

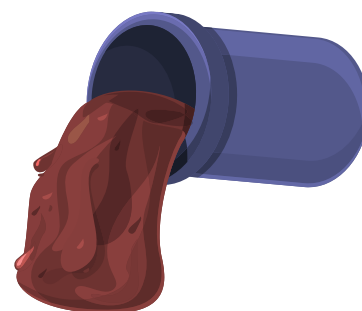
4 Vodní infrastruktura

Cesta vody je značně komplikovaná. Vodní infrastruktura představuje klíčový systém, který zabezpečuje dostupnost, kvalitu a efektivní distribuci vody nejen pro lidské potřeby. Tento systém zahrnuje různé objekty a komponenty, jako jsou úpravný vody, čistírny odpadních vod, vodojemy, distribuční (vodovodní) sítě a stokovací sítě (kanalizace).

4.1 Cesta pitné vody v našem městě

Co budou žáci dělat?

Jak přesně a odkud se k nám dostává pitná voda? A co se s ní poté děje? Kolik nás stojí? A to nejen v obecné rovině, ale přímo u nás v obci. Nejen na tyto otázky budou schopni žáci odpovědět po absolvování této lekce. V začátku lekce zjistí, jakým způsobem se zacházelo se splašky ve středověku, a poté budou zjišťovat, jak rozdílné je to v dnešní době.



Časová dotace: 1 vyučovací hodina ve třídě

Jaké schopnosti si žák osvojí?



Žák si objasní rozdíl mezi pojmy úpravna a čistírna a bude schopný vyjmenovat cestu pitné vody v jeho obci.



Žák bude schopný vysvětlit, jak probíhá úprava a čištění v jeho obci.



Žák bude schopný specifikovat vodní infrastrukturu v jeho obci.

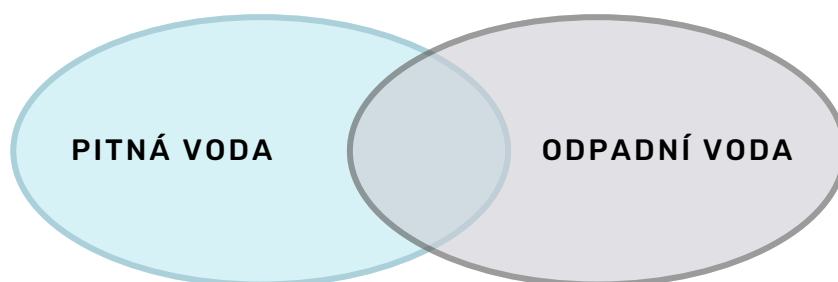
HODINA PRVNÍ

<i>evokace a motivace</i>	10 minut
<i>výzkumné otázky, sestavení hypotézy</i>	5 minut
<i>výzkum a vyhodnocení</i>	20 minut
<i>prezentace a reflexe</i>	10 minut

Pomůcky: PC s přístupem k internetu, pro žáky: psací potřeby, papír, přístroj s přístupem k internetu

4.1.1 Evokace a motivace

K evokaci využijte **Vennův diagram**. Každý žák si zakreslí dva obrazce, které mají společný prostor, a vepíše do nich pojmy: pitná voda a odpadní voda. Úkolem žáka bude do jednotlivých obrazců vepsat slova či věty, jež ho napadají k danému pojmu a do spojující části napíše slova, jež jsou platná pro oba pojmy. Zde přikládáme, jak vypadá Vennův diagram:



Přikládáme inspiraci na slova, jež mohou být vyplněna ve Vennově diagramu:

pitná voda	Upravená pro lidskou spotřebu. Splňuje zdravotní a bezpečnostní normy. Dodávána prostřednictvím potrubí. Používá se pro pití, vaření, mytí a další hygienické účely.
odpadní voda	Znečištěná voda z domácností, průmyslu a dešťových splachů. Obsahuje moč, zbytky jídla, oleje atd. Vyžaduje čištění před vypuštěním zpět do přírody.
společná část	Obě jsou součástí vodního cyklu a infrastruktury města. Potřebují úpravu (i když odlišnými metodami) před použitím nebo vypuštěním. Mají přímý vliv na zdraví obyvatel a životní prostředí. Jsou transportovány potrubními systémy a vyžadují údržbu a správu kvality.

