



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Ústav obecné hygieny

Jitka Nádeníková

Dusičnany v pitné vodě

Nitrates in drinking water

bakalářská práce

Praha, duben 2008

Autor práce: Jitka Nádeníková

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **MUDr. Jiřina Bártová CSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav obecné hygieny 3. LF**

Datum a rok obhajoby: 2.4.2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu.

V Praze dne 20. března 2008

Jitka Nádeníková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své konzultantce MUDr. Jiřině Bártové CSc. a Ing. Kratzerovi za pomoc a cenné rady, které mi poskytovali po dobu zpracování bakalářské práce.

Obsah

OBSAH	5
1 SOUHRN	7
2 ÚVOD	9
3 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE A HYPOTÉZY	9
4 VODA	10
4.1 ČLOVĚK A VODA.....	10
4.2 ROZDĚLENÍ VOD.....	11
4.3 PITNÁ VODA.....	11
4.3.1 Balená voda.....	12
4.3.2 Vodárenská voda a studně.....	13
4.4 ÚPRAVA VODY.....	15
4.5 DUSIČNANY.....	16
4.5.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti.....	16
4.5.2 Hlavní užití a zdroje v pitné vodě.....	16
DUSIČNANY SE MOHOU DOSTAT DO POVRCHOVÉ I PODZEMNÍ VODY JAKO NÁSLEDEK.....	17
4.5.3 Osud v životním prostředí.....	17
4.6 METABOLISMUS DUSIČNANŮ V ORGANISMU.....	18
4.6.1 Vstřebání, distribuce a vyloučení.....	18
4.7 POTRAVINY.....	18
4.8 ZDRAVOTNÍ RIZIKA.....	20
4.8.1 Methemoglobinémie.....	21
4.8.2 Kojenecká methemoglobinémie.....	21
4.8.3 Dospělí a děti starší 3 měsíců.....	22
4.9 KARCINOGENITA.....	22
4.10 OPATŘENÍ.....	23
5 METODIKA	23
6 VÝSLEDKY	23
6.1 VÝVOJ MNOŽSTVÍ DUSIČNANŮ VE VODOVODECH, KTERÁ ZÁSObUJÍ MĚNĚ NEŽ 5000 OBYVATEL V OBDOBÍ 2005-2007.....	28
6.1.1 Středočeský kraj.....	28
6.1.2 Jihočeský kraj.....	29
6.1.3 Plzeňský kraj.....	31
6.1.4 Karlovarský kraj.....	32
6.1.5 Ústecký kraj.....	34
6.1.6 Liberecký kraj.....	35
6.1.7 Královehradecký kraj.....	37
6.1.8 Pardubický kraj.....	38
6.1.9 Vysočina.....	40
6.1.10 Jihomoravský kraj.....	41
6.1.11 Olomoucký kraj.....	43
6.1.12 Moravskoslezský kraj.....	44
6.1.13 Zlínský kraj.....	45
6.2 VODOVODY, KTERÉ ZÁSObUJÍ VÍCE NEŽ 5000 OBYVATEL V OBDOBÍ 2005-2007, KDE DOŠLO K PŘEKROČENÍ POVOLENÉ HRANICE 50 MG/L.....	45
TAB.1: HOSPITALIZOVANÍ V NEMOCNICÍCH ČR S DIAGNÓZOU METHEOGLOBINÉMIE V LETECH 1994 – 2002....	46
7 DISKUZE	47
7.1 HODNOCENÍ Z LET 2005 – 2007.....	47
7.1.1 Rok 2005.....	47
7.1.2 Rok 2006.....	48
7.1.3 Rok 2007.....	48

8	ZÁVĚR.....	49
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50

1 Souhrn

Motivace:

Kvalitní pitná voda je jedním z nejdůležitějších potřeb člověka. Nemůžeme bez ní dlouho přežít, ale v případě, že není kvalitní, může se stát i zdrojem nebezpečí pro naše zdraví. Cílem studie bylo zhodnocení, množství dusičnanů ve vodovodech v ČR za poslední 3 roky.

Hypotéza:

Předpokládala jsem překročení povoleného množství dusičnanů převážně ve vodovodech, které zásobují oblasti s méně než 5 000 obyvateli.

Metodika:

Podklady pro zpracování informací byly získány z celostátního monitoringu.

Výsledky:

V průběhu posledních 3 let docházelo k překročení limitní hodnoty v některých vodovodech. Ale ani v jediném případě se nejednalo o vodovod, který by zásoboval více jak 5000 obyvatel.

Závěr:

V České republice se každoročně vyskytne kolem 200 vodovodů, které překročí zákonem danou limitní hodnotu množství dusičnanů. Provozovatelé museli zažádat o udělení výjimky a na základě odborného posudku, že dané množství nezpůsobuje poškození zdraví, jim bylo uděleno povolení pitnou vodu distribuovat spotřebitelům. Hodnota dusičnanů je jedno z kritérií hodnocení kvality pitné vody. Ze zkoumaných dat vyplývá, že není třeba se obávat vzniku poškození zdraví u zdravých jedinců.

Summary

Motivation:

High-quality drinking water demand is one of the most important thing. We can not live without her for a long time. Poor quality drinking water could be a source of danger for our health. The aim of this study was the evaluation of amount of nitrate in drinking water pipings during last three years.

Hypothesis:

I supposed the exceed of allowed value mostly in areas, where water pipings provide more than 5000 people.

Approach:

The data were collected from national monitoring.

Results:

We could find exceed of allowed value in water pipings during last free years. But there was not a water piping, that provide water to area, where live more than 5 000 people.

Conclusions:

In Czech republic are found about 200 water pipings every year that exceeded a allowed value of nitrate. Water piping operator had to asked for special exception, that confirm no danger for health. Value of nitrates is one of the high-quality criterion of drinking water. Due to the results I can submit, that there is no danger for healty people.

2 Úvod

Voda je nezbytnou podmínkou veškerého života na zemi. Je součástí všech podstatných procesů v přírodě. Člověk by měl dodržovat pro optimální fungování svého organismu dostatečný pitný režim. Denně je doporučováno vypít kolem 2-3 litrů tekutin, což samozřejmě závisí na řadě faktorech, jako jsou klimatické podmínky, fyzická aktivita, atd... Jako nejjednodušší a nejlevnější se jeví možnost užití vody z vodovodů. Ovšem v posledních letech se setkáváme s trendem nakupování vody ve formě balené a to i přesto, že voda z vodovodů splňuje hygienické požadavky.

3 Cíle diplomové práce a hypotézy

Cílem této studie je posouzení aktuálního stavu pitných vod ve vodovodech v ČR a zjistit zdravotní rizika z nadměrného příjmu dusičnanů z vody a potravin. Pokusit se nalézt možná opatření.

- Předpokládám překročení limitů v oblastech, které zásobují méně než 5000 obyvatel.

4 Voda

4.1 Člověk a voda

Sine aqua deest vita, aneb „voda základ života“, která přesně vyjadřuje význam vody pro člověka. Voda je součástí všech živých systémů a u vyšších živočichů i u člověka tvoří největší podíl jejich tělesné hmoty. Poměrné množství vody v těle je největší u zárodku – v 1. měsíci činí až 95% a během nitroděložního vývoje vody ubývá. V prvních dnech po narození činí 80-85% tělesné hmotnosti. U dospělých však zůstává množství vody dosti stálé – 63% u (muže 70kg) a u žen 53%.

Voda je v těle člověka univerzálním prostředím, kde probíhají životní děje a její přítomnost umožňuje látkovou a energetickou přeměnu i všechny fyziologické funkce (transportní prostředí pro živiny, elektrolyty, hormony, krevní plyny, odpadní látky, teplo a elektrické proudy). Voda také slouží jako rozpouštědlo a vhodné prostředí pro chemické reakce probíhající v organismu (např. hydrolýza živin). Vyskytuje se s nerostnými látkami, které mají hlavní podíl na osmotickém tlaku tělesných tekutin. Kromě toho je část vody vázána na látky koloidní – zejména bílkoviny. Voda je tedy v neustálém pohybu.

Největší množství vody je obsaženo ve vlastních buňkách – intracelulární tekutina – 40% tělesné hmotnosti. Zbýlá část, tj. 20%, je mimo buňky – extracelulární tekutina.

Vodní hospodářství v těle je ovlivněno regulačními mechanismy, které mají zabránit vzniku nerovnováhy výměny vody.

Zdrojem vody pro organismus je nejen voda a tekutiny či tekuté pokrmy, ale i některé jiné potraviny, z nichž největší podíl vody obsahují ovoce (až 90%), zelenina (98%) i maso (75%).

Význam vody tedy není jen v prostém příjmu tekutiny, ale i v přívodu důležitých minerálů, a to makro i mikroelementů.

Je tedy zřejmé, že význam vody pro člověka je mnohostranný a skutečně platí: „Tam, kde není voda, není ani života“.

4.2 Rozdělení vod

Vodu je možné rozdělit podle výskytu, původu a použití (1).

Dle původu:

- přírodní
- odpadní
 - splaškové
 - průmyslové

Dle výskytu:

- atmosférická (srážková)
- povrchová
 - kontinentální
 - mořská
- podzemní

Dle použití:

- **pitná**
- užitková
- provozní
- odpadní

4.3 Pitná voda

Pitná voda je voda zdravotně nezávadná, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým nebo pozdním působením zdraví spotřebitele a jeho potomstva a jejichž smyslově postižitelné vlastnosti nebrání jejímu požívání (1). Je to voda z jakéhokoliv přírodního zdroje, který vyhovuje zdravotnickým i technickým požadavkům

Požadavky na kvalitu pitné vody definuje Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 252/2004 Sb. kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly. Tato vyhláška se nevztahuje na soukromé domovní studny (pokud

nejsou využívány ke komerčním účelům), pro které nejsou stanoveny žádné závazné hygienické požadavky. Záleží tedy výhradně na majiteli, jak se zajímá o své zdraví. Vzhledem k množství chemických látek, jsou ve vyhlášce stanoveny ty zdravotně nejzávažnější. Takový rozbor ovšem může stát až 20 tisíc korun. Proto někteří používají, tzv. zkrácený rozbor, kdy se stanovuje 10-20 hlavních ukazatelů, mezi něž patří i dusičnany. Takovýto rozbor stojí kolem 1000 korun (5).

Povolená množství stanovené vyhláškou 252/2004 Sb.

Maximální množství dusičnanů dle normy:

- 50 mg/l pro pitnou vodu

Maximální množství dusitanů dle normy:

- 0,5 mg/l pro pitnou vodu

NMH (nejvyšší mezní hodnota) - musí být dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsahu dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1. Součet poměrů odpovídá svým významem nejvyšší mezní hodnotě. Obsah dusitanů v pitné vodě na výstupu z úpravny musí být nižší než 0,1 mg/l (7).

4.3.1 Balená voda

Spotřeba balených vod v České republice stále roste a tím pádem stoupá i nabídka na trhu. Vstupem do Evropské unie došlo i k některým změnám v legislativě, zažitém názvosloví i požadavcích na značení balených vod. Požadavky na balené vody nyní upravuje vyhláška MZ č. 252/2004 Sb.

Balená kojenecká voda je výrobek z kvalitní vody z chráněného podzemního zdroje, který je vhodný pro přípravu kojenecké stravy a k trvalému přímému požívání všemi skupinami obyvatel. Je jedinou balenou vodou, u

keré je zaručeno původní složení, protože je zakázána jakákoliv úprava měnící její složení. Celková obsah minerálních látek je max 500mg/l.

Maximální množství dusičnanů pro kojeneckou vodu je 15mg/l (4).

Balená pramenitá voda je výrobek z kvalitní vody chráněného podzemního zdroje, který je vhodný k trvalému přímému požívání dětmi i dospělými. Celkový obsah minerálních látek je nejvýše 1000mg/l (4).

Balená přírodní minerální voda je výrobek z chráněného podzemního zdroje přírodní minerální vody schváleného ministerstvem zdravotnictví. V souladu s evropskými předpisy platí, že za minerální vodu může být prohlášena prakticky každá podzemní voda, která má „původní čistotu“, je stabilní a její zdroj je dobře chráněn. Na etiketě ovšem musí být společně s označením druhu minerální vody z hlediska obsahu CO₂ uvedeno také hodnocení z hlediska celkové mineralizace (4).

- velmi slabě mineralizovaná (s obsahem rozpuštěných pevných látek (RL) do 50mg/l)
- slabě mineralizovaná (obsah RL 50-5000mg/l)
- středně mineralizovaná (obsah RL 500-1500mg/l)
- silně mineralizovaná (obsah RL 15000-50000mg/l)
- velmi silně mineralizovaná (obsah RL vyšší než 50000mg/l).

Balená pitná voda je výrobek splňující požadavky pro pitnou vodu. Tuto vodu lze získávat z jakéhokoli vodárenského zdroje, upravovat ji stejně jako vodu vodovodní a rovněž požadavky na jakost jsou shodné s požadavky na „vodovodní“ vodu. Většina je jich ostatně z vodovodní vody vyráběna. Na rozdíl od výše uvedených druhů balených vod lze balenou pitnou vodu uměle doplňovat minerálními látkami (Ca, Mg, K, Na). Ovšem v tom případě musí být uvedeno na etiketě označení – „uměle doplněno minerálními látkami – mineralizovaná pitná voda“ a uvedeno množství. Balenou vodu lze také sytit oxidem uhličitým (4).

4.3.2 Vodárenská voda a studně

V České republice je v dnešní době téměř 90% procent obyvatelstva zásobováno vodou z veřejných vodovodů. Člověk při každé manipulaci s kohoutkem očekává tok

neomezeného množství vody, která v naprosté většině případů splňuje příslušné normy. V obchodech dále je velké množství kvalitních balených vod.

Studna se tedy může zdát jako již téměř nepoužívanou, což není tak úplně pravda. Stále zbývá 10% obyvatel, kteří jsou odkázáni na vodu ze studní. I když se každoročně zvyšuje počet obyvatel napojených na veřejný vodovod, stoupá i číslo, kdy jsou obyvatelé napojeni na oba zdroje. Důvodem je zřejmě navyšující se cena vody. Dále nesmíme zapomenout na obyvatele, kteří užívají vodu ze studní na svých chatách a chalupách v dobách dovolené.

Pro vybudování studně, ikdyž je na našem vlastním pozemku, je třeba řada povolení. Studna je navíc stavba, tudíž se na ni vztahuje i stavební zákon. Je nutné povolení vodoprávního úřadu, kvůli odběrům vody. Povolení pro domovní studny vydávají obecné úřady a pro komerční a veřejné studny obecní úřady obcí s rozšířenou působností (5).

Všechny studny vybudované po roce 1995 musí mít stavební a vodoprávní povolení k odběru vody. V případě, že jsou postaveny nelegálně jde o přestupek nebo jiné porušení zákona, kdy může v případě veřejné nebo komerční studny provozovatel obdržet pokutu v řádu milionů korun.

Vlastník studně má taky řadu povinností, a jedna z nich je i zajistit odběry vody, aby se zjistila případná špatná kvalita a nedošlo k ohrožení zdraví.

Studně lze podle účelu použití rozdělit na:

- **Veřejná studna** – studna veřejně přístupná, pro zásobování obyvatelstva vodou, je zřizována a spravována nejčastěji místním úřadem. Za veřejné studny se dají považovat i studny, které nejsou volně přístupné, ale slouží k zásobování veřejných objektů (např. škol, zdravotnické zařízení).
- **Domovská studna** – neveřejná studna sloužící pro zásobování jedné, výjimečně více domácností. Je spravována vlastníkem nebo uživatelem studny. Zvláštní druh těchto studní je soukromá studna, používaná ke komerčním činnostem, pro jejichž výkon musí být použita pitná voda (např.

pivovary, které pro výrobu piva používají vodu z vlastní studny, jelikož je potřeba nechlorovaná) (5).

Konstrukce a provedení studny musí být takové, aby nedošlo k vniknutí dešťové vody a průniku nečistot do studny.

Též okolí studny musí splňovat určitá kritéria. V okolí 10m nesmí docházet ke znečištění a nejsou povoleny činnosti, které by mohly zhoršit jakost podzemní vody. Zejména hnojení, používání herbicidních a chemických látek.

