

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky



Vertikální stratifikace jakosti podzemní vody v severní části Třeboňské pánve

Diplomová práce

Libor Pintér

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Jaromír Šantrůček

Konzultanti: Ing. Stanislav Čurda, CSc.,

Mgr. Ondřej Zeman

Praha, září 2008

ABSTRAKT

Tématem této práce je charakterizování vertikální stratifikace jakosti podzemních vod a určení zdroje kontaminace podzemních vod severní části Třeboňské pánve. V práci je popsána jakost podzemních vod v rašeliništích, v pánevních sedimentech i v podložním krystaliniku. Jakost podzemních vod byla sledována ve vrtech, které jsou rozmístěny po celé ploše pánve. Rovněž je v této práci popsána jakost podzemních vod v jímací linii Horusice – Dolní Bukovsko, neboť je hlavním zdrojem pitné vody. Jakost podzemních vod je porovnávána s vyhláškou 252/2004 Sb., která stanovuje hygienické požadavky na pitnou vodu.

Pro znázornění proudění podzemních vod a šíření kontaminace v jednotlivých částech pánve byl zhotoven hydraulický model proudění podzemních vod.

Součástí této práce je zhodnocení významných zdrojů kontaminace v severní části Třeboňské pánve a tendence vývoje kontaminace podzemních vod. Dále byla v práci navržena opatření pro ochranu a ke zvýšení jakosti podzemních vod.

Podzemní vody severní části Třeboňské pánve jsou rozdílných jakostí. Jsou zde podzemní vody, které splňují kritéria pro pitné vody podle vyhlášky 252/2004 Sb., ale jsou zde i vody, které jsou postiženy kontaminací.

Zdrojem kontaminace podzemních vod severní části Třeboňské pánve jsou objekty, které jsou spjaty se zemědělskou a hospodářskou výrobou. Mezi nejvýznamnější zdroje znečištění podzemních vod patří sklad hnojiv u obce Dynín. Tato kontaminace postupuje směrem k jímací linii Horusice – Dolní Bukovsko a ohrožuje tak jakost těchto podzemních vod, které jsou využívány k pitným účelům.

ABSTRACT

The subject of the thesis is to characterize the vertical stratification of quality and to determine the source of contamination of groundwater in the north part of the Třeboň basin. In the thesis the quality of groundwater in peat bogs, in the sediments of the basin as well as in the underlying crystalline complex is described. The quality of groundwater was monitored in boreholes which are distributed in the whole area of the basin. The quality of groundwater in the collecting line Horusice – Dolní Bukovsko is also described in the thesis as it is the main source of drinking water in the area. The quality of groundwater is compared with the regulation 252/2004 Sb., which specifies drinking water hygienic requirements.

For demonstrating groundwater flow and contamination propagation in parts of the basin a hydraulic model of groundwater flow was made.

A part of the thesis is an evaluation of significant sources of contamination in the north part of the Třeboň basin and of the tendency of development of contamination propagation. Measures to protect and to increase the quality of groundwater are subsequently proposed.

The quality of groundwater in the north part of the Třeboň basin is varying. There is groundwater meeting the drinking water criterion in the regulation 252/2004 Sb. but there is also contaminated water.

The source of groundwater contamination in the north part of the Třeboň basin are buildings connected with agricultural production. The most serious source of groundwater contamination is the store of manure near Dynín. So it threatens the quality of groundwater used for drinking.

