

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

Kvalita pitné vody určené k hromadnému zásobování obyvatel

Diplomová práce

Autor: Bc. Zuzana Sompeková

Vedoucí práce: Ing. Radmila Řepová

Datum odevzdání práce: 16. 8. 2010

Summary

The Quality of Drinking Water in Public Distribution Systems

This research project was aimed at monitoring the quality of drinking water that is supplied to the inhabitants of small villages. The quality of drinking water produced by small waterworks in South Bohemia, in municipalities Mazelov, Ortvínovice, Doubravka and Rábín, was studied. Sanitary analyses of drinking water samples carried out by the waterworks operators in 2004-2009 showed some variability in the concentrations of free chlorine, nitrates, pH, turbidity and the content of *Escherichia coli* in all the waterworks during the investigated period. The hypothesis assuming that the quality of drinking water produced by water treatment from small water sources is stable and that it does not vary in some key indicators, such as nitrates, the contents of *Escherichia coli* etc., throughout the year was not confirmed. The other hypothesis assuming that the number of small water sources used for public drinking water supplies decreases during the period was confirmed. The causes of these changes depend on many factors, such as the location and source of drinking water, the type of treatment plant, and, last but not least, the quality of service and economic potential of the waterworks operators play a negative role.

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

16. 8. 2010 v Českých Budějovicích

.....

Poděkování

Ráda bych na prvním místě poděkovala vedoucí práce Ing. Radmile Řepové za vstřícné a inspirativní vedení mé diplomové práce.

Další poděkování náleží Ing. Ireně Kolářové za cenné informace.

Za pomoc při zpracování výsledků patří díky Janu Pitnerovi.

A v neposlední řadě bych zde ráda vyjádřila poděkování rodičům za klidné zázemí v průběhu celého mého studia.

Úvod.....	8
1 Současný stav.....	10
1. 1 Funkce vody.....	10
1. 2 Pitná voda v České republice.....	10
1. 3 Rozdělení vody	11
1. 4 Biologická hodnota pitné vody	11
1. 5 Rozdělení zdrojů pitné vody, jejich odběr a ochrana.....	12
1. 5. 1 Povrchové vody	12
1. 5. 2 Podzemní vody	12
1. 5. 3 Umělá filtrace	13
1. 5. 4 Ochranná pásma.....	13
1. 6 Získávání pitné vody.....	14
1. 7 Odběr (jímání) vody.....	14
1. 7. 1 Jímací zařízení	15
1. 7. 2 Povinnosti vlastníků jímacích objektů.....	16
1. 7. 3 Zřizování vodovodů	17
1. 7. 4 Povolení k nakládání s vodami	18
1. 7. 5 Povolení provozování vodovodu	18
1. 8 Procesy používané při úpravě surové vody na vodu pitnou	19
1. 8. 1 Mechanické předčištění surové vody.....	19
1. 8. 2 Koagulace	19
1. 8. 3 Filtrace	19
1. 8. 4 Chemická úprava	20
1. 8. 4. 1 Odželezování vody	20
1. 8. 4. 2 Odmanganování vody	20
1. 8. 4. 3 Odkyselování vody	20
1. 8. 5 Dezinfekce vody	21
1. 8. 5. 1 Dezinfekce ozonem.....	22
1. 8. 5. 2 Dezinfekce UV zářením.....	22
1. 8. 5. 3 Oligodynamické působení kovů	22

1. 8. 6 Membránové metody	22
1. 8. 7 Úprava pitné vody v domácnosti	23
1. 9 Akumulace a doprava vody	23
1. 10 Zásobování pitnou vodou.....	24
1. 11 Spotřeba pitné vody v ČR.....	26
1. 12 Pitná voda a její kvalita.....	26
1. 13 Požadavky na kvalitu pitné vody	27
1. 14 Pitná voda a právní předpisy.....	28
1. 15 Hodnocení pitné vody	29
1. 15. 1 Provozní norma ČSN dle 75 7212	29
1. 15. 2 Laboratorní analýza pitné vody podle Vyhlášky č. 252/2004 Sb.	30
1. 16 Ukazatele kvality pitné vody	31
1. 16. 1 Mikrobiologické a biologické ukazatele.....	31
1. 16. 2 Fyzikální a chemické ukazatele kvality pitné vody	32
1. 16. 3 Organoleptické (senzorické) ukazatele kvality pitné vody.....	33
1. 17 Státní zdravotní dozor.....	35
1. 18 Kontaminace pitné vody	36
1. 18. 1 Kontaminace zdroje	36
1. 18. 2 Kontaminace při úpravě vody.....	36
1. 18. 3 Kontaminace při distribuci vody.....	36
1. 19 Onemocnění z pitné vody	37
1. 19. 1 Onemocnění způsobené biologickými faktory	37
1. 19. 2 Onemocnění způsobené chemickými látkami	38
1. 19. 3 Radiologické příčiny nemocí z pitné vody	40
1. 20 Epidemie z vody	41
2 Cíle práce a hypotézy.....	43
3 Metodika	44
4 Výsledky	45
4. 1 Vodárna Mazelov.....	45
4.2 Vodárna Ortvínovice.....	56

4. 3 Vodárna Doubravka.....	67
4. 4 Vodárna Rábín	78
4. 5 Tabešní a grafický přehled vybraných ukazatelů kvality pitné vody u sledovaných vodáren.....	89
5 Diskuse.....	99
6 Závěr	104
7 Seznam použitých zdrojů.....	105
8 Klíčová slova	110

Úvod

Voda je významnou a nenahraditelnou součástí života na Zemi, je nezbytná pro všechny živé organismy a tedy i pro člověka. Je obsažena všude kolem nás - ve světových oceánech, mořích, řekách, potocích, vodních přehradách, jezerech, rybnících a v mnoha dalších uskupeních. Vyskytuje se ve třech skupenstvích, a to kapalném, plynném a pevném. Voda je právem považována za látku nezbytnou k životu lidí, zvířat, rostlin ale i dalších organismů.

Zdravotně závadná voda v minulosti způsobila mnohé rozsáhlé epidemie, při kterých často umíralo mnoho lidí. Dříve bylo pro pitnou vodu rozhodující zejména její množství a přijatelnost z hlediska pachu, chutě, barvy, případně dalších sensorických vlastností. Postupem času se zjistilo, že i zdánlivě dobře vypadající a chutnající voda může obsahovat původce nebezpečných chorob, toxické chemické látky apod. V současné době se věnuje velká pozornost kvalitě vody používané pro pitné účely, kromě vydatnosti vodního zdroje je důležitá i kvalita pitné vody. Kvalita pitné vody se sleduje z hlediska biologických, mikrobiologických, fyzikálních, chemických a sensorických vlastností. Z pohledu spotřebitelů jsou velmi důležité především sensorické vlastnosti, jelikož podle nich hodnotí celkovou kvalitu pitné vody. Nevyhovující sensorické vlastnosti přesvědčují spotřebitele o tom, že voda je nekvalitní a zdravotně závadná. Proto dávají lidé přednost baleným vodám nebo různým zařízením sloužícím k doúpravě vody v domácnosti (vodní filtry) před pitnou vodou dodávanou z veřejných vodovodních řadů. Nadměrné užívání nesprávných druhů balených vod nebo jejich chybné skladování může negativně ovlivňovat zdravotní stav člověka, stejně jako používání domácích vodních filtrů.

Kvalita pitné vody se musí sledovat, neboť se neustále mění z důvodu působení vnějších podmínek. Za zakladatele hygieny vody u nás je považován prof. Gustav Kabrhel. (6) Narodil se 23. 11. 1857 v Dražkovicích u Chrudimi. Zasloužil se o to, že Praha byla zásobována kvalitní podzemní vodou a ne vodou z Vltavy. Dále je autorem řady prací zabývajících se znečištěním a samočisticí schopností řek, vlivem vlastností půdy na kvalitu vody ve zdroji, účinností vodárenské pískové filtrace, novými

metodami bakteriologického zkoumání vody apod. Vytvořil moderně pojatou příručku na hodnocení kvality pitné vody – „Teorie a praxe posuzování vody pitné“. V roce 1927 vyšla jeho monografie o hygieně vody – „Hygienu vody“. (13)

V současné době kvalita pitné vody ve veřejných vodovodech musí splňovat hygienické limity, které jsou stanoveny vyhláškou 252/2004 Sb. Kontrolou kvality pitné vody jsou pověřeny orgány ochrany veřejného zdraví.

Téma diplomové práce jsem si vybrala, protože mě zajímala kvalita pitné vody, kterou jsou občané zásobováni a chtěla jsem utřídit informace týkající se rozborů pitné vody z hlediska dusičnanů, které mohou posloužit jak odborné veřejnosti, tak i širšímu okruhu obyvatel, kteří sledují kvalitu pitné vody.

1 Současný stav

1. 1 Funkce vody

Voda je nezastupitelná a plní biologickou, zdravotní a kulturně estetickou funkci.

Voda je jediným univerzálním rozpouštědlem v živých soustavách - organismech. Podle přibližného odhadu je 15 procent organismů vodních, zbytek tvoří organismy suchozemské. V ekosystémech se uplatňuje voda v tekutém stavu i ve formě par.

Voda je nezastupitelná pro zajištění osobní i veřejné hygieny člověka. Slouží k mytí, čištění, odstraňování odpadů, vytápění, ke klimatizaci apod..

Voda je přínosem ke zkrášlení krajiny a sídel. Je důležitým činitelem z hlediska krajinářské architektonické tvorby. Podle výskytu, zdrojů, odběrů a znečištění rozdělujeme vody na povrchové a podzemní. Pro tekoucí vody (potoky, řeky, kanály) se ve vodohospodářské praxi používá pojem recipient nebo vodoteč. Podle způsobu užití (jakosti) se rozlišuje voda pitná, užitková a provozní. (7)

1. 2 Pitná voda v České republice

Pro vodárenství jsou nejvýznamnější voda povrchová a podzemní, které jsou po úpravě zdrojem pitné vody v České republice (dále jen ČR). Podzemní vody se v současnosti využívají asi na 50 procent. Podzemní vody se na zásobování vodou podílí asi 44 procenty. (8) V ČR je dnes téměř 85 procent obyvatel zásobováno vodou z veřejných vodovodů a jejich počet stoupá. Proto se může zdát, že např. studna je záležitostí neaktuální a překonanou. Přesto bylo podle posledních odhadů v ČR přes 750 tisíc domovních studní a skoro 20 tisíc veřejných studní (16), o které musí jejich majitel nebo provozovatel pečovat a zajistit potřebná povolení. Ze studní je zásobováno 15 procent obyvatelstva (mimo rozvodnou síť). (8)

1. 3 Rozdělení vody

Voda se v přírodě vyskytuje v různých formách, a to v ovzduší, na zemském povrchu i pod jeho povrchem. Jako taková obsahuje rozpuštěné i nerozpuštěné látky a živé organismy. Pro připomenutí skutečnosti, že ne každá voda je vhodná pro úpravu na vodu pitnou, stručně zmiňuji rozdělení vod z hlediska účelu:

- Pitná - nutná pro zachování fyziologických funkcí člověka
- Užitková - koupání, mytí, splachování WC, praní prádla, napájení a ošetřování zvířat v zemědělství
- Provozní - průmyslová a zemědělská výroba (hlavně závlahy)
- Výrobní - stává se součástí výrobku v potravinářském průmyslu, proto musí splňovat požadavky na pitnou vodu
- Požární - slouží k hašení požáru, požadavky na její kvalitu jsou minimální, pouze musí umožnit provoz technických strojů a zařízení.

1. 4 Biologická hodnota pitné vody

Pravidelná a dlouhodobá konzumace pitné vody může představovat pro spotřebitele zdravotní riziko, nebo naopak může mít ochranný a prospěšný účinek. Optimální celkový obsah rozpuštěných minerálních látek je v rozmezí 150 – 400 mg/l. Voda s nízkým obsahem minerálních látek (pod 100 mg/l) narušuje minerálově-vodní hospodářství organismu. Voda s obsahem nad 1000 mg/l způsobuje vznik močových a ledvinových kamenů, kamenů žlučníku, hypertenzi. Pozitivně na lidské zdraví působí vápník a hořčík, fluoridy a další prvky (např. jod, křemík ad.). (12) Určité množství vápníku a hořčíku v pitné vodě snižuje riziko úmrtnosti na srdečně-cévní poruchy (infarkt myokardu, ischemická choroba srdeční atd.). Nízký obsah vápníku vede k neurologickým chorobám ve stáří, vysokému krevnímu tlaku a zlomeninám kostí u dětí. Nízký obsah hořčíku v pitné vodě je spojen se zvýšeným rizikem těhotenských komplikací (tzv. preeklamsií), poruchami motorických nervů a s vysokým krevním tlakem. (12)

Další prospěšnou složkou vody je fluor, resp. fluoridový iont. V první polovině dvacátého století se zjistilo, že určité množství fluoridů působí preventivně proti vzniku zubního kazu. Proto se začaly do pitné vody fluoridy záměrně přidávat. V 70. – 90. letech od toho většina zemí upustila, protože se objevovaly informace o negativních účincích fluoridů a jejich příjem se zvyšoval z jiných zdrojů (zubní pasty). V Československu se pitná voda obohacovala fluoridy od konce 50. let do roku 1993. (12)

1. 5 Rozdělení zdrojů pitné vody, jejich odběr a ochrana

Zdroje vody, které se využívají pro zásobování obyvatelstva, se dělí na vody povrchové a podzemní. (39)

1. 5. 1 Povrchové vody

Pro povrchové vody je charakteristická proměnlivá teplota, nižší mineralizace, vyšší obsah kyslíku (výjimkou jsou velmi znečištěné vody), nízký obsah oxidu uhličitého a vyšší koncentrace organických látek vůbec (eutrofizace). Také počet mikroorganismů bývá ve srovnání s podzemními vodami větší a rozmanitější skladby. (39) Povrchovou vodu lze odebírat z toků nebo vodárenských nádrží. V praxi se velmi často využívají velké vodárenské soustavy s velkokapacitními zdroji na horních úsecích tzv. vodárenských toků (např. Vodárenská soustava Jižní Čechy). Z vodárenské nádrže se odebírá voda převážně v její střední vrstvě, v hlubších vrstvách dochází k hnilobným procesům. Odběr vody z nádrže se provádí pomocí odběrné věže nebo trubním odběrem. Odběr tekoucí vody se provádí u břehu nebo ve dně řečiště. (8)

1. 5. 2 Podzemní vody

Podzemní vody mají vyšší mineralizaci než povrchové vody, stálou teplotu a neobsahují kyslík, případně velmi málo. Koncentrace oxidu uhličitého bývá často o dost větší než u povrchových vod. Obsah organických látek bývá velmi nízký. Podzemní

vody obsahují nepatrné množství organismů, které jsou odlišné v porovnání s povrchovými vodami, anebo je neobsahují vůbec. V některých lokalitách obsahují vyšší koncentraci radioaktivních látek, zejména radonu. (39) Způsob jímání podzemní vody závisí na tom, zda prameny vyvěrají na povrch, nebo zda zůstávají pod povrchem.

Pramenní jímky se používají k jímání vody vyvěrající na povrch. K jímání vody pod povrchem se zřizují vodorovné nebo svislé jímací objekty (zářezy, kopané a vrtané studny). (8)

Rozdělením vod na podzemní a povrchové je vymezená i oblast a charakter nečistot, které se budou muset odstranit v úpravě vody. (39)

1. 5. 3 Umělá filtrace

Umělá infiltrace je způsob, jak dosáhnout zvýšení množství podzemní vody. Podstatou je umělé převedení povrchové vody do vody podzemní. Hlavním účelem je zlepšit kvalitu povrchové vody. Umělá infiltrace se rozděluje na břehovou a přímou. Využívání břehové infiltrace se stále snižuje z důvodu zhoršující se kvality vody v tocích (9)

1. 5. 4 Ochranná pásma

Pro ochranu vydatnosti, kvality a zdravotní nezávadnosti vody jímáné z vodních zdrojů jsou určena ochranná pásma. Stanoví je, ruší nebo mění vodohospodářský orgán na návrh nebo z vlastního podnětu. Dělí se na ochranná pásma prvního stupně a druhého stupně. Ochranné pásmo prvního stupně chrání bezprostřední okolí jímacího nebo odběrového zařízení. Tato pásma mají zpravidla kruhový tvar a musí být oplocena. Ochranné pásmo druhého stupně se stanovuje vně předchozího ochranného pásma. V ochranných pásech jsou stanovena pravidla pro hospodaření (např. při provádění zemních prací, používání chemických látek, pastvě zvířat apod.). (31)

1. 6 Získávání pitné vody

Veřejná vodovodní síť v ČR má délku 45 600 kilometrů a přesahuje tedy o téměř 6 tisíc kilometrů délku zemského rovníku. Tato síť zásobuje 85 procent obyvatel, 15 procent - t.j. 1 milion 550 tisíc obyvatel je zásobováno ze studní. Dvě pětiny vody pro veřejné vodovody pochází z podzemních zdrojů, tři pětiny ze zdrojů povrchových. Do vodních toků je zároveň vypouštěno ročně více než tisíc milionů m³ odpadních vod, z nichž 46 procent je s vyhovující účinností čištěno. (32)

ČR má mimořádně nepříznivou situaci v zásobování vodou, neboť je zcela závislá na srážkách. V průměru na jednoho obyvatele připadá u nás 388 litrů vody na den, tj. nejméně ze všech evropských států. Rozvinutý průmysl a zemědělství nepříznivě ovlivňují čistotu vod, což se projevuje v nedostatku pitné vody. (7)

1. 7 Odběr (jímání) vody

Článek 7 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členskými státy ukládá, aby pro každou oblast povodí určily všechny vodní útvary využívané k odběru vody určené k lidské spotřebě, pokud poskytují průměrně více než 10 m³ vody za den nebo slouží více než 50 osobám, a vodní útvary uvažované pro tento účel. Dále mají zajistit nezbytnou ochranu vodních útvarů určených k tomuto účelu, aby bylo zabráněno zhoršování jejich kvality, čímž přispějí ke snížení stupně úpravy potřebného pro výrobu pitné vody. Pro tyto vodní útvary mohou členské státy zřídit ochranná pásma.

Pro nakládání s povrchovými vodami je třeba povolení, avšak s výjimkou obecného nakládání s nimi k jejich odběru, se povolení vyžaduje pro odběr podzemní vody. (36)

V případě, že není možné získat pro veřejné zásobování vodou vydatný a spolehlivý zdroj podzemní vody nebo pokud by byla tato možnost neúměrně finančně nákladná, pak je třeba vyhledat vyhovující zdroj povrchové vody. Voda je pak odebírána z toků nebo z vodárenských nádrží. V ČR se osvědčila koncepce velkých

vodárenských soustav s velkokapacitními zdroji na horních úsecích tzv. vodárenských toků. V současné době jsou nejvýznačnějšími: Středočeská vodárenská soustava včetně hlavního města Prahy pro 1,49 milionu obyvatel, soustava Severní Čechy pro 0,59 milionu obyvatel, Ostravský oblastní vodovod pro 0,97 milionu obyvatel, vodárenská soustava Jižní Čechy pro 0,24 milionu obyvatel a asi desítka menších vodárenských soustav. (8)

Jednotlivé prameny hodnotíme podle jejich vydatnosti vyjádřené v litrech za sekundu. V praxi však musíme zohlednit, že se jedná o veličinu, která klesá nejen v průběhu roku, ale také v jednotlivých letech. Kromě vydatnosti se sleduje také velikost a charakter pramenů, závislost jakosti vody na výkyvech vydatnosti pramene, geologické poměry, vztah teploty pramene a vzduchu. Rozhodujícím faktorem je také maximální a minimální vydatnost.

1. 7. 1 Jímací zařízení

Jímací zařízení můžeme rozdělit podle charakteru vod, k jejichž jímání slouží:

1) Zařízení k jímání povrchových vod

- jímání z nádrží
- jímání z vodních toků

2) Zařízení k jímání podzemních vod

- pramenní jímky

Odebírají se jimi větší prameny (malý vývěr je možné jímat ve studánce), mohou plnit i funkci podzemního vodojemu v případě, že mají potřebný akumulací prostor.

- svislá jímací zařízení

Tato zařízení mají své opodstatnění v místech, kde se vyskytuje podzemní voda. Před jejich vybudováním se obvykle používá technika pokusného vrtu, který odhalí nejen přítomnost, ale také hloubku a vydatnost zdroje. Následuje rozbor vody v laboratoři.

- vodorovná jímací zařízení

Jejich úkolem je jímat podzemní vodu, která nevyvěrá na povrch. Problémem může být jejich finanční náročnost- při stavbě je třeba nejprve odtěžit větší množství zeminy. Člení se na galerie (štoly), které mohou být průlezné nebo průchodné, ale v současnosti se již téměř nebudují, a jímací zářezy, které v praxi nacházejí své uplatnění v nesoudržných štěrkopískových vrstvách.

- kombinované objekty

V praxi je pak podle hloubky hladiny podzemní vody a její vydatnosti zvoleno vhodné jímací zařízení /studna/. Studna je stavba, která vodou zásobuje jednoho nebo více spotřebitelů. Studny se dělí podle různých hledisek:

- podle velikosti zásobované oblasti- studny domovní, veřejné, vodárenské, požární
- podle hydraulického hlediska- úplné obyčejné studny (prostupují zvodněné vrstvy až na nepropustné podloží), neúplné obyčejné studny, artéské studny
- podle konstrukce a vybavení
 - studny šachtové (kopané, spouštěné, podezdívané)
 - studny vrtané (trubní)

Všechny studny vybudované po roce 1955 musí mít stavební a vodoprávní povolení k odběru vody. Vodní zákon v § 55 demonstrativně stanoví, co se rozumí vodním dílem. Podle odstavce 1 písm. c) jsou jimi i stavby vodovodních řadů a vodárenských objektů, a to ve spojení s §2 zákona o vodovodech a kanalizacích.

1. 7. 2 Povinnosti vlastníků jímacích objektů

V návaznosti na § 55 vodního zákona je třeba upozornit na právem stanovené povinnosti vyplývající ze skutečnosti, že se jedná o vodní díla. Vodní zákon je upravuje v § 59. Mezi nejdůležitější povinnosti patří dodržování podmínek a povinností, za kterých došlo k samotnému povolení tohoto díla (zejména dodržování manipulačního příp. provozního řádu), dále udržování díla v řádném stavu, provádění technicko-bezpečnostního dohledu a opatření k odstranění závad na vodním díle (ukládá

vodoprávní úřad, vlastník však nese na vlastní náklady), vlastník je také povinen za mimořádných okolností dbát pokynů správce vodního toku a odstranit případné předměty a hmoty, které se na vodním díle mohou zachytit a následně s nimi naložit v souladu s právem, tj. podle zvláštního zákona, kterým je zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech. I na vlastníka se samozřejmě vztahuje obecně formulovaný zákaz poškozovat vodní díla a jejich funkce.

1. 7. 3 Zřizování vodovodů

Vodárenství je vodohospodářským oborem, jehož úkolem je zabezpečovat zásobování spotřebiště (obyvatelstvo, průmysl, zemědělství) vodou. Každá z těchto skupin má specifické požadavky, a to jak na množství, tak na kvalitu vody. Aby bylo v praxi možné vyhovět všem těmto skupinám, jsou zřizovány jednotlivé druhy vodovodů. Nejvyšší soud již v roce 1940 judikoval, že obec se může zásadně domáhat toho, aby pro ni na určitém pozemku byla zřízena služebnost, potřebná k vedení obecního vodovodu, který zařizuje. Tehdejší zákon sice za podmínek §365 o. z. o. a pro místa, kde nebylo možné vodu opatřit jinak, uděloval výjimku, ale tato výjimka nijak neoslabuje zásadu, kterou známe i dnes, a to konání ve veřejném zájmu.

Vodovody a kanalizace pro veřejnou potřebu se zřizují a provozují ve veřejném zájmu. (38) Vodovod je vodním dílem, z čehož plynou pro jeho vlastníka určité povinnosti. (38) Vodoprávní úřad vykonává působnost speciálního stavebního úřadu podle zvláštního zákona. Při povolování změn vodních děl a jejich odstranění se vždy zohledňuje ochrana vodních a na vodu vázaných ekosystémů. V případě, že jsou nutné udržovací práce, které by mohly mít negativní vliv na životní prostředí nebo stabilitu vodního díla, pak je dána ohlašovací povinnost vlastníka vodoprávnímu úřadu. (38) Je zřejmé, že pro rozsah povinností vlastníka je stěžejním rozlišení staveb, které jsou/nejsou vodním dílem. Paragraf 8 vodního zákona zakotvuje institut povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami. V případě, že toto povolení zanikne, rozhodne vodoprávní úřad podle § 15 odst. 7 vodního zákona o podmínkách dalšího trvání, popř. odstranění vodního díla.

1. 7. 4 Povolení k nakládání s vodami

Povolení se vydává fyzickým nebo právnickým osobám na žádost. Náležitosti jsou konkretizovány vyhláškou č. 432/2001 Sb. Paragraf 8 v odstavci 3 vodního zákona vyjmenovává situace, kdy povolení k nakládání není třeba. Povolení má charakter správního rozhodnutí, ve kterém je stanoven rozsah nakládání, účel a doba, po kterou je nakládání povoleno. Povolení může být změněno nebo zrušeno, a to z vlastního podnětu vodoprávního úřadu nebo na návrh, může také zaniknout způsoby specifikovanými v § 13 téhož zákona.

1. 7. 5 Povolení provozování vodovodu

Provozováním vodovodů a kanalizací se zabývá hlava II zákona o vodovodech a kanalizacích. Základním předpokladem pro získání oprávnění k provozování je žádost o vydání povolení k provozování vodovodu nebo kanalizace podaná krajskému úřadu. Režim osob oprávněných provozovat živnost „Provozování vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu“ se řídí zvláštním zákonem (z. č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání). Podle díkce § 39 odst. 3 byly fyzické a právnické osoby, které byly oprávněny k podnikání na základě získání živnostenského oprávnění pro koncesovanou živnost „Provozování vodovodů a kanalizací“ před nabytím účinnosti tohoto zákona, oprávněny pokračovat v provozování činnosti do 31. 3. 2004. Po té byly živnostenským úřadem ve lhůtě do 1 roku i bez žádosti vydány těmto osobám nové živnostenské listy (již se jedná o živnost vázanou).

