mu$ m. Tyto filtry jsou naopak vhodné i pro odstranění zákalu (ovšem čím větší zákal, tím kratší životnost), pracují však – stejně jako UV-lampy – pouze v tlakovém prostředí. Do ČR se dováží několik druhů těchto mikrofiltrů, které pro svůj provoz nevyžadují příkon elektrické energie. Nejen mikrofiltry, ale i UV-lampy jsou pro malé zdroje perspektivním druhem dezinfekce, protože pracují automaticky a vyžadují nenáročnou údržbu. Na trhu je již řada schválených výrobků, jak českých, tak zahraničních, o různé kapacitě i technickém standardu. Protože voda po průtoku UV-lampou neobsahuje žádné zbytky dezinfekce, je vhodné přístroj zařadit v potrubí do místa blízko odběru, aby nedošlo k druhotné kontaminaci vody v rozvodech. Pro kontinuální chemickou dezinfekci lze použít některý z tekutých dezinfekčních přípravků, např. chlornan sodný. Důležitý je zde způsob dávkování, který nebývá problémem u automatických dávkovačů připojených na potrubí (tedy do tlakového prostředí).

Při dávkování přípravků přímo do studny, tedy do beztlakového prostředí, bývají problémy s udržením žádané koncentrace. Pro tento způsob dezinfekce byl českým výrobcem Inform-Consult-Aqua Příbram vyvinut dávkovač CHLOROZ (dávkovač chlornanu), který funguje s minimálními nároky na obsluhu a údržbu a bez nároku na příkon elektrické energie.

Vodu si lze také účelově dezinfikovat v potřebném množství až (těsně) před použitím, a to buď chemickými přípravky v tabletách či granulích, určenými pro malé objemy vody, nebo prostým převařením vody. Z výše zmíněných chemických přípravků se zde nabízejí především ty na bázi aktivního chloru. Při použití vysoké (šokové) dávky a nutnosti rychlé spotřeby vody je nutno použít dechlorační prostředek, který je např. u Aquasterilu součástí komerčního balení přípravku. Pro dezinfekci převařením vody je potřebná délka varu udávána velmi rozdílně, ale v našich podmínkách pro likvidaci bakteriální (i virové) kontaminace vody bez zákalu by měl postačit jednodeminutový var (od chvíle, kdy se bubliny tvoří v celém obsahu nádoby, nikoliv od pouhých známek jejich tvorby).

### Chemické a senzorické závady pitné vody

Jestli jsme předchozí kapitulu zakončili informací o varu vody, nyní s ní pro výstrahu začneme. Dosud se totiž často udržuje mezi lidmi pověra, že převařením se z nepitné stane voda pitná, aniž by přítom lidé rozlišovali mezi druhem kontaminace. Zatímco u bakteriální kontaminace je var účinným prostředkem, u chemické kontaminace nikoliv (nepočítáme-li některé těkavé látky, které se však ve studnách většinou nevyskytují), protože varem se chemické složení vody nezmění a když, tak k horšímu: odpařením části vody se přítomné látky „zahustí“ a koncentrují. Zatímco dříve byla úprava chemických vlastností vody výsadou vodáren, došlo v posledních desetiletích k „miniaturizaci“ některých klasických způsobů úpravy a jejich přenesení do domácích podmínek (se všemi výhodami a nevýhodami původních metod a ještě nějakými navíc). Hlavní nevýhodou je skutečnost, že procesy vyžadující průběžnou kontrolu a řízení ze strany odborníků se dostávají do rukou laiků s minimálními možnostmi kontroly. Těchto zařízení na (do)úpravu pitné vody v domácnosti, pro které se vžil ne zcela správný název „vodní filtry“, existuje dnes velké množství a zvláště pro laika není lehké se v nich vyznat. Pro hrubou orientaci uvedme jejich základní rozdělení, jednak podle konstrukce a místa použití, jednak podle principu úpravy.