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ	1
2.1. VYMEZENÍ ÚZEMÍ.....	1
2.2. MORFOLOGIE ÚZEMÍ	2
2.3. KLIMATICKÉ POMĚRY	2
2.4. HYDROLOGICKÉ POMĚRY	3
3. GEOLOGICKÉ POMĚRY	4
3.1. GEOLOGICKÁ STAVBA.....	4
3.2. TEKTONIKA	6
4. HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA	6
4.1. HYDROGEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST	6
4.2. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	7
4.2.1. VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA PODZEMNÍCH VOD	7
4.2.2. PROUDĚNÍ PODZEMNÍCH VOD V PÁNEVNÍCH SEDIMENTECH	8
4.2.3. VERTIKÁLNÍ PROUDĚNÍ PODZEMNÍCH VOD	10
5. METODIKA PRÁCE	10
5.1. MĚŘENÍ HLADIN VE VRTECH A HLOUBEK VRTŮ	10
5.2. ZPRACOVÁNÍ VRTNÉ DOKUMENTACE HYDROFONDU A GEOFONDU	11
5.3. METODIKA ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ CHEMICKÝCH ROZBORŮ VZORKŮ VOD	11
5.4. VYTVÁŘENÍ MODELU PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY A ŠÍŘENÍ ZNEČIŠTĚNÍ	11
6. HYDROCHEMICKÉ POMĚRY	13
6.1. GEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA PODZEMNÍ VODY	13
6.2. CHARAKTERISTIKA JAKOSTI KŘÍDOVÝCH VOD	14
6.3. VERTIKÁLNÍ STRATIFIKACE PODZEMNÍCH VOD	19
6.4. JAKOST VOD V KRYSTALINIKU	21
6.5. ZÁVISLOST CHEMISMU PODZEMNÍCH VOD NA ČASE	22
6.6. JAKOST VOD PODLE VYHLÁŠKY 252/2004 SB.....	30
6.7. ZMĚNA JAKOSTI PODZEMNÍCH VOD BĚHEM ČERPÁNÍ.....	32
7. ZNEČIŠTĚNÍ PODZEMNÍCH VOD	33
7.1. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ ZNEČIŠTĚNÍ SEVERNÍ ČÁSTI TŘEBOŇSKÉ PÁNVE	33
7.2. VÝZNAMNÉ ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ V SEVERNÍ ČÁSTI TŘEBOŇSKÉ PÁNVE	34
7.3. KONTAMINACE PODZEMNÍCH VOD VE VYBRANÝCH ČÁSTECH PÁNVE.....	45
8. OCHRANA PODZEMNÍCH VOD	61
8.1. NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZVÝŠENÍ JAKOSTI VOD.....	62
9. VÝSLEDKY A DISKUSE	66
10. ZÁVĚR	68
LITERATURA:	70

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1/	JIHOČESKÉ PÁNVE. PŘEVZATO OD PETRÁNKA (1993).....	2
OBR. 2/	PRŮBĚH HLADINY PODZEMNÍ VODY V SEVERNÍ ČÁSTI TŘEBOŇSKÉ PÁNVE.....	9
OBR. 3/	PLOŠNÉ ROZLOŽENÍ HYDROGEOLOGICKÝCH OBJEKTŮ VYBRANÝCH K URČENÍ JAKOSTI PODZEMNÍCH VOD.....	18
OBR. 4/	PLOŠNÉ ROZLOŽENÍ HYDROGEOLOGICKÝCH OBJEKTŮ VYBRANÝCH K URČENÍ ZÁVISLOSTI CHEMISMU VOD NA ČASE.....	29
OBR. 5/	LOKALIZACE ZDROJŮ ZNEČIŠTĚNÍ PODZEMNÍCH VOD SEVERNÍ ČÁSTÍ TŘEBOŇSKÉ PÁNVE.....	44
OBR. 6/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU V-23 VLASTIBOŘ V LETECH 1994 AŽ 2006.....	46
OBR. 7/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU CH-7 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	46
OBR. 8/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU CH-8 V LETECH 1993 AŽ 2004.....	47
OBR. 9/	POLOHA VRTŮ ŘADY DIS.....	48
OBR. 10/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-1 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	49
OBR. 11/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-2 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	50
OBR. 12/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-3 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	50
OBR. 13/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-4 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	50
OBR. 14/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-5 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	51
OBR. 15/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-5A V LETECH 1993 AŽ 2006.....	51
OBR. 16/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-6 V LETECH 1997 AŽ 2006.....	51
OBR. 17/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-6A V LETECH 1994 AŽ 2006.....	52
OBR. 18/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-6B V LETECH 1994 AŽ 2006.....	52
OBR. 19/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-7A V LETECH 1994 AŽ 2005.....	52
OBR. 20/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU DIS-7B V LETECH 1994 AŽ 2005.....	53
OBR. 21/	POLOHA JEDNOTLIVÝCH VRTŮ ŘADY MIS.....	54
OBR. 22/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU H-7 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	55
OBR. 23/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU HV-1 V LETECH 1993 AŽ 2003.....	55
OBR. 24/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU H-5 V LETECH 1990 AŽ 2006.....	56
OBR. 25/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-1 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	56
OBR. 26/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-2 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	56
OBR. 27/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-3 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	57
OBR. 28/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-4 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	57
OBR. 29/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-5 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	57
OBR. 30/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-6 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	58
OBR. 31/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-7 V LETECH 1994 AŽ 2006.....	58
OBR. 32/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-8 V LETECH 1994 AŽ 2006.....	58
OBR. 33/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-9 V LETECH 1994 AŽ 2006.....	59
OBR. 34/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-10 V LETECH 1994 AŽ 2006.....	59
OBR. 35/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-11A V LETECH 1994 AŽ 2006.....	59
OBR. 36/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU MIS-12 V LETECH 1994 AŽ 2006.....	60
OBR. 37/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU V-18 V LETECH 1993 AŽ 2005.....	61
OBR. 38/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTU HV-1 V LETECH 1993 AŽ 2006.....	61
OBR. 39/	PRŮBĚH KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VYBRANÝCH MÍSTECH SEVERNÍ ČÁSTI TŘEBOŇSKÉ PÁNVE.....	65