Jako motivaci tématu žákům poslouží průzkum do minulosti, a proto jim promítněte tento obrázek. Nechte žáky se na něj důkladně podívat a poté se zeptejte, co si myslí, že dáma z okna lije na chodník.

Správná odpověď jsou splašky (moč a exkrementy). Řekněte jim, že lidé ve městech vykonávali svou potřebu do vědra, které pak vylévali buď přímo z okna na ulici nebo do otevřených stok, které je lemovaly. Toto vylévání exkrementů na ulici bylo některými městy regulováno na určitou hodinu nebo část dne (např. po setmění) apod.



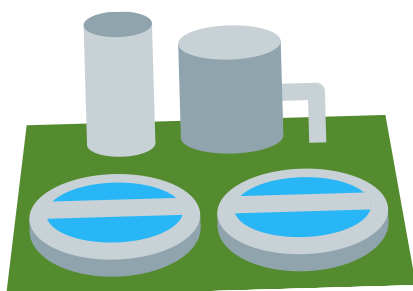
název díla: Ship Of Fools Of The Worlde, autor: Sebastian Brant (1458–1521)

Zeptejte se žáků, zda vědí, jak to funguje v dnešní době. Kde se voda upravuje a kde čistí?

TIPY: Historii vodárenství můžete doplnit o video snázvem *Voda pro Plzeň* (*Voda pro Plzeň - YouTube*), historie vodárenství je zde zmíněna od 1:35 do 2:27, historii čistírenství naleznete ve videu *ČOV Plzeň (ČOV Plzeň - prezentační film)*, stopáž 2:27 až 3:37. Pokud byste svým žákům chtěli dát větší vhled do toho, jak vypadá úprava a čištění, můžete jim videa pustit celá.

4.1.2 Výzkumné otázky, sestavení hypotézy

Rozdělte žáky do skupin po čtyřech. Nechte je přemítat nad otázkami, které je k tématu cesty pitné vody u nich ve městě napadají.



POZNÁMKA: Doporučujeme, abyste před hodinou sami udělali průzkum ohledně informací, které lze dohledat k vodní infrastruktuře Vašeho města. Rozhodně je nutné, abyste věděli, kdo je provozovatelem sítě (lze nalézt na ročním vyúčtování). Zjistěte, jaké informace jsou poskytnuty na webu provozovatele sítě. Dle toho formujte směr výzkumných otázek a hypotéz Vašich studentů.

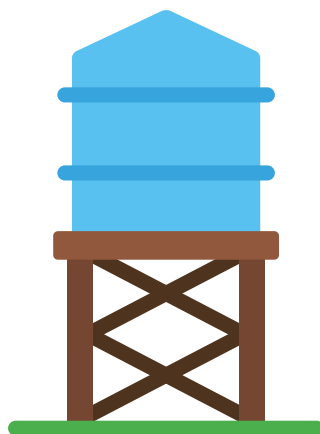
výzkumná otázka	hypotéza
Jak s odpadní vodou zacházíme v našem městě nyní?	Odpadní vodu odvádíme pomocí kanálů do čistírny odpadních vod přímo v našem městě.
Odkud získáváme pitnou vodu pro naše město?	Vodu získáváme v blízkosti našeho města.
Kde a jak se voda čistí/upravuje v našem městě?	Vodu upravujeme v úpravně daleko od našeho města.
Je vodné a stočné v našem městě dražší než v Praze?	Vodné je levnější než v Praze.
Máme v našem městě vodojemy?	V našem městě je alespoň 1 vodojem.

4.1.3 Výzkum

Předtím než studenti začnou pracovat na své hypotéze, rozdejte jim mapu jejich města. Jejich úkolem bude během výzkumu nalézt, kde se v jejich městě nachází úpravná, vodojem a čistírna odpadních vod. Žáci mohou zakreslit i jejich domácnost. Šipkami mohou jednotlivé objekty pospojovat. Díky tomuto úkolu si uvědomí ještě větší důležitost svých výzkumných otázek a hypotéz. Pověřte skupiny, aby hledaly odpovědi na Mapy.cz. Doporučte jim zkusit vyhledat pojmy jako **úpravná vody, čistírna odpadních vod** nebo **vodojem**.