V případě, že provozovatel vodovodu nebo kanalizace přestane splňovat podmínky pro vydání povolení, pak krajský úřad podle § 6 odst. 7 zákona o vodovodech a kanalizacích toto povolení zruší. Následně má informační povinnost o tomto kroku vůči ministerstvu a živnostenskému úřadu. Krajský úřad může podle okolností daného případu povolení rovněž změnit. Povolení k provozování však může být zrušeno také při zjištění závažných nedostatků a v podmínkách opakovaného porušování ustanovení zákona o vodovodech a kanalizacích nebo zvláštních právních předpisů, jimiž jsou např. zákon o vodách a o ochraně veřejného zdraví.

1. 8 Procesy používané při úpravě surové vody na vodu pitnou

Surová voda je voda odebraná z povrchových vodních zdrojů nebo podzemních vodních zdrojů pro účely úpravy na vodu pitnou a voda v průběhu úpravy. (35) Surová voda se rozděluje podle limitních hodnot do tří kategorií A1, A2, A3, které odpovídají standardním metodám úpravy. Technologické způsoby úpravy surové vody se podobají procesům odehrávajícím se při koloběhu vody v přírodě. Jejich průběh je však mnohem rychlejší. (39) Pro dosažení požadované jakosti vody se používají technologické procesy mechanické, chemické a fyzikální. (2)

1. 8. 1 Mechanické předčištění surové vody

Při mechanickém předčištění vody se zachycují pevné nerozpuštěné látky unášené vodou a usazuje se písek a štěrk sunutý při dně. (2)

1. 8. 2 Koagulace

Koagulace je zajišťována přidáváním chemikálií (koagulantů). Nejčastěji se používají soli hliníku a železa. (1) Po přidání koagulantů se voda míchá. Nejprve je vhodná co nejvyšší intenzita míchání, kdy se koagulant rozptýlí po celém objemu vody a dojde ke sblížení jednotlivých částic. Tímto se vytvářejí mikrovločky. V další fázi nastupuje mírné míchání, při kterém se tvoří větší částice – makrovločky. (2)

Poté následuje separace vloček, která probíhá v usazovacích nádržích (sedimentace na dně), čiřících (vločky jsou udržovány ve vznosu a vytváří vločkový mrak) nebo flotačních nádržích (vločky jsou vynášeny k hladině). (29)

1. 8. 3 Filtrace

Voda prochází zrnitým nebo porézním materiálem, kde se zachycují částice nerozpuštěných látek. Filtrace vody se provádí na pomalých nebo rychlých pískových filtrech. Po určité době je třeba filtrační náplň (písek) dostatečně vyprat, v opačném

případě se zkracuje filtrační fáze a prodražuje se provoz. (30) K prací fázi se používá voda nebo voda se vzduchem. (29)

1. 8. 4 Chemická úprava

Chemická úprava se používá zejména při úpravě podzemních vod na vodu pitnou. Patří sem především odželezování, odmanganování a odkyselování vody. (21)

1. 8. 4. 1 Odželezování vody

I malé koncentrace dvojmocného železa mohou být příčinou nadměrného rozvoje železitých bakterií. Tyto bakterie ucpávají potrubí a odumíráním způsobují zápach vody. Principem odželezování vody je oxidace dvojmocného železa na trojmocné. (21) Oxidací se železo převede na nerozpustné sloučeniny, které se z vody odstraní sedimentací a filtrací. (31)

1. 8. 4. 2 Odmanganování vody

Mangan bývá více obsažen v podzemních vodách než ve vodách povrchových. Při jeho odstraňování se podobně jako u železa využívá oxidace na vyšší mocenství. (21)

1. 8. 4. 3 Odkyselování vody

Odkyselováním se z vody odstraňuje agresivní oxid uhličitý, který se projevuje svými agresivními účinky na kovových i betonových konstrukcích, potrubích apod. Způsobuje rozpouštění olova, mědi a zinku z potrubí, což může vést ke vzniku zdravotních poruch. Provádí se mechanickým nebo chemickým způsobem. Při mechanickém odkyselování se odstraňuje oxid uhličitý provzdušňováním. Chemický způsob spočívá v průtoku vody přes odkyselovací hmoty (např. mramor, dolomit), na něž se oxid uhličitý naváže. (31)

1. 8. 5 Dezinfekce vody

Vody povrchové i podzemní mohou obsahovat choroboplodné zárodky a jsou pak zdravotně závadné. V minulosti se vyskytovaly rozsáhlé epidemie právě v důsledku kontaminace pitné vody bakteriemi a viry. Dezinfekce pitné vody je proto velmi důležité opatření. (2) K dezinfekci pitné vody lze použít chemické a fyzikální postupy (plynný chlor, chlornan sodný, chloraminy, oxid chloričitý, ozon, UV záření, a oligodynamické působení některých kovů). (29)

Součástí procesu úpravy vody je primární dezinfekce, která slouží k odstranění choroboplodných zárodků. K hygienickému zabezpečení pitné vody v distribuční síti se používá sekundární dezinfekce. (30)

Dezinfekci je možno provádět jednorázově (např. pro odstranění následků havárie, při zprovoznění nově vybudovaného zdroje apod.) nebo kontinuálně v běžném provozu. Aplikace nadměrného množství dezinfekčního prostředku může vést ke zhoršení jakosti pitné vody nebo dokonce zdravotní závadnosti. (33)

Nejvíce používaná dezinfekční látka je chlor. Jedná se o plyn žlutozelené barvy těžší než vzduch. Má pronikavý dusivý zápach. Ve vodě se velmi dobře rozpouští. Dávkuje se do vody pomocí chlorátorů v chlorovně, která má mít co nejmenší rozměry, tepelně izolované stěny, stálou teplotu a zajištěné odvětrávání v případě unikajícího chloru. Při úpravě některých povrchových vod je zapotřebí velkých dávek chloru, jehož přebytek se odstraňuje dechlorací. Provádí se provzdušněním vody nebo pomocí chemických látek. (2) Chlor ničí bakterie i viry v malých koncentracích a jeho použití je poměrně jednoduché. Navíc má i oxidační účinky, které lze uplatnit při odstraňování železa, manganu a dalších látek. (21) Nevýhodou je vznik vedlejších produktů chlorace, což jsou chlorované sloučeniny vznikající reakcí ve vodě obsažených výchozích látek s dezinfekčním prostředkem. Nejvíce se vyskytují trihalomethany, pro něž je vyhláškou MZ č. 252/2004 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) stanovena nejvyšší mezní hodnota. (33) Tvorba vedlejších produktů dezinfekce roste se zvyšující se dávkou chloru. (28)

1. 8. 5. 1 Dezinfekce ozonem

Dezinfekce ozonem se využívá pro primární dezinfekci. Ozon působí na bakterie i na viry. Nevýhodou je, že se nedá skladovat a musí se vyrábět na úpravě vody. S tím jsou spojeny velké energetické náklady. Je nutno zajistit jeho účinné odvětrávání, protože je vysoce toxický. Vedlejšími produkty ozonizace jsou bromičnany. (30)

1. 8. 5. 2 Dezinfekce UV zářením

Dezinfekce UV zářením učinila skutečný průlom až v roce 1980 v Severní Americe, kdy se ukázala schopnost UV záření velmi rychle zničit bakterie i jejich spory. Nejúčinnější vlnová délka UV záření pro tyto účely je 254 nm. Výhodou je, že odpadá manipulace s chemikáliemi, jejich kontrola a dávkování. Do vody se nedostávají cizí, toxické látky a voda se chuťově ani pachově nemění. (2) Nevýhodou je, že může dojít k reaktivaci patogenů nebo k rekontaminaci vody. (28)

1. 8. 5. 3 Oligodynamické působení kovů

Oligodynamické působení některých kovů (stříbro) se používá k dezinfekci u menších vodovodů nebo studní. Podstatou jejich dezinfekčního účinku je pravděpodobně schopnost koagulovat bílkoviny uvnitř bakterií. (2)

1. 8. 6 Membránové metody

Do membránových metod patří mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza. Tyto metody využívají semipermeabilní membrány, které mají schopnost zachycovat ve vodě přítomné částice. V dnešní době jsou ekonomicky konkurenceschopné klasickým metodám úpravy vody z důvodu významného poklesu cen membrán. Jednou z největších výhod je prakticky stoprocentní odstranění patogenních organismů, které odolávají dezinfekci chlorem (např. *Cryptosporidium* s.p., *Guardia* s.p.). Důležité je sledovat neporušenost membrány. Membránové metody

odstraňují i přirozené organické látky způsobující nežádoucí zabarvení, pach, chuť vody a prekursory vedlejších produktů dezinfekce. (2)

1. 8. 7 Úprava pitné vody v domácnosti

Zařízení na doupravu pitné vody v domácnosti jsou veřejností často nazývané „domácí filtry“. Jejich zakoupení a používání je třeba velmi dobře zvážit. Jsou vhodné v lokalitách, kde pitná voda nedosahuje vyhovující kvality. Typ zařízení by měl doporučit odborník na základě rozboru vody. (33) Nevhodné jsou přístroje na bázi reverzní osmózy a demineralizace, neboť odstraní z vody veškeré minerální látky. Zařízení může být při nesprávném používání neúčinné nebo může kvalitu pitné vody zhoršit. Takto upravovaná voda se nedoporučuje pro přípravu kojenecké stravy. (33)

1. 9 Akumulace a doprava vody

Velice důležité zařízení je úpravna vody, neboť na její správné funkci závisí zdraví lidí. Podstatné je umístění úpravny a dopravní dostupnost. Mělo by se jednat o zastřešený a uzavřený objekt. K dispozici musí být provozní řád a havarijný plán, s nimiž je třeba seznámit personál úpravny. (28)

Rovnoměrný a nepřetržitý odběr vody z úpravny zajišťují vodojemy (akumulační nádrže). Umožňují pokrytí velkých okamžitých odběrů přesahující vydatnost vodního zdroje. Existují různé typy vodojemů, např. podzemní, věžové, obdélníkové, kuželové, zděné, železobetonové, před spotřebištěm, za spotřebištěm a další. Nejvíce se vyskytují vodojemy podzemní. (8) Akumulační nádrže musí být v dobrém stavu, dobře odvětrávány a pravidelně čištěny, aby nedošlo ke zhoršení kvality pitné vody. (33) Je třeba používat antimykotické nátěrové hmoty z důvodu zamezení tvorbě plísní na stěnách, neinstalovat okna, filtrovat přírodní vzduch apod. (29)

Doprava vody je zajišťována vodovodními řady (vodovodním potrubím), které se člení na jednotlivé úseky. Vodovodní řad přiváděcí dopravuje vodu do vodojemu a

může být gravitační nebo výtlačný (dle umístění vodního zdroje nebo vodojemu). V případě použití gravitačního vodovodu se vodní zdroj nachází nad spotřebišťem a doprava vody je zajišťována samospádem. U výtlačného vodovodu je zdroj vody umístěn v rovině nebo pod úrovni spotřebišťe. Je zde třeba použít čerpadlo. Vodu do spotřebišťe dopravuje zásobovací řad. Rozváděcí řad se rozděluje na řady hlavní a vedlejší, které tvoří vodovodní síť. Vodovodní síť je větvená nebo okružová (dle rozvodu vody). Dopravu vody jedním směrem do každého místa ve spotřebišťi zajišťuje větvená síť. Pomocí okružové sítě (jednotlivé řady propojeny do kruhu) je voda přiváděna do každého místa ve spotřebišťi ze dvou stran. Uvnitř objektů spotřebitelů je vybudován vnitřní (domovní) vodovod. (8) Materiál potrubí musí splňovat určité požadavky. Volba materiálu závisí např. na druhu a agresivitě okolní zeminy, požadované životnosti a i na dostupnosti materiálu. (31) Kvalita dodávané pitné vody potrubím se kontroluje na několika místech. Počet míst záleží na délce vodovodního řadu, velikosti obce a počtu spotřebitelů. Minimální četnost odběrů a rozsah rozborů vzorků pitné vody dodávané potrubím se řídí přílohou č. 4, 5 vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů. (29)

1. 10 Zásobování pitnou vodou

Rozvoj osídlení krajiny Českých zemí závisel na dostatku vody. Nejprve bylo zásobování zajišťováno především prostřednictvím studní, voda se roznášela z řek a potoků. Ve 12. století se začaly objevovat soukromé gravitační přivaděče. Za počátek zásobování obyvatelstva z veřejných vodovodů lze považovat již polovinu 14. století. Postupem doby docházelo ke zvyšování spotřeby vody, takže se kladly větší nároky na hygienu, zajištění distribuce vody, vodárenské stavitelství a vodárenské technologie vůbec. (6)

Ze sítě veřejných vodovodů 4 020 zásobovaných oblastí, které zásobují pitnou vodou více než 9,5 milionu obyvatel, bylo v roce 2008 odebráno 35 362 vzorků. Výsledky rozborů vzorků pitné vody vkládají orgány ochrany veřejného zdraví do databáze IS PiVo. V roce 2008 bylo takto vloženo do databáze IS PiVo více než

841 000 hodnot ukazatelů jakosti pitné vody. Limity zdravotně významných ukazatelů jakosti limitovaných nejvyšší mezní hodnotou byly překročeny v 1 756 případech. Mezní hodnoty ukazatelů jakosti charakterizujících především organoleptické vlastnosti pitné vody nebyly dodrženy v 12 705 nálezech. (18)

Četnost nedodržení limitních hodnot v jednotlivých ukazatelích klesá s rostoucím počtem zásobovaných obyvatel. V případě překročení nejvyšší mezní hodnoty z 1,07 procenta v nejmenších oblastech zásobujících do 1 000 obyvatel na 0,02 procenta v oblastech zásobujících více než 100 000 obyvatel. V případě překročení mezní hodnoty obdobně klesá z 3,22 procenta na 0,75 procenta. (18)

Téměř 7,8 milionu obyvatel bylo zásobováno pitnou vodou z distribučních sítí, v nichž v roce 2008 nebylo nalezeno překročení limitu žádného z ukazatelů limitovaných nejvyšší mezní hodnotou. Proti tomu ve 148, převážně nejmenších vodovodech zásobujících dohromady 25 000 obyvatel, bylo nejméně u jednoho ukazatele nalezeno překročení nejvyšší mezní hodnoty dle vyhlášky 252/2004 Sb. ze všech provedených stanoveních. Z toho 88 vodovodů zásobujících 14 000 obyvatel má pro daný ukazatel v IS PiVo evidovanou platnou dočasnou výjimku. V IS PiVo bylo evidováno 295 zásobovaných oblastí, pro které v roce 2008 platila výjimka schválená orgánem ochrany veřejného zdraví. Mírnější hygienický limit než stanoví vyhláška č. 252/2004 Sb. byl nejčastěji určen pro ukazatel dusičnany (160 oblastí zásobujících celkem 52 600 obyvatel). Povolená limitní hodnota se pohybovala v rozmezí 60 – 100 mg/l, dále to byl ukazatel pH (33 oblastí zásobujících 40 000 obyvatel, povolený limit se pohyboval v rozmezí 4,7 - 9,5) a další. V 237 oblastech byla udělena výjimka pro 1 ukazatel jakosti pitné vody. Ve 36 oblastech byla udělena výjimka pro 2 ukazatele, v 15 oblastech pro 3 ukazatele a ve zbývajících 7 oblastech pro 4 ukazatele. V 56 zásobovaných oblastech zásobujících 11 000 obyvatel platil alespoň po část roku 2008 úplný či omezený zákaz užívání vody jako vody pitné. (18) Hodnocení jakosti pitné vody v sítích veřejných vodovodů ukazuje, že z biologických a mikrobiologických ukazatelů jakosti jsou stále nejčastěji překračovány limitní hodnoty u koliformních bakterií, především *Escherichia coli*. (20)

1. 11 Spotřeba pitné vody v ČR

Po roce 1989 spotřeba vody klesala v důsledku růstu ceny vody, v letech 2002 a 2003 se pokles zastavil, poté opět došlo k poklesu. V roce 1989 činilo množství vody 171 l/osobu/den, v roce 2002 a 2003 103 l/osobu/den, v roce 2004 102 l/osobu/den, v roce 2005 98,9 l/osobu/den, v roce 2006 97,5 l/osobu/den a v roce 2007 98,5 l/osobu/den. (17)

V roce 2007 bylo soustavou veřejných vodovodů zásobováno 9,52 milionu obyvatel, tj. 92,3 procent z celkového počtu obyvatel. (17)

V roce 2008 bylo pitnou vodou z podzemních zdrojů zásobováno 42 procent (4 miliony) obyvatel, z povrchových zdrojů 32 procent (3 miliony) a ze smíšených zdrojů 26 procent (2,5 milionu) obyvatel. (17)

Četnost překročení zdravotně významných limitů ve větších vodovodech (zásobujících nad 5 000 obyvatel) v roce 2008 se pohybovala pouze okolo 0,1 procenta. (19)

1. 12 Pitná voda a její kvalita

Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání. (37) Pitná voda je zdravotně nezávadná, nevyvolá u spotřebitele onemocnění a její smyslově postižitelné vlastnosti jsou pro člověka přijatelné. (22)

Základním předpokladem zdravé společnosti je spolehlivé zásobování dobrou a bezpečnou pitnou vodou. Úkolem státu je vytvoření právní legislativy a institucí, které se vztahují k problematice množství a kvality (jakosti) dodávané pitné vody. Kompetence v této oblasti v ČR má výhradně Ministerstvo zdravotnictví a tedy Krajské hygienické stanice. Dále pak v oblasti odpadních a užitkových vod, kromě vody pitné,

je to Ministerstvo životního prostředí. Vody určené k napájení zvířat, hlavně domácích, spravuje Ministerstvo zemědělství, protože i zvířata musí mít vodu pitnou. Předpokládá se vlastní iniciativa a aktivita vodárenských společností, která by měla naplňovat cíl vytvořený Mezinárodní asociací pro vodu (IWA) v Bonnské chartě pro bezpečnou pitnou vodu: „Cílem je dobrá nezávadná pitná voda, která se těší důvěře spotřebitelů. Voda, kterou lze nejen bez obav pít, ale u níž spotřebitel zároveň oceňuje její estetickou kvalitu.“ (12)

Není důležité pouze dostatečné množství pitné vody, ale také její určitá kvalita. Do pojmu kvalita pitné vody lze zahrnout bezpečnost či nezávadnost vody, plně vyhovující chuť a další smyslově postižitelné vlastnosti. Za velmi podstatnou součást kvality pitné vody je třeba považovat to, jak spotřebitelé kvalitu vody vnímají. (12)

1. 13 Požadavky na kvalitu pitné vody

Hygienické požadavky na kvalitu (zdravotní nezávadnost a čistotu) pitné vody se stanoví hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů, které upravuje vyhláška MZ č. 252/2004 Sb. (ve znění pozdějších předpisů). Limity ukazatelů nestanovených ve výše zmíněné vyhlášce může povolit nebo určit (podle zákona o ochraně veřejného zdraví) příslušný orgán ochrany veřejného zdraví. (33)

Hygienické limity slouží k rozlišení zdravotního významu ukazatele a stanovují se jako nejvyšší mezní hodnoty, mezní hodnoty, doporučené hodnoty. (12)

Nejvyšší mezní hodnota je hodnota zdravotně závažného ukazatele jakosti pitné vody, v důsledku jejíhož překročení je vyloučeno použití vody jako pitné, neurčí-li orgán ochrany veřejného zdraví na základě zákona (č. 258/2000 Sb. v platném znění) jinak. (34) Do této skupiny patří např. enterokoky, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, antimon, arzen, bor, dusičnany, dusitany, chrom, olovo. (22)

Mezní hodnota je hodnota organoleptického ukazatele jakosti pitné vody, jejich přirozených součástí nebo provozních parametrů, jejíž překročení obvykle nepředstavuje akutní zdravotní riziko. Není-li u ukazatele uvedeno jinak, jedná se

o horní hranici rozmezí přípustných hodnot. (34) Do této skupiny se řadí např. koliformní bakterie, barva, hliník, sodík, zákal, železo. (22)

Doporučená hodnota je nezávazná hodnota ukazatele jakosti pitné vody, která stanoví minimální žádoucí nebo přijatelnou koncentraci dané látky, nebo optimální rozmezí koncentrace dané látky. (37) Do této skupiny patří vápník, vápník + hořčík. (22)

V případě, že výrobce vody zjistí přítomnost dalších látek neuvedených ve vyhlášce MZ č. 252/2004 Sb. (ve znění pozdějších předmětů), musí to ohlásit orgánu ochrany veřejného zdraví. Orgán ochrany veřejného zdraví určí hygienický limit. (12)

1. 14 Pitná voda a právní předpisy

Požadavky na kvalitu pitné vody vycházejí z evropské Směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu. Česká legislativa obsahuje specifické národní úpravy. Pro některé ukazatele jsou stanoveny přísnější limity (pro měď, chloroform atd.) a má také o 15 ukazatelů více (např. microcystin-LR, beryllium, hořčík a vápník a další). (12)

V srpnu 2005 vstoupil v platnost Protokol o vodě a zdraví. Tento protokol byl iniciován Evropskou hospodářskou komisí Organizace spojených národů a Regionální úřadovny Světové zdravotnické organizace pro Evropu. Jedná se o právně závazný nástroj prevence a kontroly nemocí souvisejících s pitnou vodou. Jeho úkolem je zlepšit hospodaření s vodou a zajistit ochranu vodních ekosystémů, ochranu kvality a množství vody, kontrolu a potlačování chorob souvisejících s vodou. Díky tomu dojde k podpoře ochrany lidského zdraví a duševní pohody, což je hlavní cíl Protokolu o vodě a zdraví. (19)

Voda je v ČR upravována těmito zákony a vyhláškami:

- Zákon o ochraně veřejného zdraví (MZ), č. 258/2000 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) stanovuje požadavky na kvalitu pitné vody dodávané ke spotřebitelům a její kontrolu, požadavky na vodárenské technologie a na úpravu vody, povinnosti pro dodávku vody.

- Vyhláška MZ č. 252/2004 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) stanovuje hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a rozsah kontroly pitné vody. Tato vyhláška určuje ukazatele, na jejichž základě se ověřuje kvalita pitné vody, četnost kontrol a minimální rozsah rozborů vzorků.
- Vyhláška MZ č. 409/2005 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) řeší hygienické požadavky na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.
- Vyhláška MZ č. 275/2004 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) se zabývá požadavky na kvalitu balených vod a způsoby jejich úpravy. (33)
- Zákon o vodovodech a kanalizacích (MZe), č. 274/2001 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) upravuje práva a povinnosti při provozování vodovodů, požadavky na kontrolu kvality surové vody a vody vyrobené na úpravnách, dodávky a ceny vody, ochranu vodovodních řadů. (33)
- Vodní zákon (MŽP), č. 254/2001 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) upravuje mimo jiné ochranu vodních zdrojů. (12)
- Atomový zákon č. 18/1997 Sb. (MZ) a vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) stanoví požadavky pro měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů a požadavky na radiační ochranu pitné vody. (33)

1. 15 Hodnocení pitné vody

1. 15. 1 Provozní norma ČSN dle 75 7212

Provozní kontrola pitné vody ve vodárenství dle ČSN 75 7212 povoluje tyto 4 typy fyzikálních a chemických rozborů

- základní fyzikální a chemický rozbor - 43 obecných ukazatelů vody,
- rozšířený fyzikální a chemický rozbor - 72 ukazatelů vody,

- výběrový fyzikální a chemický rozbor - charakteristické ukazatele a další vybrané ukazatelem dohodě s orgány hygienické služby,
- provozní rozbor- obsahuje pouze kontrolní stanovení hodnoty významné pro hodnocení provozu jednotlivých technologických stupňů úpravy.

1. 15. 2 Laboratorní analýza pitné vody podle Vyhlášky č. 252/2004 Sb.

Vzorky pitné vody se pro kontrolu odebírají tak, aby byly reprezentativní pro jakost pitné vody spotřebovávané během celého roku a pro celou vodovodní síť. Počet míst odběru musí být roven nejméně počtu krácených rozborů, u vodovodů zásobujících více než 5000 obyvatel musí být počet míst odběru roven nejméně 80 procent počtu krácených rozborů.

Místa odběru vzorků musí být volena tak, aby více než 50 procent míst odběru nebylo trvalých, ale měnilo se každý rok. Měnící se místa odběru se vybírají metodou náhodného výběru nebo jinou vhodnou metodou, která zaručí, že žádný ze zásobovaných objektů nebude vyloučen z možnosti kontroly.

Odběr vzorků pitné vody se provádí v místech, kde mají být splněny požadavky na jakost vody. Jedná-li se o ukazatele antimon, arsen, benzen, beryllium, bor, bromičnany, dusičnany, fluoridy, chloridy, kyanidy, mikrocystin LR, ozon, pesticidní látky, rtuť, selen a sírany, u nichž se nepředpokládá, že by se jejich koncentrace mohla během distribuce mezi úpravnou a místem spotřeby zvyšovat, mohou být vzorky pitné vody odebírány buď na výstupu z úpravny nebo na vhodných místech vodovodní sítě, například na vodojemu, pokud tím prokazatelně nevznikají změny u naměřené hodnoty daného ukazatele. (23)

1. 16 Ukazatele kvality pitné vody

1. 16. 1 Mikrobiologické a biologické ukazatele

Není možné analyzovat všechny biologické činitele, které se ve vodě vyskytují, proto se stanovují tzv. indikátory fekálního znečištění. (12) Mezi ně patří koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie, *Escherichia coli*, enterokoky (dříve fekální streptokoky), klostridia. (27) Jedná se o bakterie, které žijí ve střevním traktu člověka a teplokrevných živočichů. V případě pozitivního nálezu je zde velká pravděpodobnost, že voda byla kontaminována lidskými, zvířecími výkaly nebo zbytky živočichů, a jedná se tedy o vodu závadnou. Nezávadná voda nesmí obsahovat žádnou z výše zmíněných bakterií. (12)

Enterokoky se považují za indikátor čerstvého fekálního znečištění. Ve vodě se většinou nemnoží a přežívají velmi krátkou dobu. Jsou celkem odolné vůči chloru nebo jiným dezinfekčním prostředkům, proto mohou indikovat nedostatečnou dezinfekci. (4) Do koliformních bakterií se řadí rody *Escherichia* s.p., *Citrobacter* s.p., *Enterobacter* s.p., *Klebsiella* s.p.. Jejich přítomnost ve vodě naznačuje nevhodnou technologii úpravy vody, dodatečnou kontaminaci nebo nadměrné množství živin. Termotolerantní koliformní bakterie jsou hlavně indikátorem účinnosti dezinfekce, příp. kontaminace vody při distribuci. (4)

Spory klostridií (nejčastěji *Clostridium perfringens*) přežívají ve vodě velmi dlouho, neboť jsou vysoce rezistentní vůči chemickým a fyzikálním faktorům. Indikují staré znečištění vody nebo špatně provedenou dezinfekci. (27) *Clostridium perfringens* se stanovuje u pitných vod upravovaných přímo z povrchových vod nebo u podzemních vod ovlivněných povrchovými vodami. (34)

Jediným správným indikátorem fekálního znečištění je podle WHO *Escherichia coli*. (27)

Pseudomonas aeruginosa je podmíněný patogen, a to zejména pro kojence, malé děti, staré osoby nebo pro jedince s oslabeným imunitním systémem. Tento organismus

je považován za indikátor přítomnosti nevhodných organických substrátů ve vodě, kde se snadno pomnožuje, proto neindikuje fekální znečištění. (4)

Heterotrofní bakterie (dříve psychrofilní a mesofilní bakterie) se stanovují jako počty kolonií při teplotách 22 a 36 °C. Přirozeně se vyskytují ve vodním prostředí, kde se i rozmnožují. V současné době již nejsou považovány za zdravotně významné ukazatele. (11) Jedná se o indikátory obecného znečištění. (27)

Do mikroskopického obrazu – počtu organismů se zahrnují živé i mrtvé organismy a dále ty, u nichž není možno životaschopnost určit. Do této skupiny se zařazují sinice, řasy, nálevníci, bezobratlí živočichové, atd. Limit je 50 jedinců/ml a jedná se o mezní hodnotu. Do ukazatele mikroskopický obraz – živé organismy patří organismy, u kterých lze zaznamenat známky životaschopnosti (zejména pohyb). Stanovuje se při použití dezinfekce a mezní hodnota je 0 jedinců/ml.