Základní typy přístrojů podle konstrukce a místa použití:

a) **nádobový** – 2 nádoby nad sebou spojené přes filtrační vložku, voda protéká samospádem; objem filtračních hmot cca 0,1 litru;

b) **„point-of-use“ = v místě užití** – přístroj se montuje těsně před vodovodní baterii a má samostatný vývod (odtud jiný název „zařízení třetího kohoutu“) nebo přímo na konec výtokového ramínka (odtud také „bateriový filtr“); v prvním případě se objem filtračních hmot pohybuje cca 0,2 – 1,0 litru, v druhém cca 0,1 litru; voda protéká pod tlakem;

c) **„point-of-entry“ = na vstupu** – přístroj o větší kapacitě se montuje na vodovodní potrubí na vstupu do objektu (odtud také používaný název „domácí vodárna“) a upravuje vodu pro celý objekt; tento typ je oproti předchozím relativně nejbezpečnější, protože má značnou kapacitu (objem filtračních hmot až desítky litrů) a je dodáván a kontrolován odbornou firmou na základě provedeného rozboru vody.

Cena nádobových filtrů, které mají nejmenší kapacitu, se pohybuje ve stovkách až tisících, cena přístrojů „point-of use“ obvykle v tisících, cena zařízení „point-ofentry“ minimálně v desetitisících Kč.

Tato zařízení pracují na různém principu: mechanická filtrace, sorpce na aktivním uhlí a podobných médiích, výměna iontů na iontoměničích, speciální membránové filtrace, katalytická oxidace apod. Většinou se jedná o kombinaci 2 – 3 způsobů úpravy, protože každý působí pouze selektivně na určitý druh znečištění. Častá je kombinace s některým prvkem dezinfekce. Všechna tato zařízení vyžadují pravidelnou údržbu, například iontoměniče u větších výkonů nutno regenerovat několikrát týdně, u malých zařízeních se vyměňuje celá vložka, mechanické filtry nutno proplachovat nebo čistit apod.

### Jaká řešení se nabízejí pro různé druhy kontaminace?

**Vysoká mineralizace (vodivost, rozpuštěné látky).** Zde neexistuje šetrná metoda získání pitné vody, snad jen smísení s málo mineralizovanou kvalitní vodou. Z technického hlediska sice lze použít reverzní osmózu, jde však o metodu drahou, neekonomickou (na jeden litr upravené vody připadne několik litrů odpadní vody) a hlavně, takto upravená voda je zbavena prakticky všech minerálů, a není tudíž vhodná k pití ani vaření.

**Tvrdość (© Ca+Mg).** S výjimkou extrémních hodnot u hodně mineralizovaných vod není ze zdravotního hlediska snižování obsahu vápníku a hořčíku („změkčování“ vody) žádoucí. Pokud už je z technických

důvodů nezbytné vodu změkčit, např. kvůli nadměrné tvorbě vodního kamene v bojleru, doporučuje se umístit tento stupeň úpravy tak, aby byl do kuchyně k pití a vaření zajištěn přívod nezměkčené (neupravené) vody. Nelze-li se změkčení vyhnout, nutno použít iontoměnič – dekarbonizační katex pracující v H<sup>+</sup> (vodíkovém) cyklu (upozornění: u vody klesá pH a může stoupat korozivita vody!) a proces musí být nastaven tak, aby ve vodě zůstaly alespoň minimální požadované koncentrace Ca (30 mg/l) a Mg (10 mg/l). Je zásadně nevhodné používat katex pracující v sodíkovém cyklu, který vychytává Ca a Mg a namísto nich uvolňuje do vody sodík.

**pH.** Pokud je nutné z technických důvodů zvýšit pH a stabilizovat vápenato-uhličitanovou rovnováhu a zabránit tak korozi, lze použít filtraci přes kontaktní odkyselovací hmotu (nejčastěji napůl vypálený dolomitický vápenec) nebo odvětrání agresivního oxidu uhličitého. Záleží na druhu vody. Ze zdravotního hlediska není úprava pH nezbytná.