V roce 2006 byly získány údaje z 582 Veřejných studní a z nich v 99 případech došlo k překročení NMH dusičnanů o 1% a údaje z 3471 komerčních studní, kde u 277 byl překročen NMH o 1% (3).

K 19.11.2007 je v Informačním systému Státního zdravotního ústavu evidováno 600 veřejných a 3588 komerčních studní, které jsou vedené jako fungující (3).

4.4 Úprava vody

Pitná voda se v České republice vyrábí z vod povrchových i podzemních (50/50%) úpravou. K úpravě surové vody na vodu pitnou se používají metody fyzikální (jako je sedimentace, filtrace) i chemické. Všechny chemické látky používané v procesech musí splňovat zákonné normy. Posledním stupněm výroby pitné vody je hygienické zabezpečení – desinfekce, jejímž cílem je zničení případných patogenů a zabránit možnému vzniku nárůstu mikroorganismů ve vodovodní distribuční síti. Desinfekce se provádí přidáním oxidačního činidla (na bázi chlóru, ozónu) nebo ozářením vody UV zářením. Pitná voda musí následně splňovat kvalitativní parametry stanové ve vyhlášce 252/2004 Sb. A to v místě, kde je spotřebována. Eventuelní pachů, zákal či zbarvení vody jsou způsobeny reakcí vody s vnitřním povrchem potrubí (které může být někde několik desítek let staré).

4.5 Dusičnany

Mnoho let je u nás známa problematika obsahu anorganických dusíkatých látek ve vodě, především dusičnanů.

Dusičnany a dusitany jsou přirozeně se vyskytující ionty, které jsou součástí koloběhu dusíku. Dusičnanový iont (NO_3^-) je stabilní forma sloučenin dusíku pro okysličovací systémy. Přestože je chemicky nereaktivní, může být mikrobiálně redukován (8).

Dusitanový iont (NO_2^-) obsahuje dusík v relativně nestabilním oxidačním stavu. Chemický a biologický proces může dále dusitan redukovat za vzniku dalších sloučenin nebo oxidovat na dusičnan.

4.5.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti

	Dusičnan	Dusitan
Kyselina	Konjugovaná báze se silnou kyselinou HNO_3 $\text{pK}_a = -1,3$	Konjugovaná báze se silnou kyselinou HNO_2 $\text{pK}_a=3,4$
Sůl	Velmi rozpustné ve vodě	Velmi rozpustné ve vodě
Reaktivita	nereaktivní	reaktivní Fe^{2+} z Hb na Fe^{3+} primárně aminy

4.5.2 Hlavní užití a zdroje v pitné vodě

Dusičnany jsou používány ve velké míře jako průmyslová hnojiva. Dále také jako oxidační činidlo při výrobě trhavin, k čištění draslíku při výrobě skla. V potravinářském průmyslu se dusitany a dusičnany (draselný a sodný) uplatňují jako stabilizátory a konzervační látky (brání např. růstu Clostridia botulina, produkující toxický botulin a kromě toho taky dusitany udržují barvu i chutnost mastných výrobků). V uzenářských výrobcích však může dojít ke vzniku

nitrososloučenin, které jsou nežádoucí. Dusičnany se používají jako konzervační látky (8).

Dusičnany se mohou dostat do povrchové i podzemní vody jako následek

- zemědělské činnosti (včetně nadměrného užívání anorganických dusíkatých hnojiv a mrvy)
- z odpadních vod
- činností bakterie Nitrosomonas během stagnace vody obsahující dusičnany a chudou na kyslík v rozvodném pozinkovaném ocelovém potrubí .

4.5.3 Osud v životním prostředí

V půdě hnojiva obsahující anorganický dusík a odpad obsahující organický dusík jsou nejdříve rozloženy tak, že poskytnou dusík, který je poté oxidován na dusitan a dusičnan. Dusičnan přijímají rostliny během růstu a využívají ho k syntéze organických dusíkatých sloučenin. Nadbytek dusičnanů se vyskytuje v podzemní vodě.

V aerobních podmínkách dusičnany pronikají ve velkém množství do vodonosné vrstvy, kvůli malému rozsahu degradace nebo denitrifikace.

V anaerobních podmínkách mohou být dusičnany degradovány nebo denitrifikovány téměř úplně na dusík. Přítomnost vysoké nebo nízké hladiny podzemní vody, množství dešťové vody a organického materiálu a další fyzikálně-chemické vlastnosti jsou také důležitou součástí osudu dusíku v půdě (8).

V povrchové vodě, také dochází k nitrifikaci a denitrifikaci, ovšem záleží na teplotě a pH. Absorpce dusičnanů rostlinami je odpovědná za většinu redukce dusičnanů v povrchové vodě.

4.6 Metabolismus dusičnanů v organismu

4.6.1 Vstřebání, distribuce a vyloučení

Přijímané dusičnany se snadno a úplně vstřebají v tenkém střevě.

Dusitany mohou být absorbovány přímo ze žaludku nebo horní části tenkého střeva. Část přijatých dusitanů reaguje spolu s žaludečním obsahem před absorpcí.

Dusičnany kolují v organismu tzv. enterohepatoenterálním oběhem, kdy jsou částečně vstřebány již v ústní dutině a krevním oběhem se dostávají do slin a dále rychle roznášeny do všech tkání a zpět do zažívacího traktu. Asi 25% přijatých dusičnanů je aktivně vyměšováno do slin, kde jsou částečně redukovány ústní mikroflórou na dusitany. Bakteriální redukce dusičnanů se může uskutečnit i v jiných částech trávicího traktu, ale ve většině případů ne v žaludku. Výjimku tvoří lidé s malou žaludeční sekrecí, používající léky ke snížení kyselosti žaludku, apod.

Vstřebené dusitany v krvi se podílejí na oxidaci hemoglobinu na methemoglobin. Fe^{2+} přítomný v hemové skupině je oxidován na Fe^{3+} formu a zbylý dusitan se pevně pojí k oxidovanému hemu. Fe^{3+} forma ovšem neumožňuje transport kyslíku, což může způsobit cyanózu.

Dusitany mohou v žaludku reagovat se sekundárními aminy za vzniku N-nitrososloučenin (např. sekundární a terciární nitrosoaminy a nitrosoamidy). Tyto sloučeniny mají nepříznivý vliv na organismus (8).

Významné množství přijatých dusičnanů potravou se nakonec vyloučí močí jako dusičnan, amoniak nebo močovina.

4.7 Potraviny

Jedním z hlavních zdrojů dusičnanů v potravinách je zelenina a pitná voda. V případě dusitanů je to maso a masné výrobky. Malé množství se může vyskytovat i v rybách a mléčných výrobcích.

Masné výrobky by měly obsahovat < 2,7 – 945 mg a < 0,2 – 6,4 mg/kg dusitanů, mléčné výrobky mohou obsahovat 3-37 mg/kg dusičnanů a < 0,2 – 1,7 mg/kg dusitan (8).. Zelenina jako červená řepa, salát, ředkvička a špenát mohou obsahovat více jak 2500mg/kg, obzvlášť když jsou pěstovány ve sklenících

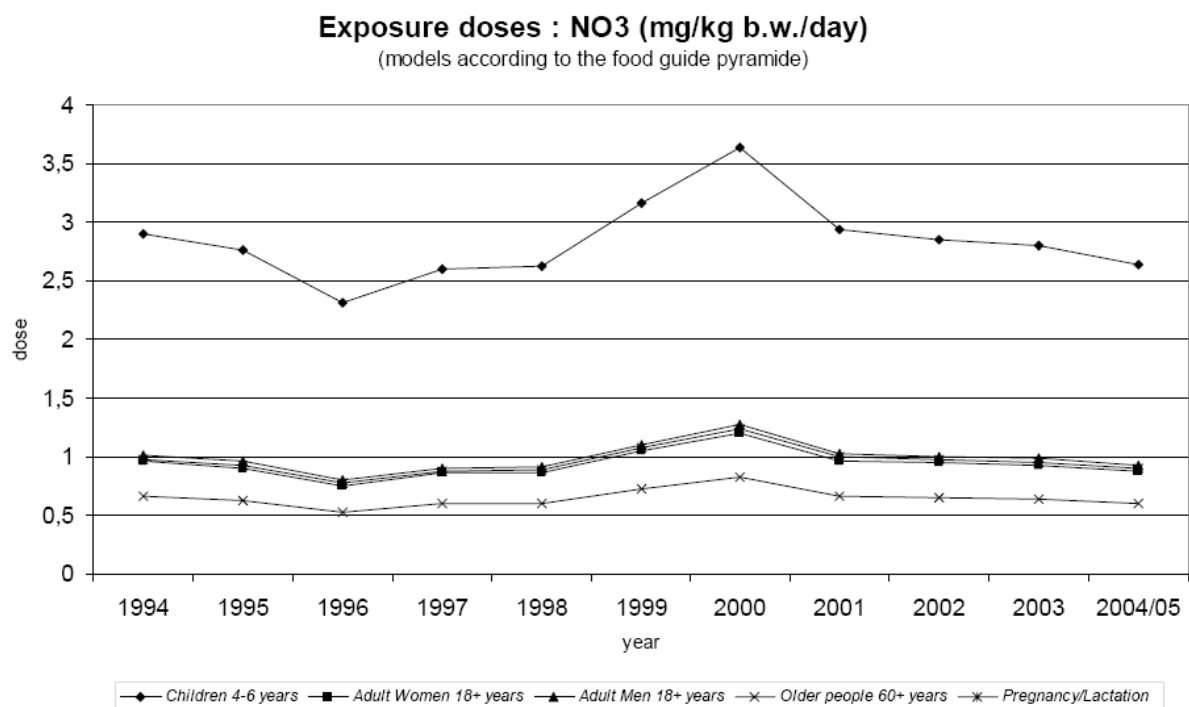
Obecně lze říci, že pokud množství dusičnanů v pitné vodě nepřekročí množství 10mg/l, stane se hlavním zdrojem příjmu dusičnanů zelenina (červená řepa, salát, ředkvička a špenát mohou obsahovat více jak 2500mg/kg, obzvlášť když jsou pěstovány ve sklenících).

Nahromadění dusičnanů v zelenině je důsledek nerovnováhy mezi jejich příjmem z půdy a biochemickým zabudováním. Snížení jejich akumulace na hygienicky přijatelnou úroveň stěžují procesy, které během vegetačního procesu určují kvalitu. Obsah dusičnanů v rostlinných produktech ovlivňují všechny zdroje dusíku, které rostlina přijímá z půdní zásoby organických a průmyslových hnojiv, dešťových srážek, ze závlahové vody a emisí ve vzduchu. Většina dusíku v půdě je v organické formě, z níž se mineralizačními pochody transformuje na anorganický dusík. Během jednoho roku se tímto způsobem může v půdě uvolnit až 200 kg dusíku z hektaru. Rychlost této přeměny závisí na kvalitě organické hmoty v půdě daného místa. Vliv na ni má také způsob využití půdy – plodiny, meziplodina, úhor, kultivační opatření a počasí.

Obsah dusičnanů v půdě se zvyšuje oxidací amoniakálního dusíku na dusičnany. V provzdušněných půdách probíhají nitrifikační procesy mnohem intenzivněji. Dynamika procesu hromadění dusičnanů v zelenině má určité zákonitosti, související s přeměnou dusíku v půdě a s růstovým obdobím rostliny. Značný vliv mají srážky, teplota, sluneční záření, typ půdy.

Mezi nadměrně kumulující druhy zeleniny patří listové, košťálové, kořenové a cibulové. Polní, rychlené i skleníkové, pěstované při vyšším obsahu anorganického dusíku v půdě (aplikace vyšších dávek chlévské mrvy v kratších intervalech) a průmyslových dusíkatých hnojiv. Vyšší množství se vyskytuje hlavně v rychlené jarní zelenině.

Odhad zátěže populace dusičnany



Srovnání je podle modelu doporučených dávek potravin.

Limitní expoziční hodnota ADI pro dusičnanový iont je dle WHO stanoven na 3,7 mg/kg t.hm./den (8). Jak je patrné z grafu, limitní expoziční hodnota nebyla překročena. Ovšem vyšší hodnoty můžeme sledovat u expozičního odhadu u dětí. Proto je nutné se touto problematikou stále zabývat.

4.8 Zdravotní rizika

Dusičnany samy o sobě jsou málo škodlivé. Mohou však nepřímo škodit tím, že se v gastrointestinálním traktu mohou redukovat činností bakterií na toxičtější dusitany a nitrososloučeniny.

4.8.1 Methemoglobinémie

Toxicitu dusičnanů je možné přičíst převážně jejich možnosti redukce na dusitany. Významný biologický efekt dusitanů na lidský organismus je jejich vliv při přeměně normálního hemoglobinu na methemoglobin.

Železo v hemové kapse globinového řetězce je v dvojmocné formě, která umožňuje reverzibilní vazbu s O_2 , a tím transport k tkáním. Je-li hemoglobin vystaven oxidačním činidlům, Fe^{2+} se mění na Fe^{3+} a vzniká methemoglobin, který není schopen přenášet kyslík jako hemoglobin a následkem toho může vzniknout cyanóza.

Za normálních okolností z celkového hemoglobinu vzniká denně asi 3% methemoglobinu. Redukce methemoglobinu na hemoglobin se děje působením jak enzymových, tak neenzymových reakcí, takže poměr mezi metHb a Hb je v rovnováze a nepřesahuje fyziologická 3%.

Na enzymové redukci se účastní dva enzymy a to NADH-methemoglobinreduktáza a NADPH-methemoglobinreduktáza. Na neenzymových mechanismech se podílí askorbová kyselina a glutathion.

4.8.2 Kojenecká methemoglobinémie

U kojenců a novorozenců, kteří jsou na umělé výživě, může být důsledkem vzniku methemoglobinémie zvýšený obsah dusičnanů ve vodě nebo ve výživě. Důvodem je použití nevhodné pitné vody pro kojence s vysokým obsahem dusičnanů.

Hemoglobin kojenců je více náchylný k tvorbě metHb než u starších jedinců. Zvýšená náchylnost je přisuzována důsledku zvýšeného procenta fetálního Hb, které je stále ještě přítomné v krvi kojence. Tento fetální Hb je mnohem snadněji oxidován na metHb. Navíc se ještě objevuje nedostatek metHb-reduktázy, která je odpovědná za redukci metHb zpět na Hb.

Onemocnění se nazývá dusičnanová alimentární methemoglobinémie. Hlavním klinickým příznakem je šedomodré zbarvení pokožky a sliznic, dušnost, zrychlení

tepu. Někdy dochází ke křečím, častým příznakem je i průjem. Může dojít až k těžkému stavu, který bez včasného zákroku může končit smrtí.

Methemoglobinémií je několik druhů a jen těžko se dokazuje, že na jejím vzniku se skutečně podílela pitá voda (6).

4.8.3 Dospělí a děti starší 3 měsíců

Případy vzniku methemoglobinémie u dospělých mohou nastat v důsledku vyššího příjmu dusičnanů náhodou nebo léčby. Větší riziko se objevuje u lidí se sníženou žaludeční aciditou. Toxická dávka se pohybuje v rozmezí 2-9 g/kg hmotnosti dusičnanů (8).

Intoxikace náhodou může vzniknout důsledkem požití potravin se zvýšeným obsahem dusičnanů. Letální dávka pro lidi je odhadována v rozmezí 33-250mg/kg hmotnosti. Pro děti a starší populaci je dávka nižší. Toxická dávka, která může způsobit methemoglobinémii je v rozmezí 0,4 – 200 mg/kg hmotnosti (8).

Další možností vzniku toxicity dusitanů je užití dusitanu sodného jako na vazodilataci nebo jako protilátka při otravě kyanidem.

4.9 Karcinogenita

Bylo odhaleno, že dusitany reagují v gastrointestinálním traktu za vzniku N-nitroso sloučenin. Mnoho N-nitroso sloučenin je karcinogenních, což bylo dokázáno výzkumy na zvířatech. Lze tedy předpokládat, že některé sloučeniny budou mít nepříznivý karcinogenní účinek i u lidí.

Několik epidemiologických studií, které byly provedeny v USA (The United States research Council), objevily možnost blízkého vztahu vyšší dávky dusičnanů a rakoviny žaludku nebo jícnu. Ovšem žádný přesvědčivý důkaz nebyl objeven ve vztahu rakoviny žaludku nebo jícnu a spotřeby pitné vody, kde množství dusičnanů nepřesahuje 45mg/l (8).