Do mikroskopického obrazu – abiosestonu spadají mikroskopicky pozorovatelné neživé částice - např. pozůstatky těl různých organismů, částice anorganického původu (produkty koroze, půdní částice). (25)

Ze skupiny mikrobiologických a biologických ukazatelů jsou v současné době v ČR nejčastěji překračovány limitní hodnoty počtu kolonií při 36 °C a 22 °C a koliformních bakterií. (19)

1. 16. 2 Fyzikální a chemické ukazatele kvality pitné vody

Následující ukazatele jsem uvedla z toho důvodu, že ovlivňují senzorické vlastnosti vody, a tudíž mohou mít vliv na hodnocení pitné vody spotřebiteli.

Vápník tvoří sice nánosy v potrubí, ale naopak ovlivňuje příznivě chuť vody. V jeho spojitosti s hořčíkem se hovoří o tvrdosti vody, což neodpovídá správnému popisu vlastností vody. Vápníku a hořčíku jsou chybně přisouzeny stejné biologické i chemické vlastnosti. Správnější je hodnotit jejich vliv samostatně. Pro přípravu potravin a nápojů (kávy, čaje) se nehodí voda obsahující velké množství vápníku a hořčíku. Doporučená koncentrace Ca + Mg je v rozmezí 2 – 3,5 mmol/l, doporučená koncentrace Ca 40 – 80 mg/l a doporučená koncentrace Mg 20 – 30 mg/l. Mezní hodnoty jsou podle vyhlášky

č. MZ 252/2004 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) u Ca 30 mg/l a u Mg 10 mg/l. Mezní hodnota jako minimum je určena pro vody, u kterých se uměle snižuje obsah vápníku nebo hořčíku. (22)

Železo zapříčiňuje především technické závady. Materiály jako např. textilie, papír apod. zbarvuje žlutě až hnědě. Negativně ovlivňuje chuť, barvu a zákal vody. Železité bakterie ucpávají potrubí a voda pak zapáchá. V pitné vodě je mezní hodnota železa 0,20 mg/l. (22)

Mangan ovlivňuje organoleptické vlastnosti vody, především chuť. Také může hnědě zbarvovat materiály přicházející s vodou do styku. Manganové bakterie způsobují zarůstání vodovodního potrubí. Jeho mezní hodnota je 0,050 mg/l. (22)

Stupeň kyselosti nebo zásaditosti vody (stupnice 0 – 14) číselně vyjadřuje pH. Limit pro pitnou vodu je 6,5 – 9,5. (21) Neovlivňuje přímo zdraví lidí, ale je to důležitý provozní parametr. Má vliv na účinnost dezinfekce a korozivitu vody. Jde o snadno měřitelný ukazatel náhlých změn v kvalitě vody. (12)

Z fyzikálních a chemických ukazatelů jsou nejčastěji překračovány hodnoty železa, manganu, pH, dusičnanů a chloroformu. (19)

1. 16. 3 Organoleptické (senzorické) ukazatele kvality pitné vody

Mezi senzorické vlastnosti vody patří barva, teplota, zákal, pach a chuť. Jedná se o vlastnosti zjistitelné smyslovými orgány. (22)

Senzorické vlastnosti pitné vody jsou velmi důležité, neboť spotřebitel se s nimi setkává denně a dělá si podle nich úsudek o celkové kvalitě a bezpečnosti vody. Senzorická závada může indikovat znečištění zdroje. Vždy je třeba vyšetřit příčinu, zvláště pokud jde o náhlou změnu. (15)

Barva vody se stanovuje vizuálně nebo se porovnává s barvou různě zbarvených sklíček. Výsledky se vyjadřují v mg platiny v 1 litru (mg/l Pt). Objektivně se barva vody zjišťuje spektrofotometricky. U pitné vody je mezní hodnota 20 mg/l Pt. Negativní vliv na barvu vody mají huminové látky (z rozkladu organických látek), železo, mangan. (22) Pitná voda má být bezbarvá. (16)

Nejvhodnější teplota pitné vody je mezi 8 °C až 12 °C. Pitná voda menší teploty

než 5 °C může poškodit gastrointestinální trakt. Voda teplejší než 15 °C neosvěží. (22)

Zákal znamená snížení průhlednosti vody přítomností nerozpuštěných látek. Může být způsoben např. oxidy kovů (železo, mangan), bakteriemi a dalšími látkami. Způsobuje nežádoucí vzhled pitné vody, i když je způsoben látkami neohrožujícími zdraví člověka. Při vypouštění vody z vodovodního potrubí může někdy vznikat bílý zákal, jehož příčinou jsou bublinky vzduchu uvolňujícího se v důsledku snížení tlaku a změny teploty vody v potrubí. Zákal se stanovuje změřením útlumu zářivého toku procházejícího kapalinou (turbidimetrie) nebo se měří intenzita záření rozptýleného kapalinou (nefelometrie). Výsledek se uvádí v porovnání s kalibračním standardem – suspenze formazinu. Zákal se vyjadřuje ve formazinových jednotkách ZF (t,n). Mezní hodnota zákalu u pitné vody je 5 ZF. (22)

Pach je významný parametr pro pitnou vodu. Často voda získává nepříjemný pach při chloraci. Pro pitnou vodu není stanovený konkrétní limit, pach musí být přijatelný pro odběratele. Nepříjemným pachem se projevují např. uhlovodíky, chlorfenoly. (22) Druh pachu pitné vody se hodnotí čichem, teplota vzorku je 20 až 60 °C. Vyjadřuje se slovně – např. pach hnilobný, fenolový, chlorový, zatuchlý apod. Čichem se také určuje míra pachu při teplotě 20 až 60 °C. Výsledek se vyhodnotí dle stupnice. Míra pachu se stanovuje pomocí pachové zkoušky nebo výpočtem. Pachová zkouška se provádí tak, že se vzorek vody zředí do takové míry, při které je pach ještě rozpoznatelný čichem. (26)

Chuť vody je ovlivňována přítomností látek, které se do vody dostávají přirozenou cestou nebo v důsledku znečištění. Mezi základní chutě patří slaná, sladká, hořká a kyselá. Všechny ostatní vznikají směsí základních chutí. (26)

Kyselá chuť bývá způsobena kyselinami. Sladkou chuť vyvolávají látky sacharidové povahy. (26) Slanou chuť vyvolává zvýšená koncentrace chloridů spolu se sodíkem. Větší koncentrace hořčíku současně s větší koncentrací síranů způsobuje hořkou chuť. Další látky, které ovlivňují chuť vody, jsou vápník, železo, mangan, zinek (svíravá chuť), měď, hydrogenuhličitany, oxid uhličitý atd. (22)

Ochutnávají se vzorky vody, která je bakteriologicky nezávadná a neobsahuje toxické látky. Její teplota je původní nebo má kolem 18° až 20°C, v ojedinělých

případech až 40°C. Chuť pitné vody se vyjadřuje slovně – sladká, slaná, hořká, kyselá, případně se uvádí i její příchut', např. kovová, mýdlová. Neplatí zde žádný limit, ale chuťově musí být voda přijatelná pro spotřebitele. (26)

1. 17 Státní zdravotní dozor

Státní zdravotní dozor v oblasti zásobování obyvatelstva pitnou vodou vykonávají krajské hygienické stanice (dále KHS). Při výkonu státního zdravotního dozoru postupují podle zákona č. 552/1991 Sb. o státní kontrole (ve znění pozdějších předpisů). KHS provádí pravidelnou kontrolu subjektů odpovědných za kvalitu dodávané pitné vody a kontrolu kvality pitné vody formou odběru vzorků. Výsledky rozborů pitné vody shromažďují v informačním systému - IS PiVo Pitná voda. (33) Jedná se o neveřejnou webovou aplikaci, ke které mají přístup pouze oprávnění uživatelé. IS PiVo je provozován Koordináčním střediskem pro rezortní zdravotnické informační systémy (KSRZIS), správcem je Ministerstvo zdravotnictví ČR. (17)

Dále KHS schvalují provozní řády vodovodů a veřejných studní a mohou zakázat nebo omezit používání nejakostní pitné vody. Orgány ochrany veřejného zdraví mohou za nesplnění nebo porušení povinností uložit pokutu. (33)

Zdravotní nezávadnost pitné vody se ověřuje úplnými rozborů (v rozsahu všech ukazatelů přílohy č. 1 vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

Úplným rozbořem se sleduje stabilita kvality vody, případně vliv chemikálií používaných při úpravě, a zda jsou dodržovány limitní hodnoty ukazatelů. Úplný rozbor obsahuje 10 mikrobiologických a biologických ukazatelů, 52 fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů. Úplný rozbor musí být proveden vždy před uvedením nového zdroje pitné vody do provozu. Výsledky rozboru nesmí být starší než 6 měsíců. (28)

Zdravotní nezávadnost nelze hodnotit na základě kráceného rozboru (jeho minimální rozsah se nalézá v příloze č. 5 vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Účelem kráceného rozboru je ověření stálé kvality dodávané pitné

vody. Krácený rozbor (minimální) obsahuje 23 mikrobiologických, biologických a fyzikálně chemických ukazatelů. (28)

1. 18 Kontaminace pitné vody

Voda je velmi dobré rozpouštědlo a látky, s kterými přichází do styku, rozpouští a přijímá do sebe. U pitné vody to může představovat problém. Pitná voda může být znečištěna kdekoliv během cesty od zdroje ke spotřebiteli. (12)

1. 18. 1 Kontaminace zdroje

V tomto případě se jedná o kontaminaci způsobenou člověkem a také přírodními látkami. Přírodní látky se do vody mohou dostat z geologického podloží. Nejčastějším kontaminantem podzemních vod bývají dusičnany. Průmyslové znečištění je v ČR poměrně vzácné. V souvislosti s geologickým podložím se může ve vodě vyskytnout vyšší obsah některých nežádoucích látek (např. arzen, beryllium, antimon, fluoridy). (12)

U povrchových vod je riziko kontaminace ze zemědělství (pesticidy, dusičnany), z nedostatečně čištěných odpadních vod (fosfor, patogenní bakterie, viry, prvoci), dále se zde mohou vyskytovat zbytky léků a běžně používané chemikálie. (12)

1. 18. 2 Kontaminace při úpravě vody

Kontaminaci způsobují chemické látky používané při úpravě vody a pak zejména vedlejší produkty dezinfekce (trihalomethany). (12)

1. 18. 3 Kontaminace při distribuci vody

Nejčastěji se jedná o znečištění způsobené nevhodnými materiály potrubí. Do vody se dostává např. olovo. (12) Olovo bylo ve vodárenství velmi používané. Olověné přípojky a vnitřní rozvody zůstaly na mnoha místech dodnes. Ve vodárenství se v současné době uplatňují některé kovové slitiny (mosaz, bronz), do kterých se olovo

přidává, a to se rovněž uvolňuje do vody. (10) Vyšší koncentrace mědi se může vyskytnout tam, kde jsou měděné domovní rozvody. Potrubí z polyethylenu je propustné pro těkavé organické látky (trichlorethylen, tetrachlorethylen). Pokud je jimi okolí znečištěno, dochází ke kontaminaci vody. Za vhodných podmínek dochází v potrubí k pomnožení bakterií. (12)

1. 19 Onemocnění z pitné vody

Nemoci z pitné vody mohou způsobit původci povahy biologické, chemické nebo radiologické. (12)

1. 19. 1 Onemocnění způsobené biologickými faktory

Vibrio cholerae je bakterie způsobující cholera. Jedná se o nebezpečné onemocnění, které se projevuje bolestmi v břiše, vodnatými průjmy, zvracením. V ČR se každoročně vyskytne několik případů importovaných hlavně z Egypta, Indie a Thajska. (12) V našich podmínkách se může vyskytovat druh rodu *Aeromonas* s.p. Některé jeho kmeny způsobují onemocnění člověka. (4)

Salmonella enterica typhi je bakterie způsobující břišní tyfus. Břišní tyf probíhá jako horečnaté onemocnění. Na začátku se objevuje zácpa, později průjem s krvavou stolicí. (3)

Salmonella typhimurium a další druhy vyvolávají salmonelózy. Inkubační doba je velmi krátká (v průměru 10 hodin), pak nastupuje zvracení, průjem, malátnost. Typické jsou explozivní epidemie. (12)

Shigella dysenteriae, *S. flexneri* a *S. sonnei* jsou bakterie způsobující bacilární úplavici. Jedná se o průjmovité onemocnění charakterizované teplotami, bolestmi břicha, tenesmy. Komplikací je rychlá dehydratace. (3) Jediným zdrojem nákazy je člověk. (29)

Escherichia coli je bakterie ve většině případů zcela neškodná. Existují i patogenní kmeny, díky kterým vznikla řada epidemií z pitné vody s vážnými následky.

(12) *E. coli* vyvolává průjmovitá onemocnění a systémové infekce (meningitidy, močové infekce). (3)

Viry hepatitidy A, E a F způsobují zánětlivé onemocnění jater. Rozhodující je fekálně-orální přenos, často kontaminovanou vodou a potravinami. (12) Parazitičtí prvoci rodů *Cryptosporidium* s.p. a *Giardia* s.p. vykazují mnohé společné epidemiologické znaky. Jsou to původci průjmových onemocnění s celosvětovým výskytem. Oocysty kryptosporidií a cysty giardií jsou velmi odolné k vlivům prostředí a ve vodním prostředí přežívají i měsíce. V povrchových vodách se běžně vyskytují. Infekční dávka je nízká. Při nedostatečně fungující úpravě vody mohou být příčinou epidemie. Klinický obraz zahrnuje různé gastrointestinální příznaky. Nejčastěji chronické průjmy, křeče v břiše, nevolnost, nechutenství. U osob s poruchou imunity může toto onemocnění skončit smrtí. (14)

Legionely jsou potenciálně patogenní mikroorganismy. Vyskytují se běžně v životním prostředí, zejména ve vodě a v půdě. V teplé vodě se mohou pomnožit do vysokých počtů. Hlavním představitelem je *Legionella pneumophila*. Jedná se o původce pneumonií u lidí. Inkubační doba je 2 – 10 dní. Projevy infekce mohou být různé od mírného chřipkovitého onemocnění po těžké pneumonie (legionářská choroba). První epidemie se vyskytla v roce 1965 ve Washingtonu. (5)

Dalšími původci onemocnění (zejména průjmových) přenášených vodou jsou bakterie rodu *Campylobacter* s.p., *Yersinia* s.p., z virů adenoviry, enteroviry, noroviry, rotaviry, z prvoků *Toxoplasma gondii*, z helmintů např. *Schistosoma* s.p.. (12)

1. 19. 2 Onemocnění způsobené chemickými látkami

Dusičnany jsou přirozenou součástí vod, ale jejich obsah je často zvýšený (nadměrné používání hnojiv, únik odpadních vod ze septiků apod.). Dusitany se vyskytují ve vodách ve velmi malých koncentracích. V gastrointestinálním traktu se dusičnany transformují na nebezpečné dusitany, které reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, podezřelých z karcinogenity. Po reakci hemoglobinu s dusitany vzniká methemoglobin, který nemá schopnost přenášet kyslík, a může dojít k vnitřnímu dušení především kojenců (asi do 3 měsíců věku) a

nemocných dospělých. (12) Krev kojenců obsahuje tzv. fetální hemoglobin (hemoglobin F), který se přeměňuje na methemoglobin snáze než hemoglobin v krvi starších dětí a dospělých. Toto onemocnění se nazývá dusičnanová alimentární methemoglobinaemie. Většinou má lehký průběh, ale při vysokých koncentracích methemoglobinu může způsobit i smrt. Prvotním příznakem je cyanóza a tachykardie. Prevencí před tímto onemocněním je používání nezávadné pitné vody k přípravě umělé výživy kojenců. Nejvyšší mezní hodnota dusitanů pro pitnou vodu je 0,50 mg/l a dusičnanů 50 mg/l. (22)

V pitné vodě se mohou vyskytnout kovy a polokovy. Patří mezi ně zejména rtuť, kadmium, olovo, arzen, selen, chrom, nikl a další. Karcinogenní nebo teratogenní účinek mají arzen, kadmium, nikl, beryllium, chrom. Většinou se vyskytují v malých koncentracích, proto je větší nebezpečí chronických onemocnění než akutních. (22) Kadmium je velmi nebezpečný jed. Dlouhou dobu zůstává v těle, proto je zde nebezpečí zejména chronických otrav. Způsobuje dysfunkci nadledvinek a při inhalaci se předpokládají karcinogenní účinky. (12)

Rtuť se kumuluje v organismu, je to nervový a ledvinový jed. Při vysoké koncentraci může způsobit úplné ochrnutí. Má nejpřísnější nejvyšší mezní hodnotu (1,0 mikrog/l). (12)

Olovo poškozují vyvíjející se nervovou tkáň a narušuje inteligenci, proto je nebezpečné především pro těhotné ženy a malé děti. (12)

Vyšší obsah mědi v pitné vodě může způsobit bolest hlavy a břicha, zvracení, průjem a celkovou nevolnost. (12)

Arzen vyjma karcinogenního účinku poškozují kůži, cévy a oběhový systém. (13) V organismu se kumuluje a způsobuje především chronická onemocnění. Toxicita arzenu závisí na oxidačním stupni. Velmi toxické jsou sloučeniny AsIII. (22)

Polycyklické aromatické uhlovodíky zhoršují organoleptické vlastnosti vody, především způsobují nepříjemný pach. Některé mají karcinogenní účinek jako např. benzo (a)pyren. (22)

Dezinfekcí vody vznikají vedlejší produkty dezinfekce. Nejlépe jsou prozkoumány vedlejší produkty chlorace. Patří mezi ně např. karboxylové kyseliny,

aldehydy a hlavně trihalomethany, které tvoří nejvýznamnější skupinu. Nejvíce bývá zastoupen trichlormethan (chloroform). (22) Jsou podezřelé z karcinogenního účinku. (12)

Pesticidy jsou látky používané k ochraně užitkových rostlin, proti plevelům, houbám, hmyzu. (22) Mají různou chemickou povahu, tudíž jejich účinek je různorodý (poškození jater, ledvin, krvetvorby, karcinogenní účinek, narušení reprodukčního systému atd.). (12) Byly stanoveny nejvyšší mezní hodnoty pro jednotlivé pesticidy (0,10 mikrog/l) a pro jejich celkové množství (0,50 mikrog/l). (22)

Sinice mohou produkovat nebezpečné toxiny, tzv. cyanotoxiny, jako jsou např. hepatotoxiny, neurotoxiny, embryotoxiny, imunotoxiny atd. Uvolněné toxiny sinic ve vodárenských nádržích mohou kontaminovat pitnou vodu. (12) Jedním z nejvýznamnějších toxinů je microcystin-LR, jehož výskyt v pitné vodě je limitován nejvyšší mezní hodnotou 1 mikrogram/l. Podmínkou pro stanovení je odběr surové vody z povrchového zdroje a období zvýšeného výskytu sinic. (24)

Fluoridy mohou způsobit zubní fluorózu (skvrnitost zubů) v případě vyššího obsahu v pitné vodě. Při ještě vyšším obsahu vzniká kostní fluoróza. (12) Podle vyhlášky MZ č. 252/2004 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) platí pro fluoridy nejvyšší mezní hodnota 1,5 mg/l. (22)

Sírany spolu s hořčíkem způsobují průjmy. A to zejména u osob, které nejsou na daný zdroj vody adaptovány. (12) Mezní hodnota síranů pro pitnou vodu je 250 mg/l. (34)

1. 19. 3 Radiologické příčiny nemocí z pitné vody

Radioaktivní látky se ve vodách vyskytují ve formě tzv. přírodních radionuklidů nebo radionuklidů umělých, které vznikají lidskou činností. Obsah radioaktivních látek ve veřejných vodovodech je sledován a hodnocen podle atomového zákona a jeho prováděcí vyhlášky. (28) Nejčastějším nositelem radioaktivity je radon. Velmi dobře se z vody uvolňuje, takže člověk je z vody exponován zejména inhalací. Rozpadové produkty radonu mohou při dlouhé expozici způsobit rakovinu plic. (12) Posuzování

radiologických ukazatelů kvality pitné vody provádí Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). (17)

1. 20 Epidemie z vody

Hygienické zabezpečení vody vhodným dezinfekčním prostředkem má velký význam. Tuto skutečnost nelze podceňovat. Povrchové vody bývají často znečištěny nejrůznějšími chemickými látkami, které jsou převážně antropogenního původu. Mnohé z nich se používají například v zemědělství – např. dusičnany, v lesnictví a v sadařství pak pesticidy. V městské odpadní vodě se vyskytují dokonce i zbytky léčiv, kosmetiky, ale také ropné látky z havárií. Úpravny vody jsou projektovány tak, aby tato znečištění bezpečně odstranila. (12)

Poněkud složitější je to s působením mikroorganismů. Úpravárenské technologie jsou schopné jejich výskyt minimalizovat. Je však velice důležité, aby obsluha nepodcenila výskyt mikroorganismů v surové vodě a okamžitě reagovala úpravou technologického procesu, například zvýšenými dávkami chemikálií nebo častějším praním filtrů.

V českém vodárenství nebyly dosud epidemie způsobené pitnou vodou zaznamenány. Ve světovém vodárenství posledních desetiletí je však uváděno několik příkladů, které slouží jako výstraha pro vodárenské společnosti.

Milwaukee (1993) – USA

Největší novodobá epidemie z pitné vody se stala v Milwaukee (USA, stát Wisconsin) v roce 1993. Přibližně 400 000 lidí onemocnělo a několik desítek jich zemřelo. Bylo dodatečně zjištěno, že úpravna vody odebírala vodu z Michiganského jezera v němž se po prudkých deštích silně rozmnožil prvok *Cryptosporidium parvum*.

Cryptosporidium parvum je hodnocen jako patogenní prvok, způsobující tak silná průjmová onemocnění, že mohou dokonce končit smrtí. Jeho oocysty měří okolo

5 μm . Vzhledem ke svým velice malým rozměrům a nízkému výskytu (obvykle pouze desítky až tisíce jedinců na 100 litrů) je tento organismus při úpravě pitné vody obtížně odstranitelný.

2 Cíle práce a hypotézy

Cíl práce

Na základě studia rozborů vzorků pitné vody předkládané provozovateli veřejných vodovodů budu sledovat variabilitu v jednotlivých ukazatelích hygienické nezávadnosti pitné vody.

V případě, že v průběhu několika let (2004-2009) zjistím výkyvy ve sledovaných ukazatelích kvality pitné vody, pokusím se vysvětlit jejich možné příčiny, čili stanovit hypotézy pro další výzkumy.

a) Východisková (předběžná) hypotéza

Voda z malých vodních zdrojů, určená k hromadnému zásobování obyvatelstva pitnou vodou se ve sledovaných oblastech ve sledovaných ukazatelích hygienické nezávadnosti nemění a rozborů vzorků pitné vody jsou v souladu s hygienickými limity.

b) Východisková (předběžná) hypotéza

Ve sledovaném období klesá počet malých vodních zdrojů, které se využívají k veřejnému zásobování pitnou vodou.

3 Metodika

V této práci jsem nejdříve vycházela z předběžné hypotézy a), že voda z malých vodních zdrojů určená k hromadnému zásobování obyvatelstva se ve sledovaných oblastech ve sledovaných mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelích pitné vody nemění a že rozborů vzorků pitné vody z malých vodních zdrojů budou v souladu s hygienickými limity.

Za účelem potvrzení nebo vyvrácení této hypotézy jsem si zvolila kvantitativní metodu testování sekundárních dat z databáze PiVo provozované Ministerstvem zdravotnictví ČR.

Po analýze dané problematiky (viz kapitola Současný stav) jsem si zvolila tyto parametry: *Escherichia coli*, dusičnany, chlor volný, pH a zákal.

Předmětem zkoumání byly výsledky rozborů vzorků pitné vody z malých vodáren Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín v průběhu let 2004-2009. Byly sledovány proměnné ukazatele jako *E. coli*, dusičnany, volný chlor, pH a zákal. Výsledky těchto ukazatelů byly shrnuty do tabulek a pro přehlednost vyneseny do grafů.

Charakteristika dat

Vodovody Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín jsou podle zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu v platném znění, označeny jako samostatné místní vodovody, které zásobují pouze jednu obec z jednoho zdroje.

Práce je založena na informacích z databáze PiVo, která nabízí data krácených i úplných rozborů pitné vody (viz kapitola Současný stav), místo odběru, laboratoř, územní pracoviště KHS, zákazník (IČO), datum odběru a výsledky. Přístup dat je omezen příslušností pracovníka KHS dle kraje. Databáze neuvádí charakter rozvodné sítě, charakteristiku přírodních podmínek v oblasti, ani případná opatření nařízená KHS. Tyto údaje jsou uvedeny v provozních řádech vodovodů Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín.