SEZNAM TABULEK

TAB. 1/	JAKOST KŘÍDOVÝCH VOD VE VYBRANÝCH VRTECH	15
TAB. 2/	JAKOST KŘÍDOVÝCH VOD VE VYBRANÝCH VRTECH	16
TAB. 3/	JAKOST KŘÍDOVÝCH VOD VE VYBRANÝCH VRTECH	17
TAB. 4/	JAKOST PODZEMNÍCH VOD RAŠELINIŠŤ BORKOVICKÝCH A MAŽICKÝCH BLAT	20
TAB. 5/	JAKOST PODZEMNÍCH VOD VRTŮ CH-1, CH-2 A CH-3	21
TAB. 6/	JAKOST PODZEMNÍCH VOD V KRYSTALINIKU	22
TAB. 7/	VRTY A JEJICH PARAMETRY	24
TAB. 8/	ČERPANÁ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍCH VOD ZÁJMOVÉ OBLASTI	30
TAB. 9/	JAKOST PODZEMNÍCH VOD VRTU H-4A	33
TAB. 10/	PARAMETRY VRTU V-23 VLASTIBOŘ	45
TAB. 11/	KALIBROVANÉ HLADINY PODZEMNÍCH VOD HYDRAULICKÉHO MODELU	67
TAB. 12/	KONCENTRACE DUSIČNANŮ VE VRTECH MODELU ŠÍŘENÍ KONTAMINACE	68

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA Č. 1A. MĚŘENÉ HLADINY PODZEMNÍCH VOD VRTŮ SEVERNÍ ČÁSTI TŘEBOŇSKÉ PÁNVE

PŘÍLOHA Č. 1B. POLOHY VRTŮ, JEJICHŽ HLADINY PODZEMNÍ VODY BYLY MĚŘENY

Tuto diplomovou práci jsem vypracoval pod vedením RNDr. Jaromíra Šantrůčka. Prohlašuji, že jsem ji vypracoval samostatně, použil jsem svá měření a výsledky, převzaté prameny a data jsem řádně ocitoval. Souhlasím se zapůjčením diplomové práce ke studijním účelům.

Na prvním místě bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce RNDr. Jaromíru Šantrůčkovi za jeho rady, připomínky a odborné vedení. Dále bych chtěl poděkovat svým konzultantům Ing. Stanislavu Čurdovi, CSc. (Progeo s.r.o.) a Mgr. Ondřejovi Zemanovi (Progeo s.r.o.). Za poskytnutí dat z hydrofondu děkuji Mgr. Ludmile Pacákové. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Progeo s.r.o. za poskytnuté informace. Za rady a připomínky při vytváření modelu děkuji Mgr. Michalovi Polákovi (Progeo s.r.o.) a Mgr. Tomášovi Ondovčínovi (PřF UK). Děkuji také Mgr. Jiřímu Bruthansovi, PhD. (PřF UK) za poskytnutí zatím nezveřejněné zprávy. Za poskytnutí dat z vrtu V-23 Vlastiboř děkuji obecnímu úřadu ve Vlastiboři. Na posledním místě bych chtěl poděkovat všem lidem na Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky za vytvoření příjemného pracovního prostředí.

1. Úvod

Tato diplomová práce, která mi byla zadána RNDr. J. Šantrůčkem se zabývá jakostí podzemních vod severní části Třeboňské pánve. Cílem této diplomové práce byla geochemická charakteristika podzemní vody, popis hydrogeologických a hydrochemických vztahů vod v pánevní sedimentech. Dalšími cíly této práce jsou zhodnocení jakosti podzemní vody a to jak ke standardům pro pitnou vodu, tak i ke změně chemismu v čase a návrh opatření, která by vedla ke zvýšení jakosti podzemních vod.

Ke splnění cílů diplomové práce je třeba zhodnotit archivní, ale i současné údaje o chemismu podzemních vod severní části Třeboňské pánve. Dalším úkolem bude vytvořit model proudění podzemních vod a do tohoto modelu vložit zdroje kontaminace a tím určit budoucí ohrožené oblasti touto kontaminací. Součástí práce by měla být i identifikace možných zdrojů kontaminace podzemních vod.