**Organické látky (CHSK-Mn).** Jediným vhodným řešením je filtrace přes aktivní uhlí. Aby nedošlo k pomnožování bakterií, je nutno použít aktivní uhlí bakteriostaticky ošetřené (např. stříbrem) nebo v kombinaci s mikrofiltrem (0,2 μm).

**Dusičnany.** Lze použít iontoměnič – anex. Aby se předešlo minerálové deformaci vody a nadměrnému nárůstu obsahu některých jiných nežádoucích aniontů uvolněných anexem, je vhodné použít tzv. plně selektivní denitrifikační anex, který „vychytává“ dusičnany a namísto nich uvolňuje do vody ve vyváženém množství hydrogenuhlíkaty, sírany a chloridy.

**Dusitany.** Jejich vyšší přítomnost ve vodě většinou signalizuje nepřírozené poměry ve vodě jako celku, např. silný kyslíkový deficit, který způsobuje redukční prostředí. Nápravou dojde k oxidaci dusitanů na dusičnany, které – budou-li v nadbytku – se odstraní anexem (viz výše).

**Chloridy.** Nadměrný obsah ve většinou pojí s vysokou mineralizací a jejich selektivní odstranění (např. iontoměničem) by bylo jednak obtížné, jednak by nic nevyřešilo.

**Sírany.** Stejný problém jako u chloridů (viz výše).

**Železo.** Nutno vždy řešit na vstupu do objektu větším zařízením, napodobujícím klasickou vodárenskou úpravu (oxidace provzdušněním, vysrážení (hydro)oxidů železa, sedimentace, filtrace). Alternativní modernější metoda, filtrace vody přes hmotu pracující na principu katalytické oxidace, nemá univerzální účinnost a vždy je nutné ji na dané lokalitě a místní vodě nejdříve poloprovozně otestovat.

**Mangan.** Stejně řešení jako u železa (viz výše).

**Zákal.** Řešením je mechanická filtrace, vhodná porozita filtru vychází z druhu zákalu.

**Barva. Chuť. Pach.** Řešením, které však nemusí být 100%, je aktivní uhlí. Podmínky použití jako u organických látek (viz výše). U barvy může někdy pomoci mikrofiltrace.

**Radon.** Prvky klasické vodárenské úpravy (provzdušnění a odvětrání) již byly aplikovány i u přístrojů do domácností. V ČR však dosud běžně na trhu nejsou, překážkou může být i vysoká cena. Částečně pomoci však může i aktivní uhlí.

Závěrem tohoto přehledu je na místě ještě jednou opakovat zásadu vyslovenou již v kapitole „Co dělat, když voda není v pořádku“: vždy je lepší prevence (zábrana či odstranění znečištění) než léčení (úprava vody). Markantní je to zvláště třeba u zákalu a organických látek (CHSK) – jejich vysoké hodnoty nejsou u podzemní vody nikdy normální a jejich nápravu lze nejefektivněji řešit tím, že zajistíme, aby se do studny nedostávala povrchová voda.

Již naznačené **problémy s užitím „vodních filtrů“** mohou mít původ v přístrojích samotných, v návodu k užití a v obsluze.

### Chyby přístrojů:

- účinnost není konstantní po celou dobu životnosti; žádný z prodávaných systémů nedává uživateli možnost v plné míře si průběžně kontrolovat jakost vyrobené vody ani stupeň vyčerpanosti náplně;
- u iontoměničů jsou z vody odstraňovány nežádoucí součásti výměnou za jiné, ve zvýšeném množství taktéž nežádoucí (chloridy, sodík, sírany);
- z vody jsou vedle nežádoucích odstraňovány i součásti prospěšné (Ca, Mg, stopové esenciální prvky), případně se mění jejich přirozený poměr;
- filtrační jednotka slouží – díky vlhku, teple, temnu a sorbovaným organickým látkám (= živinám) – jako živné médium pro růst ve vodě obsažených mikroorganismů a je zdrojem bakteriální kontaminace filtrátu, chuťových a pachových závad.