4 Výsledky

4.1 Vodárna Mazelov

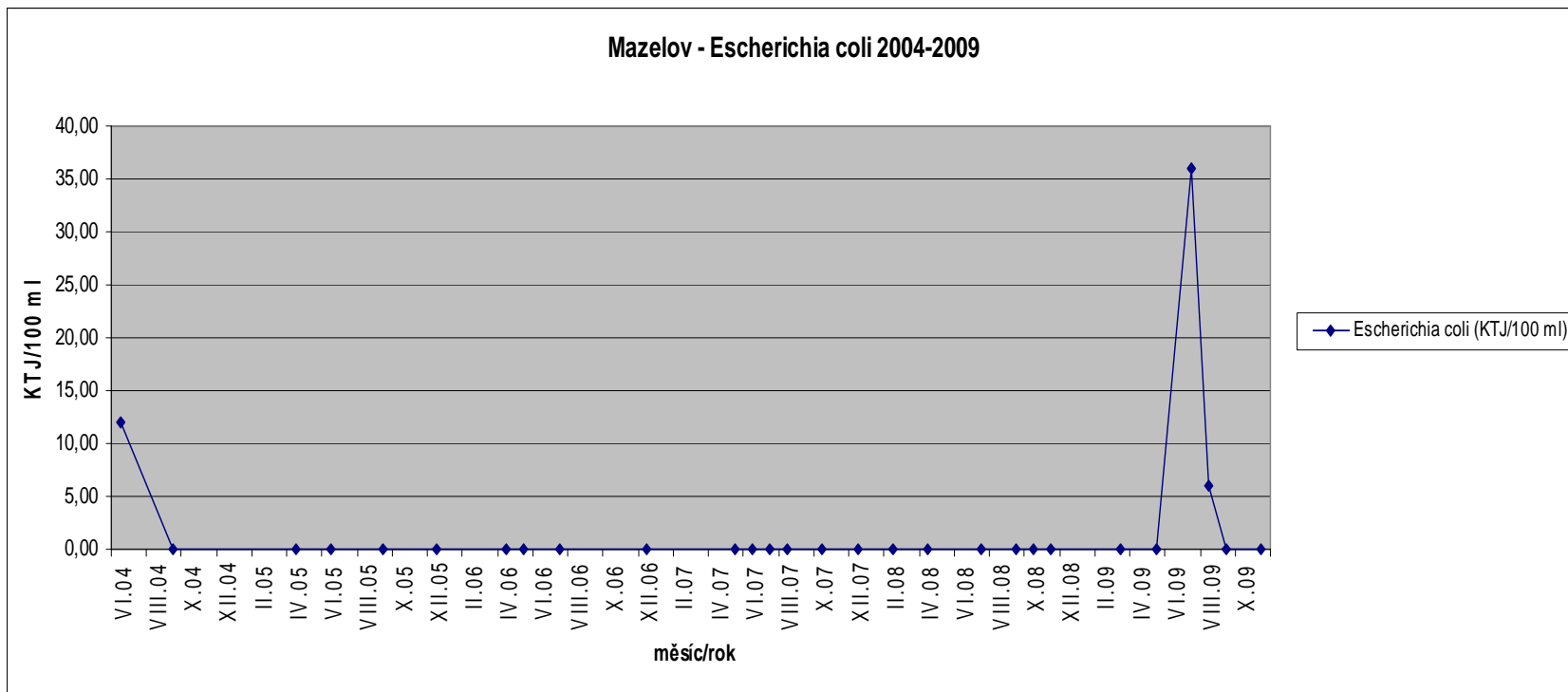
Zdrojem pro vodovod je hlubinný vrt ve vlastnictví společnosti MAVELA a.s. Dynín. Vlastníkem vodovodu samotného je obec Mazelov. V nejbližší době má provozovatel vodovodu, obec Mazelov, v plánu připojení vodovodu na VS JČ, s úpravnou vody Plav. Zdroj vody se nachází v zemědělském areálu. Ochranné pásmo I. stupně je 10 metrů okolo zdroje. Hygienické zabezpečení vody se provádí chemickým prostředkem Savo. Vodovod zásobuje 220 obyvatel. Dne 1. 2. 2005 určila KHS Jč kraje pro vodovod Mazelov mírnější hygienický limit v ukazateli dusičnany z důvodu nadlimitních a kolísajících hodnot v dodávané pitné vodě. Vodovod dostal výjimku dne 1. 2. 2005 a druhou 31. 1. 2008, které jsou na tři roky. Režim kontroly vody byl stanoven na tři krácené rozbory, jeden úplný rozbor a dva rozbory v ukazateli dusičnanů za rok. Obec Mazelov a vodovod se nachází v zemědělské oblasti.

Tab. č. 1: Escherichia coli, Mazelov 2004-2009

Escherichia coli (KTJ/100 ml)	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06
	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	V.07	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	X.08	XI.08	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09		
	0,00	0,00	0,00	0,00	36,00	6,00	0,00	0,00		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 1: Escherichia coli, Mazelov 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

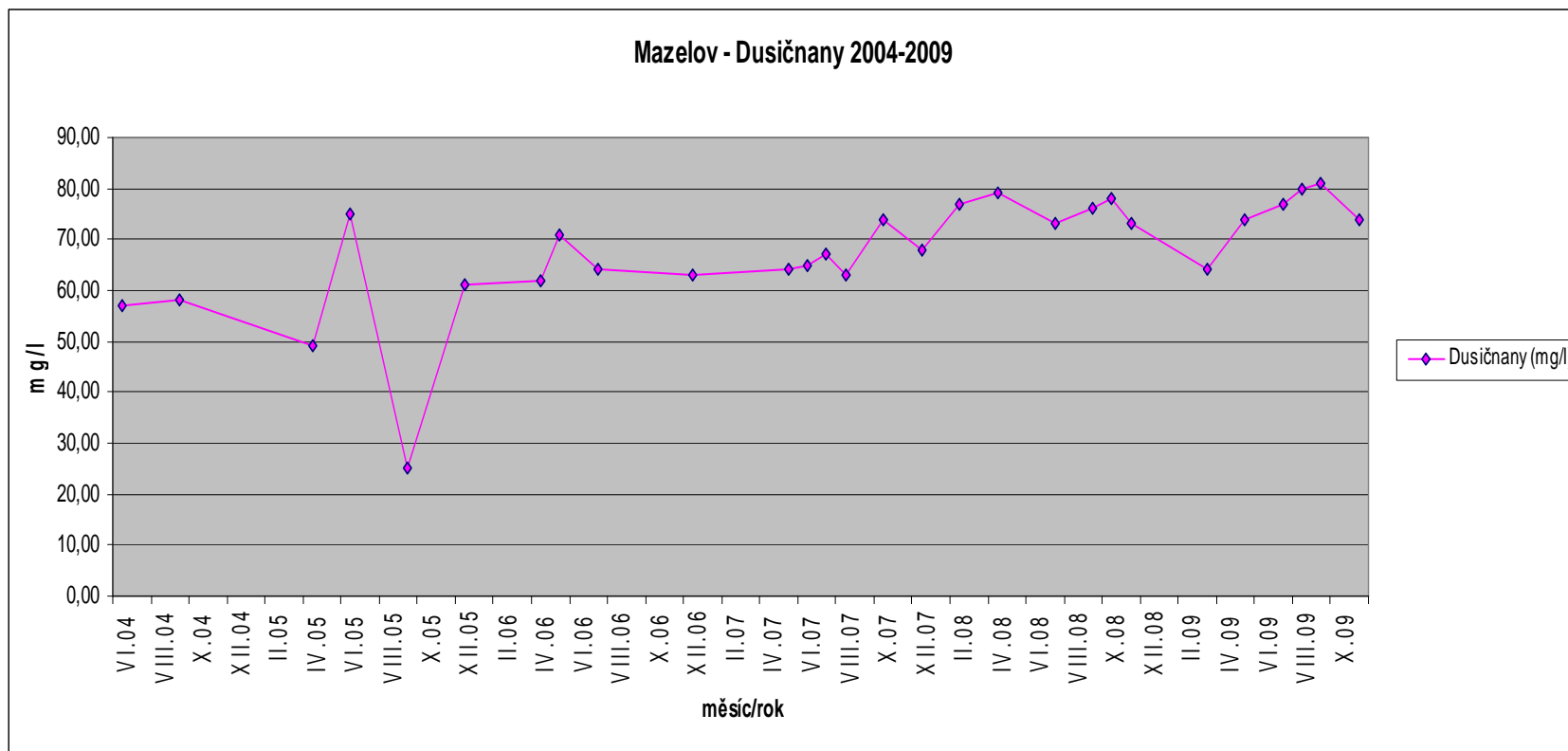
Tento graf naznačuje, že v dané oblasti byla hodnota překročena třikrát a to v červnu 2004, v červenci a srpnu 2009. Jinak se hodnoty rozborů E. coli pohybovaly na nule.

Tab. č. 2: Dusičnany, Mazelov 2004-2009

Dusičnany (mg/l)	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06
	57,00	58,00	49,00	75,00	25,00	61,00	62,00	71,00	64,00	63,00
	V.07	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08
	64,00	65,00	67,00	63,00	74,00	68,00	77,00	79,00	73,00	76,00
	X.08	XI.08	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09		
	78,00	73,00	64,00	74,00	77,00	80,00	81,00	74,00		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 2: Dusičnany, Mazelov 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

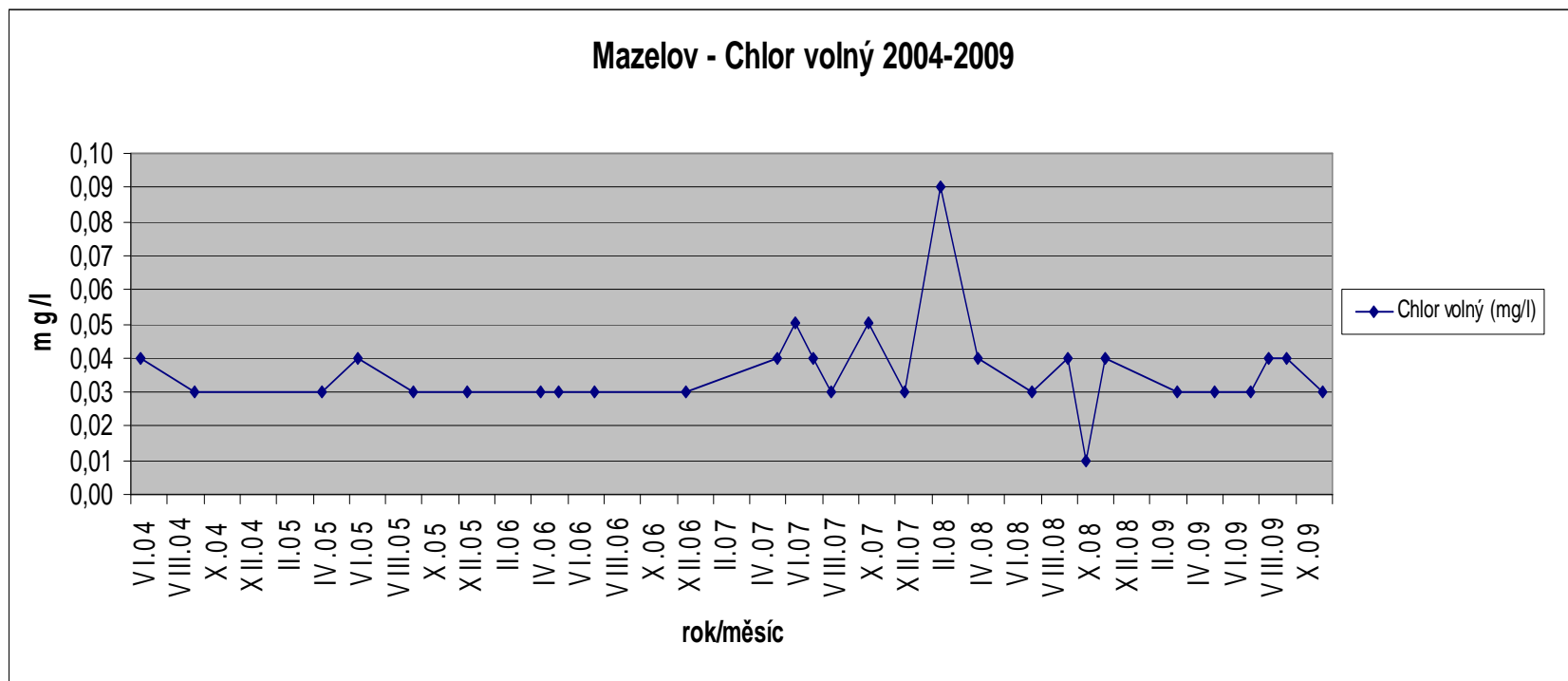
Graf č. 2 ukazuje, že v oblasti Mazelov nebyla pouze dvakrát překročena hranice pro dusičnany a to v dubnu a září 2005. Ve všech ostatních měření byly hodnoty vyšší než je limit a dosahovaly až hodnoty 81,00 mg/l.

Tab. č. 3: Chlor volný, Mazelov 2004-2009

Chlor volný (mg/l)	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06
	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	V.07	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08
	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,09	0,04	0,03	0,04
	X.08	XI.08	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09		
	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 3: Chlor volný, Mazelov 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

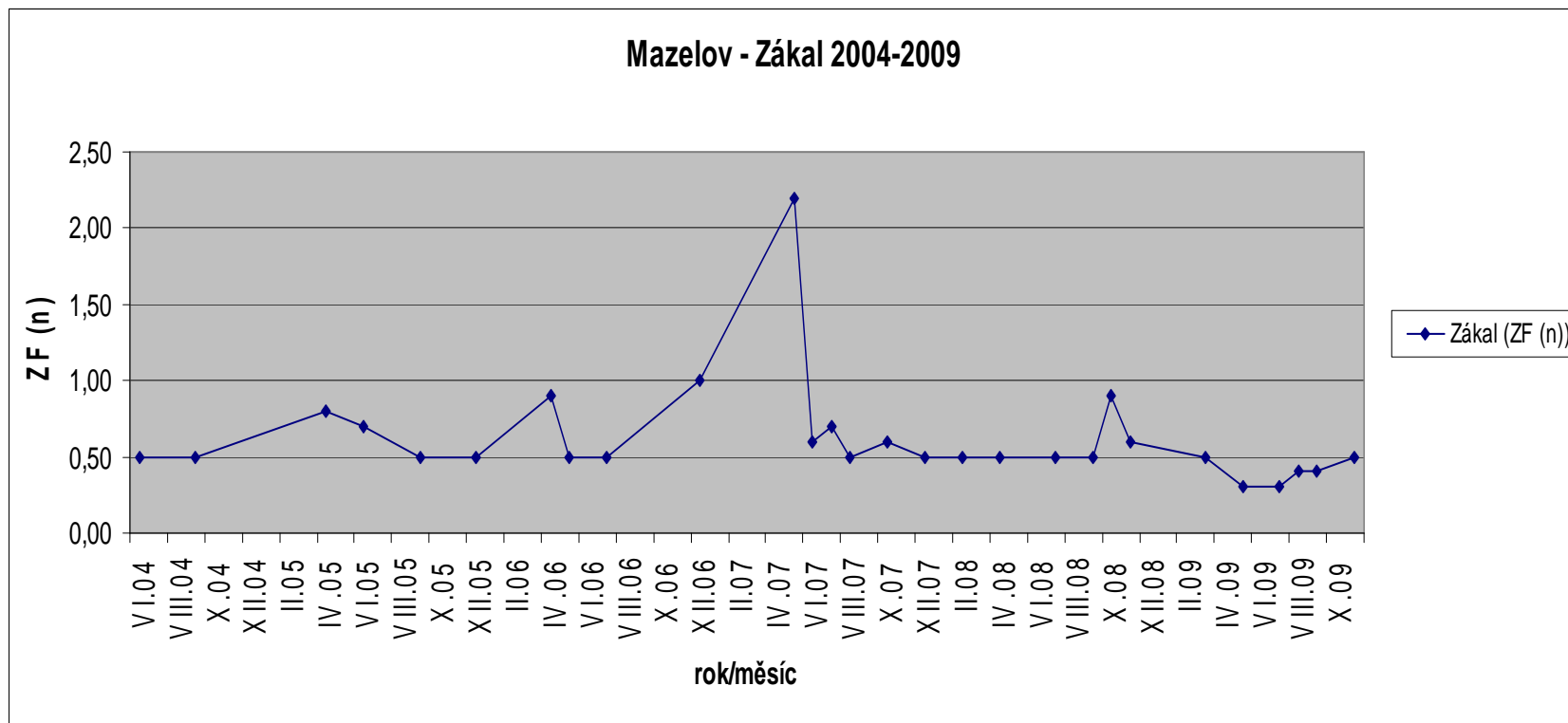
Jelikož mezní hodnota pro chlor volný je 0,3 mg/l, tak z tohoto grafu můžeme vyčíst, že tato hodnota nebyla překročena ani v jednom měření. Nejvyšší naměřená hodnota byla 0,09 mg/l.

Tab č. 4: Zákaly, Mazelov 2004-2009

Zákaly (ZF (n))	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06
	0,50	0,50	0,80	0,70	0,50	0,50	0,90	0,50	0,50	1,00
	V.07	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08
	2,20	0,60	0,70	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	X.08	XI.08	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09		
	0,90	0,60	0,50	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 4: Zákal, Mazelov 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

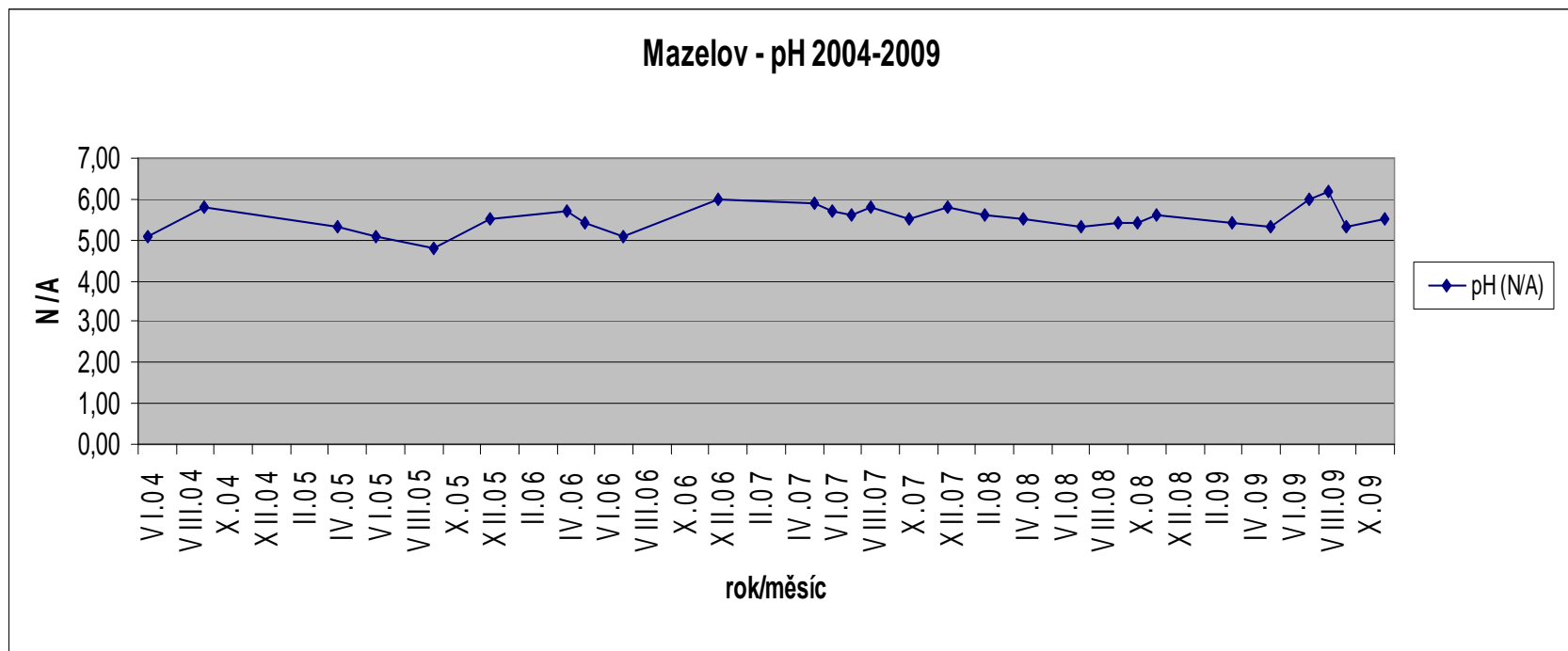
Tento graf vykresluje situaci v oblasti Mazelov týkající se zákalu. Mezní hodnota zákalu je 5 ZF (n). Tudíž je názorně vidět, že naměřené hodnoty jsou pod hranicí 5, kdy nejvyšší hodnota je rovna 2,20 ZF (n).

Tab. č. 5: pH, Mazelov 2004-2009

pH (N/A)	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06
	5,10	5,80	5,30	5,10	4,80	5,50	5,70	5,40	5,10	5,98
	V.07	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08
	5,90	5,70	5,60	5,80	5,50	5,80	5,60	5,50	5,30	5,40
	X.08	XI.08	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09		
	5,40	5,60	5,40	5,30	6,00	6,20	5,30	5,50		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 5: pH, Mazelov 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

Mezní hodnotou pro pH je limit 6,5 – 9,5 N/A. Z tohoto grafu je patrné, že tento limit nebyl překročen, pouze v srpnu 2009 se rovnal hodnotě 6,20 N/A, která se nejvíce blížila mezní hodnotě.

4.2 Vodárna Ortvínovice

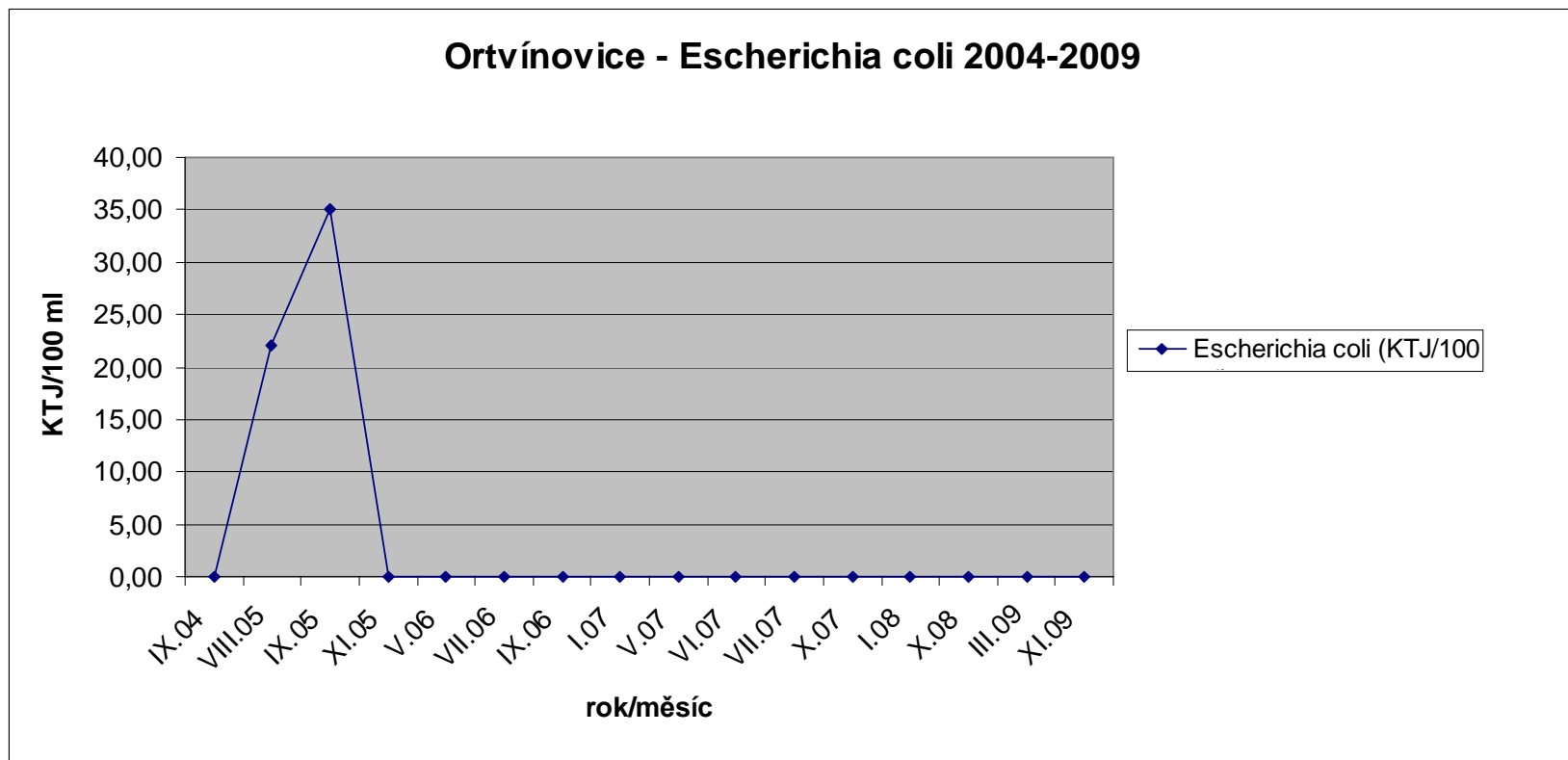
Vodním zdrojem je vrt provedený v roce 1958. Vlastníkem vrtu i vodovodu je obec Zvíkov. Zdroj vody je v blízkosti zemědělského areálu a má stanoveno ochranné pásmo I. stupně, které je podle zákona 254/2001 Sb. 10 metrů od odběrného místa. Bezprostřední okolí vrtu je spolu s objektem vodárny oploceno. Voda získaná z vrtu je upravována jen na základě ojedinělého výskytu závady kvality surové vody prokázaného výsledkem laboratorního rozboru. Kontrola jakosti surové vody se provádí jednou týdně. Pro úpravu vody jsou používány chemické prostředky Savo a chlornan sodný, které se dávkuje ručně. Vodovodem je zásobeno 25 obyvatel. Od 9. 1. 2007, kdy došlo k rozhodnutí o omezení používání nejakostní pitné vody kvůli nadlimitu dusičnanů, zásobování obyvatelé nesmí vodu používat k přímé spotřebě pitím, vařením, k přípravě jídel a nápojů a v potravinářství. Nejakostní vodu lze užívat k péči o tělo, včetně čištění zubů, čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem. Vodovod má stanoven jeden krácený rozbor a jeden mikrobiologický rozbor ročně. Kolem oblasti Ortvínovice je významná zemědělská činnost.