2. Charakteristika území

2.1. Vymezení území

Třeboňská pánev je jedna ze dvou jihočeských pánví (obr. 1). Její severní část se nachází na levém břehu řeky Lužnice mezi obcemi Bechyně, Veselí nad Lužnicí, Lomnice nad Lužnicí a Ševětín. Tato oblast se rozkládá na ploše cca 260 km² a zasahuje do níže uvedených listů základních vodohospodářských map ČR v měřítku 1:50 000:

22-42 Bechyně

22-44 Hluboká nad Vltavou

23-31 Soběslav

23-33 Veselí nad Lužnicí

Geologicky je zájmová oblast omezená krystalinikem moldanubika na západě, severu a severovýchodě. Na východní straně je oblast omezená kvarténními náplavy řeky Lužnice a na jihu střední části Třeboňské pánve. Z hydrogeologického hlediska má zájmové území označení podle hydrogeologické rajonizace 2151 – Třeboňská pánev – severní část. Zájmovým územím se rozumí severní část Třeboňské pánve. Celá Třeboňská pánev je protažena ve směru JJV-SSZ.



Obr. 1/ Jihočeské pánve. Převzato od Petránka (1993)

2.2. Morfologie území

Třeboňská pánev je významným geomorfologickým celkem. Pánev leží v nadmořské výšce 405-500 m n.m., kdy na okrajích pánve se nadmořská výška zvyšuje až na výšku 570 m n.m. Reliéf severní část Třeboňské pánve je plochý, jen nepatrně zvlněný. Nadmořská výška se zde pohybuje od 405 m n. m. ve Veselí nad Lužnicí do 570 m n. m. vrchu Baba, který leží západně od obce Ševětín na hranici pánve a krystalinika. V oblastech drenáže podzemních vod se vyskytují rozsáhlá rašeliniště borkovických a mažických blat jejichž nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 410 až 430 m n. m.

2.3. Klimatické poměry

Klimatické poměry mají značný význam pro hydrogeologii, zvláště pak určují velikost tvorby přírodních zdrojů. Atmosférické srážky jsou primární zdroj všech vod a jsou významně ovlivněny nadmořskou výškou. Všeobecně se dlouhodobé průměrné roční úhrny srážek zvětšují s rostoucí nadmořskou výškou.

Klima Třeboňské pánve lze charakterizovat jako mírně teplé a mírně vlhké. Průměrná teplota v severní části Třeboňské pánve je 8 °C.

Průměrné roční srážky v oblasti činí 608,2 mm. Tento průměr je určen z měření od roku 1971 do roku 2000. Srážkové úhrny byly měřeny ve stanici Borkovice. Srážkové úhrny měřené v letech 1999 až 2005 mají průměrnou hodnotu 642 mm a jsou měřené též ve stanici Borkovice. Vyšší hodnota průměrných srážek z let 1999 až 2005 je dána hydrologickým rokem 2002, kdy srážkové úhrny hodnotou 913,5 mm podstatně překročily dlouhodobý průměr (Čurda et al., 2006).

2.4. Hydrologické poměry

Severní část Třeboňské pánve patří k povodí Lužnice. Zájmové území je odvodňováno do řeky Lužnice povodími, která mají označení 1-07-04 a 1-07-02.

Na severní okraj pánve zasahuje povodí Všechlapského potoka 1-07-04-089, které má rozlohu 7,224 km². Potok teče od severovýchodu k jihozápadu a je levostranným přítokem řeky Lužnice. Velikost průtoku v tomto potoce je závislá na množství spadlých srážek.

Podél severovýchodní hranice zájmového území protéká Bechyňský potok, jehož povodí 1-07-04-002 má rozlohu 43,842 km². Potok má většinu přítoků ze severovýchodních svahů, které náleží krystaliniku. Průtoky na tomto potoce jsou z části ovlivňovány manipulacemi na rybnících, které jsou v horní části toku. Velikost průtoku je závislá na množství spadlých srážek. Při vysokých srážkách se průtok Bechyňského potoka výrazně zvyšuje a tento potok pak způsobuje lokální záplavy.

Na západní straně pánve z ní vytéká Sudoměřický potok. Jeho povodí má číslo 1-07-04-091 a rozlohu má 14,614 km².

Dále se na této straně nachází povodí Blateckého potoka 1-07-04-114, jehož rozloha je 23,451 km². Tento potok protéká ze severovýchodu k jihozápadu a nemá výraznější přítoky. Potok se vlévá do Židovy strouhy.

Židova strouha odvodňuje západní část zájmového území a jeho povodí 1-07-04-113 má rozlohu 35,482 km². Vodoteč protéká od jihovýchodu k severozápadu a je levostranným přítokem Lužnice. Průtok v Židově strouze je závislý na jejích přítocích a na manipulaci na rybnících, které se nachází na této vodoteči.

Bukovský potok protéká ze západu na východ a vlévá se do Horusického rybníka. Povodí Bukovského potoka má číslo 1-07-02-063 má rozlohu 22,323 km². Přítoky tohoto potoka jsou většinou pravostranné z jihozápadních svahů. Na těchto přítocích je několik rybníků, ať už větších nebo menších, které ovlivňují velikost přítoku do Bukovského potoka. V tomto povodí je rozsáhlé ochranné pásmo vodních zdrojů, neboť se zde nachází velice kvalitní zdroj pitné vody.