4.10 Opatření

Nejvhodnějším prostředkem kontroly množství dusičnanů, zvláště v podzemní vodě, je prevence možné kontaminace. Šetrná forma zemědělství, stejně tak používání umělých hnojiv a mrvy, ochrana vodního zdroje, vhodné umístění septiku, kontrola neprosakování kanalizace. Ujistit se že případný nával vody (např. při dešti) neohrozí studnu nebo podzemní vodu kontaminací.

Methemoglobinémie je ve většině případů spojena s užíváním pitné vody ze soukromých studní, tudíž je vhodné zajistit a vyhodnotit potřebné rozbory.

5 Metodika

Z celkového počtu 10,2 milionu obyvatel ČR bylo pitnou vodou z veřejného vodovodu zásobováno 9.36 milionu obyvatel (údaj za rok 2004) (9). V důsledku rostoucí ceny vody po roce 1989 spotřeba vody klesala, v posledních letech se pokles zastavil. Zatímco v roce 1989 bylo specifické množství vody fakturované pro domácnost 171 l/osobu/den, v roce 2002 to bylo již 164 l.

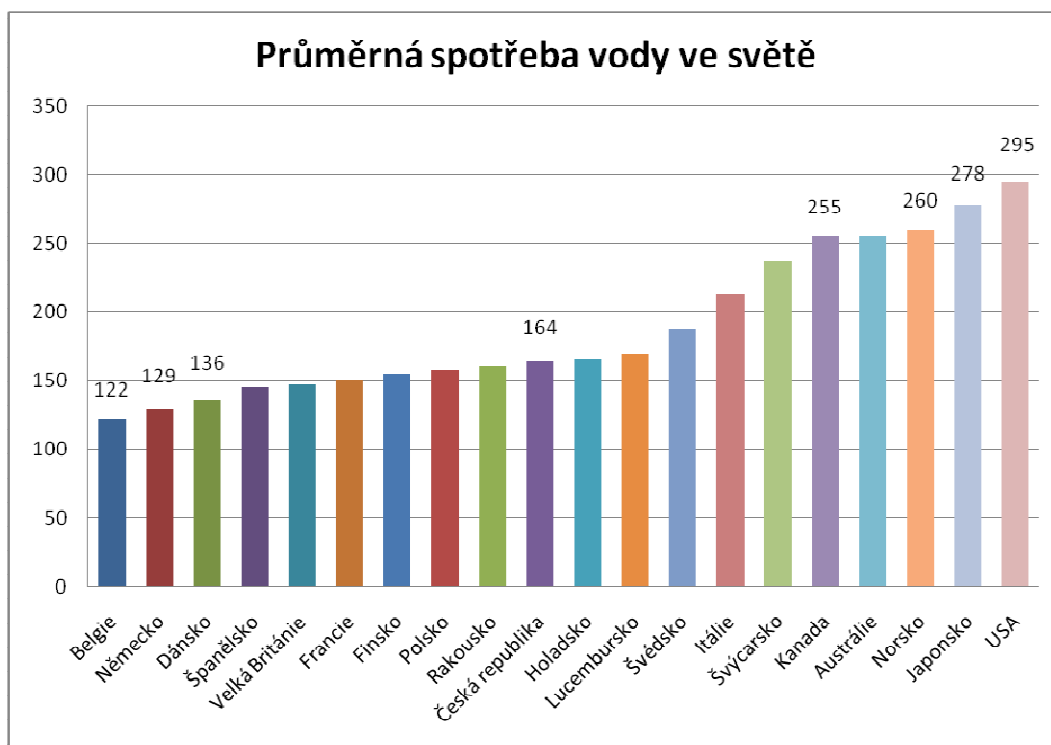
Data jsou získaná z celostátního monitoringu z veřejných vodovodů celé České republiky. Získané údaje byly po analýze zpracovány do tabulek a grafů.

6 Výsledky

Soubor tvořily data z období 2005 až 2007. Výsledky jsem se rozhodla zpracovat dle jednotlivých krajů a počtu zásobovaných obyvatel daných oblastí.

Graf 1 Spotřeba vody ve světě

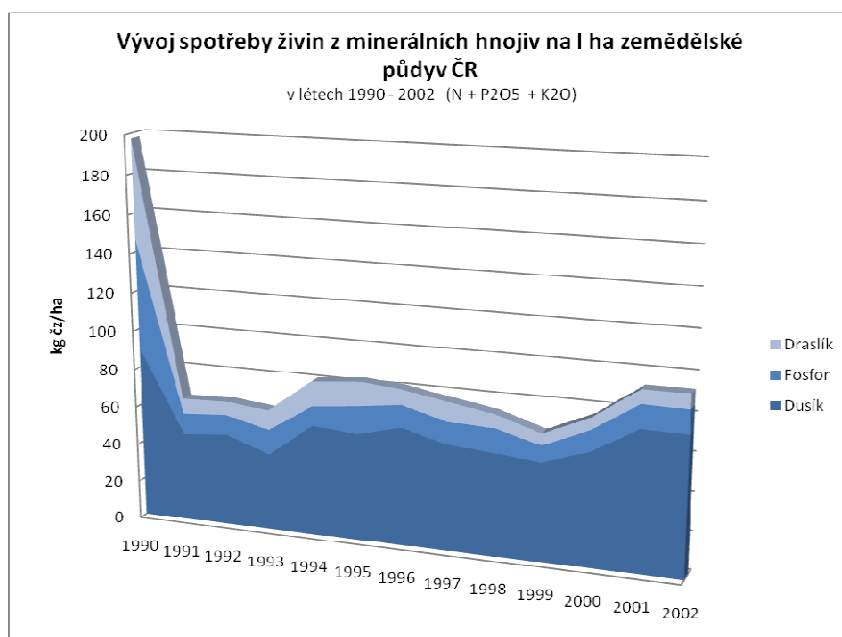
Údaje jsou uváděny v litrech na den a obyvatele (2).



Rozdělení do krajů



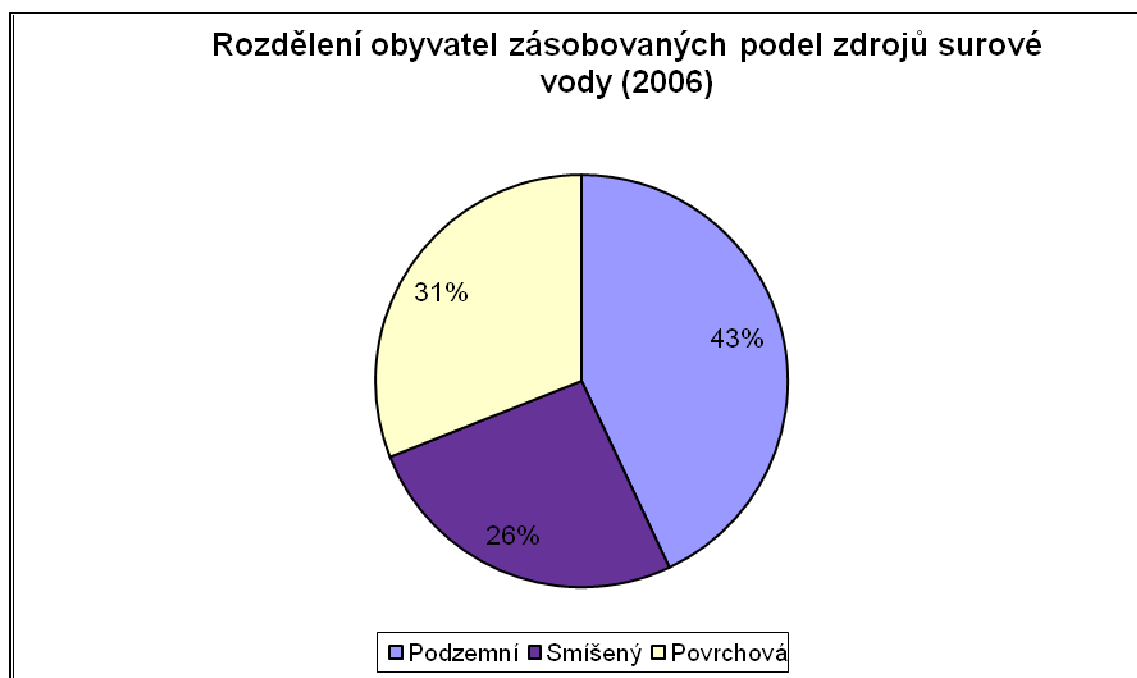
Graf č.1 Spotřeba dusíkatých hnojiv



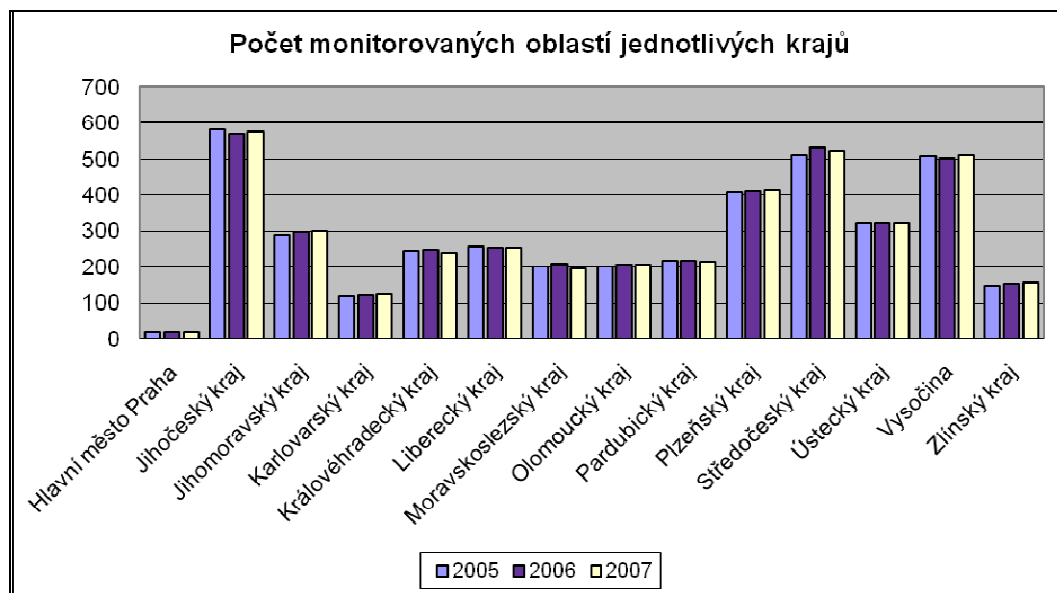
Graf č.2 Rozdělení obyvatel podle zdroje



Graf č.3



Graf č.4 : Monitorované oblasti v jednotlivých krajích (2007)



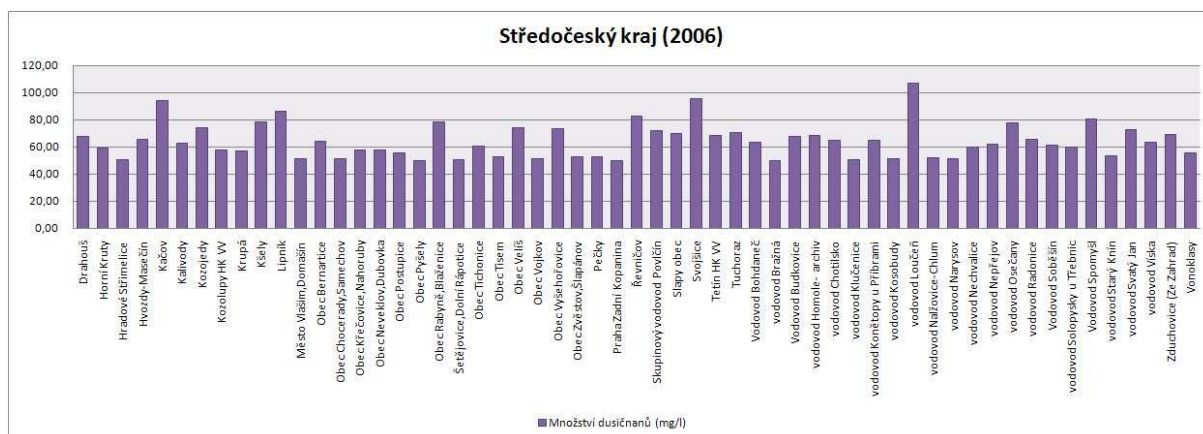
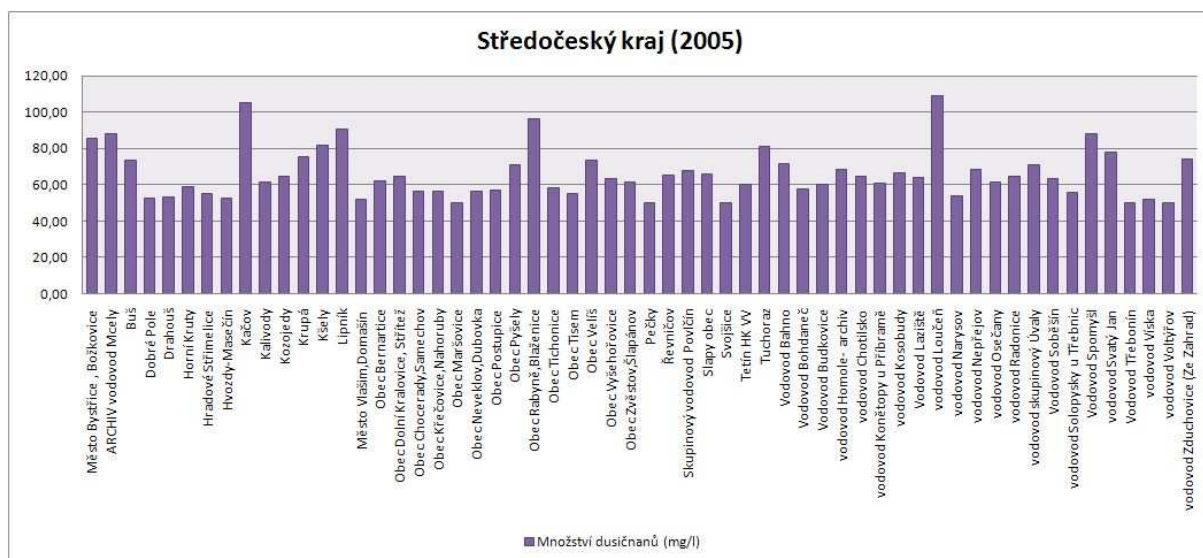
Graf č.5: Počet zásobovaných obyvatel v jednotlivých krajích v roce 2007