Tomu bývá dnes ze strany výrobců často předcházeno impregnací filtrační náplně stříbrem, nežádoucí pak ale dochází k uvolňování stříbra do filtrátu v nadměrném množství, protože opět není možné považovat zařízení za zdravotně nezávadné; některé systémy dokonce uvolňují kovy (Cu, Zn, Ag) do filtrátu záměrně

pro jejich baktericidní účinek. I když hlavní rizikovou součástí bakteriální kontaminace zůstává filtrační vložka, většinou se zapomíná, že bakterie (za pomoci slizovitého biofilmu) mohou osídlit i plastový vnitřní povrch nádoby filtru. U naprosté většiny filtrů chybí v návodu doporučený postup, jak při výměně filtrační vložky asanovat i celý vnitřní povrch nádoby filtru, který se jinak stává dalším zdrojem kontaminace upravované vody.

### Chyby návodů k použití:

- výrobce (prodejce) doporučuje „plošné“ použití přístroje bez znalosti typu vody a její chemické a mikrobiologické kvality;
- výrobce slibuje odstranění i těch kontaminantů, které přístroj odstranit nedokáže, nebo neurčitými slibů („100% superčistá voda po celý rok“) v neinformovaném zákazníkovi tuto představu vyvolává;
- výrobce (prodejce) nedává jasnou informaci o mechanismu úpravy, a nedává tak zákazníkovi možnost se objektivně rozhodnout (příklad některých prodejců zařízení na bázi ze zdravotního hlediska nevhodné reverzní osmózy, kde distributoři hovoří jen obecně o „vodním filtru“);
- neurčitá nebo nadhodnocená informace o životnosti filtrační vložky;
- několikanásobné nadhodnocení doporučené rychlosti průtoku, které má za následek výrazné snížení účinnosti a předčasné vyčerpání filtrační náplně;
- neúplný návod, neoborný překlad z cizího jazyka, neinformovanost prodejců.

### Chyby obsluhy:

- nedodržování návodu (proplach po delší odstavce filtru);
- přetěžování přístroje nadměrným průtokem;
- nerespektování doby životnosti náplně (po vyčerpání sorpční kapacity může docházet k vyplavování již zachycených škodlivých látek).

Pokud se přece jenom někdo rozhodne pro alternativu **domácí (do)úpravy vody**, ať už z přesvědčení o finanční výhodnosti tohoto řešení nebo proto, že jiné řešení nezbývá, doporučujeme **řídít se následujícími doporučeními:**