Dalším potokem, který odvodňuje severní část Třeboňské pánve je Bošilecký potok. Tato vodoteč protéká ze západu na východ, kde se vlévá do Bošileckého rybníka. Jeho povodí 1-07-02-064 má rozlohu 28,776 km².

Největší rozlohu v severní části Třeboňské pánve má povodí 1-07-02-060. Jeho plocha je 56,466 km². Toto povodí má 2 důležité vodoteče. Obě vodoteče tečou ze západu na východ a jedná se o Dubenský a Ponědražský potok. Dubenský potok teče jižněji než Ponědražský

potok a velikost jeho průtoku je závislá na množství spadlých srážek. Průtok Ponědražského potoka je závislý na manipulaci na rybníku Stojčín, kterým Ponědražský potok protéká. Obě vodoteče se vlévají do rybníků, Ponědražský potok do Záblatského rybníka a Dubenský potok do rybníka Krčín.

Centrální část severní části Třeboňské pánve je odvodňována Blatskou stokou, jejíž povodí 1-07-04-005 zaujímá plochu 36,182 km². V tomto povodí se nacházejí rozsáhlá borkovická a mažická blata, která také dotují svými vodami Blatskou stoku.

3. Geologické poměry

3.1. Geologická stavba

Podloží pánve

Podložní horniny Třeboňské pánve patří k českému moldanubiku, které představuje největší a nejsilnější metamorfovanou jednotku českého masívu. Nejsevernější část pánve leží na migmatitizovaných pararulách, které patří k jednotce bechyňské ortoruly, která prodělala migmatitizaci. Podloží pánve až k linii Dolní Bukovsko – Veselí nad Lužnicí je tvořeno sillimaniticko – biotitickými pararulami. V okolí Sodoměřic byly v podloží pánve zjištěny polohy ortorulového typu. Tělesa ortorulového typu jsou také západně od drahotěšického zlomu. Západně od Dolního Bukovska se v podloží vyskytují muskoviticko – biotitické pararuly. Na jihovýchod od drahotěšického zlomu jsou migmatitizované pararuly, tvořící střední část podloží zájmového území. Ve střední části pánve je v podloží biotitický granodiorit, který se vynořuje z pánevní výplně na mnohých místech v okolí Ševětína a Vitína (Čurda et al. 1985).

Křídové sedimenty

Koncem křídý (senon) se začala tvořit sedimentární výplň pánve. Podstatnou část pánevní výplně tvoří sedimenty svrchního oddílu klikovského souvrství. Toto souvrství je nejvýznamnějším stratigraficko – litologickým komplexem pánevní výplně a je pro něj typický rytmický vývoj projevující se střídáním většinou 3 typů hornin v rámci tzv. cyklů. Jedná se o hrubozrnné pískovce až slepence, pestré jemně písčité jílovce až jílovité pískovce a tmavošedé jílovce až pískovce (Hazdrová et al. 1984). Klikovské souvrství je nejmocnějším souvrstvím v pánvi, u Dolního Bukovska dosahuje své největší mocnosti 140 m (Malecha et al. 1991).

V severní části Třeboňské pánve je svrchní oddíl klikovského souvrství tvořen světle šedými až hnědožlutými, středně až hrubě zrnitými pískovci. Tyto pískovce jsou velmi dobře vytřídění. Typickou složkou je křemen a muskovit, charakteristická je nepřítomnost živců a biotitu (Čurda et al. 1985). Spodní oddíl klikovského souvrství chybí v celé Třeboňské pánvi (Hazdrová et al. 1984).

Terciérní sedimenty

Terciérní sedimenty zaujímají ve srovnání s křídovými sedimenty menší plochu a jsou i méně mocné (Hazdrová et al. 1984). Nejvýznamnější terciérní jednotkou je mydlovarské souvrství, které je tvořeno miocenními uloženinami. Mydlovarské souvrství dělíme na spodní a svrchní část a je druhou největší stratigrafickou jednotkou Třeboňské pánve. Toto souvrství je tvořeno písiky až pískovci, slepenci a písčítými jíly s polohami jílovitých písků až pískovců (Malecha et al. 1991). Pro sedimenty svrchní části mydlovarského souvrství je typická přítomnost diatomitových hornin v brakickém vývoji (Malecha et al. 1976).

V severní části Třeboňské pánve se sedimenty mydlovarského souvrství vyskytují jihovýchodně od obce Sviny (Malecha et al. 1991) a v oblasti mezi obcemi Borkovice a Hartmanice, kde tvoří pruh mezi těmito obcemi (Malecha et al. 1976).