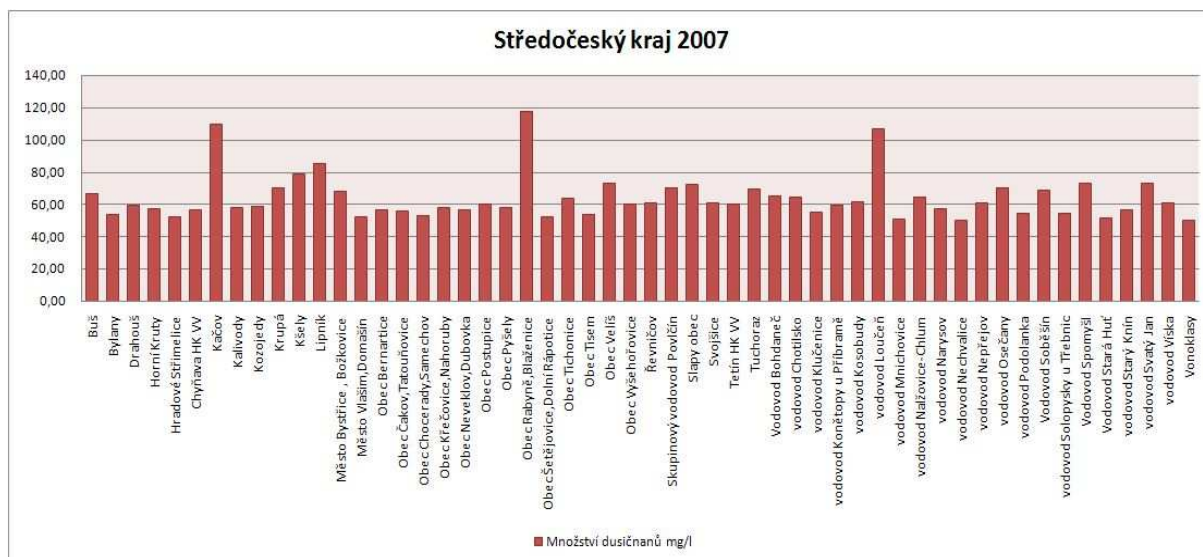


6.1 Vývoj množství dusičnanů ve vodovodech, která zásobují méně než 5000 obyvatel v období 2005-2007.

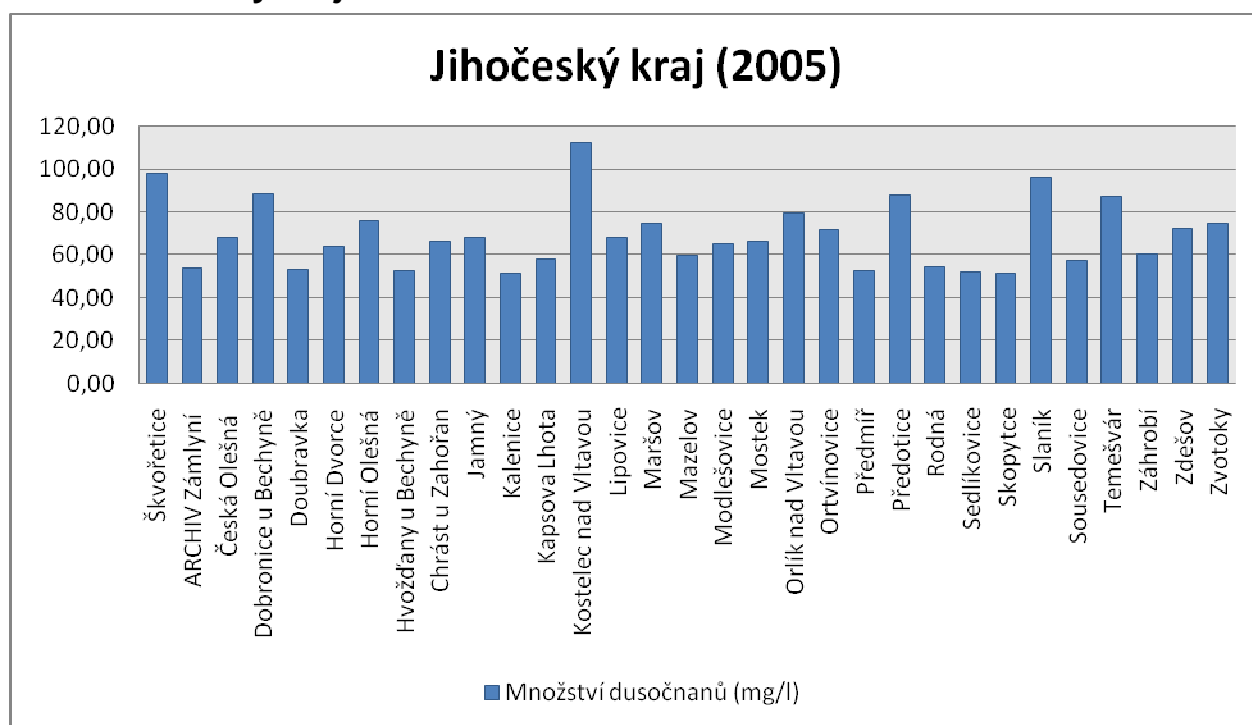
6.1.1 Středočeský kraj

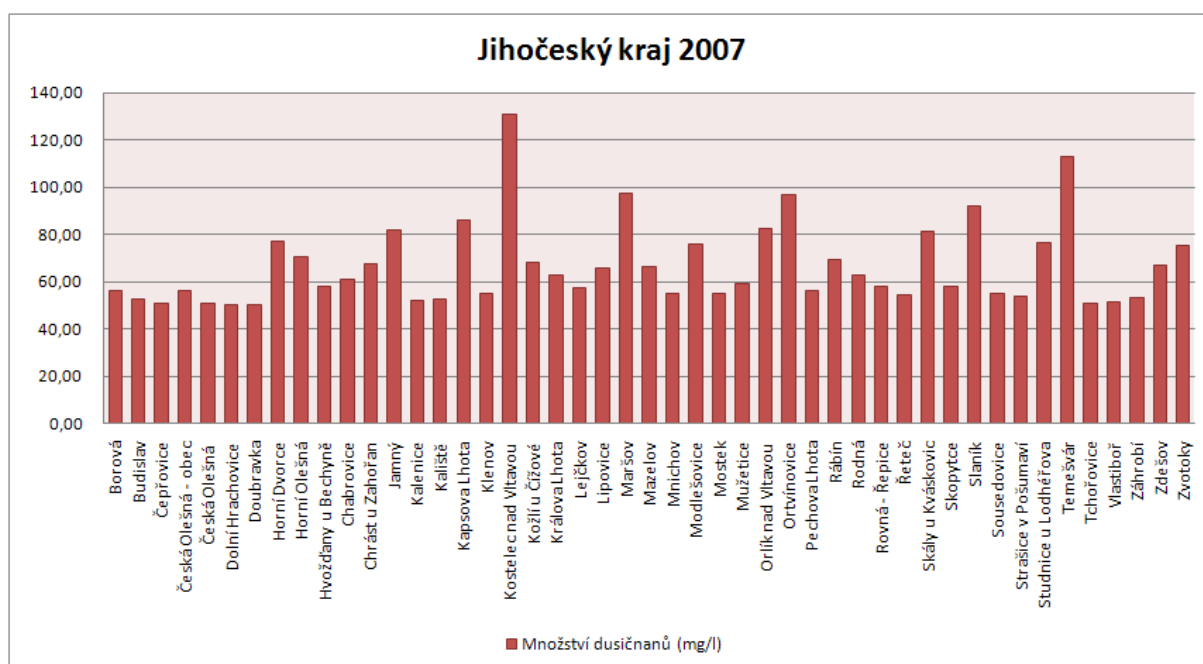
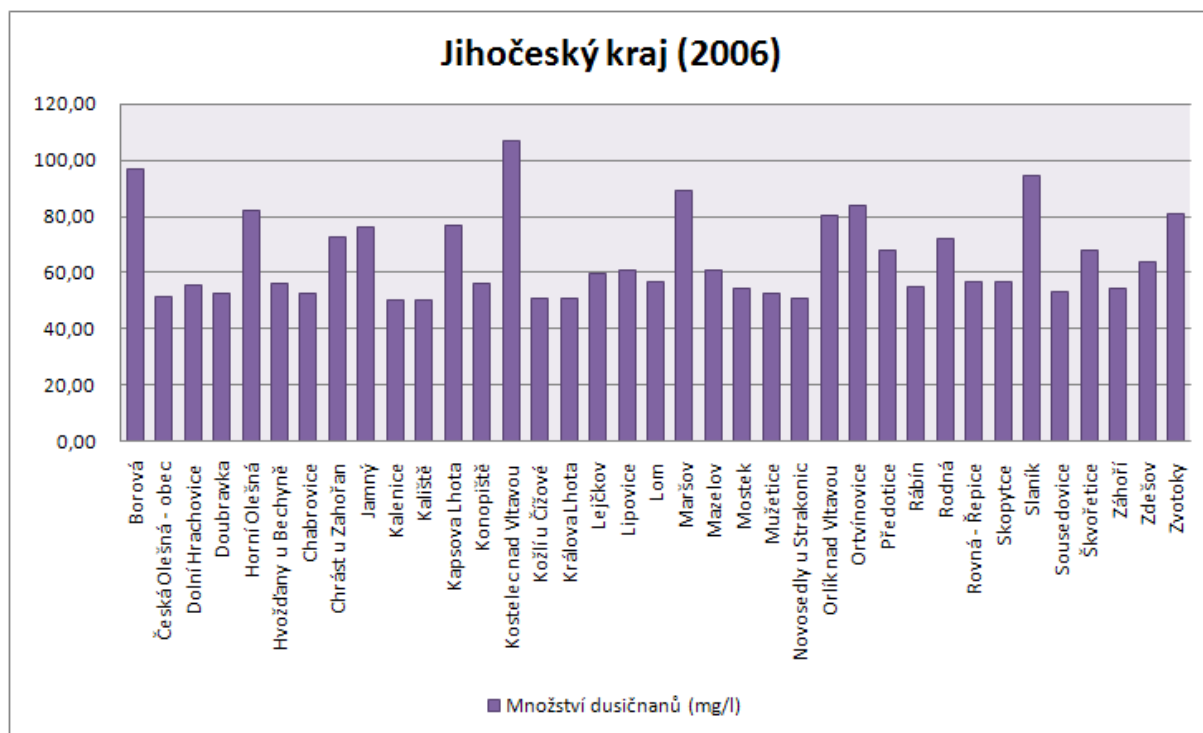
V Středočeském kraji jsou získaná data z oblastí (522), které zásobují kolem 923 tisíc obyvatel pitnou vodou. Jen 7 oblastí zásobuje víc než 5000 obyvatel.



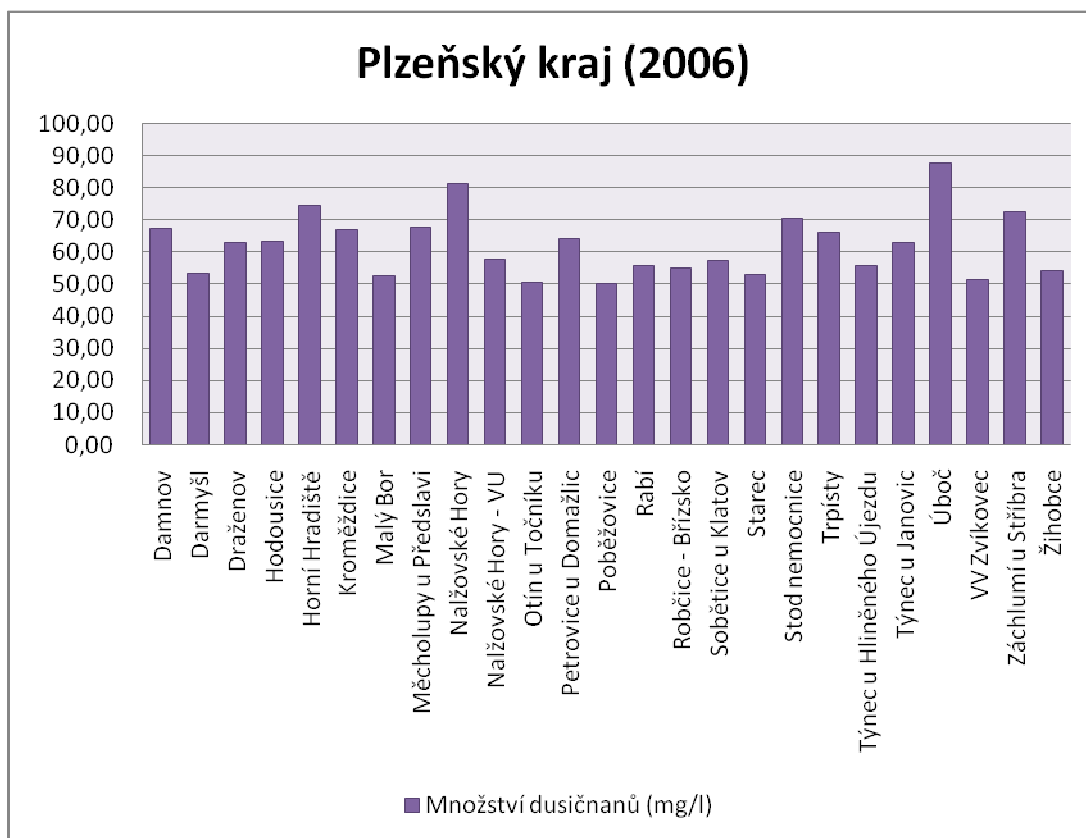
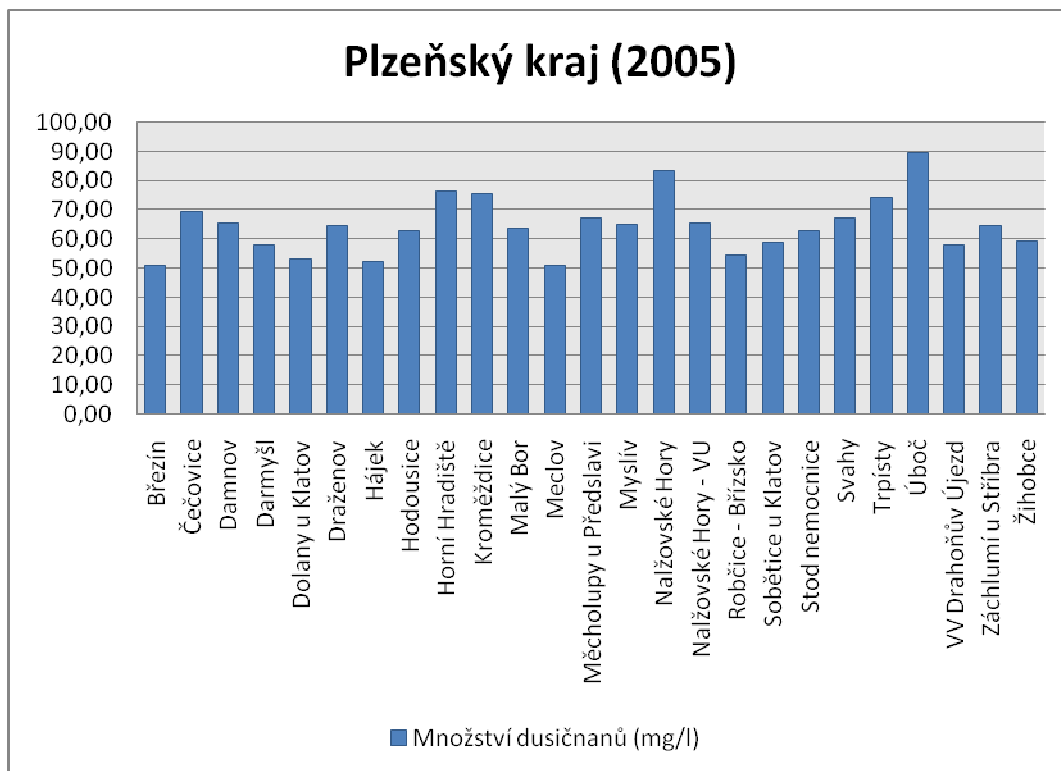