- 1) Informujte se o kvalitě své vody a druhu kontaminace, případně nechte udělat rozbor. Jsou-li limity některých ukazatelů překročeny, konzultujte s místní hygienickou stanicí jejich zdravotní riziko. Uvažte, zda je úprava vody ze zdravotního hlediska opravdu nutná – často bývají důvody úpravy spíše technické než zdravotní (např. změkčení vody), ale prioritou by mělo být zdraví. Nesnažte se upravovat vodu výrazně znečištěnou; čím složitější úprava, tím větší riziko a menší pravděpodobnost kvalitního produktu.
- 2) Podle přísloví „dvakrát měř, jednou řež“ si raději nechejte udělat opakovaný rozbor (nejlépe v jiné laboratoři) dříve, než začnete kopat novou studnu nebo investovat desetitisíce do domácí vodárny. Zvažte všechny alternativy a jejich finanční náklady.
- 3) Při rozhodování o koupi zařízení vyhledávejte odborné informace nezávislé na prodejci.
- 4) Obráťte se nezávisle nejméně na tři firmy zabývající se úpravou vody. Pošlete jim výsledky rozboru své vody a požadavky na účel a množství upravené vody a vyžádejte si nabídku technického řešení, kvality upravené vody, pořizovacích a provozních nákladů, nároků na obsluhu a údržbu, záruky a servis.
- 5) Při nákupu zařízení vyžádejte určité a jasné informace o průtoku, účincích, podmínkách provozu a životnosti (vše musí být uvedeno v návodu). Pokud u přístrojů typu „point-of-use“ průtok uveden není nebo je větší než 0,5 l/min, je dobré dodržovat vyzkoušené pravidlo, že na jednosložkových sorpčních filtrech, jakými jsou filtry z aktivního uhlí, by množství přefiltrované vody za jednu minutu mělo být přibližně rovno nebo menší, než je objem lože aktivního uhlí ve filtrační vložce. Tedy např. přes vložku s objemem granulovaného aktivního uhlí 0,15 l, kterou jsou vybaveny nejmenší „bateriové“ filtry, můžeme kvalitně profiltrovat jen asi 0,1 – 0,15 l/min. Při rychlejším průtoku je filtrace neúčinná!
- 6) Kupujte jen takové zařízení, jehož výkon a účinnost odpovídají vašim požadavkům. V návodu by mělo být jasně uvedeno, které látky je přístroj schopen odstranit a které není. Nevolte přístroje na bázi reverzní osmózy, deionizace nebo destilace, které jsou sice účinné, ale zároveň vodu zcela demineralizují (zbavují všech nezbytných minerálních látek), čímž vzniká téměř destilovaná voda, která **nemá** charakter vody pitné a nelze ji používat jako trvalou její náhradu. Její konzumace představuje prokázané zdravotní riziko.
- 7) Nepoužívejte pro úpravu pitné vody magnetickou nebo elektromagnetickou úpravu vody, která má snížit tvorbu vápenatých usazenin v potrubí. Takto upravená voda se na základě dosavadních experimentů podezřívá, že může při dlouhodobějším podávání způsobit člověku poruchy vnitřního prostředí, a dosud nebyla nikde na světě provedena žádná lékařská studie, která by prokázala zdravotní



nezávadnost takto upravené vody při trvalém požívání. V ČR byla některá zařízení na bázi (elektro)magnetické úpravy povolena na úpravu teplé užitkové vody, ale žádné na úpravu pitné vody.

8) Po koupi, instalaci a uvedení do provozu je vhodné ověřit kvalitu upravené vody, zda odpovídá deklarovaným parametrům. Zvláště u nákupu dražších zařízení by měl zákazník do kupní smlouvy prosadit odpovědnost dodavatele za kvalitu upravené vody.

9) Po odstavení z provozu přístroj propláchněte, po delší odstavce nejméně 15 – 20 minut. Pokud je kapacita uváděna počtem protékajících objemů (litrů), sledujte pečlivě svou spotřebu. Filtrační náplň vyměňujte nejspíše v intervalech doporučených návodem.

10) Nepoužívejte filtrát pro přípravu kojenecké stravy.

11) Zatímco dříve se mohl kupující při výběru důvěryhodného přístroje alespoň trochu opřít o úřední schválení, nyní již takovou možnost nemá, protože všechny atesty hlavního hygienika na tyto přístroje pozbyly k 30. 6. 2002 svou platnost a ministerstvo zdravotnictví (MZ) již podobné výrobky neschvaluje.