Kvartérní sedimenty

Při východním okraji severní části Třeboňské pánve jsou nejvíce rozšířeným čtvrtohorním sedimentem fluviální uloženiny, které jsou vázány na tok řeky Lužnice.

V dalších částech severní části Třeboňské pánve jsou z kvartérních sedimentů zastoupeny sprašové hlíny, které jsou würmského stáří a které jsou navátý na závětrné svahy údolí. Tyto sprašové sedimenty se vyskytují u Dolního Bukovska, kde se využívají jako cihlářská surovina (Malecha et al. 1991).

Dalšími zástupci kvartérních sedimentů jsou soliflukční sedimenty, nivní a splachové hlíny. Soliflukční sedimenty se většinou vyskytují společně s eolickými sedimenty (Malecha et al. 1976). Nivní a splachové hlíny se objevují v okolí větších vodotečí jako jsou Bechyňský a Bukovský potok nebo Blatská stoka.

Specifickým jevem na území severní části Třeboňské pánve jsou rašeliniště. Rašeliniště se rozkládají mezi obcemi Borkovice, Mažice, Zálší, Klečaty, Komárov a Vlastiboř. Tato rašeliniště byla v minulosti těžena závodem Rašelina Soběslav. Okolí rašelinišť jsou většinou močalovitě.

3.2. Tektonika

Třeboňská pánev vznikla během saxonské zlomové tektoniky. Hlavní systémy zlomů, které byly aktivní při vzniku a vyplňování pánve, měly směr SZ – JV. Konečnou tektonickou stavbu pak dotvářely zlomy směrů SSV – JJZ a poruchy k nim kolmé (Chlupáč et al. 2002). Pohyby, ke kterým docházelo na těchto zlomech, se opakovaly od mesozoika do terciéru. Zejména jsou významné okrajové zlomy, které na východě a západě omezují pánevní strukturu od okolního krystalinika. Jedná se o drahotěšický zlom, který probíhá východně od Drahotěšic. Tento zlom omezuje pánev na západním okraji. Výška skoku je u Dolního Bukovska přibližně 140 m a směrem k severu a k jihu se výška skoku zmenšuje až na několik metrů. Dalším významným zlomem je porucha omezující pánev na severovýchodním okraji, která probíhá údolím Bechyňského potoka. Výška skoku této poruchy je pouhých 20 – 30 m. Taktéž východní okraj pánve je omezen tektonickou linií. Tato linie má severojižní směr. Svůj význam mají i zlomy nacházející se uvnitř pánve. Velice významný je mažický zlom probíhající jižně od Mažic. Tento zlom má směr SV – JZ a výšku skoku 20 m (Čurda et al. 1985).

4. Hydrogeologická charakteristika

4.1. Hydrogeologická prozkoumanost

Zájmová oblast je hydrogeologicky velice dobře prozkoumána. Na přelomu 50. a 60. let se zabýval hydrogeologickým průzkumem v oblasti mezi obcemi Ševětín a Horusice K. Zima (Zima 1959). V roce 1959 vydává zprávu v níž jsou podklady pro hydrogeologický průzkum pro oblast Ševětína až Horusice a v roce 1961 pak ukončuje hydrogeologický průzkum u obce Horusice závěrečnou zprávou (Zima 1961).

V roce 1961 též skončila I. etapa hydrogeologického průzkumu u Mažic. V rámci této etapy byly provedeny a vyhodnoceny čerpací zkoušky v blízkosti závodu Rašelina, n. p. Soběslav, u obce Mažice (Kněžek 1961). Druhá etapa hydrogeologického průzkumu u Mažic skončila v roce 1964 a v rámci této etapy bylo realizováno 14 vrtů v oblasti severně od linie Veselí nad Lužnicí – Sviný, která navazuje na oblast průzkumu u Horusice (Kněžek 1964).

V letech 1971 až 1974 došlo k hydrogeologickému výzkumu jihočeských pánví (Krásný 1974). V letech 1972 až 1976 probíhal v oblasti Hodětín – Komárov hydrogeologický průzkum, který měl za cíl stanovit maximální využitelné množství vody v této oblasti (Kněžek 1976).

V rámci hydrogeologického průzkumu dochází v zájmové oblasti k realizování 15 piezometrických vrtů za účelem sledování prostorových tlakových poměrů a jakosti vody. Řešení možnosti symbiózy intenzivní zemědělské činnosti s jímacím územím bylo předmětem účelového hydrogeologického průzkumu ukončeného zprávou (Čurda et al. 1981).

V roce 1985 je dokončen další hydrogeologický průzkum severní části Třeboňské pánve. K tomuto průzkumu se vztahuje zpráva psaná kolektivem autorů (Čurda et al. 1985).