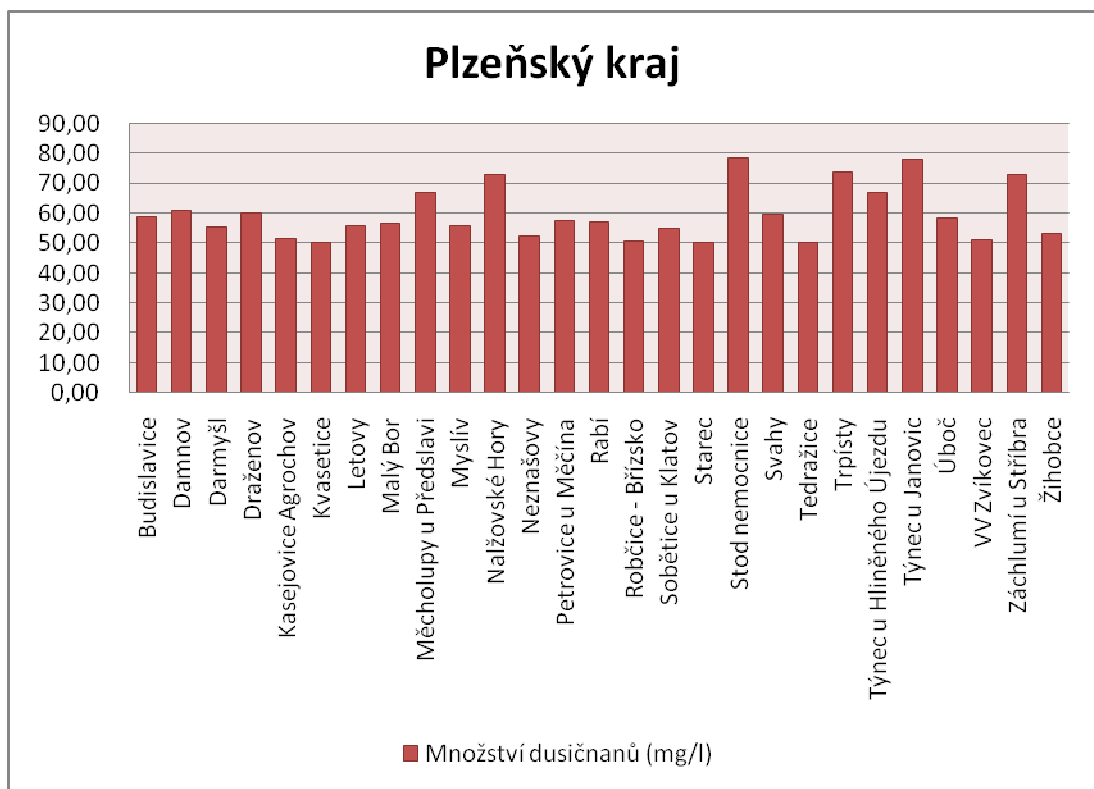
6.1.2 Jihočeský kraj



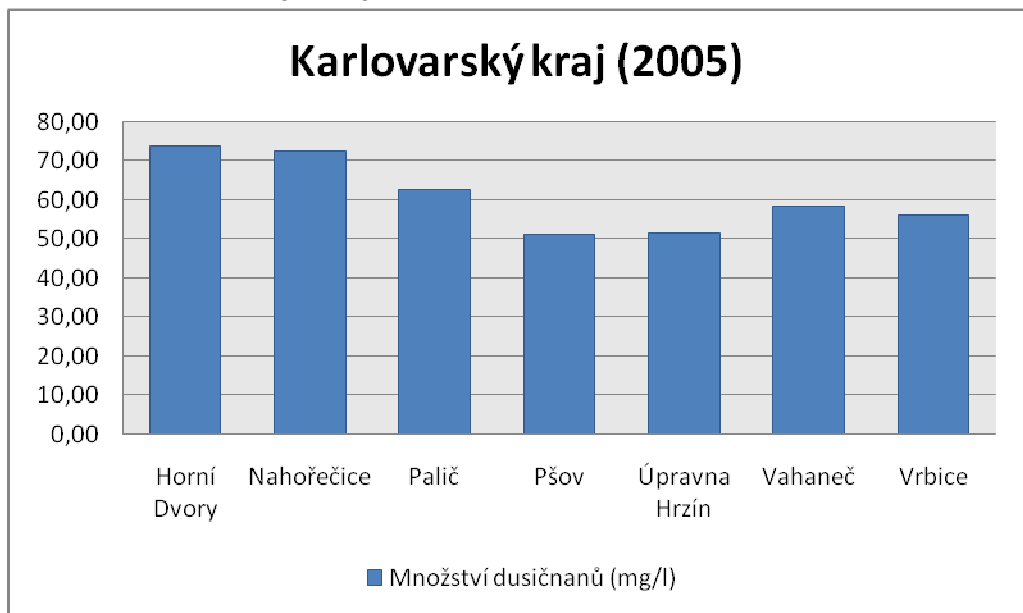


6.1.3 Plzeňský kraj

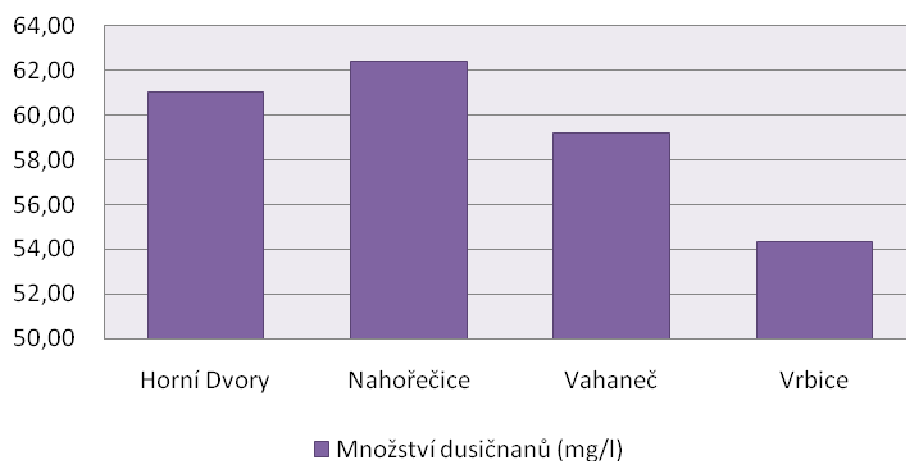




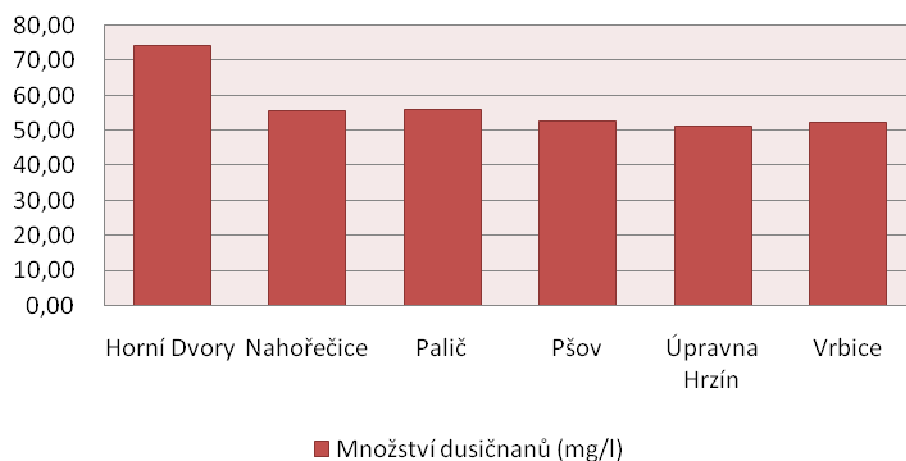
6.1.4 Karlovarský kraj



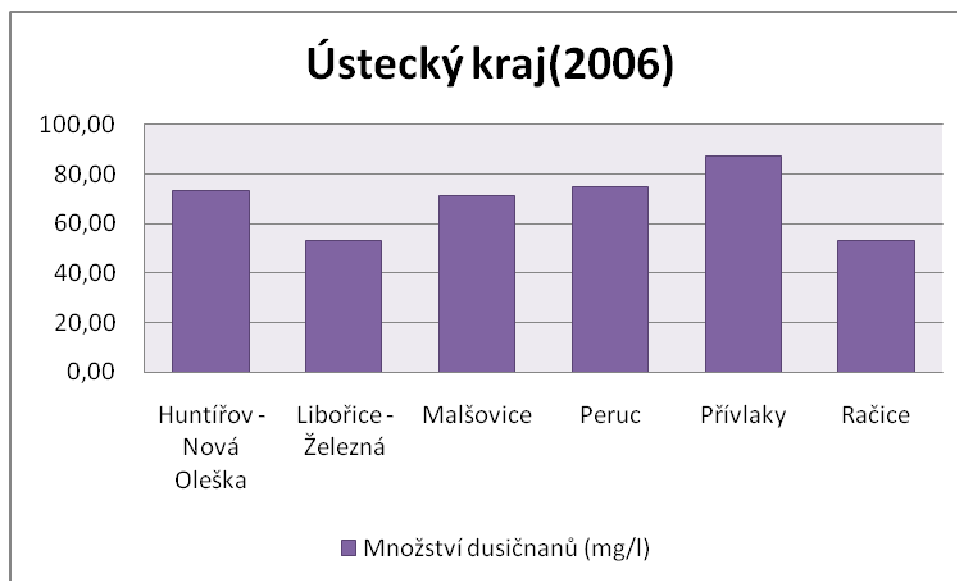
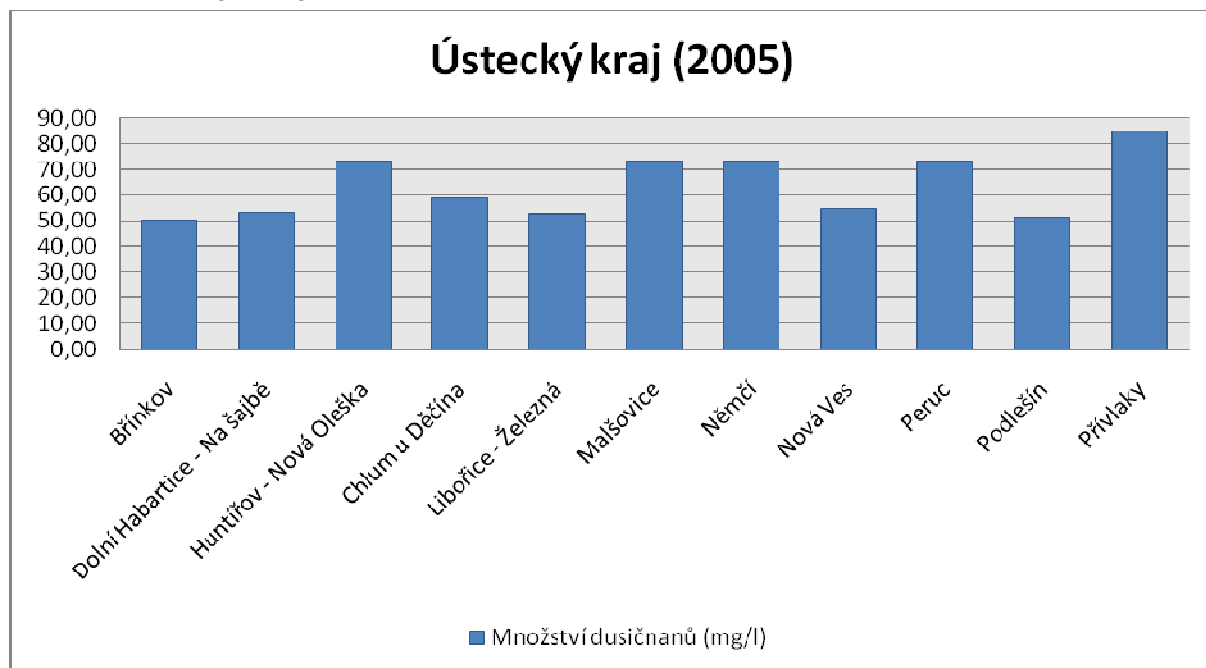
Karlovarský kraj (2006)