TIP: Jako mapový podklad postačí výstřižek z webových aplikací jako jsou Mapy.cz s nastavením základní mapové vrstvy (<https://mapy.cz/zakladni>), nebo například Google Maps s nastavením výchozí vrstvy mapy (<https://www.google.com/maps>).

Podklady k ověření svých hypotéz budou hledat na přístrojích s přístupem k internetu. Mohou hledat na webu města nebo se zeptat (telefonicky) na radnici ohledně dostupných zdrojů či u provozovatele úpravní a čistírny odpadních vod. Pokud jim bude dělat problém tyto stránky najít, tyto odkazy jim poskytněte.



4.1.4 Prezentace a reflexe

Nechte žáky prezentovat výstupy své práce. Pobavte se s nimi, jak náročné bylo informace získat a zda získali všechny, které chtěli.

Po samotném prezentování s žáky ověřte, zda během výzkumu alespoň někdo ze třídy našel odpovědi na tyto otázky (pokud odpovědi již nebyly zmíněny):



Z jakého zdroje získáváme vodu?
Co se spítnou vodou stane, když ji použijeme?



Kudy voda prochází k nám do domácnosti?
Jakými kroky voda projde, než se dostane k nám domů?
Jaké rozdíly mohou být mezi pitnou vodou z různých míst?



Proč jsou úpravní a čistírny vody klíčové pro zdraví a bezpečí obyvatel?
Jak může změna klimatu ovlivnit zdroje pitné vody a jejich dostupnost?



V posledním kroku spolu s žáky na tabuli namalujte cestu pitné vody. Tedy: zdroj vody (povrchová či podzemní voda) – úpravná vody – distribuční síť – domácnost – kanalizace – čistírna odpadních vod – řeka

BONUS: Pokuste se zjistit cenu vody a případné projekty, které město plánuje v oblasti vodohospodářství (stavba kanalizace, rozšíření čistírny odpadních vod).

ROZŠÍŘUJÍCÍ AKTIVITY K LEKCI

Můžete kontaktovat provozovatele úpravy vody či čistírny odpadních vod ve Vašem okolí a zorganizovat žákům exkurzi. Pokud k tomu provozovatel nebude otevřený, můžete si se studenty udělat pouze procházku kolem těchto objektů a zjistit jejich stav alespoň z vnějšku. Zda je objekt opečováván, tráva je zde posekaná, zda je cítit určitý zápach, to vše žákům ukáže realitu ohledně tohoto tématu ve Vašem městě.

4.2 Rozbor vody z našeho města

Co budou žáci dělat?

Úkolem žáků bude prozkoumat kvalitu vody v jejich městě. Udělají chemický rozbor kohoutkové vody ze školy, jejich domácnosti, dešťové vody a vody balené a zřeky či stojaté vody. Získaná data porovnájí s údaji, které uvádí provozovatel sítě (ten kdo dodává pitnou vodu) a také co nakazuje legislativa. Svá zjištění budou moci prezentovat svým rodičům a dalším obyvatelům města.



Časová dotace: 1 vyučovací hodina ve třídě

Jaké schopnosti si žák osvojí?



Žák zjistí, co je to rozbor vody a jaké ukazatele se v pitné vodě stanovují, vyzkouší si některé ukazatele stanovit.



Žák bude schopen zhodnotit kvalitu vody z jednotlivých lokalit.



Žák je schopen analyzovat a interpretovat experimentální data tak, aby je mohl aplikovat na skutečné situace a diskutovat o jejich vlivu na člověka a životní prostředí.

HODINA PRVNÍ

<i>evokace a motivace</i>	10 minut
<i>výzkumné otázky, sestavení hypotézy</i>	5 minut
<i>experiment</i>	15 minut
<i>vyhodnocení a reflexe</i>	5 minut

Pomůcky: pracovní list 5, psací potřeby

4.2.1 Evokace a motivace

Pro motivaci studentů před chemickým rozbořem vody zkuste zapojit jejich zřídavost a povzbudit je k přemýřlení o řídležitosti kvalitní vody v jejich řádřodenním řivotě. Můřete začít otázkou:

- Pijete vodu z kohoutku, nebo máte raději balenou vodu? Mysříte, ře je mezi nimi velký rozděl v kvalitě?