Tab. č. 6: Escherichia coli, Ortvínovice 2004-2009

Escherichia coli (KTJ/100 ml)	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07
	0,00	22,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VI.07	VII.07	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09		
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 6: Escherichia coli, Ortvínovice 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

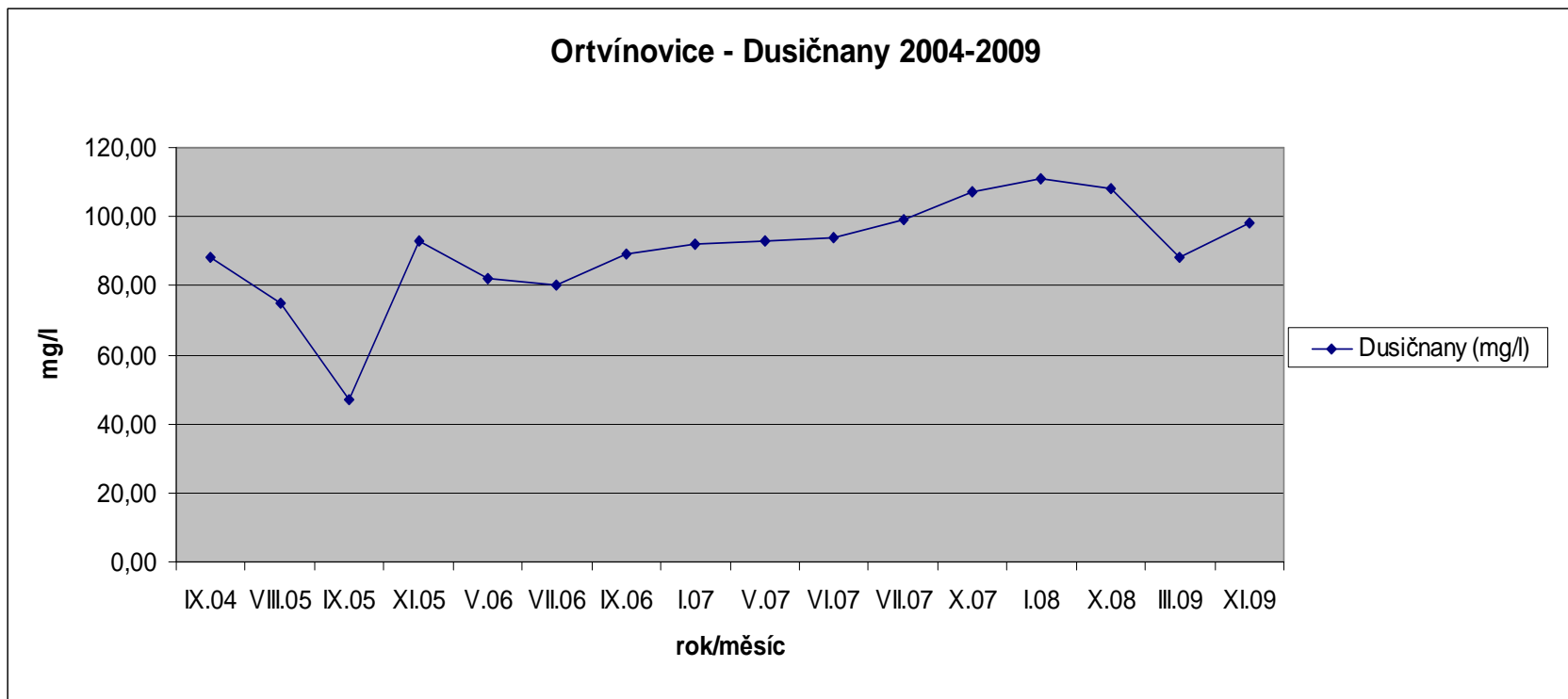
Graf č. 6 vykazuje dvě překroční nejvyšší mezní hodnoty pro E. coli, která je 0 KTJ/100 ml. Tento výkyv byl zaznamenán v srpnu a září 2005. Další naměřené hodnoty byly již v normě.

Tab. č. 7: Dusičnany, Ortvínovice 2004-2009

Dusičnany (mg/l)	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07
	88,00	75,00	47,00	93,00	82,00	80,00	89,00	92,00	93,00
	VI.07	VII.07	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09		
	94,00	99,00	107,00	111,00	108,00	88,00	98,00		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 7: Dusičnany, Ortvínovice 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

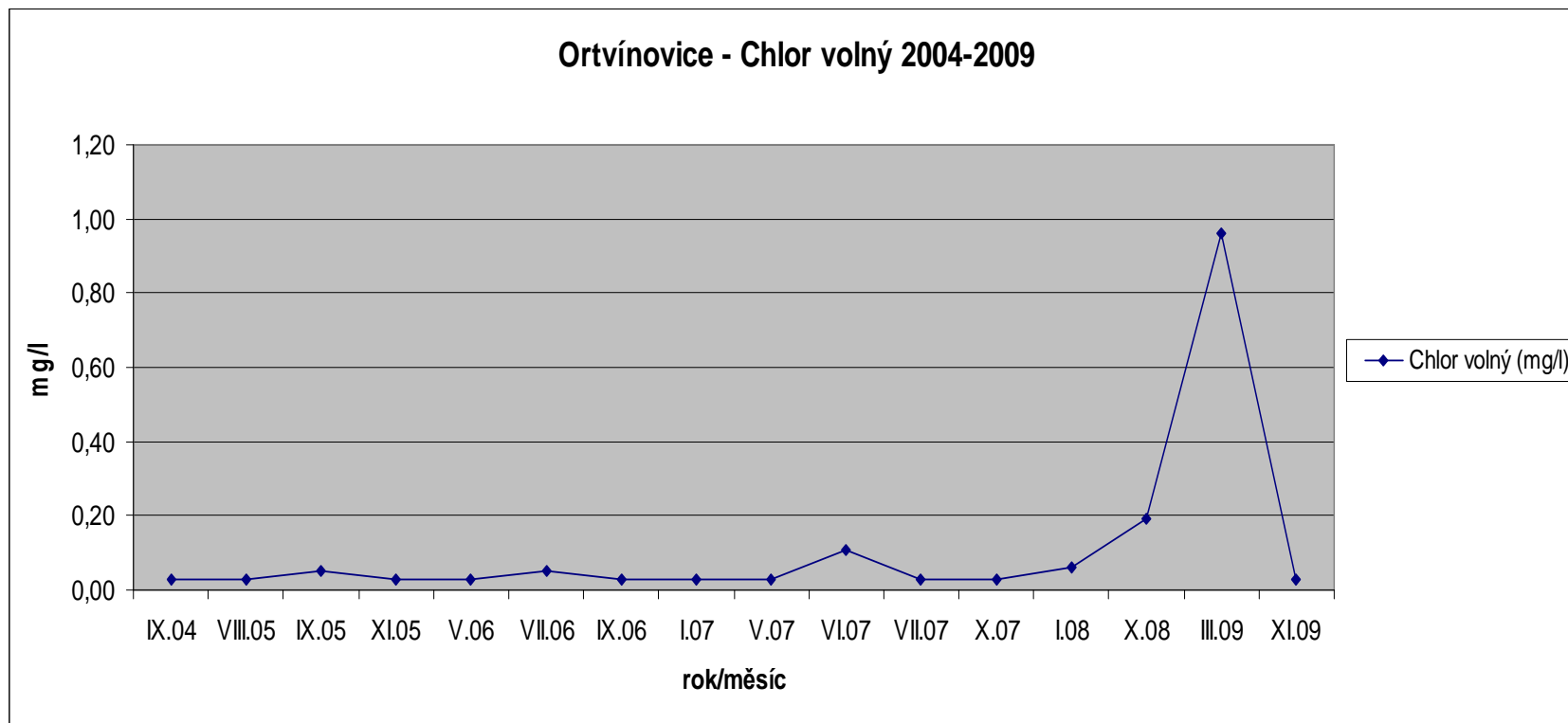
V oblasti Ortvínovice byla všechna šetření nadlimitní kromě září 2005, kdy zde bylo naměřeno 47 mg/l dusičnanů. Jinak všechny hodnoty převyšovaly mezní hodnotu, která je 50 mg/l.

Tab. č. 8: Chlor volný, Ortvínovice 2004-2009

Chlor volný (mg/l)	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07
	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03
	VI.07	VII.07	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09		
	0,11	0,03	0,03	0,06	0,19	0,96	0,03		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 8: Chlor volný, Ortvínovice 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

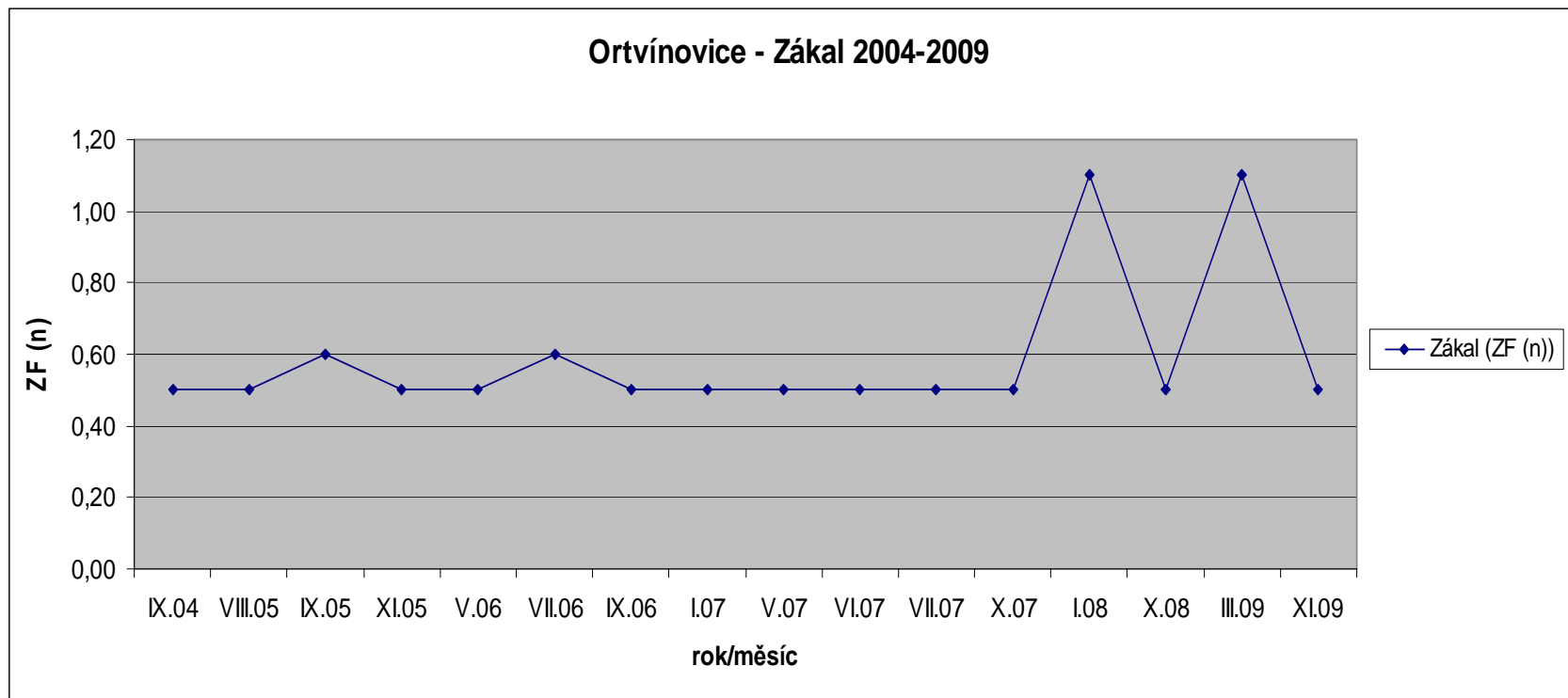
V oblasti Ortvínovice byl překročen limit pro chlor volný v březnu 2009. Ostatní naměřené hodnoty se pohybovaly pod mezní hodnotou.

Tab. č. 9: Zákaly, Ortvínovice 2004-2009

Zákaly (ZF (n))	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07
	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50
	VI.07	VII.07	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09		
	0,50	0,50	0,50	1,10	0,50	1,10	0,50		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 9: Zákal, Ortvínovice 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

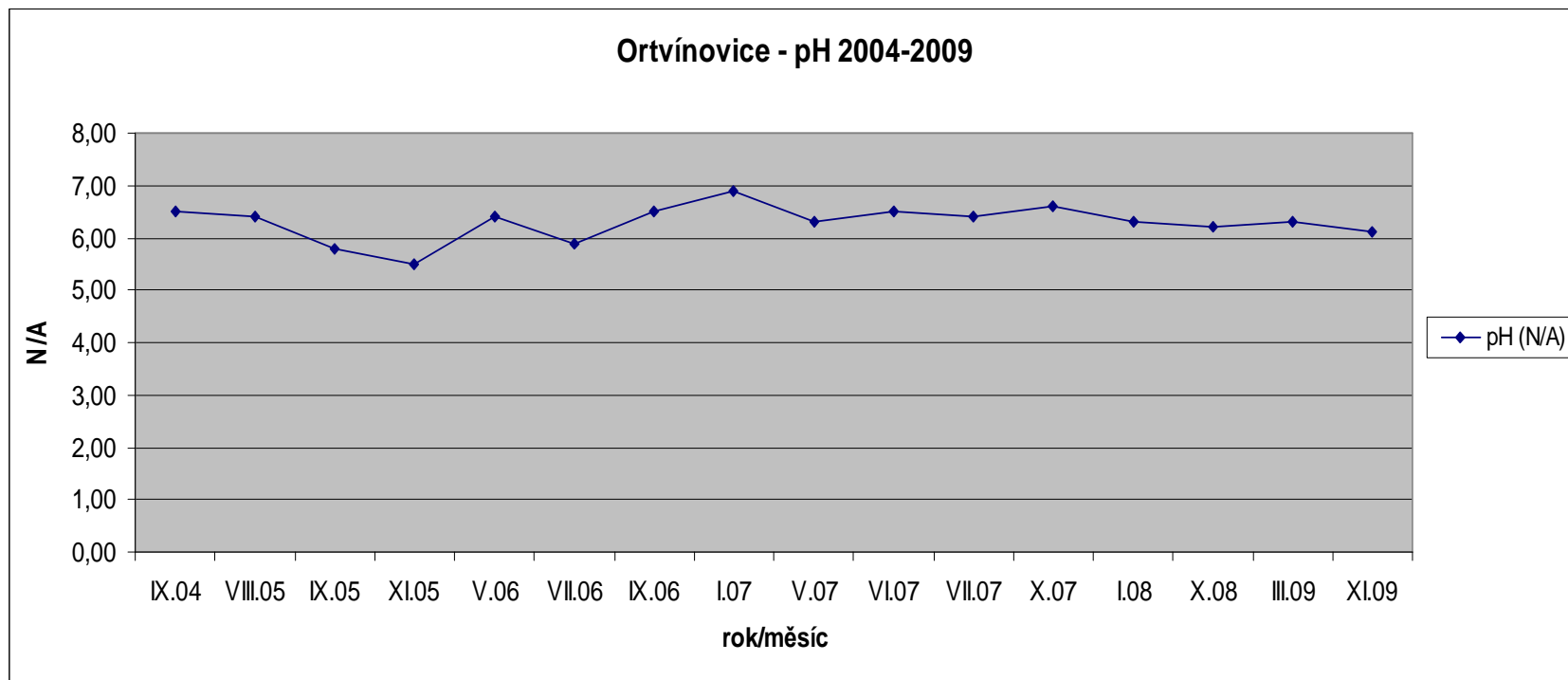
Na tomto grafu je zřejmé, že naměřené hodnoty nepřesáhly mezní hodnotu, která je 5 ZF (n). Nejvyšší hodnoty, které zde byly naměřeny, byly v lednu 2008 a v březnu 2009 a to 1,10 ZF (n).

Tab. č. 10: pH, Ortvínovice 2004-2009

pH (N/A)	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07
	6,50	6,40	5,80	5,50	6,40	5,90	6,50	6,90	6,30
	VI.07	VII.07	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09		
	6,50	6,40	6,60	6,30	6,20	6,30	6,10		

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 10: pH, Ortvínovice 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

Tento graf znázorňuje vývoj hodnot pH v oblasti Ortvínovice. V září 2004, září 2006 a v červnu 2007 se zde naměřily hodnoty 6,50 N/A, které jsou začátkem limitu mezních hodnot pro pH. V lednu 2007 se naměřilo 6,90 N/A a v říjnu 2007 6,60 N/A, tyto hodnoty se ještě vchází do limitu pro pH.

4.3 Vodárna Doubravka

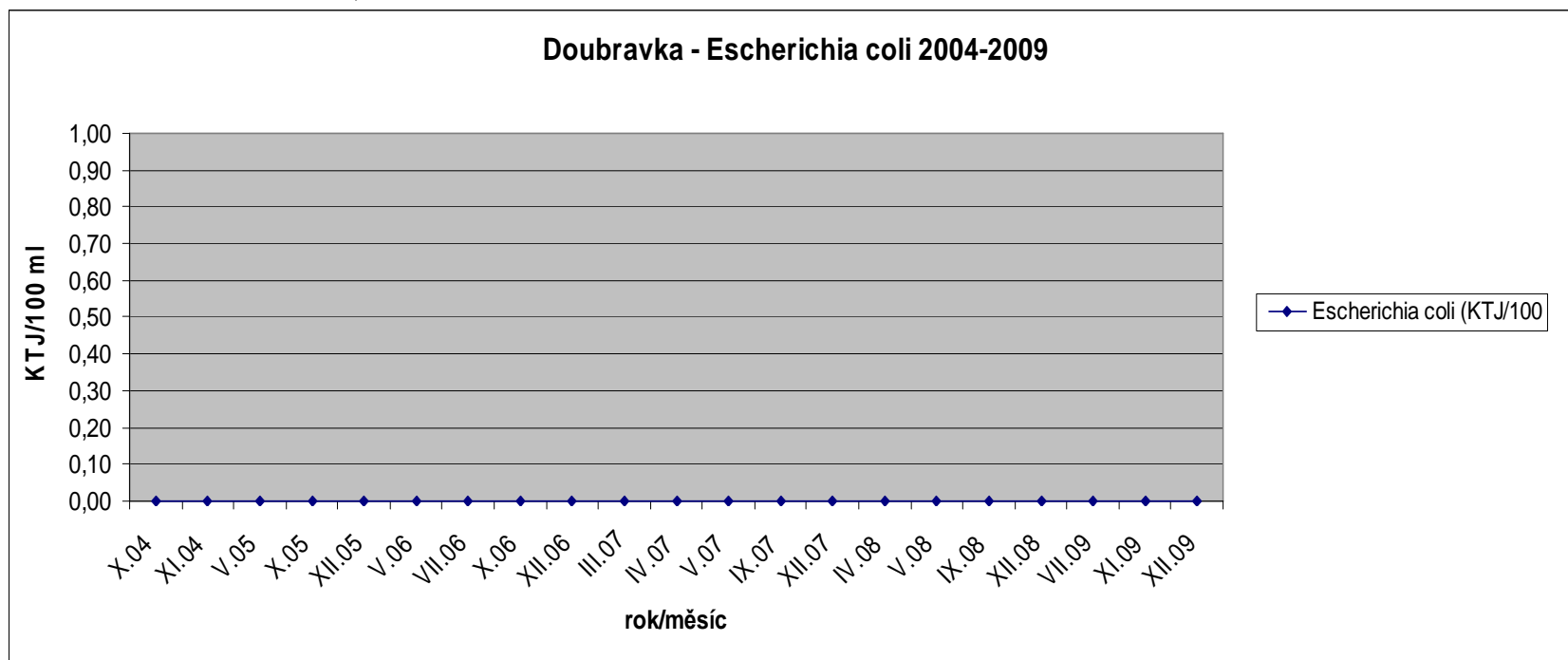
Zdrojem vody pro osadu Doubravka je vrtaná studna. Vlastníkem zdroje i provozovatelem vodovodu je obec Chrást'any. Zdroj vody je oplocen a ochranné pásmo I. stupně je vytýčené ve vzdálenosti 10 metrů od odběrného místa podle zákona 254/2001 Sb. Vodovod zásobuje 126 obyvatel. Tento vodovod má jako jediný ze sledovaných vodovodů úpravnu vody na principu reverzní osmózy. Touto úpravou vody může vzniknout tzv. hladová voda, která neobsahuje užitečné složky pro lidský organismus, proto byly krácené rozbory kvality pitné vody rozšířeny o ukazatel vápníku, hořčíku a tvrdosti vody. Voda se také upravuje pomocí chemického prostředku Savo dávkovacím čerpadlem v úpravně. Úpravna vody nevyžaduje stálou přítomnost pracovníka, který dochází jednou týdně kontrolovat jakost vody. Vodovod má povinnost provést dva krácené rozbory a jeden úplný rozbor pitné vody ročně. Jelikož zde vyvstává problém s obsluhou úpravny vody, je zde často překročena mezní hodnota pro ukazatele dusičnanů. Osada Doubravka se nachází v zemědělské oblasti.

Tab. č. 11: Escherichia coli, Doubravka 2004-2009

Escherichia coli (KTJ/100 ml)	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	XII.06
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	III.07	IV.07	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VII.09	XI.09	XII.09						
	0,00	0,00	0,00						

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 11: Escherichia coli, Doubravka 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

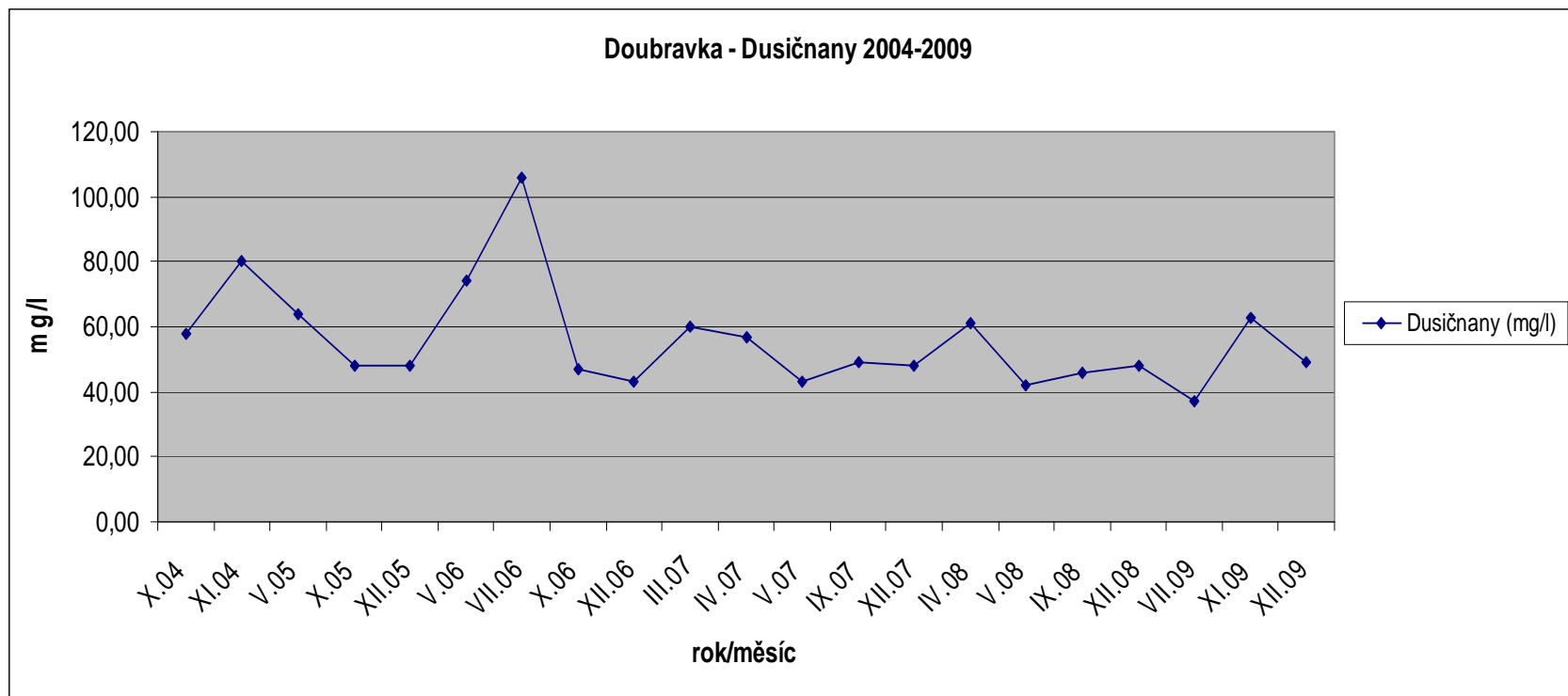
Naměřené hodnoty E. coli v oblasti Doubravka vykazovaly ve všech měřeních nulové hodnoty.