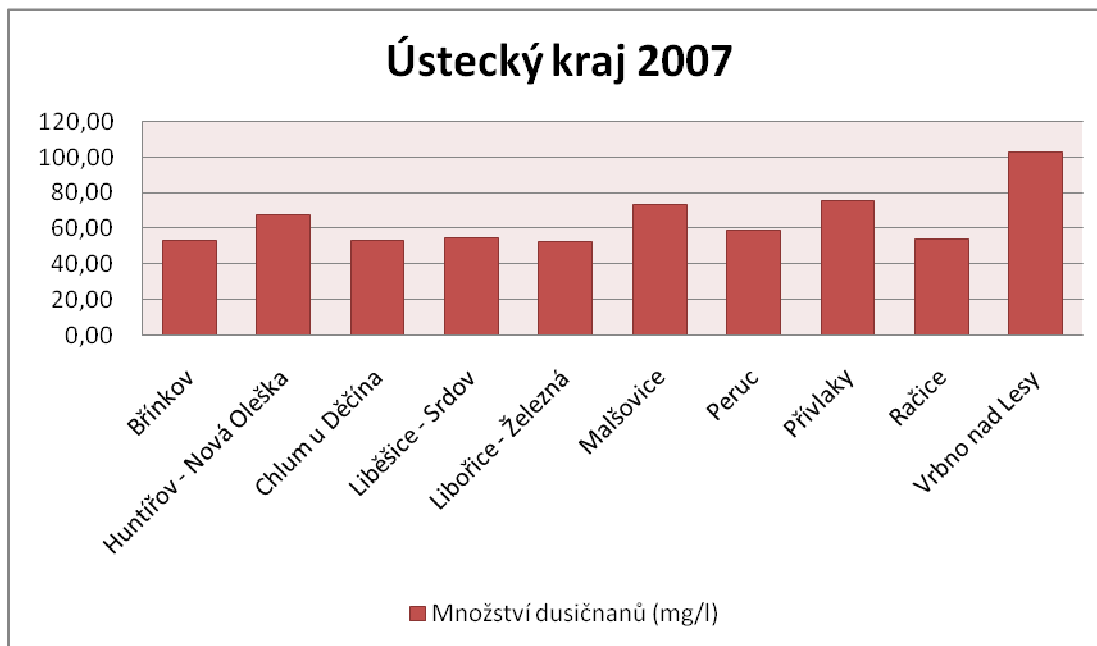


Karlovarský kraj 2007

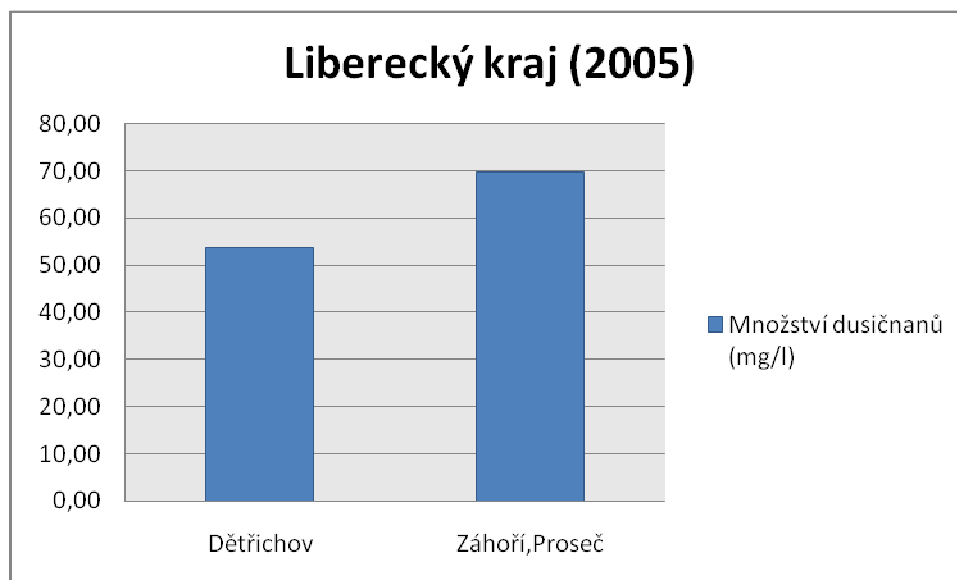


6.1.5 Ústecký kraj

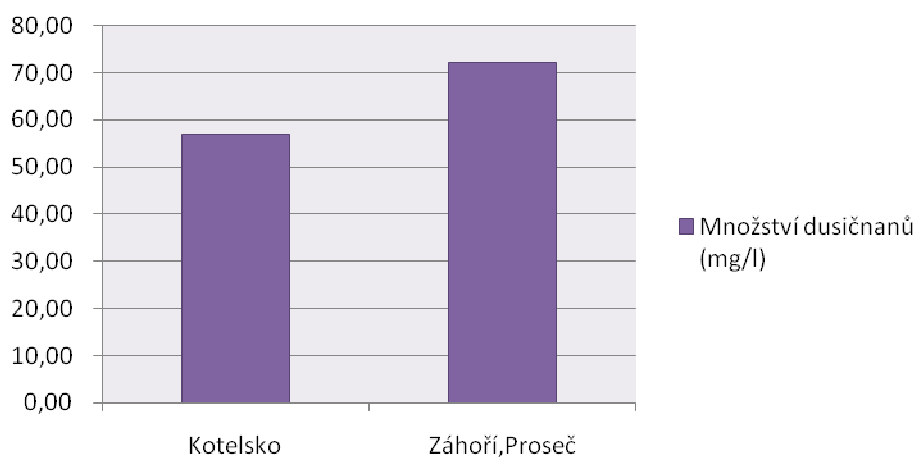




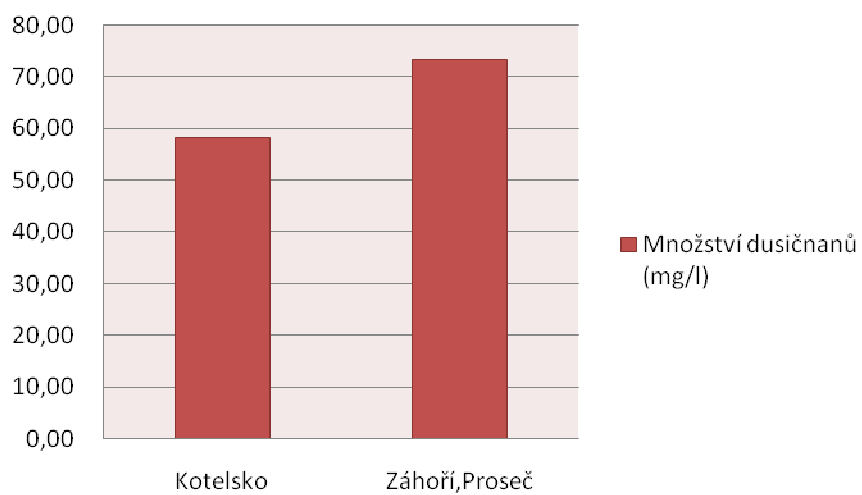
6.1.6 Liberecký kraj



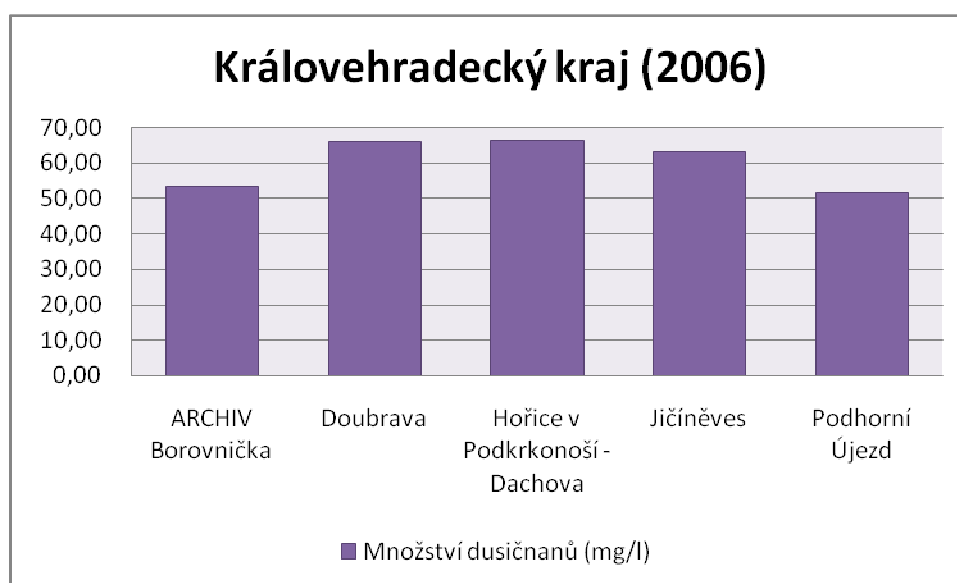
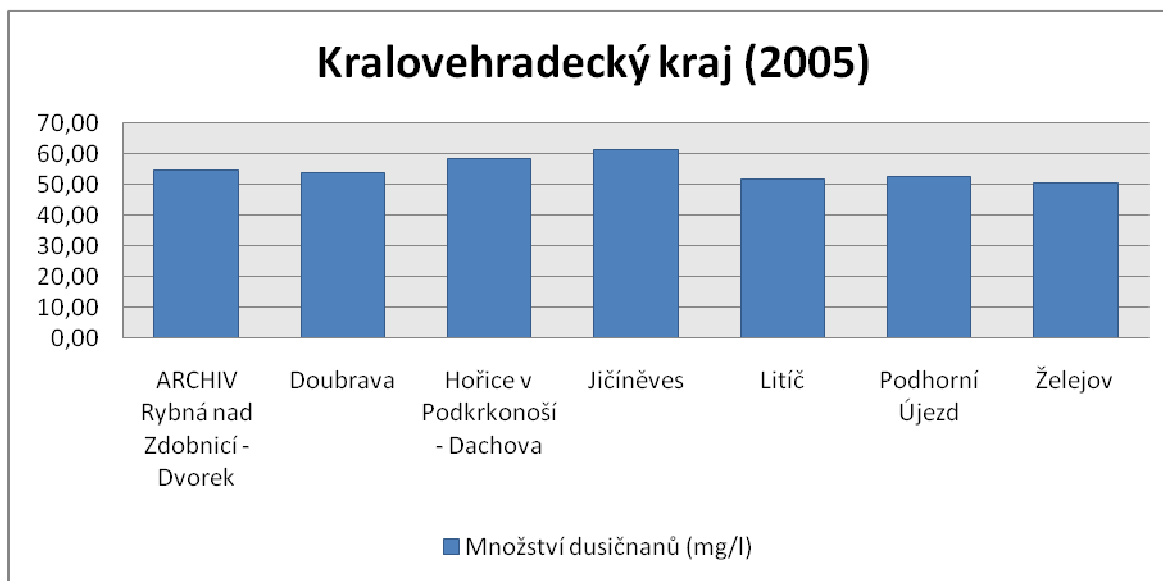
Liberecký kraj (2006)



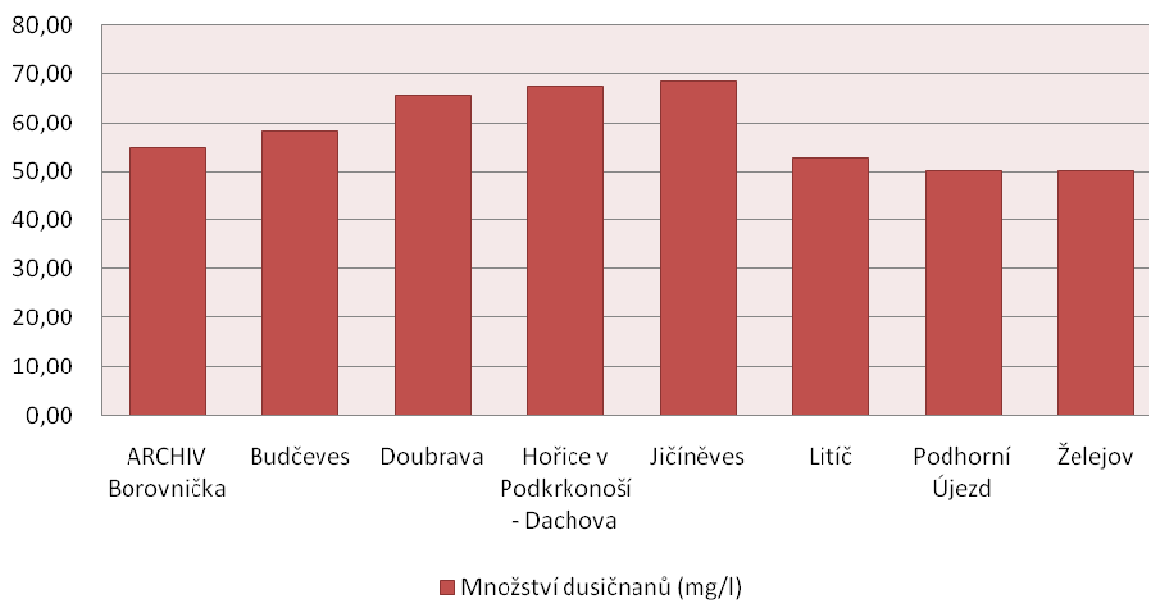
Liberecký kraj 2007



6.1.7 Královehradecký kraj

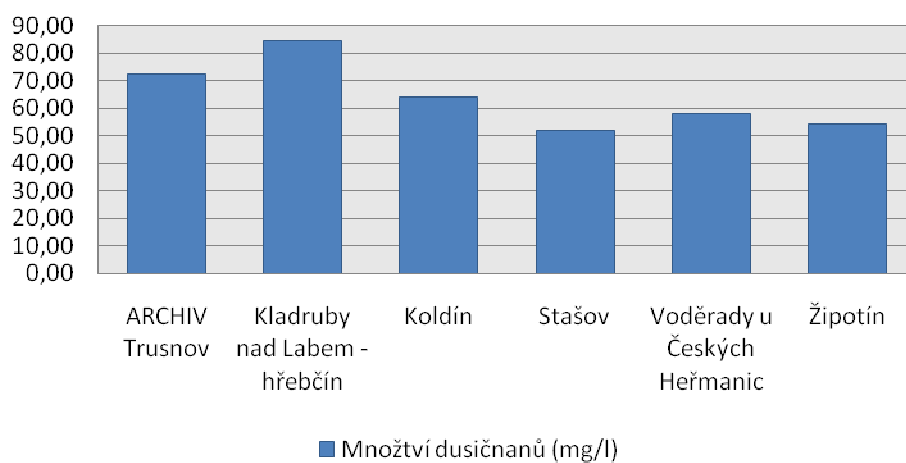


Královehradecký kraj 2007

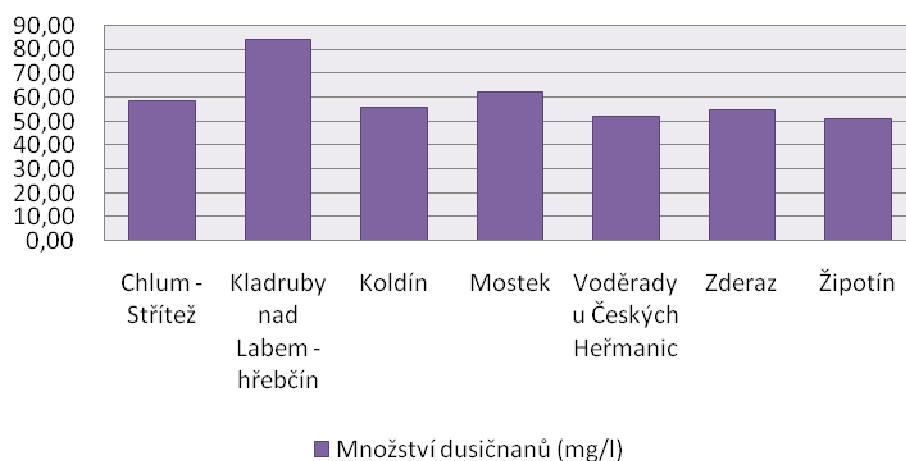


6.1.8 Pardubický kraj

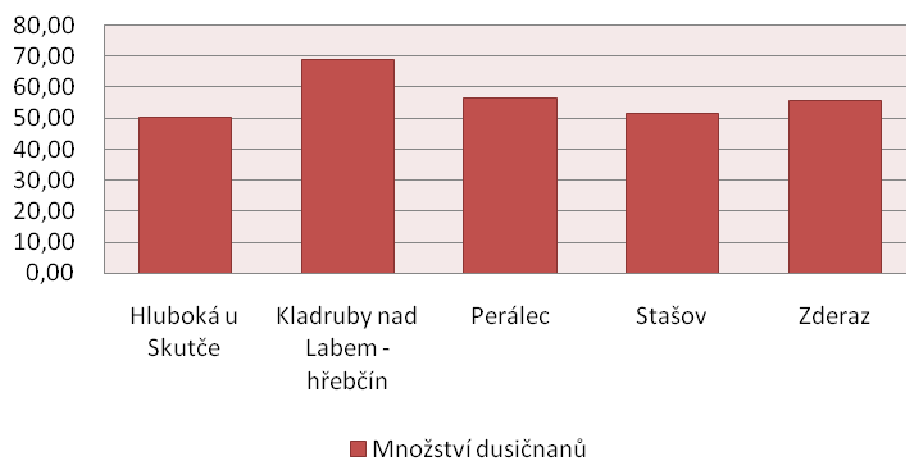
Pardubický kraj (2005)



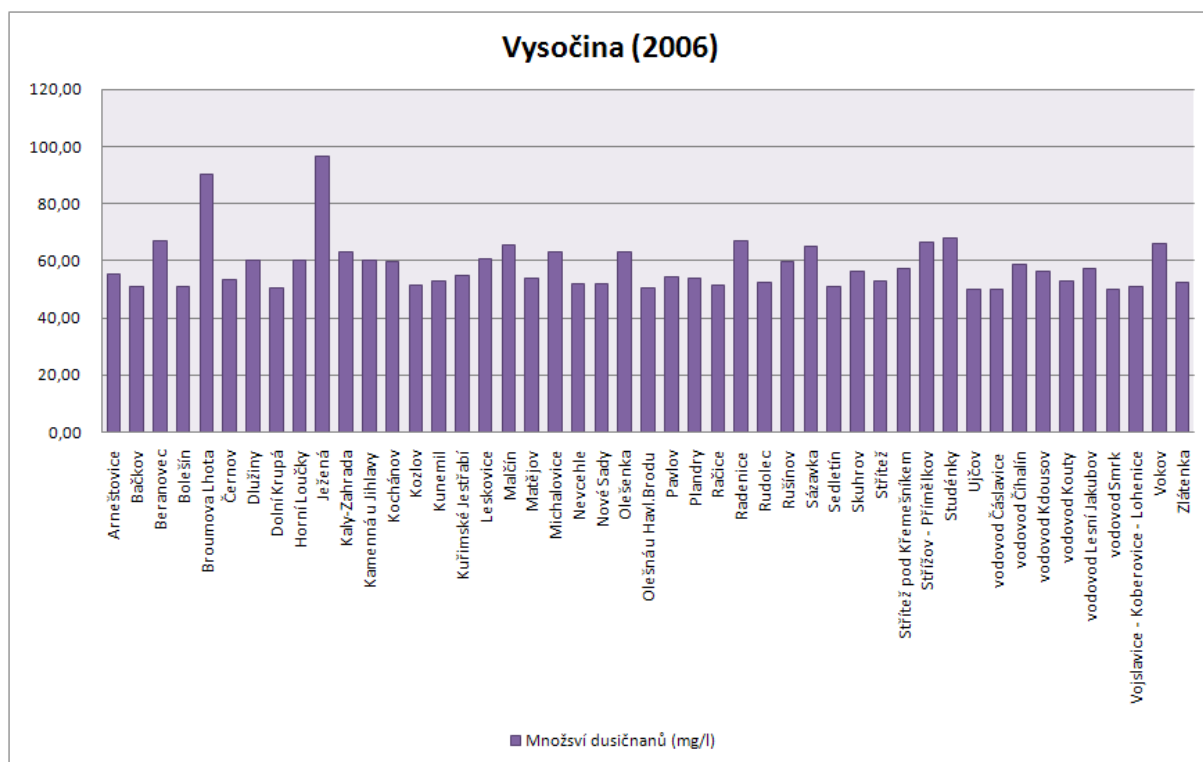
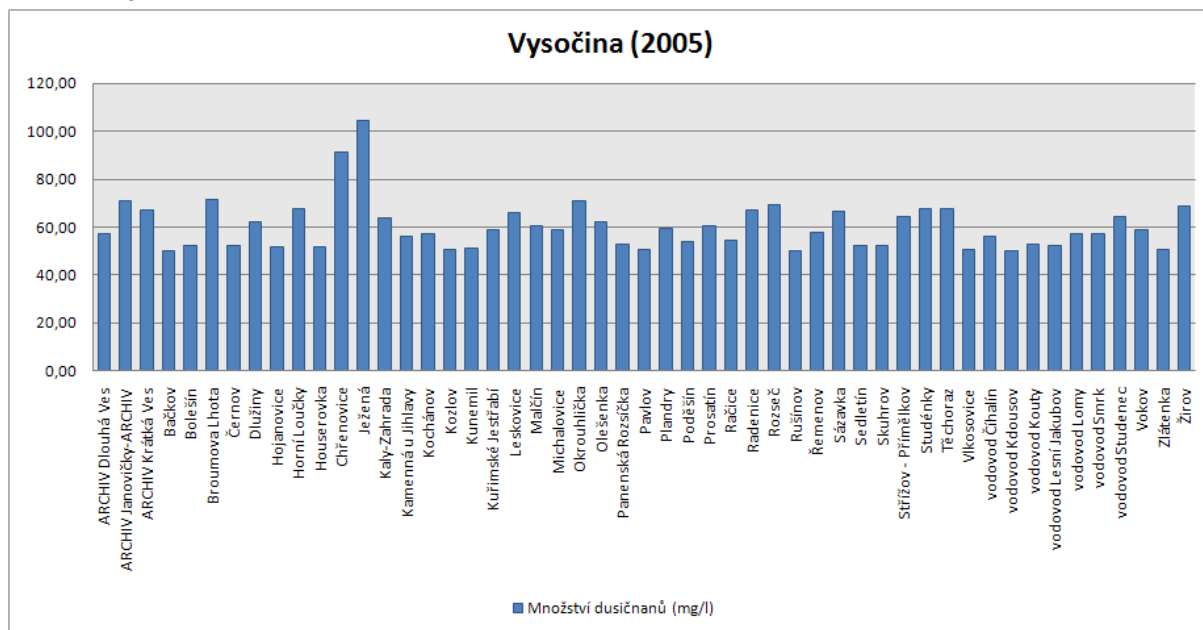
Pardubický kraj (2006)