Dále pokračujte krátkou diskuzí o původu a kvalitě různých typů vod: pitné vody, vody z přírodních zdrojů a balené vody. Ukařte jim zajímavé příklady, např. zda věděl, ře **voda z kohoutku musí splňovat přísné hygienické normy**. Tím jim naznačíte, ře jejich vlastní zjiřtění znásledného rozboru mohou být cenná pro řáždodenní rozhodování.



Připomeňte jim, ře i když voda vypadá jako řirá, mohou v ní být látky, které nevidíme, ale mohou mít vřiv na zdravl nebo řuř. Pak se jich zeptejte:

- Věděl vaři rodiče, jak kvalitní voda nám teče v obci z kohoutku? Pokud byste měli možnost, řtěl byste to zjistit? Jak mysříte, ře byste to zjistili?

Postupně na stůl vyskládejte všechny pomůcky, které k chemickému rozboru budete mít nachystané, tedy: sklenice, teploměr, pH paplřek a jiné testovací prouřky, paplř s *tabulkou legislativních požadavků* (naleznete v přílohách). Následně vystavte vzorky jednotlivých druhů vod.

4.2.2 Výzkumné otázky, sestavení hypotézy

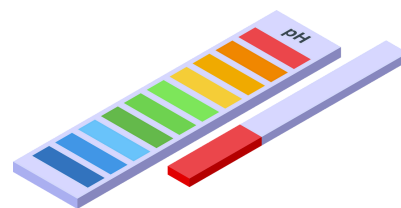
Rozděřte řřidu do skupin po řtyřech řácích. Zde Vám nablříme inspiraci na možné výzkumné otázky a hypotézy:

výzkumná otázka	hypotéza
Odpovídá kvalita kohoutkové vody legislativě pro pitnou vodu?	Kohoutková voda bude odpovldat legislativním požadavkům.
Jak se řlřlř kohoutková voda ze řkoly a z naší domácnosti?	Kohoutková voda ze řkoly a z domova je řtejná.
Jak se kvalita vody z různých zdrojů (kohoutková, balená, deřřřová, řeka) řlřř?	Kohoutková voda bude mít lepší výsledky než deřřřová a řeka díky její úpravě.
Jak odpovldají kvality jednotlivých typů vody legislativním požadavkům a normám?	Deřřřová voda nebude splňovat zákonné normy.

4.2.3 Experiment - chemický rozbor vody

V této části lekce budou žáci provádět chemický rozbor různých druhů vod. Tato lekce je postavena tak, abyste k jejímu provedení nepotřebovali chemickou laboratoř, z toho důvodu se většina parametrů měří pomocí testovacích proužků (fungují na stejném principu jako pH papírek).

Žáci u jednotlivých druhů vod posoudí barvu, pach, zákal a chuť (pouze u pitné vody). Následně změří teplotu, pH a další parametry, které se odvíjí od Vámi dostupných testovacích proužků. V obchodech (hlavně se zaměřením na akvaristiku) naleznete testovací proužky na tyto parametry: tvrdost vody, dusičnany, dusitany, vápník, železo, chlór a mnoho dalších. Zdůrazňujeme, že některé testy nejsou vhodné pro samostatné měření žáky. Před koupí testů si přečtěte příbalové informace. Pokud se cítíte nejistě, proveďte testy Vy a žáky je nechte vyhodnotit.



POZNÁMKA: Pokud se potřebujete v jednotlivých parametrech vzdělat, základní informace naleznete na tomto odkazu: [Kvalita vody / Příběh Vody](#).

Na mikrobiologické parametry bohužel neexistují tyto papírkové testy. V následující poznámce uvádíme odkazy na jednotlivé testovací proužky. Je ovšem na Vás, jaké množství a druh zvolíte.