V 80. letech a začátkem 90. let se podrobným sledováním a hodnocením jakosti podzemních vod v zájmovém území zabýval J. Šantrůček. Tyto sledovací práce jsou zakončeny několika zprávami o kvalitě podzemních vod (Šantrůček 1986, 1988, 1991). V 90. letech sledují znečištění podzemních vod v okolí Mazelova F. Chrástka a R. Jerie (Chrástka, Jerie 1993). V roce 1994 se zabývají M. Homolka a A. Daněk znečištěním podzemních vod v okolí Dynína (Homolka, Daněk 1994).

V letech následujících se územím severní části Třeboňské pánve zabýval S. Čurda, jak po stránce jakosti podzemních vod, tak i po stránce bilance zásob podzemních vod.

4.2. Hydrogeologické poměry

4.2.1. Všeobecná charakteristika podzemních vod

Zájmové území je tvořeno krystalinikem, ve kterém je tektonicky predisponovaná tektonická deprese, která je vyplněna sedimentárními horninami křídového a terciárního stáří. Hydrogeologické vlastnosti krystalinika jsou závislé na typu hornin, hloubce zatěsnění puklin, mocnosti zvětralinového pláště a tektonickém porušení. Podložní i okolní horniny, které jsou ve styku s pánevní výplní severní částí Třeboňské pánve patří do jednotky moldanubika. Z geologických map je patrné, že tyto okolní horniny jsou tvořeny muskovit - biotitickou pararulou, migmatitizovanou pararulou, biotit a sillimanit – biotitickou pararulou, biotitickým migmatitem, biotitickým granitem a granodioritem.

Metamorfované horniny, které obsahují větší množství živce a křemene mají příznivější podmínky pro proudění podzemních vod, jelikož zvětrávají písčité a jejich puklinové systémy nejsou zatěsněny jílovitými produkty zvětrávání.

Podstatnou část sedimentární výplně severní části Třeboňské pánve tvoří sedimenty křídového stáří, které jsou zde zastoupeny klikovským souvrstvím. Sedimenty severní části Třeboňské pánve jsou typické tím, že se v nich střídají propustné vrstvy, které jsou tvořeny pískovci a nepropustné vrstvy, které jsou tvořeny jílovci. Jelikož nelze v severní části Třeboňské pánve spojitě vymezit jednotlivé kolektory a izolátory můžeme zvodnělé prostředí

v celé jeho mocnosti charakterizovat jako jeden zvodnělý systém, který je hydraulicky spojitý. Toto zvodnělé prostředí má výrazný rozdíl mezi horizontální a vertikální propustností. V sedimentech pánevní oblasti dochází k proudění podzemních vod především vlivem průlinové propustnosti pánevních sedimentů. Významnější podíl puklinové propustnosti nebyl v pánevních sedimentech prokázán. U klikovského souvrství je koeficient filtrace v rozmezí 10^{-4} až 10^{-5} m/s (Čurda et al. 2006). Koeficient filtrace mydlovarského souvrství je uváděn v řádech 10^{-5} m/s (Homolka 1987) až 10^{-7} m/s (Lašek 2003).

4.2.2. Proudění podzemních vod v pánevních sedimentech

V pánevní struktuře lze vymezit dva typy oběhu podzemních vod a to mělký lokální oběh a hlubší regionální oběh. Tyto oběhy podzemních vod závisí na geologických a hydrogeologických podmínkách v severní části Třeboňské pánve.