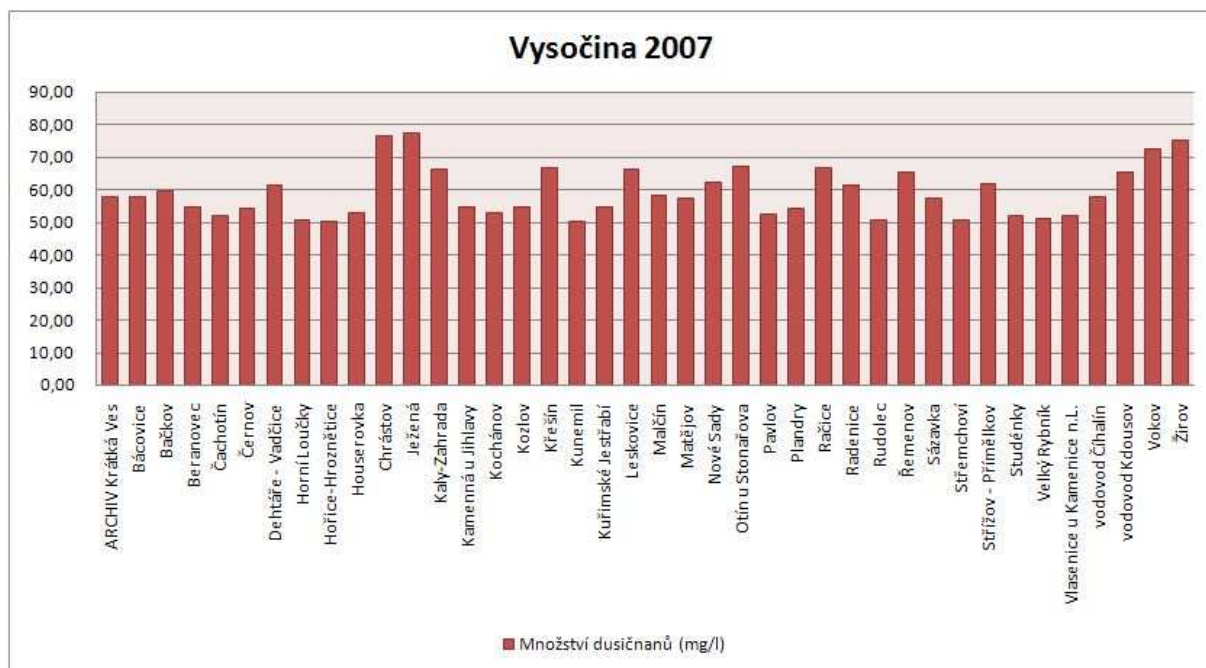


Pardubický kraj 2007

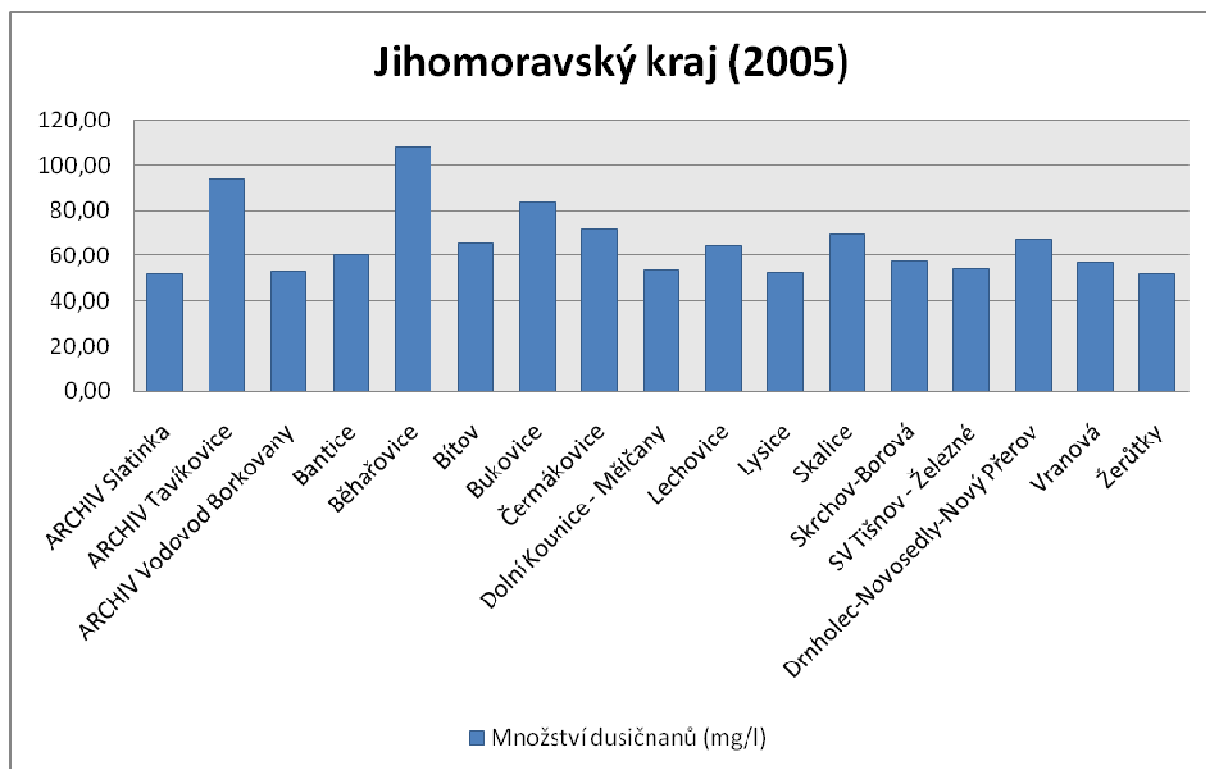


6.1.9 Vysočina

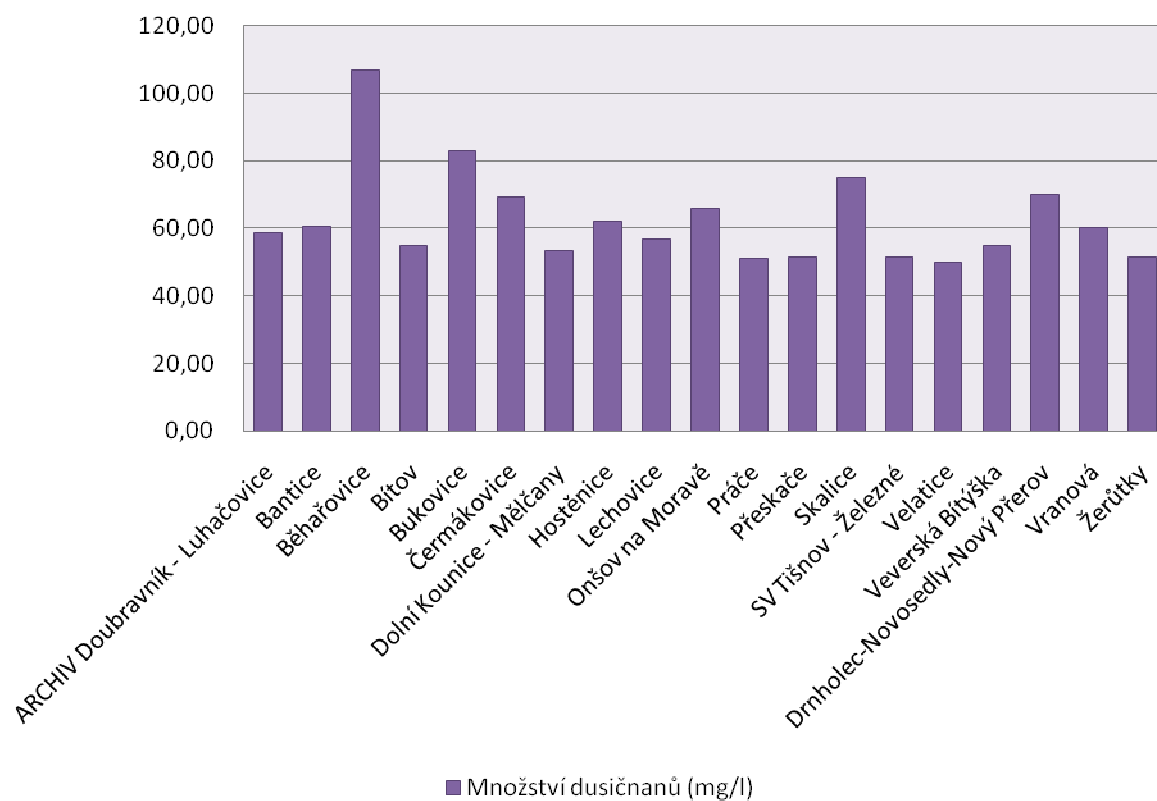




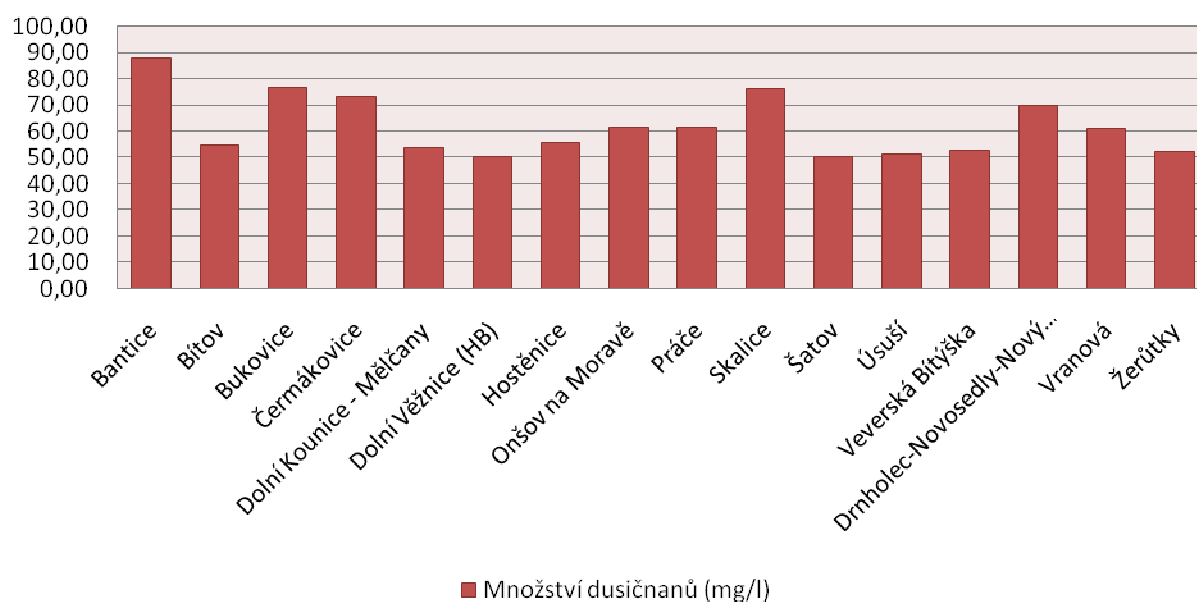
6.1.10 Jihomoravský kraj



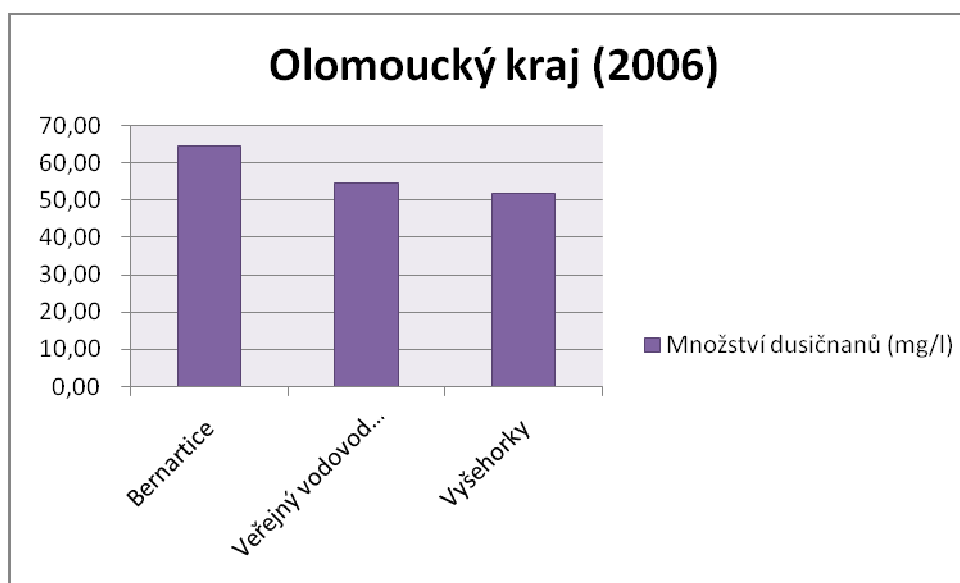
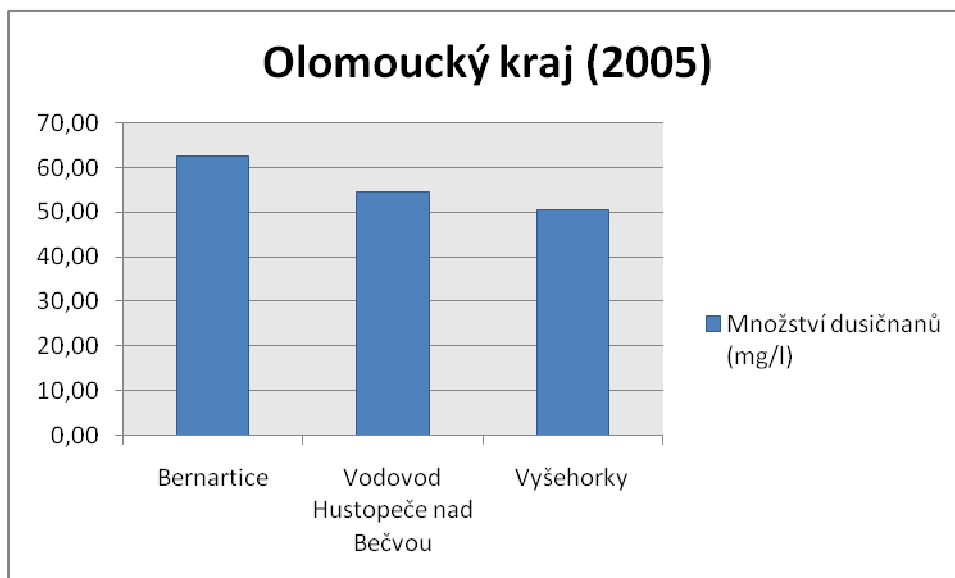
Jihomoravský kraj (2006)