Tab. č. 12: Dusičnany, Doubravka 2004-2009

Dusičnany (mg/l)	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	XII.06
	58,00	80,00	64,00	48,00	48,00	74,00	106,00	47,00	43,00
	III.07	IV.07	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08
	60,00	57,00	43,00	49,00	48,00	61,00	42,00	46,00	48,00
	VII.09	XI.09	XII.09						
	37,00	63,00	49,00						

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 12: Dusičnany, Doubravka 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

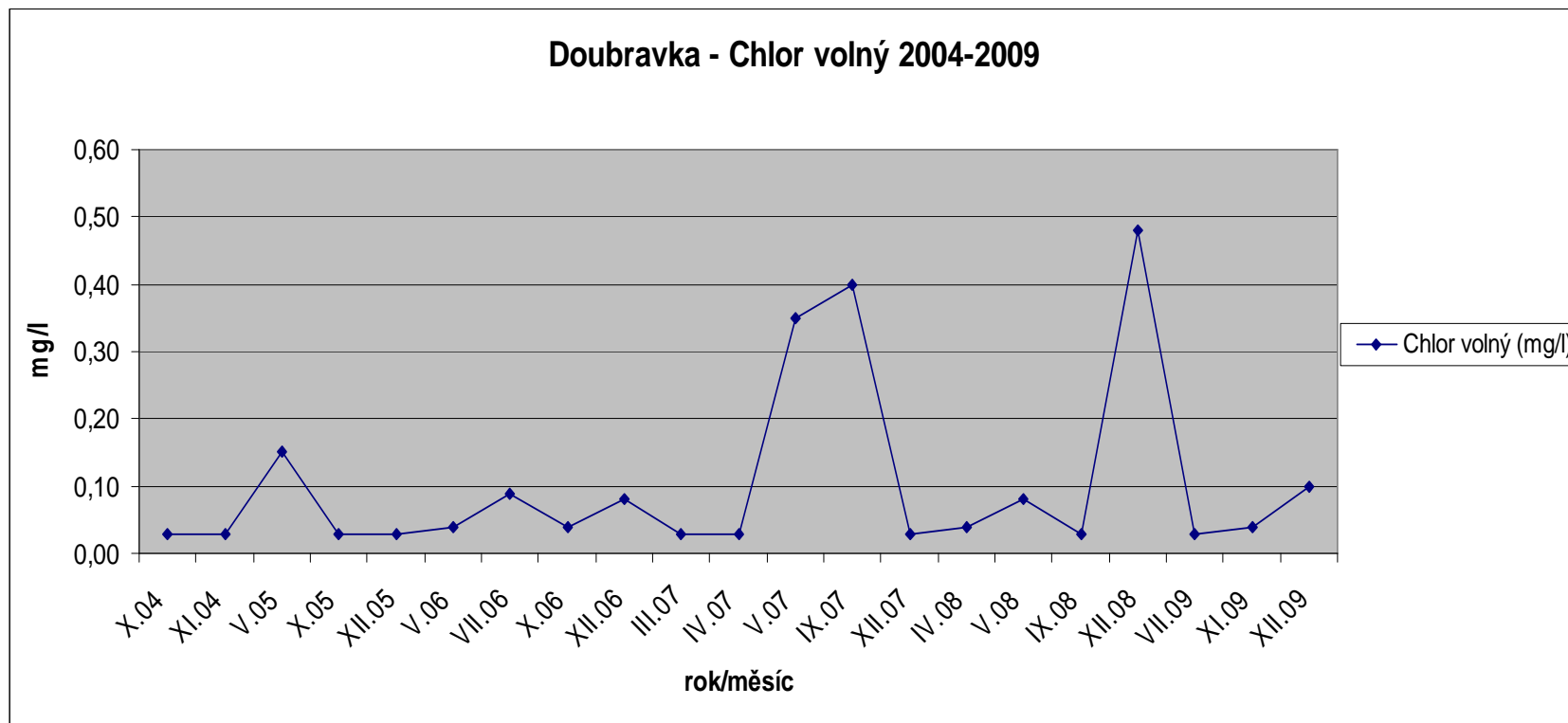
V oblasti Doubravka byl překročena nejvyšší mezní hodnota hned několikrát. Naměřené hodnoty dosahovaly hodnot až 74,00; 80,00 a 106,00 mg/l ve sledovaném období.

Tab č. 13: Chlor volný, Doubravka 2004-2009

Chlor volný (mg/l)	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	XII.06
	0,03	0,03	0,15	0,03	0,03	0,04	0,09	0,04	0,08
	III.07	IV.07	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08
	0,03	0,03	0,35	0,40	0,03	0,04	0,08	0,03	0,48
	VII.09	XI.09	XII.09						
	0,03	0,04	0,10						

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 13: Chlor volný, Doubravka 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

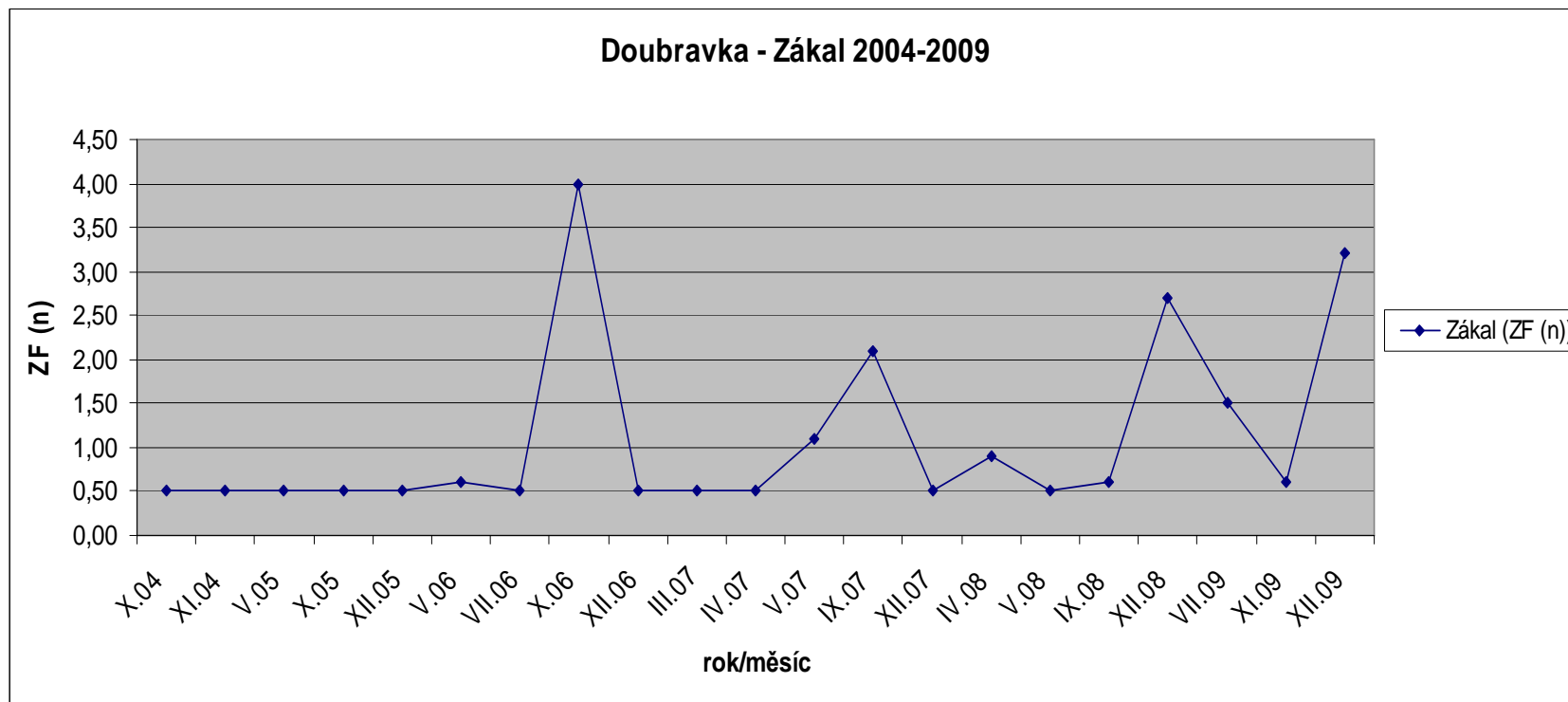
Na zdroji Doubravka byla v letech 2004-2009 překročena mezní hodnota pro chlor volný třikrát. V květnu 2007 bylo naměřeno 0,35 mg/l, v září 2007 0,40 mg/l a v prosinci 2008 0,48 mg/l.

Tab. č. 14: Zákal, Doubravka 2004-2009

Zákal (ZF (n))	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	XII.06
	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,50	4,00	0,50
III.07	IV.07	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	
	0,50	0,50	1,10	2,10	0,50	0,90	0,50	0,60	2,70
VII.09	XI.09	XII.09							
	1,50	0,60	3,20						

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 14: Zákaly, Doubravka 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

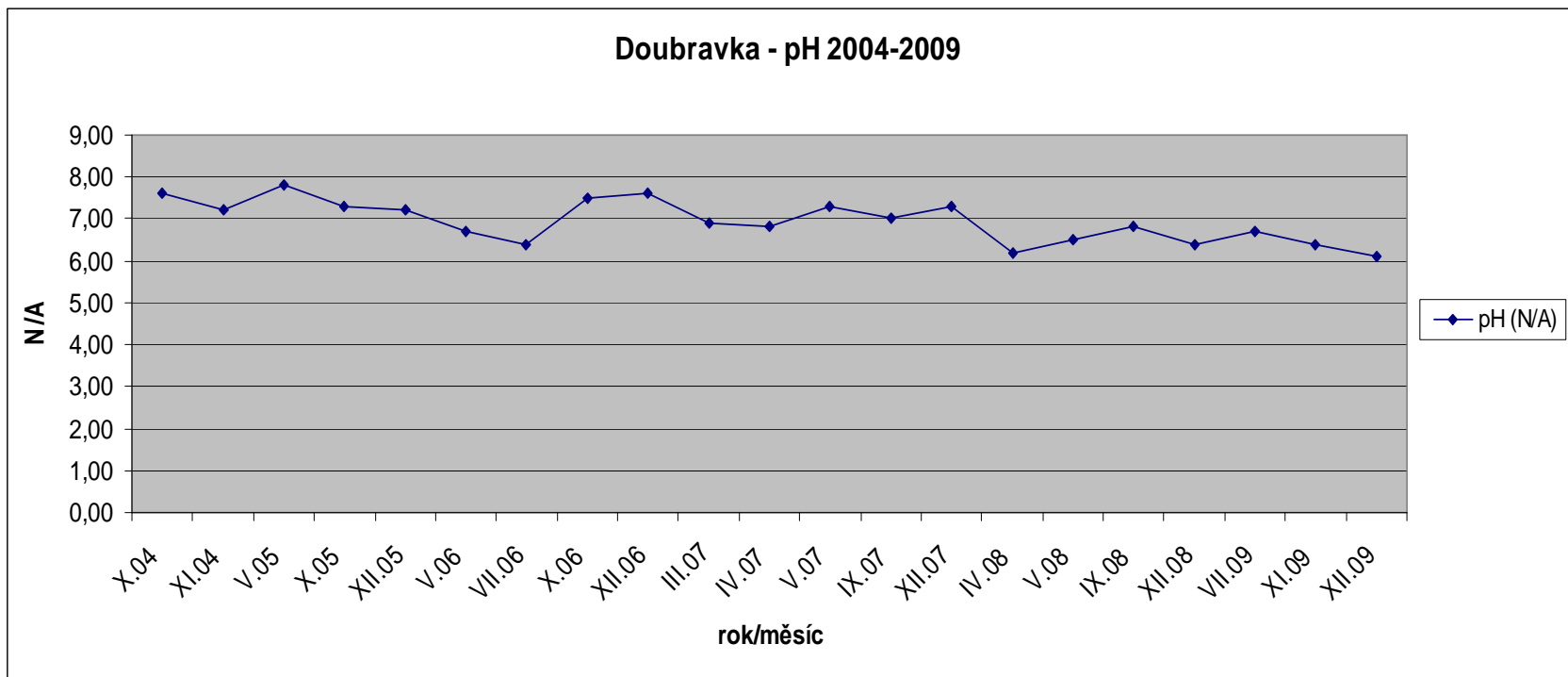
Mezní hodnota pro zákaly je 5 ZF (n), na tomto grafu je patrné, že naměřené hodnoty tento limit nepřekročily. Nejvyšší hodnota byla naměřena v říjnu 2006 4,00 ZF (n).

Tab. č. 15: pH, Doubravka 2004-2009

pH (N/A)	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	XII.06
	7,60	7,20	7,80	7,30	7,20	6,70	6,40	7,50	7,60
	III.07	IV.07	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08
	6,90	6,80	7,30	7,00	7,30	6,20	6,50	6,80	6,40
	VII.09	XI.09	XII.09						
	6,70	6,40	6,10						

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 15: pH, Doubravka 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

Ukazatel pH v oblasti Doubravka vykazuje dlouhodobě zvýšené hodnoty. Mezní hodnota není překročena, protože pH má limit 6,5-9,5 N/A.

4. 4 Vodárna Rábín

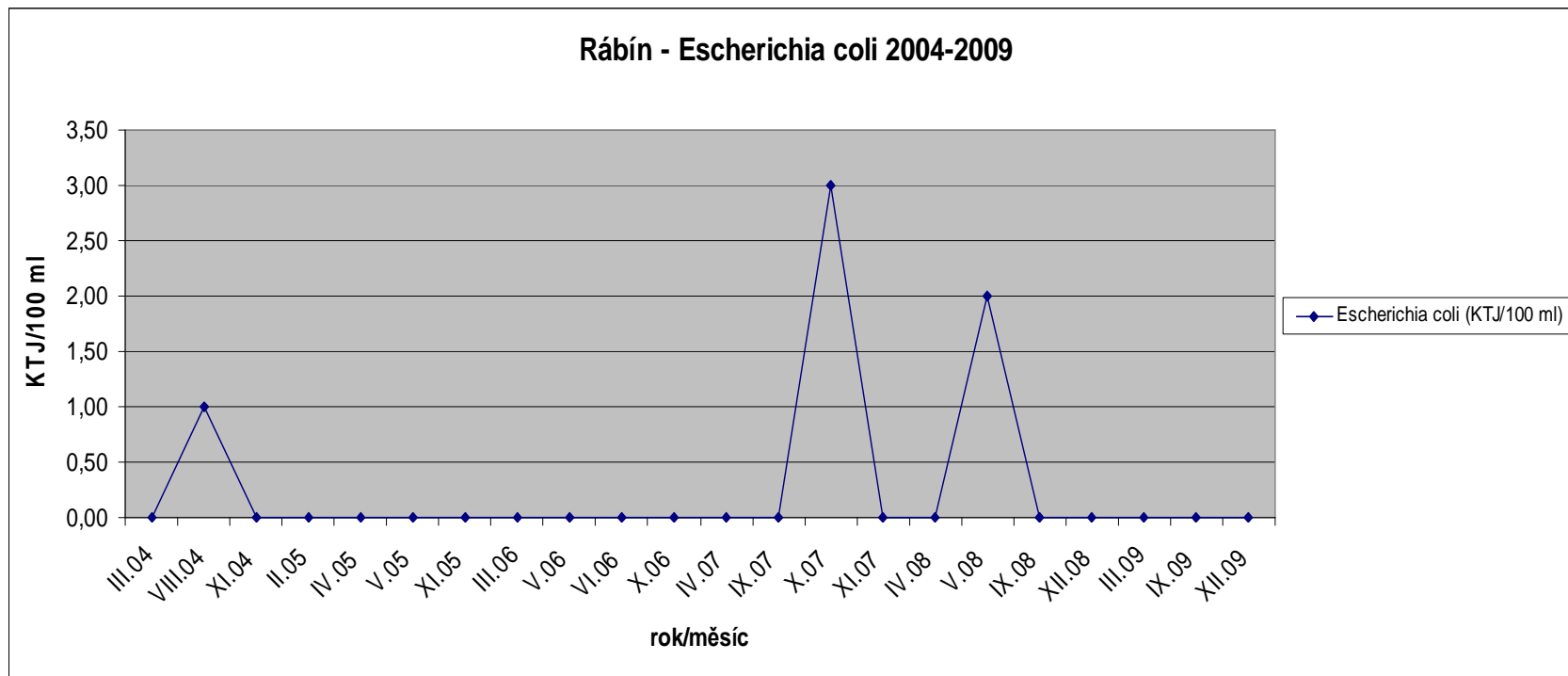
Zdrojem pro vodovod Rábín je kopaná studna ve vlastnictví Zemědělského družstva Rábín, který je i provozovatelem vodovodu. Zdroj má stanovené ochranné pásmo I. a II. stupně. II. stupeň ochranného pásma je stanoven vně ochranného pásma I. stupně, které je vzdáleno od místa odběru vody 10 metrů. Studna slouží zároveň jako jímací objekt. K hygienickému zabezpečení vody slouží zařízení CHLOROZOL, který dává chlórný sodný. Kvalita jakosti vody je sledována jednou týdně určeným pracovníkem. Vodovodem je zásobeno 56 obyvatel. KHS Jč kraje dne 11. 12. 2007 určila pro vodovod Rábín mírnější hygienický limit v ukazateli dusičnany z důvodu nadlimitních a kolísajících hodnot v dodávané pitné vodě. Vodovod dostal výjimku na tři roky v souladu s vyhláškou 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Kontroly pitné vody na vodovodu Rábín jsou v rozsahu třech krácených rozborů, jednoho úplného rozboru a dvou rozborů ukazatele dusičnanů. V oblasti Rábín je významná zemědělská činnost.

Tab. č. 16: Escherichia coli, Rábín 2004-2009

Escherichia coli (KTJ/100 ml)	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06
	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VI.06	X.06	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08
	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	2,00	0,00
	XII.08	III.09	IX.09	XII.09					
	0,00	0,00	0,00	0,00					

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 16: Escherichia coli, Rábín 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

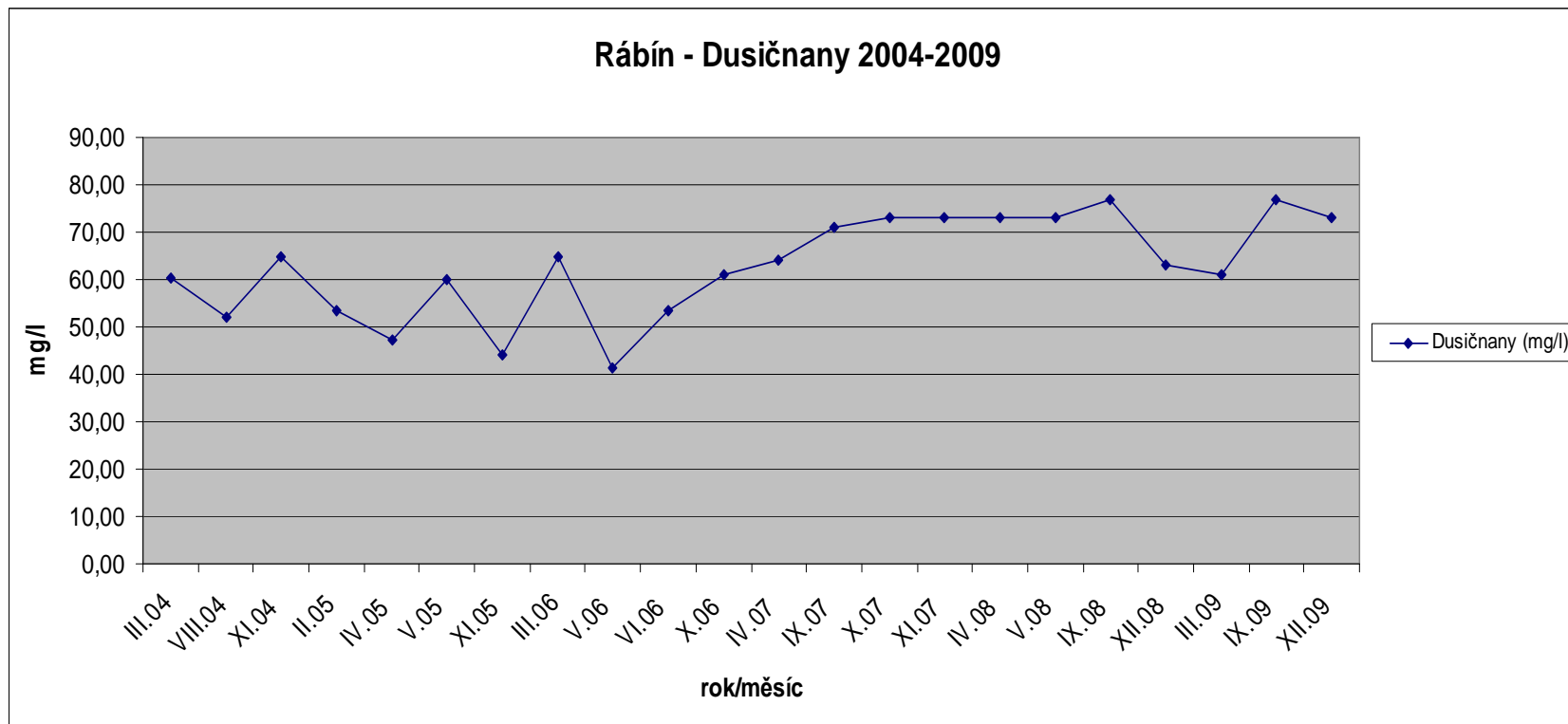
Na tomto grafu nalezneme v srpnu 2004, v říjnu 2007 a v květnu 2008 překročené hodnoty nejvyšší mezní hodnoty, která je v daném ukazateli 0 KTJ/100 ml. V srpnu 2004 bylo naměřeno 1,00 KTJ/100 ml, v říjnu 2007 3,00 KTJ/100 ml a v květnu 2008 2,00 KTJ/100 ml.

Tab. č. 17: Dusičnany, Rábín 2004-2009

Dusičnany (mg/l)	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06
	60,40	52,00	65,00	53,40	47,20	59,90	44,10	64,70	41,30
	VI.06	X.06	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08
	53,50	61,00	64,00	71,00	73,00	73,00	73,00	73,00	77,00
	XII.08	III.09	IX.09	XII.09					
	63,00	61,00	77,00	73,00					

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 17: Dusičnany, Rábín 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

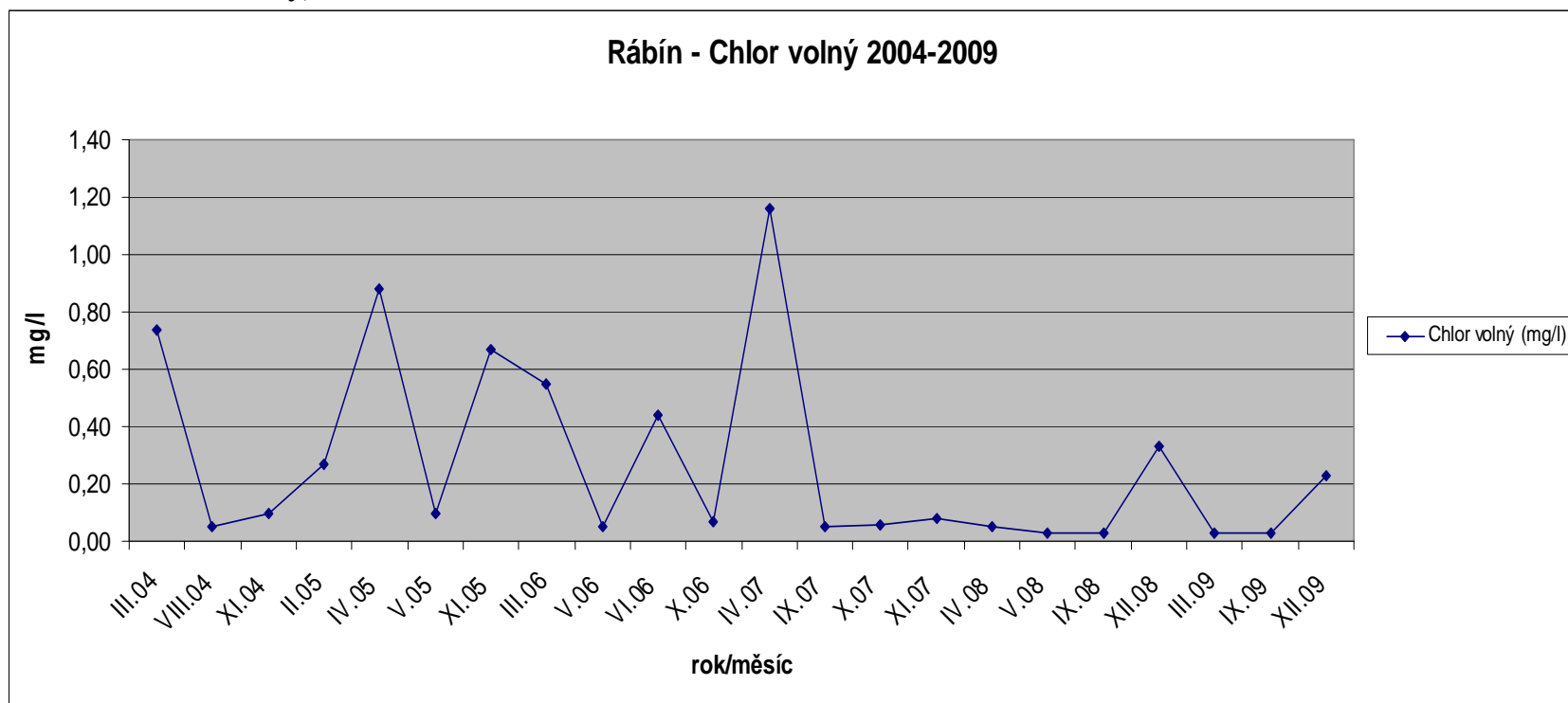
V grafu č. 17 vycházejí pouze tři naměřené výsledky pod nejvyšší mezní hodnotou. Tyto hodnoty byly naměřeny v dubnu 2005, v listopadu 2005 a v květnu 2006. Jinak všechny naměřené hodnoty dusičnanů v oblasti Rábín překračují nejvyšší mezní hodnotu, která je 50 mg/l.

Tab. č. 18: Chlor volný, Rábín 2004-2009

Chlor volný (mg/l)	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06
	0,74	0,05	0,10	0,27	0,88	0,10	0,67	0,55	0,05
	VI.06	X.06	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08
	0,44	0,07	1,16	0,05	0,06	0,08	0,05	0,03	0,03
	XII.08	III.09	IX.09	XII.09					
	0,33	0,03	0,03	0,23					

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 18: Chlor volný, Rábín 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

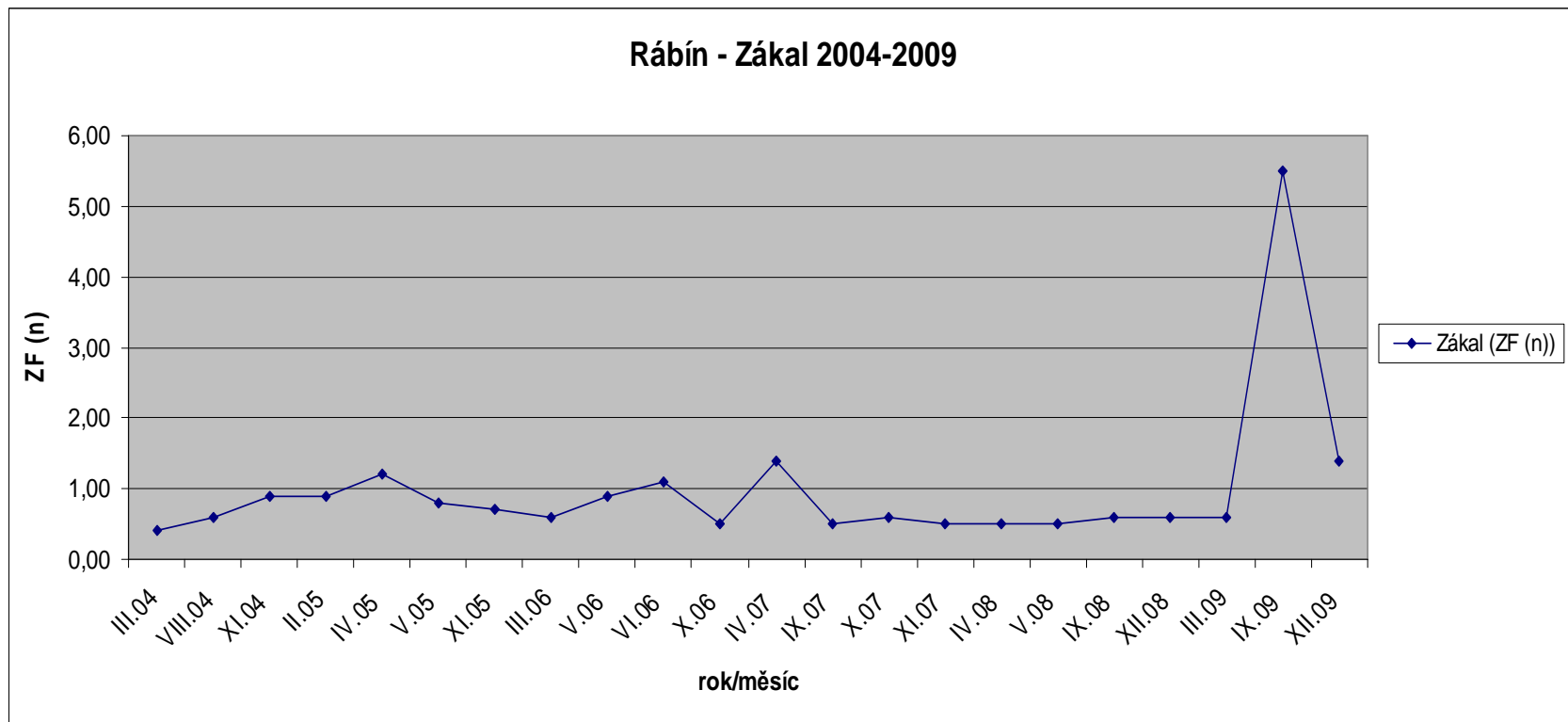
V oblasti Rábín byla mezní hodnota pro chlor volný překročena sedmkrát ve sledovaném období 2004-2009. Nejvyšší hodnota byla naměřena v dubnu 2007 a to 1,16 mg/l.