POZNÁMKA: Odkazy, kde můžete jednotlivé testovací proužky zakoupit:

- celková tvrdost [Tetra test GH 10 ml](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#) (nutný přepočít na mg/l zde: [°dH to mg/L converter - MathDA.com](#))
- vápník [Aquar test Ca \(vápník\)](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#)
- železo [Aquar test Fe \(železo\)](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#) či [JBL Fe test \(železo\)](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#)
- mangan [Zoolek Aquatest Mn](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#)
- dusičnany [Aquar test Nitrat \(NO₃-\)](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#)
- chlór [Aquar test Cl \(aktivní chlór\)](#) / [INVITAL Rostlinna-akvaria.cz](#)
- kombinace více parametrů: 16 parametrů [Aqua Crystalis testovací proužky 16v1 na test vody \(100 ks\)](#) / [Cleno.cz](#) (pozor hodnoty jsou v ppm, lze ale přepočítat na mg/l), 6 parametrů [Tetra Pond 6 v 1 testovací proužky 25 ks](#)

BONUS: K jednotlivým stanovením naleznete návodná videa s názvem [Metodiky analytiky vody na našem webu](#).

K samotnému chemickému rozboru budete tedy potřebovat (počet pomůcek se odvíjí od počtu skupin):

- sklenice
- teploměr
- pH papírky
- testovací proužky na ostatní parametry (závisí na tom, které zvolíte)

Rozdejte žákům *pracovní list 5* k chemickému rozboru a určete jim, který druh vody mají analyzovat.

skupina	co měří
skupina 1	kohoutková voda ze školy
skupina 2	kohoutková voda z domácnosti
skupina 3	balená voda perlivá
skupina 4	dešťová voda
skupina 5	voda z přírodního zdroje (řeka, rybník atd.)

TIP: V létě můžete testovat např. i vodu z bazénu. Pakliže je voda z přírodního zdroje nějakým způsobem oživená, žáci mohou využít i lupu.

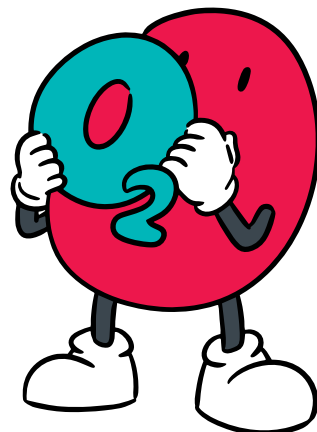
Ujistěte se, že všichni žáci pochopí, jakým způsobem mají jednotlivé testovací papírky použít. Můžete jim před započítím analyzování ukázat správný postup. Před měřením každého parametru je vždy potřeba vzorek promíchat. Pokud koncentrace určitých parametrů bude vyšší, než je stanovitelná koncentrace, můžete vzorek naředit a pokusit se měření s testovacím proužkem zopakovat.

Skupiny si následně své naměřené hodnoty nasdílí.

POZNÁMKA: Při dostatku materiálu můžete určit žákům opakování měření třikrát. Z tří stanovení mohou poté určit průměrnou hodnotu a tato výsledná hodnota bude více odpovídat skutečnosti.

4.2.4 Vyhodnocení a reflexe

Po skončení experimentu je důležité nechat žáky zamyslet se nad tím, jaké všechny ukazatele změřili. Pokud si nejsou jistí, co jednotlivé parametry značí, je možné jim dát čas si je dohledat. Důležité je, aby též pochopili, jaké následky mají vyšší koncentrace než limitní, např. vysoká koncentrace dusičnanů může způsobovat methemoglobinémii (snižuje se schopnost krve přenášet kyslík).



Dle dostupného času a schopností žáků mohou naměřená data porovnávat s:

pH vody mohou porovnat s orientačními hodnotami:

<i>Typ vody</i>	<i>Rozsah pH</i>
pitná kohoutková voda	6,5–9,5
balená perlivá voda	4,5–5,5
dešťová voda	5,0–6,5
řeka Vltava	7,0–8,0

Poskytnutými informacemi od provozovatele sítě (naleznete na webu provozovatele v sekci kvalita vody, pro Prahu zde: Pitná voda - Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Středočeské vodárny: GEOMLite)

Platnou legislativou týkající se požadavků na kvalitu pitné vody, a to s vyhláškou č. 371/2023 Sb. (371/2023 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou ...). Tabulku (pouze s vybranými) ukazateli a jejich limity naleznete na konci této lekce.