Závazně však pro ně platí, že musí odpovídat hygienickým požadavkům stanoveným ve vyhlášce MZ č. 409/2005 Sb. a jejich výrobce či dovozce se musí na požádání prokázat nezávislým posudkem od autorizovaného pracoviště, který shodu prodávajícího přístroje s tímto předpisem dokládá. Kopii tohoto dokladu lze samozřejmě žádat i po prodejci. I když dnes existují některá zařízení, ke kterým lze mít z hygienického hlediska jen minimální výhrady nebo je lze i doporučit (řada mechanických filtrů, zvláště keramických, atd.), nutno vzhledem k výše zmíněným rizikům opakovat a zdůraznit hlavní hygienickou zásadu: **za nejvhodnější a nejzdravější musí být vždy považován kvalitní zdroj vody, z něhož nemusí být voda již nijak upravována.**

### Studny živé a neživé

Nejlepší obrázek o tom, jak lidé chovají studny v úctě a pečují o ně, dávaly vždy veřejné studny. Málokterá věc dokázala poutníka potěšit tak, jako když v parném dnu dorazil do vesnice a mohl se osvěžit a napít vody z obecní studny. Zdarma, bez obav, bez pochybností. O úctě ke studnám se tehdy asi nemluvilo, ale o úctě a pohostinnosti k hostům (i náhodným) ano, a tak péče o studnu byla samozřejmostí – přirozeně, že i vzhledem k potřebám místním.

Časy se ale poněkud změnila a dnešní poutník aby skoro hledal jiná potěšení. Ano, stále jsou vidět na veřejných prostranstvích studny, ale o nějaké úctě nevypovídají nic, maximálně o úctě k zcela jiným hodnotám. Budí povětšinou dojem, že jsou opuštěné, doslova bezprizorní. Opředené pavučinami a pověstmi, že kdysi v nich byla dobrá voda. Naprázdno vrzající rameno studny, nechybí-li vůbec, nedá ani šanci si trochu vody vyloudit. A když přece – poutník je nad takovou vodou zmítán pochybnostmi. Ne, v každé studni nemusí být pitná voda, to poutník ví. Vždyť tu a tam dorazí také ke studni, která opuštěná není. Je upravená, stejně jako její okolí, a správce ji podle předpisu označil příslušným nápisem. Třeba že „Voda je pitná jen po převaření“ nebo že není pitná vůbec apod. Pak se nedá nic dělat (?). Vzácně poutník dorazí i ke studni, na které se dočká vytoužené tabulky „Pitná voda“, dokonce i s uvedením data posledního rozboru. Je nadšen: studny ještě žijí, skuteční správci také.

Poutník toho hodně viděl a nebývá hloupý. Proto se často diví. Třeba člověku, který se na svém pozemku pečlivě stará o svou studnu, ale ignoruje chátrající studnu za plotem. Je jedno jestli ta studna je obecní nebo sousedova, pokud do ní zatéká voda z povrchu nebo v ní nacházejí místo posledního odpočinku různí živočichové, je to prostě velmi spolehlivý prostředek, jak znečistit i tu pečlivě udržovanou studnu.

Proto **i nevyužívané studny se musí zabezpečit takovým způsobem, aby nedošlo k znečištění podzemní vody.** A pokud nemůže být taková studna využita ani jako požární, ani jako pozorovací objekt k zjištění úrovně podzemní vody, ani není nikdo, kdo by se staral o základní údržbu, je snad lepší požádat vodoprávní úřad o zrušení studny. Úřad rozhodne o uvedení studny do neškodného stavu, v krajním případě o likvidaci. Studna se likviduje nejčastěji zasypaním a to nezávadným materiálem podobným okolnímu podloží – čistým štěrkem ve zvodnělé vrstvě, nad tím čistou zemínou bez organických látek. Poutník, který asi přichází z nějakého jiného světa, má však utkvělou představu o studnách a pramenech coby národním bohatstvím. A že by likvidace byla vždy tím nejlepším řešením, si rozhodně nemyslí.

### literatura:

Kožíšek, F. (2003): Studna jako zdroj pitné vody. Příručka pro uživatele domovních a veřejných studní. Státní zdravotní ústav, Praha, 36 s.

### internet:

[www.szu.cz/voda/](http://www.szu.cz/voda/)