Tab. č. 19: Zákaly, Rábín 2004-2009

Zákaly (ZF (n))	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06
	0,40	0,60	0,90	0,90	1,20	0,80	0,70	0,60	0,90
VI.06	X.06	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	
	1,10	0,50	1,40	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,60
XII.08	III.09	IX.09	XII.09						
	0,60	0,60	5,50	1,40					

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 19: Zákaly, Rábín 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

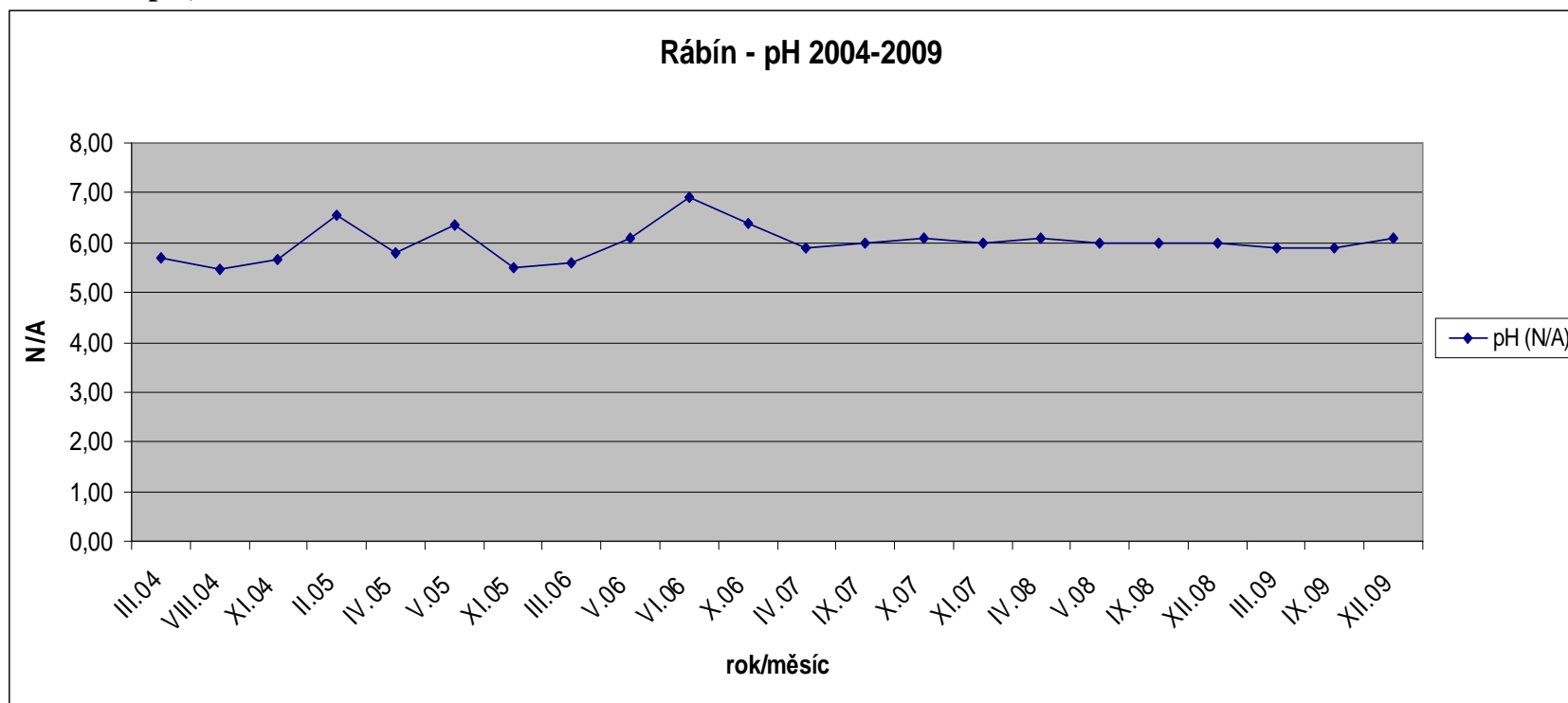
Graf č. 19 ukazuje na překročení mezní hodnoty pro zákal, který je 5 ZF (n). Tato hodnota přesáhla v září 2009 mezní hodnotu a dosáhla 5,50 ZF (n).

Tab. č. 20: pH, Rábín 2004-2009

pH (N/A)	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06
	5,70	5,45	5,65	6,55	5,80	6,35	5,50	5,60	6,10
VI.06	X.06	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	
	6,90	6,40	5,90	6,00	6,10	6,00	6,10	6,00	6,00
XII.08	III.09	IX.09	XII.09						
	6,00	5,90	5,90	6,10					

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 20: pH, Rábín 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

Mezní hodnota pro pH je stanovena v limitu 6,5-9,5 N/A. Na tomto grafu vycházejí v tomto limitu dvě naměřené hodnoty, které byly naměřeny v únoru 2005 a v červnu 2006. Únorová hodnota byla 6,55 a červnová dosahovala 6,90 N/A.

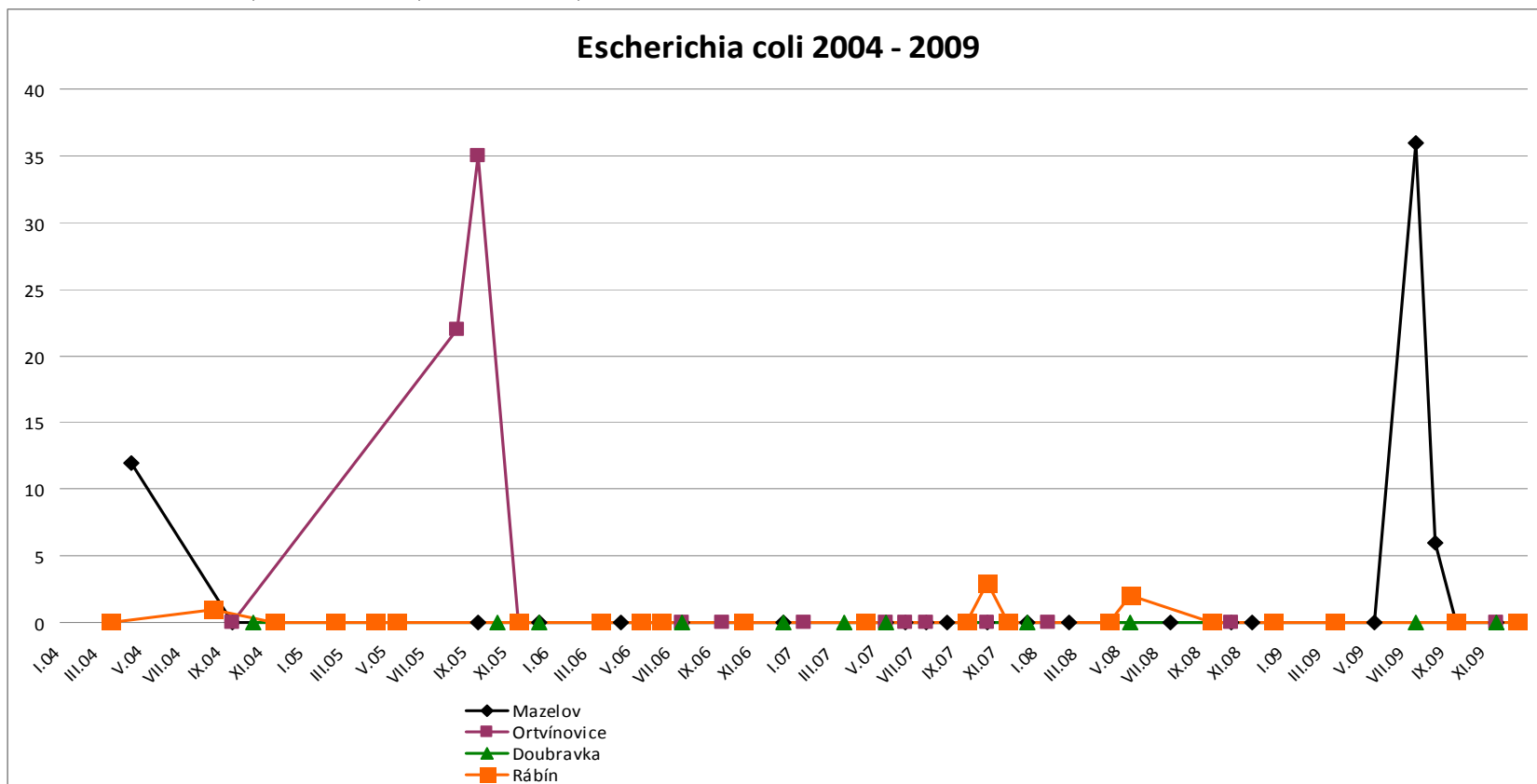
4. 5 Tabeleární a grafický přehled vybraných ukazatelů kvality pitné vody u sledovaných vodáren

Tab. č. 21: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Escherichia coli 2004-2009

Mazelov	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06	V.07
	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08	X.08	XI.08
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09					
	0,00	0,00	36,00	6,00	0,00	0,00					
Ortvínovice	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07	VI.07	VII.07
	0,00	22,00	35,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09						
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Doubravka	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	IX.06	III.07	IV.07
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	VII.09	XI.09	XII.09	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rábín	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06	VI.06	X.06
	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	III.09	IX.09	XII.09
	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 21: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Escherichia coli 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

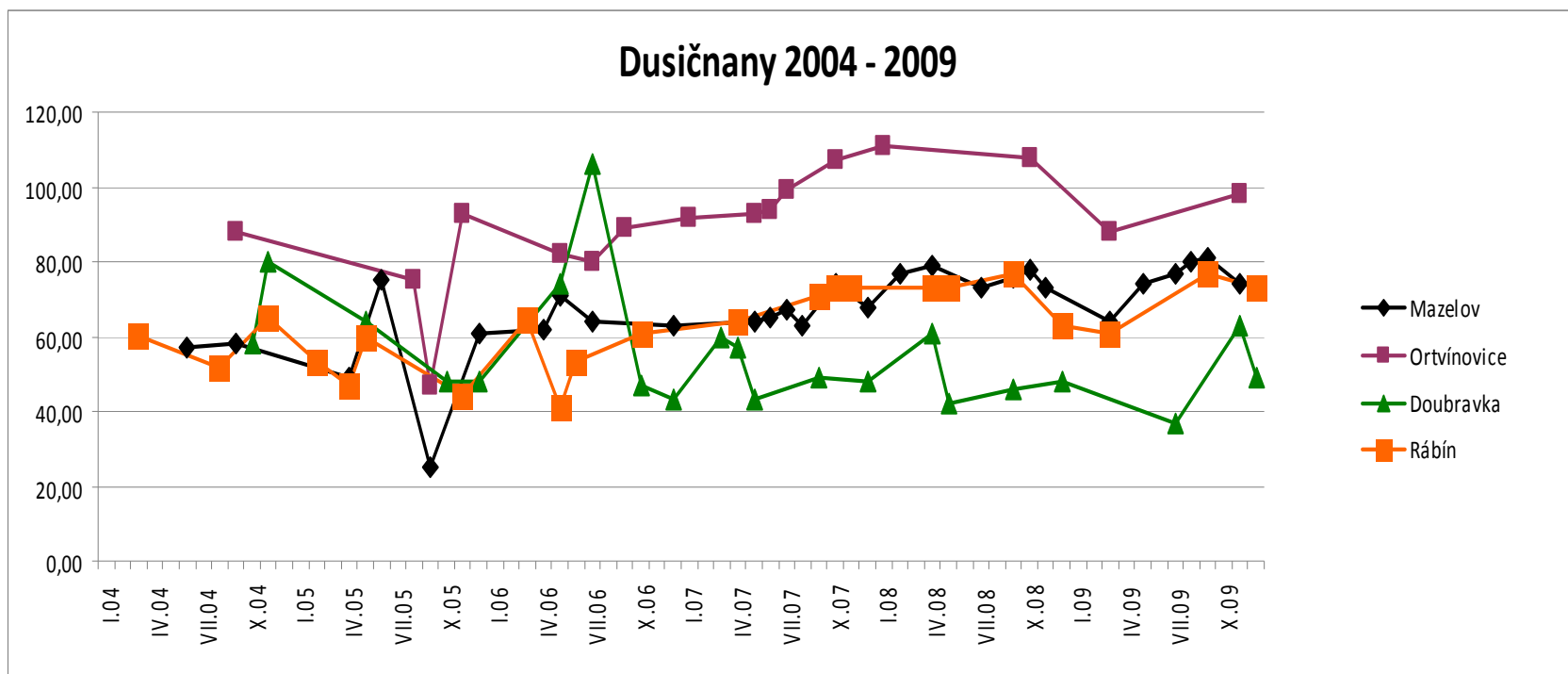
Graf č. 21 nám značí, že v oblasti Mazelov a Ortvínovice byl nejvyšší výskyt E. coli. Rábín nejvyšší mezní hodnotu také překročil, jen méně výrazněji. Oblast Doubravka má nulové hodnoty ve všech odběrech.

Tab. č. 22: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Dusičnany 2004-2009

Mazelov	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06	V.07
	57,00	58,00	49,00	75,00	25,00	61,00	62,00	71,00	64,00	63,00	64,00
	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08	X.08	XI.08
	65,00	67,00	63,00	74,00	68,00	77,00	79,00	73,00	76,00	78,00	73,00
	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09					
	64,00	74,00	77,00	80,00	81,00	74,00					
Ortvínovice	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07	VI.07	VII.07
	88,00	75,00	47,00	93,00	82,00	80,00	89,00	92,00	93,00	94,00	99,00
	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09						
	107,00	111,00	108,00	88,00	98,00						
Doubravka	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	IX.06	III.07	IV.07
	58,00	80,00	64,00	48,00	48,00	74,00	106,00	47,00	43,00	60,00	57,00
	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	VII.09	XI.09	XII.09	
	43,00	49,00	48,00	61,00	42,00	46,00	48,00	37,00	63,00	49,00	
Rábín	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06	VI.06	X.06
	60,40	52,00	65,00	53,40	47,20	59,90	44,10	64,70	41,30	53,50	61,00
	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	III.09	IX.09	XII.09
	64,00	71,00	73,00	73,00	73,00	73,00	77,00	63,00	61,00	77,00	73,00

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 22: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Dusičnany 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

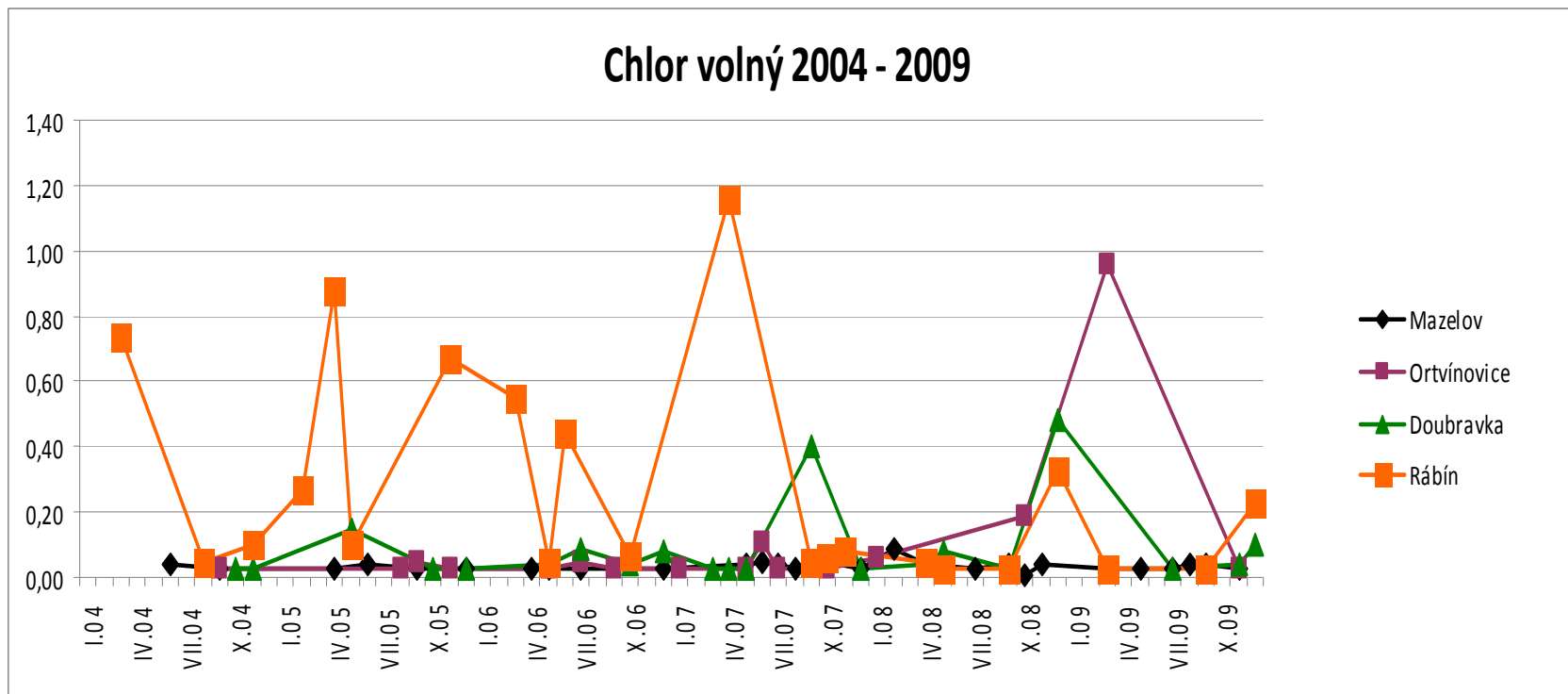
Dusičnany vykazují ve všech oblastech vysoké překročení limitů. Nejvyšší mezní hodnota pro dusičnany je 50 mg/l. Nejvyšší hodnoty vyazuje oblast Ortvínovice a oblast Doubravka.

Tab. č. 23: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Chlor volný 2004-2009

Mazelov	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06	V.07
	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08	X.08	XI.08
	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,09	0,04	0,03	0,04	0,01	0,04
	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09					
	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03					
Ortvínovice	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07	VI.07	VII.07
	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,11	0,03
	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09						
	0,03	0,06	0,19	0,96	0,03						
Doubravka	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	IX.06	III.07	IV.07
	0,03	0,03	0,15	0,03	0,03	0,04	0,09	0,04	0,08	0,03	0,03
	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	VII.09	XI.09	XII.09	
	0,35	0,40	0,03	0,04	0,08	0,03	0,48	0,03	0,04	0,10	
Rábín	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06	VI.06	X.06
	0,74	0,05	0,10	0,27	0,88	0,10	0,67	0,55	0,05	0,44	0,07
	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	III.09	IX.09	XII.09
	1,16	0,05	0,06	0,08	0,05	0,03	0,03	0,33	0,03	0,03	0,23

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 23: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Chlor volný 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

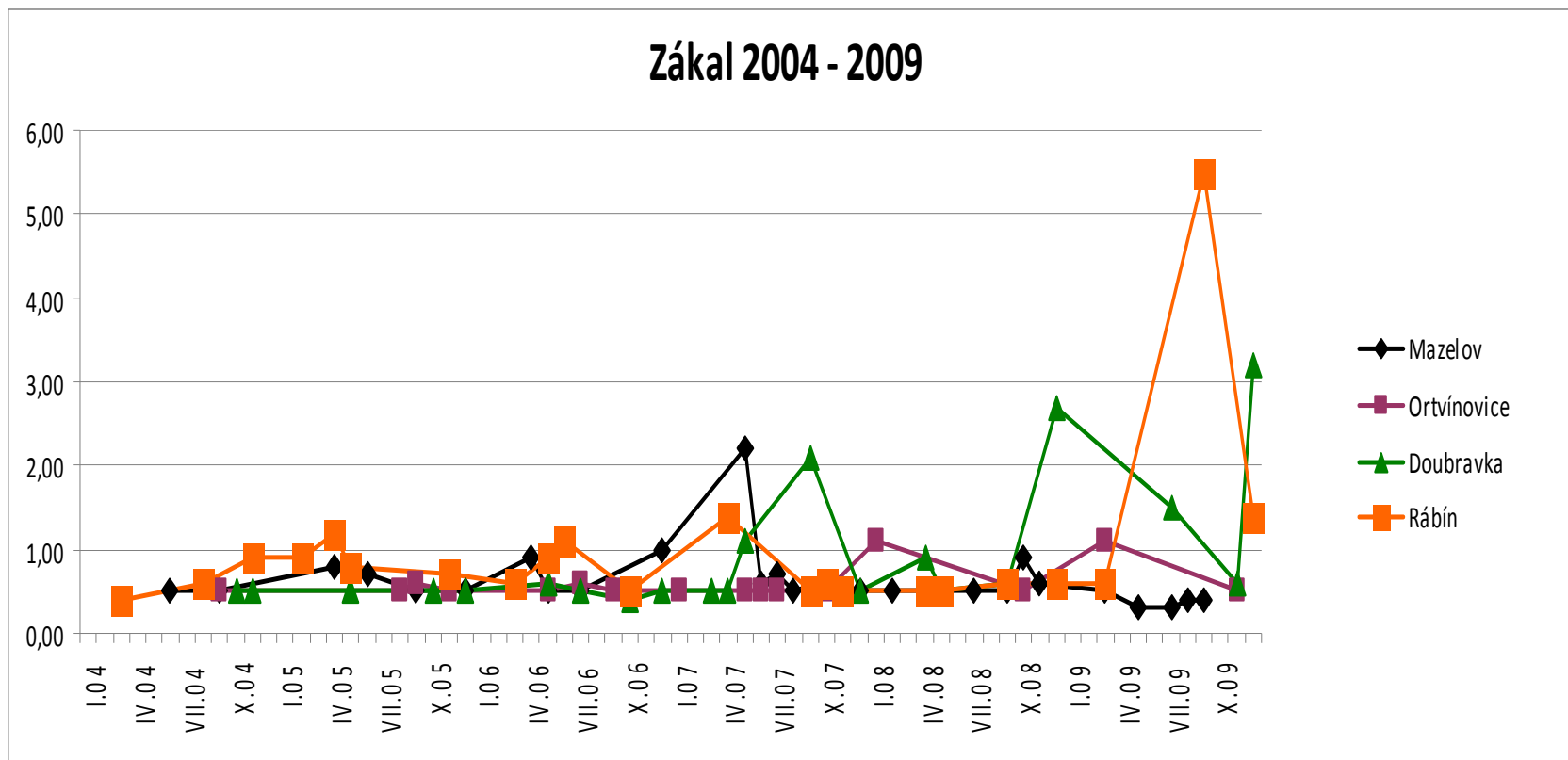
Největší výkyvy týkající se chloru volného, pro který je mezní hodnota 0,30 mg/l ukazuje oblast Rábín a Doubravka. Oblast Ortvínovice má nejvyšší hodnotu v březnu 2009 a to 0,96 mg/l. Oblast Mazelov nevykazuje po dobu měření v letech 2004-2009 žádné překročení mezní hodnoty.