Posléze jednotlivé skupiny odprezentují svá zjištění. Na závěr jim můžete ukázat kompletní tabulku legislativních požadavků ve vyhlášce č. 371/2023 Sb. V závěru hodiny můžete diskutovat nad tím, zda Vám po tomto měření přijde bezpečné pít kohoutkovou vodu a které parametry a výzkumné otázky byste chtěli řešit dále.

Reference

1 Vývoj měst

- <https://clanky.rvp.cz/clanek/r/GCDC/17391/OCHRANA-PRIRODY-A-ZIVOTNIHO-PROSTREDI.html>

3 Modrozelená infrastruktura

- <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/vite-co-je-modro-zelena-infrastruktura>
- [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/modrozelená_infrastruktura/\\$FILE/OAZK-vztah_ZI_SI_MZI_k_HDV-20230720.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/modrozelená_infrastruktura/$FILE/OAZK-vztah_ZI_SI_MZI_k_HDV-20230720.pdf)
- https://www.mzp.cz/cz/modrozelená_infrastruktura
- příklady z praxe <https://www.youtube.com/watch?v=jP4rO6qVCrk>
- Městský standard plánování, výsadby a péče o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu

4 Vodní infrastruktura

- Vyhláška 371/2023 Sb.



PRACOVNÍ LIST 5

Chemický rozbor vody

Naše hypotéza:

Vzorek pro naši skupinu:

Postup:

parametr	postup
barva	Měříme proti bílému pozadí.
pach	Ke vzorku přivoníme. Pach lze popsat jako žádný, zemitý, hnilobný...
chuť	U určitých vzorků můžeme hodnotit chuť. Napijeme se vzorku.
teplota	Ponoříme teploměr do vody a počkáme minutu, než se teplota přestane měnit.
pH a další chemické parametry	Postupujte dle návodu na obalu testu.

Před měřením každého parametru je vždy potřebné vzorek promíchat.

Chemický rozbor (další chemické parametry dle instrukcí učitele):

parametr	kohoutková voda ze školy	kohoutková voda doma	balená voda	dešťová voda	voda z řeky
barva					
pach					
chuť					
teplota					
pH					

PRACOVNÍ LIST 5

Chemický rozbor vody



Která voda splňuje legislativní požadavky na pitnou vodu?

Naše hypotéza se potvrdila / vyvrátila:

LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA PITNOU VODU

Z vyhlášky č. č. 371/2023 Sb byly vybrány pouze určité ukazatele. Vysvětlení typu limitu: MH – mezní hodnota (překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko), NMH – nejvyšší mezní hodnota (při jejich překročení je vyloučeno použití vody jako pitné), DH – doporučená hodnota

č.	ukazatel	zkratka	jednotka	limit	typ limitu
13	amonné ionty	NH ₄ ⁺	mg/l	0,50	MH
16	barva		mg/l Pt	20	MH
24	draslík	K	mg/l	1-10	DH
25	dusičnany	NO ₃ ⁻	mg/l	50	NMH
26	dusitany	NO ₂ ⁻	mg/l	0,50	NMH
28	fluoridy	F ⁻	mg/l	1,5	NMH
30	hliník	Al	mg/l	0,20	MH
31	hořčík	Mg	mg/l	10	MH
				20-30	DH
33	chlor volný	Cl ₂	mg/l	0,3	MH
36	chloridy	Cl ⁻	mg/l	250	MH
39	chuť			příjemná pro odběratele	MH
43	mangan	Mn	mg/l	0,050	MH
44	měď	Cu	μg/l	1000	NMH
47	olovo	Pb	μg/l	5	NMH
49	pach			příjemný pro odběratele	MH
50	pesticidní látky	PL	μg/l	0,10	NMH
53	pH	pH		6,5-9,5	MH
60	teplota		°C	8-12	DH
65	uran	U	μg/l	15	NMH
66	vápník	Ca	mg/l	30 (minimálně)	MH
				40-80	DH
69	železo	Fe	mg/l	0,20	MH