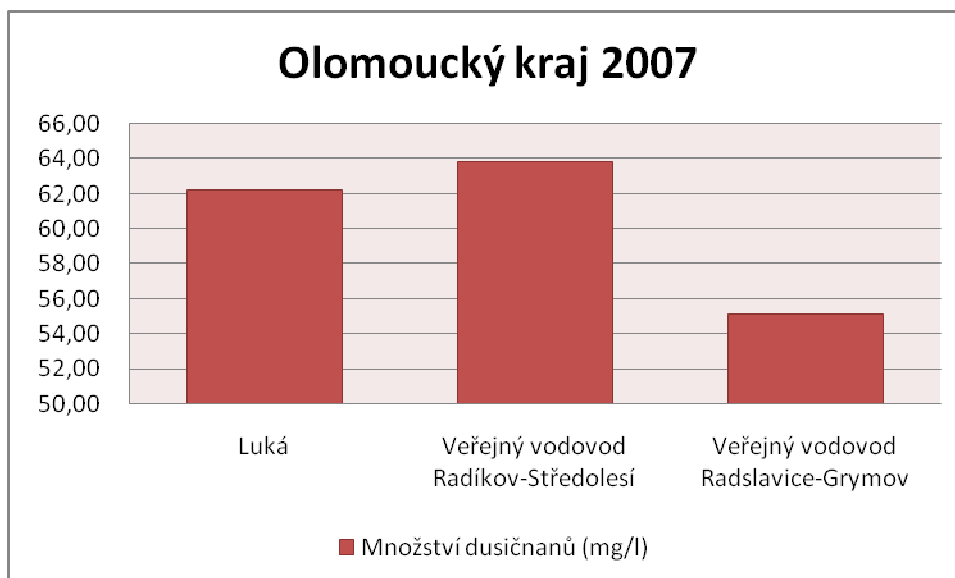


Jihomoravská kraj 2007



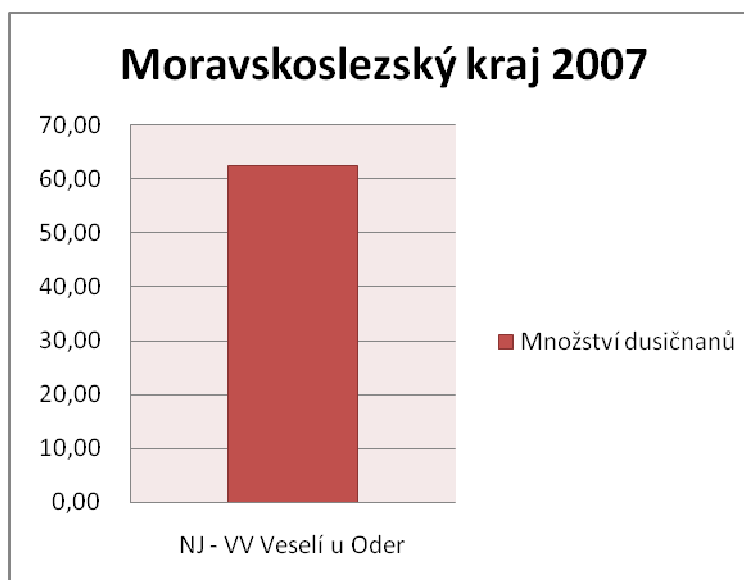
6.1.11 Olomoucký kraj





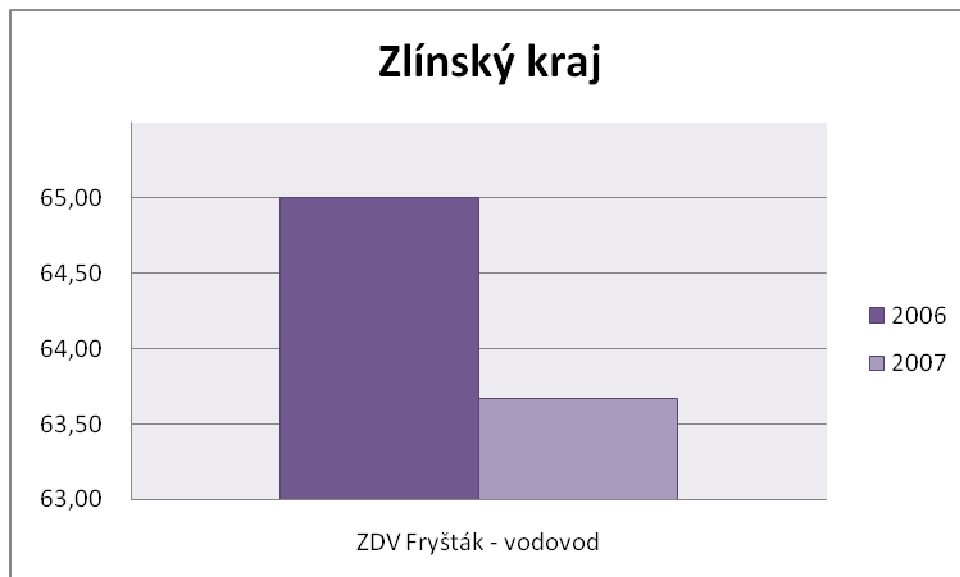
6.1.12 Moravskoslezský kraj

V letech 2005 a 2006 nebyla v žádném sledovaném vodovodě, který zásobuje více jak 5000 obyvatel překročen povolený limit.

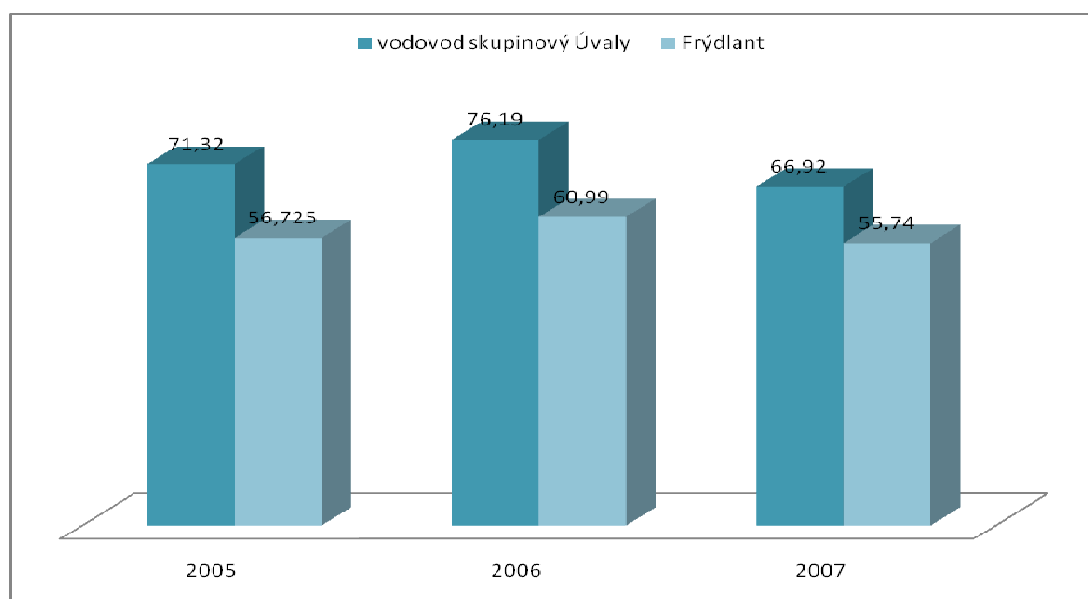


6.1.13 Zlínský kraj

V roce 2005 nedošlo k překročení limitu.



6.2 Vodovody, které zásobují více než 5000 obyvatel v období 2005-2007, kde došlo k překročení povolené hranice 50 mg/l.



Ze získaných dat došlo k překročení limitu pouze ve dvou případech. Oproti roku 2005 ovšem v roce 2007 došlo k poklesu. Dohromady tyto vodovody zásobují kolem 13 000 obyvatel.

Provozovatel vodovodu, ve kterém došlo k překročení NMH povolené vyhláškou, si musí nechat vypracovat odbornou studii, na základě které jim může být udělena dočasná výjimka k užívání vody. Tato studie musí prokázat, že voda je pitná a množství dusičnanů není zdraví škodlivé. Případně se uvede, že není vhodná pro přípravu kojenecké stravy.

Tab.1: Hospitalizovaní v nemocnicích ČR s diagnózou methemoglobinémie v letech 1994 – 2002

Rok	Počet hospitalizací															
	věk 0								věk 1 – 4							
	dg. D74.0		dg. D74.8		dg. D74.9		dg. D74		dg. D74.0		dg. D74.8		dg. D74.9		dg. D74	
	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy	muži	ženy
1994	2	2	-	-	1	3	3	5	-	1	-	1	-	1	-	3
1995	-	-	-	3	1	-	1	3	-	-	-	-	-	1	-	1
1996	-	-	2	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	1	-	-	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1
2000	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1

Vysvětlivka k diagnózám: Methemoglobinémie D 74.9; m. enzymatická (kongenitální) D 74.0; m. hereditární D 74.0; m. kongenitální D 74.0; m. nemoc Hb–M D 74.0; m. toxická D 74.8; m. získaná (se sulfhemoglobinémií) D 74.8. (10).

Kojenecká methemoglobinémie byla od roku 1994 evidována pouze jedenkrát. Bylo to v roce 2001 a diagnóza byla D 74.8 (viz tabulka). Z tabulky vyplývá, že výskyt kojenců s methemoglobinémií značně poklesl. Např. v roce 1994 to bylo 11 kojenců (8 ve věku do jednoho roku a tři mezi 1 – 4 rokem), kdežto v roce 2002 to byli pouze dva kojenci (jeden ve věku do jednoho roku a druhý mezi 1 – 4 rokem). Diagnostické rozdělení není zcela jasné, nicméně lze konstatovat, že určitá část případů připadá určitě na vrub alimentární methemoglobinémie a pitná voda je zde pravděpodobným zdrojem dusičnanů či dusitanů (6).

7 Diskuze

Přehled počtu zásobovaných oblastí, z nichž byly získány data v letech 2005 – 2007, celkového počtu jimi zásobovaných obyvatel jsou v následující tabulce.

Rok	Oblast	Oblastí	Obyvatel	Oblasti překračující limit
2007	nad 5000	293	8 066 865	2
2007	do 5000	3736	1 944 681	220
2007	celkem	4029	10 011 546	222
2006	nad 5000	305	8 994 404	2
2006	do 5000	3730	1 940 255	215
2006	celkem	4035	10 934 659	217
2005	nad 5000	294	8 093 266	2
2005	do 5000	3705	1 920 379	219
2005	celkem	3999	10 013 645	221

Každoročně se získaly informace z více než 4000 monitorovaných oblastí. Z nich jsou více než 3250 malé oblasti zásobující do 1000 obyvatel. Ovšem cca 80% obyvatel, kteří odebírají pitnou vodu z veřejného vodovodu je napojeno k větším oblastem, zásobující více než 5000 obyvatel.

7.1 Hodnocení z let 2005 – 2007

7.1.1 Rok 2005

Obsah dusičnanů v pitné vodě byl stanoven v 3999 oblastech a získáno přes 4100 hodnot. Ve 221 případech nalezená hodnota překročila povolenou hranici 50 mg/l, to znamená, NMH. Celkově tyto oblasti zásobují 58 000 obyvatel. Pouze 2 z nich jsou zdrojem pitné vody pro více než 5000 obyvatel.

V tomto roce také došlo k překročení limitu více než dvojnásobně a to v 5 případech. Nejvyšší hodnota dosáhla 112 mg/l.

7.1.2 Rok 2006

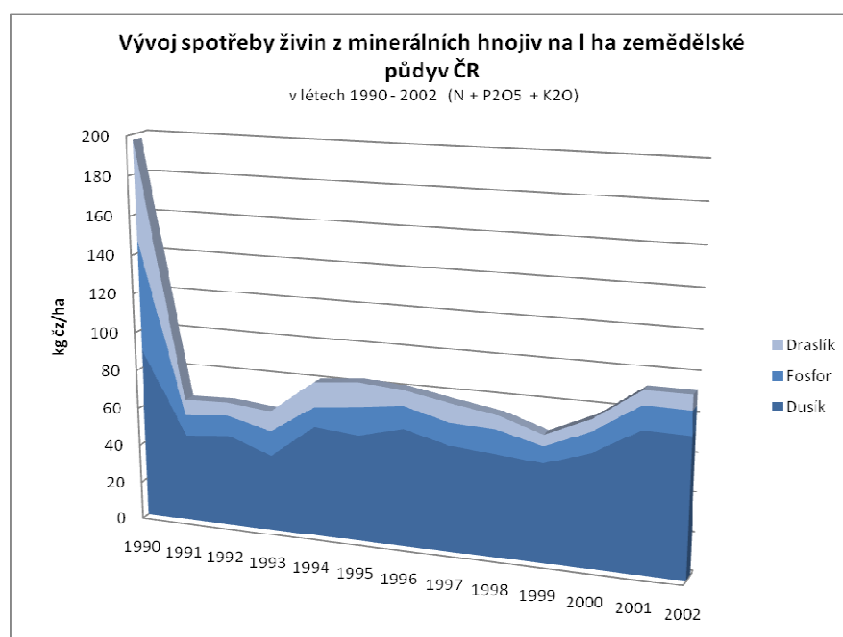
Pro tento rok jsem porovnávala data ze 4035 oblastí. Ve 217 případech došlo k překročení povoleného limitu. Pouze 2 z nich jsou zdrojem pitné vody pro více než 5000 obyvatel. V 8 případech došlo opět k dosažení téměř dvojnásobného množství povoleného množství a ve 3 případech přesáhla hodnota 100 mg/l. Nejvyšší hodnota byla 107 mg/l.

Mezi oblastmi, které zásobují více jak 5000 obyvatel, se opět vyskytli 2, které překračují limit.

7.1.3 Rok 2007

V tomto období se získala data ze 4029 oblastí, a k překročení limitu došlo v 222 oblastech. Oproti předchozím letům vzrost počet oblastí, které přesáhly hodnotu 100 mg/l. Nejvyšší hodnota dosáhla dokonce 131 mg/l.

V oblastech, které zásobují více jak 5000 obyvatel, Úvaly a Frýdlant, jejichž hodnota překročila povolené množství v posledních 3 letech, docházelo k pomalému poklesu hodnot.



8 Závěr

Cílem mojí bakalářské práce bylo zhodnotit případné překročení limitní hodnoty dusičnanů

50 mg/l a posoudit, zda je možné riziko poškození.

Ze získaných dat jsem zjistila, že v letech 2005–2007 došlo k překročením limitních hodnot převážně v oblastech zásobujících do 1000 obyvatel, čímž se potvrdila i má hypotéza.

Možná rizika poškození zdraví spojená s výskytem dusičnanů v pitné vodě se můžou vyskytnout ojedinele u lidí ne zcela zdravých a u kojenců, kterým je připravena strava z vody, která pro ně není vhodná.

Pokud dojde k překročení limitní hodnoty, provozovatel je povinen následně provést kontrolní rozbor, a v případě, že se situace opakuje, vyvodit důsledky a informovat spotřebitele.

V případě překročení, může si na základě odborné analýzy, kterou si nechá vypracovat a kde vyloučí případná rizika poškození zdraví, nechat udělit dočasnou výjimku.

Závěrem bych ráda podotkla, že přes všechna úskalí zmíněná v diskusi, jsou tato data cenná zejména proto, že kvalitní pitná voda je jedna z věcí, které k životu potřebujeme. Voda z našich vodovodů, je dle mého názoru, kvalitní. Jako spotřebitel mám samozřejmě právo vědět jaká voda je distribuovaná do mé domácnosti a provozovatel mi musí poskytnout informace.

Obavy obyvatel a jejich v posledních letech větší zájem o nákup balených vod je z důvodu chuti.

Ovšem v případech, kde jsou limity překračovány i dvojnásobně a opakovaně můžou být alternativou, dokud se problém nepodaří vyřešit potřebnými opatřeními.

9 Seznam použité literatury

1. PITTER, P., Hydrochemie, Vydavatelství VŠCHT, Praha 1999
2. Wasserwirtschaft-Abwasser-Abfall, č.5/2002
3. www.szu.cz/chzp/voda/pdf/kabrhel/kozisek2_kabrhel.pdf
4. KOŽÍŠEK, F., Rady spotřebitelům balených vod, SZÚ, Praha 2007
5. KOŽÍŠEK, F., Studna jako zdroj pitné vody, SZÚ, Praha 2003
6. Zpravodaj Ústředí Monitoringu a Centra hygieny životního prostředí Ročník XI (2004), č. 3, s 1
7. Vyhláška MZ 252/2004 Sb.
8. Guidelines for drinking-water quality, WHO 2006, www.who.com
9. KRATZER, K., KOŽÍŠEK F., zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody, SZÚ, Praha 2006
10. KOŽÍŠEK F, je voda z vodovodů vhodná pro přípravu kojenecké stravy?. Praktický lékař, 2007 roč. 87, č.4