Tab. č. 24: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Zákal 2004-2009

Mazelov	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06	V.07
	0,50	0,50	0,80	0,70	0,50	0,50	0,90	0,50	0,50	1,00	2,20
	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08	X.08	XI.08
	0,60	0,70	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,90	0,60
	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09					
	0,50	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50					
Ortvínovice	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07	VI.07	VII.07
	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09						
	0,50	1,10	0,50	1,10	0,50						
Doubravka	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	IX.06	III.07	IV.07
	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,50	4,00	0,50	0,50	0,50
	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	VII.09	XI.09	XII.09	
	1,10	2,10	0,50	0,90	0,50	0,60	2,70	1,50	0,60	3,20	
Rábín	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06	VI.06	X.06
	0,40	0,60	0,90	0,90	1,20	0,80	0,70	0,60	0,90	1,10	0,50
	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	III.09	IX.09	XII.09
	1,40	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	5,50	1,40

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 24: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - Zákal 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

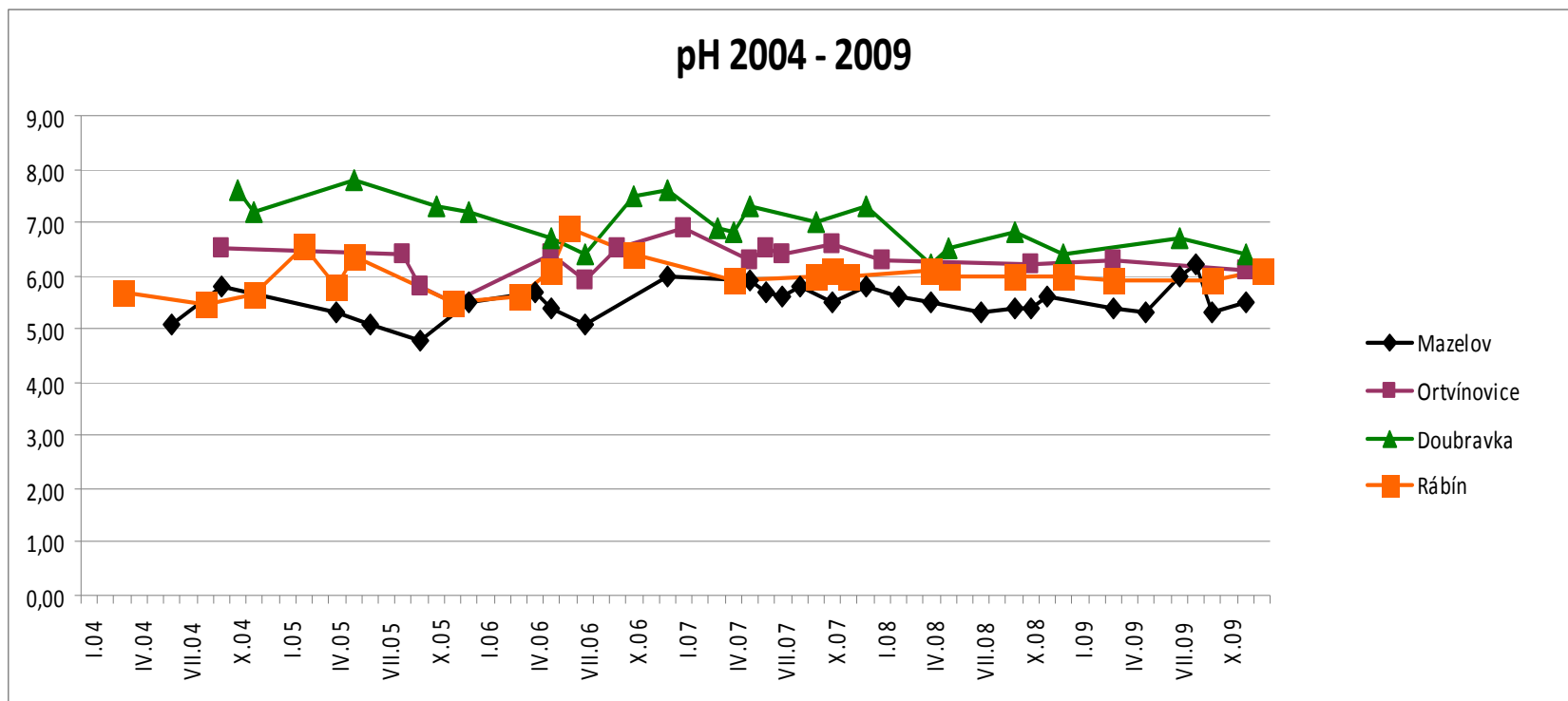
Z tohoto grafu lze vyčíst, že nejvyšší naměřenou hodnotu vykazuje oblast Rábín v září 2009 5,50 ZF (n). Oblast Mazelov a Doubravka mají vyšší hodnoty, ale nepřekračují mezní hodnotu danou pro zákal, která je 5 ZF (n).

Tab. č. 25: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - pH 2004-2009

Mazelov	VI.04	IX.04	IV.05	VI.05	IX.05	XII.05	IV.06	V.06	VII.06	XII.06	V.07
	5,10	5,80	5,30	5,10	4,80	5,50	5,70	5,40	5,10	5,98	5,90
	VI.07	VII.07	VIII.07	X.07	XII.07	II.08	IV.08	VII.08	IX.08	X.08	XI.08
	5,70	5,60	5,80	5,50	5,80	5,60	5,50	5,30	5,40	5,40	5,60
	III.09	V.09	VII.09	VIII.09	IX.09	XI.09					
	5,40	5,30	6,00	6,20	5,30	5,50					
Ortvínovice	IX.04	VIII.05	IX.05	XI.05	V.06	VII.06	IX.06	I.07	V.07	VI.07	VII.07
	6,50	6,40	5,80	5,50	6,40	5,90	6,50	6,90	6,30	6,50	6,40
	X.07	I.08	X.08	III.09	XI.09						
	6,60	6,30	6,20	6,30	6,10						
Doubravka	X.04	XI.04	V.05	X.05	XII.05	V.06	VII.06	X.06	IX.06	III.07	IV.07
	7,60	7,20	7,80	7,30	7,20	6,70	6,40	7,50	7,60	6,90	6,80
	V.07	IX.07	XII.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	VII.09	XI.09	XII.09	
	7,30	7,00	7,30	6,20	6,50	6,80	6,40	6,70	6,40	6,10	
Rábín	III.04	VIII.04	XI.04	II.05	IV.05	V.05	XI.05	III.06	V.06	VI.06	X.06
	5,70	5,45	5,65	6,55	5,80	6,35	5,50	5,60	6,10	6,90	6,40
	IV.07	IX.07	X.07	XI.07	IV.08	V.08	IX.08	XII.08	III.09	IX.09	XII.09
	5,90	6,00	6,10	6,00	6,10	6,00	6,00	6,00	5,90	5,90	6,10

zdroj: PiVo (upraveno)

Graf č. 25: Mazelov, Ortvínovice, Doubravka, Rábín - pH 2004-2009



zdroj: PiVo (upraveno)

Na tomto grafu je patrné, že všechny oblasti v jisté míře překračují mezní hodnotu pro pH, ale vždy se vejdu do limitu, který je 6,5-9,5 N/A. Nejvyšší překročení je vidět na oblasti Doubravka.

5 Diskuse

Hromadné zásobování obyvatelstva pitnou vodou je řešeno velkými a malými vodními zdroji. Za malé vodní zdroje se považují vodárny dodávající pitnou vodu pro méně než 50 obyvatel, velké vodní zdroje zásobují více jak 50 obyvatel. Provozovatelé obou typů vodáren jsou povinni provádět rozborů vzorků pitné vody, podle vyhlášky 252/2004 Sb. OOVZ nařizuje provozovateli minimální roční četnost odběrů a rozborů vzorků pitné vody pro provádění kontroly za účelem ověřují stálé jakosti pitné vody. (33) Vodárny Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín mají za povinnost provádět dva krácené rozborů a jeden úplný rozbor vzorků pitné vody. U vodáren Mazelov a Rábín byla určena výjimka týkající se zmírnění hygienického limitu v obsahu dusičnanů z důvodu jejich nadlimitních a kolísajících hodnot. Tyto vodárny mají za povinnost provést ročně dva krácené rozborů, jeden úplný rozbor vzorků kvality pitné vody a dva rozborů ukazatele dusičnanů. Vodárně Ortvínovice bylo vydáno rozhodnutí o omezení používání nejakostní pitné vody pro nadlimit ukazatele dusičnanů. Vodárna má za povinnost provádět jeden krácený rozbor vzorků pitné vody a jeden mikrobiologický rozbor. Výsledky rozborů jsou předmětem kontroly OOVZ, zapisují se, podobně jako výsledky rozborů vzorků pitné vody z vodních zdrojů, do databáze PiVo.

Vodárny Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín se nacházejí v Jižních Čechách, kde je významná zemědělská činnost. Zdrojem pro vodovod Mazelov je hlubinný vrt, pro vodovod Ortvínovice vrt, pro vodovod Doubravka vrtaná studna a pro vodovod Rábín kopaná studna. Kolem jednotlivých zdrojů je podle zákona 254/2001 Sb. vymezené ochranné pásmo I. stupně, které je 10 metrů od zdroje vody, vodovod Rábín má určeno i ochranné pásmo II. stupně, které je vně ochranného pásma I. stupně. Vodovod Mazelov zásobuje 220 obyvatel, vodovod Ortvínovice 25 obyvatel, vodovod Doubravka 126 obyvatel a vodovod Rábín 56 obyvatel. Provozovatelé vodovodů hygienicky zabezpečují pitnou vodu pomocí chemických prostředků Savo nebo chlornanu sodného.

Porovnáním výsledků rozborů vzorků pitné vody z výše uvedených malých vodních zdrojů byla zaznamenána poměrně vysoká variabilita v základních ukazatelích jakosti pitné vody, zejména v obsahu *Escherichia coli*, dusičnanů, chloru volného, zákalu a pH.

Co se týče *Escherichia coli*, bylo zjištěno, že tento ukazatel vykazuje proměnlivost v rozmezí 0,00 až 36,00 KTJ/100 ml. Nejvyšší mezní hodnota pro tento ukazatel je 0,00 KTJ/100 ml. Důvodem překročení limitu je fekální znečištění, které může být zapříčiněné zemědělskou činností v lokalitách vodních zdrojů. Tato skutečnost se výrazně projevuje u vodárny Mazelov, neboť se nachází přímo v zemědělském areálu, kde je provozován chov prasat. Provozní únik močůvky a kejdy v důsledku špatného hospodaření má bezprostřední dopad na kvalitu pitné vody ve vodárně. U ostatních vodních zdrojů je překročení hygienických limitů *Escherichia coli* způsobeno kontaminací půdy z provozu rostlinné výroby. Ze zdravotního hlediska způsobuje přítomnost *Escherichia coli* v pitné vodě dva typy onemocnění, extraintestinální – zánět močového měchýře, infekci ran, hnisavé procesy, případně její přítomnost v intestinálním traktu způsobuje infekce, jejichž doprovodným příznakem jsou průjmy. Infekční průjmy mohou, zejména u novorozenců, způsobit výraznou dehydrataci organismu, která může zapříčinit při nedostatečné léčbě jejich úmrtí. Z toho důvodu OOVZ důsledně sledují obsah *E. coli* v pitné vodě a při překročení limitu nařídí přerušování používání pitné vody až do sjednání nápravy, kdy ukazatel *E. coli* vykáže soulad s hygienickým limitem, tj. 0,00 KTJ/100 ml.

Dalším závažným ukazatelem jakosti pitné vody je obsah dusičnanů. Nejvyšší mezní hodnota pro ukazatel dusičnanů je stanovena 50 mg/l. Výsledky rozborů ze sledovaných malých vodních zdrojů vykazují hodnoty od 25,00 do 111,00 mg/l. Zdrojem kontaminace pitné vody je opět zemědělská činnost tzn. provoz živočišné a rostlinné výroby. Všechny sledované vodní zdroje leží v intenzivně zemědělsky využívaných lokalitách, což se projevuje zvýšením obsahu dusičnanů v pitné vodě v průběhu roku. Příjem nadměrného množství dusičnanů může mít zásadní vliv na zdraví člověka, od negativního vlivu na trávení a vstřebávání živin, metabolismus vitamínu A až po tvorbu karcinogenních nitrosaminů, poruchy činnosti štítné žlázy,

mozku a srdce. U kojenců je nebezpečí vzniku dusičnanové alimentární methemoglobinémie. Při zjištění, že rozborů vzorků pitné vody vykazují překročení limitu pro dusičnany OOVZ rozhodne o omezení používání nejakostní pitné vody, případně, podle místních podmínek může vydat výjimku a povolit mírnější limit v tomto ukazateli za předpokladu, že o zvýšeném obsahu tohoto ukazatele budou informováni všichni odběratelé. Výjimka týkající se zvýšení obsahu dusičnanů v pitné vodě byla vydána pro vodárnu Mazelov, kde byl limit zvýšen na 75 mg/l a pro vodárnu Rábín, kde byl limit zvýšen na 80 mg/l. Rozhodnutí o omezení používání nejakostní pitné vody platí pro vodovod Ortvínovice. Vodovod Doubravka je bez jakéhokoliv omezení.

Zjištěné hodnoty ukazatele volného chloru ve sledovaných vodárnách se pohybovaly v rozmezí od 0,03 do 1,16 mg/l. Mezní hodnota pro tento ukazatel je 0,3 mg/l. Překročení limitu volného chloru bylo nejspíš způsobeno neodborným dávkováním desinfekčních prostředků (Savo, chlornan sodný). Zvýšený obsah volného chloru byl zjištěn u vodáren Ortvínovice, Doubravka a Rábín. Volný chlor nemá zásadní účinky na lidský organismus, neboť se z vody poměrně rychle uvolňuje. Desinfekční prostředek Savo je fotolabilní a chlor se působením světla rozkládá. Špatné dávkování desinfekčních prostředků je zapříčiněno lidským faktorem. Obsluha vodárny buď používá preventivně vysoké dávky desinfekčních prostředků nebo vysokými dávkami řeší případnou kontaminaci vodního zdroje při jeho ohrožení fekálním znečištěním.

Variabilním ukazatelem u vodáren Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín byl i zákal pitné vody. Mezní hodnota ukazatele zákalu je 5 ZF (n), která byla překročena jen u vodovodu Rábín. Ve vodárnách byly naměřeny hodnoty 0,50-5,50 ZF (n). Zvýšená či překročená hodnota zákalu poukazuje buď na zvýšené hodnoty sloučenin železa a manganu, které jsou rozpuštěné ve vodě nebo na obsah huminových látek ve vodě (typické pro oblast Šumavy). Ze zdravotního hlediska nadměrný a dlouhodobý příjem železa může způsobit pálení žáhy, zácpu, ale také vážná onemocnění – vznik srdečních chorob, rakoviny či komplikované infekce.

Hodnoty pH se pohybovaly u sledovaných vodárnách v rozmezí od 4,80 do 7,80 N/A. Mezní hodnota pro ukazatel pH je 6,50-9,50 N/A. Pitná voda

ve vodárně Mazelov vykazovala slabě kyselou reakci, slabě zásaditou reakci vykazovala pitná voda ve vodárně Ortvínovice, Doubravka a Rábín. Ukazatel pH vypovídá o celkovém stavu vody. Negativní účinek na zdraví člověka spočívá v podráždění pokožky, očí.

V porovnání s pravidelnými rozbory pitné vody, které provádí provozovatelé velkých vodních zdrojů pitné vody, je variabilita ukazatelů kvality pitné vody minimální, přičemž všechny ukazatele splňují hygienický limit. Důvodem je zejména kvalitní technologie úpravy pitné vody a vysoká profesionalita obsluhy. Ekonomické a technologické nedostatky v úpravárnách pitné vody malých vodáren budou v blízké budoucnosti zřejmě důvodem předání těchto malých vodních zdrojů velkým provozovatelům, případně dojde k jejich zrušení. Lokality budou následně napojeny na rozvodnou síť velkých vodních zdrojů. Malé vodní zdroje nejspíš zůstanou v lokalitách, kde se nevyplatí, z důvodu malého počtu odběratelů a velké vzdálenosti, prodloužit vodovodní řád velkých vodních zdrojů. Ze sledovaných vodáren se jedná o vodárnu Ortvínovice, která, i když nevyrábí pitnou vodu, nejspíš zůstane v provozu, protože je jediným zdrojem vody pro stávající zástavbu v dané lokalitě.

Hypotéza, že voda z malých vodních zdrojů, určená k hromadnému zásobování obyvatelstva pitnou vodou se ve sledovaných oblastech ve sledovaných ukazatelích hygienické nezávadnosti nemění a rozbory vzorků pitné vody jsou v souladu s hygienickými limity, se nepotvrdila. Důvodem je zejména to, že provozovatelé (většinou daná obec) vodárny nemají dostatek finančních prostředků na účinnou moderní technologii pro úpravnu vody a pro její běžný provoz. V současné době využívají legislativní úlevy a žádají OOVZ o zmírnění hygienických limitů kvality pitné vody. Vyrábí buď nejakostní pitnou vodu, která má své omezení v použití. Nesmí se používat k přímé spotřebě pitím, vařením, k přípravě jídel a nápojů a v potravinářství. O tomto zákazu jsou prokazatelně všichni spotřebitelé informováni. Nejakostní vodu lze užívat k péči o tělo, včetně čištění zubů, čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem. (33)

Pokud ukazatele kvality pitné vody vodního zdroje vykazují mírnou variabilitu, která překračuje hygienický limit, je OOVZ stanoven limit vyšší pro tento ukazatel, a to

na dobu 3 let. Po uplynutí této lhůty může být výjimka prodloužena na další tři roky. Třetí výjimku pro provoz vodního zdroje se zvýšeným ukazatelem lze získat od Ministerstva zdravotnictví ČR. Pokud provozovatel neprovede žádná opatření ke zlepšení kvality ve sledovaném ukazateli, bude vodní zdroj využíván jako zdroj nekvalitní pitné vody se všemi důsledky jak je tomu u vodárny Ortvínovice.

Hypotéza, že ve sledovaném období klesá počet malých vodních zdrojů, které se využívají k veřejnému zásobování pitnou vodou, byla potvrzena. Tříletá doba výjimky udělená vodárnám Mazelov, Rábín a Doubravka bude v letošním roce končit. Provozovatelé nenašli prostředky pro zlepšení kvality dodávané pitné vody a proto budou nejspíš žádat o další tříletou výjimku. Oblast napojená na vodárnu Mazelov, bude v blízké době napojena na vodárnu Plav, tedy na velký vodní zdroj. Je tedy předpoklad, že vodárna Mazelov nebude žádat o prodloužení výjimky a jako malý vodní zdroj nebude pro hromadné zásobování obyvatel využíván. Provozovatelé malých vodních zdrojů nejspíš využijí výjimku a během ní se budou spíše snažit získat prostředky pro připojení k velkým vodárnám než aby řešili zlepšení technologie úpravy stávajících vodáren.

6 Závěr

Výzkumný úkol byl zaměřen na sledování kvality pitné vody, kterou jsou zásobeni obyvatelé drobných obcí. Byla ověřována kvalita pitné vody vyráběná v malých vodárnách v Jihočeském kraji a to v obcích Mazelov, Ortvínovice, Doubravka a Rábín. Hygienické rozbory vzorků pitné vody prováděné provozovateli vodáren v letech 2004-2009 prokázaly variabilitu v koncentracích volného chloru, dusičnanech, pH, zákalu a v obsahu *Escherichia coli* v průběhu vyšetřovaných období ve všech vodárnách.

V práci jsem ověřovala platnost dvou hypotéz.

První hypotéza předpokládala, že kvalita pitné vody vyráběné úpravou vody z malých vodních zdrojů je stabilní a nemění se v průběhu roku v některých zásadních ukazatelích, jako jsou dusičnany, obsah *Escherichia coli* aj. Výsledky rozborů vzorků pitné vody provedené v průběhu let 2004-2009 tuto hypotézu nepotvrdily. Výrazné variabilita byla zjištěna zejména v obsahu dusičnanů, u *Escherichia coli*, v obsahu volného chloru, zákalu a pH. Kromě ukazatele pH, překračovaly výše jmenované ukazatelé hygienické limity pro pitnou vodu.

Druhá hypotéza předpokládala, že ve sledovaném období klesá počet malých vodních zdrojů, které se využívají k veřejnému zásobování pitnou vodou. Tato hypotéza se potvrdila. Oblast napojená na vodárnu Mazelov, bude v blízké době napojena na vodárnu Plav, tedy na velký vodní zdroj. Je tedy předpoklad, že vodárna Mazelov nebude žádat o prodloužení výjimky pro zvýšený obsah dusičnanů a nebude v budoucnu využívána pro hromadné zásobování obyvatel pitnou vodou. Vodárny Rábín a Doubravka využívají ze zákona výjimku, umožňující jim na přechodnou dobu výrobu pitné vody, která v některých ukazatelích nevyhovuje parametrům vody pitné. Provozovatelé zatím nenašli finanční prostředky k tomu, aby zlepšily kvalitu pitné vody, která by vyhovovala hygienickým normám. V případě, že tomu bude i v budoucnu, dojde po vyčerpání všech výjimek zmírňující hygienický limit pro vodu pitnou, k vyloučení těchto vodních zdrojů z veřejného zásobování pitnou vodou.

7 Seznam použitých zdrojů

1. BENCKO, V., et al. *Hygiena: učební texty k seminářům a praktickým cvičením*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 1998. 185 s. ISBN 80-7184-551-5
2. BIELA, R.; BERÁNEK, J. *Úprava vody a balneotechnika*. Brno: CERM, 2004. 164 s. ISBN 80-214-2563-6
3. GÖPFERTO VÁ, D.; PAZDIORA, P.; DÁŇOVÁ, J. *Epidemiologie infekčních nemocí*. Praha: Karolinum, 2006. 299 s. ISBN 80-246-1232-1
4. HÄUSLER, J. *Mikrobiologické kultivační metody kontroly jakosti vod: Díl II. Mikrobiologický rozbor vod*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 1994. 164 s. ISBN 80-7084-107-9
5. HORECKÁ, M.; ŠIMONYIOVÁ, D.; NAGYOVÁ, V. *Asociácia améb a legionel vo vodách. In 19. seminář Aktuální otázky vodárenské biologie, 5. – 6. února 2003*, Praha, ČR. Ed. Jana Říhová Ambrožová. Chrudim: Ekomonitor, 2003. ISBN 80-903203-1-7
6. JÁSEK, J., et al. *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Milpo Media, 2000. 239 s. ISBN 80-86098-15-X
7. KALIČINSKÁ, J. *Monitorování životního prostředí*. Ostrava : Pavel Klouda, 2006. 88 s. ISBN 80-86369-13-7.
8. KLUIBR, J. *Pitná voda*. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, 2007. 97 s. ISBN 978-80-87096-05-5
9. KOPÁČEK, J. *Technologie úpravy pitné vody a provozní vody*. Kbe [online]. [cit.2010-6-28] Dostupný na WWW:
<http://kbe.prf.jcu.cz/files/prednasky/Technologie_ZP/uprava_vod.pdf>

10. KOŽÍŠEK, F. et al. Olovo a pitná voda: situace v České Republice. *Vodní hospodářství*. 2008, roč. 58, č. 1, s. 1 – 3. ISSN 1211-0760
11. KOŽÍŠEK, F.; PUMANN, P. Infekční onemocnění z pitné vody. *SZÚ* [online]. Duben 2008 [cit.2010-6-10] Dostupný na WWW:
<<http://www.szu.cz/tema/prevence/infekcni-onemocneni-z-pitne-vody>>
12. KOŽÍŠEK, F.; KOS, J.; PUMANN, P. *Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství*. Praha: Sovak, 2007. 80 s. ISBN 80-200-1307-5
13. KOŽÍŠEK, F. Gustav Kabrhel: ke 150. výročí narození zakladatele české vědecké hygieny. *SZÚ*. [online]. 2007 [cit. 2010-6-10] Dostupný na WWW:
<<http://www1.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2007-4-15.pdf>>
14. KOŽÍŠEK, F., et al. Metodické doporučení – parazitičtí prvoci v pitné vodě. *SZÚ* [online]. Leden 2005 [cit. 2010-6-25] Dostupný na WWW:
<<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/metodicke-doporuceni-parazitictiprvoci-v-pitne-vode>>
15. KOŽÍŠEK, F. Sensorika v oblasti pitné vody. *SZÚ* [online]. Březen 2005 [cit. 2010-6-10] Dostupný na WWW:
<<http://www1.szu.cz/chzp/voda/pdf/senzorika/kozisek.pdf>>
16. KOŽÍŠEK, F. *Studna jako zdroj pitné vody*. 2.vyd. Praha: SZÚ, 2003. 36 s. ISBN 80-7071-224-4
17. KRATZER, K.; KOŽÍŠEK, F. *Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody: odborná zpráva za rok 2008*. Praha: SZÚ, 2009. 58 s. ISBN 978-80-7071- 305-1

18. KRATZER, K.; KOŽÍŠEK, F.. *Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR*. Vyd. 1. [s.l.] : SZÚ Praha, 2009. 60 s. ISBN 978-80-7071-305-1.
19. KRATZER, K.; KOŽÍŠEK, F.; PUKLOVÁ, V. Jakost pitné vody z veřejných vodovodů. *SZÚ* [online]. Zář 2009 [cit. 2010-6-10] Dostupný na WWW:
<<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/jakost-pitne-vody-z-verejnychvodovodu>>
20. KRÍŽ, J. Deset let systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí. *Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí*. 2004, roč. XI, č. 2, s. 8.
21. MALÝ, J. *Chemie a technologie vody*. Brno: Noel, 2000. 197 s. ISBN 80-86020-13-4
22. PITTER, P. *Hydrochemie*. 4. vyd. Praha: VŠCHT, 2009. 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9
23. PROCHÁZKOVÁ, D.; ŠESTÁK, B. *Řízení bezpečnosti a krizové řízení*. Praha : PA ČR, 2005. 241 s. ISBN 80-7251-212-9.
24. PUMANN, P., et al. Metodické doporučení k ukazateli microcystin – LR. *SZÚ* [online]. Červen 2005 [cit. 2010-4-10] Dostupný na WWW:
<<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/metodicke-doporuceni-kukazatelimicrocystin-lr>>
25. PUMANN, P. *Biologické ukazatele v novelách vyhlášek MZ pro pitnou vodu a koupaliště*. In *19. seminář Aktuální otázky vodárenské biologie, 5. – 6. února 2003*, Praha, ČR. Ed. Jana Říhová Ambrožová. Chrudim: Ekomonitor, 2003. ISBN 80-903203-1-7

26. RADVANSKÁ, A.; HLOCH, S.; FEČKO, P. *Technika a technologie pro ochranu životného prostredia: (I. Časť – ovzdušie, voda)*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 2008. 118 s. ISBN 978-80-248-1700-2
27. ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. *Mikrobiologie v technologii vod*. Praha: VŠCHT, 2008. 252 s. ISBN 978-80-7080-676-0
28. ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J., et al. *Příručka provozovatele úpravny pitné vody*. Líbeznice: Medim, 2005. 206 s. ISBN 80-239-4565-3
29. ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, J. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2001. 226 s. ISBN 80-7080-463-7
30. SLAVÍČKOVÁ, K.; SLAVÍČEK, M. *Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody*. Praha: ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03534-4
31. STRNADOVÁ, N.; JANDA, V. *Technologie vody I. 2. vyd.* Praha: VŠCHT, 1999. 226 s. ISBN 80-7080-348-7
32. ŠÁLEK, J. a kol.: *Čištění odpadních vod z malých zdrojů*, Plzeň: Dům techniky ČSVTS, 1990. 125 s. ISBN 80-02-00397-7
33. VELIKOVSKÝ, Z., et al. *Vybraná témata z hygieny životního prostředí*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 186 s. ISBN 978-80-7040-945-9
34. Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody (ve znění pozdějších předpisů)

35. Vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody (ve znění pozdějších předpisů)
36. Zákon č. 254/2001 Sb., Vodní zákon (ve znění pozdějších předpisů)
37. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů (ve znění pozdějších předpisů)
38. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích (ve znění pozdějších předpisů)
39. ŽÁČEK, L. *Technologie úpravy vody*. Brno: Vutium, 1998. 65 s. ISBN 80-214-1257-7

8 Klíčová slova

- dusičnany
- kvalita pitné vody
- rozbor vzorku pitné vody
- malé vodárny
- *Escherichia coli*