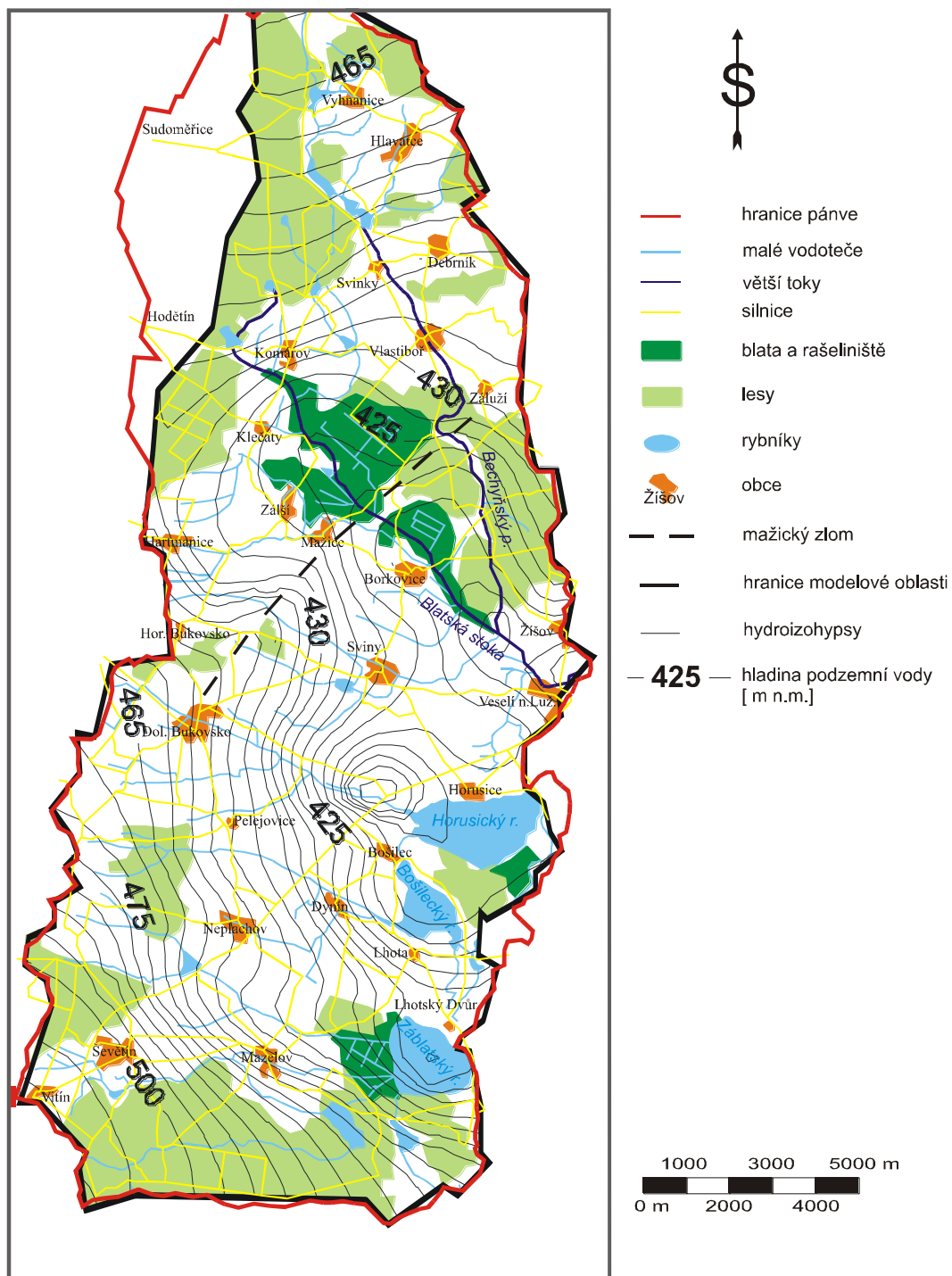
K dotaci kolektoru v pánevních sedimentů křídového stáří dochází dvěma způsoby. Prvním je infiltrace dešťových srážek v ploše pánevní výplně a druhým je dotace křídových sedimentů z přilehlých oblastí krystalinika. Množství podzemních vod, které přitečou z krystalinika je dáno transmisivitou krystalinika a pánevní výplně v místě jejich transgresního styku.

Spád hladiny podzemní vody v severní části Třeboňské pánve je od okrajových částí do středu. Infiltrovaná podzemní voda protéká pánevními sedimenty do hlavní drenážní oblasti v okolí Borkovic. V hlavní drenážní oblasti Borkovice dochází k odvodnění dvou hlavních proudů podzemní vody. Jeden proud podzemních vod přitéká z jihu, z oblasti ševětínského granodioritu. Při proudění na sever je tento proud podzemních vod lokálně drenován do rybníků ve východním okraji pánve. Tato drenáž je však významně zmenšena vlivem horusické jímací linie. Proud podzemní vody přitékající do drenážní oblasti Borkovice ze severozápadu, má počátek v oblasti Černické obory u Sudoměřic. Tyto vody jsou také drenovány a to do Blateckého a Sudoměřického potoka (Čurda et al. 2006).

Významnou nehomogenitou, která ovlivňuje proudění podzemní vody v severní části Třeboňské pánve je mažický zlom. Tento zlom, který ovlivňuje proudění podzemních vod od severozápadu, je z hydraulického hlediska nepropustný. Tato nehomogenita zabraňuje odtoku podzemních vod ze severozápadu zájmové oblasti směrem k jihovýchodu, tyto vody vzdouvá a tam, kde hladiny podzemních vod dosahují nebo dosahovaly pozitivní výtlačné úrovně, vznikly v oblasti vývěřů rašeliniště (Čurda et al. 1985).

V hlavní drenážní oblasti Borkovice jsou podzemní vody drenovány především do Blatské stoky mezi borkovickými blaty a soutokem Blatské stoky s Bechyňským potokem

(Čurda et al. 2006). Na obrázku č. 2 jsou znázorněny nadmořské výšky hladiny podzemní vody, tak jak jsem je namodeloval v programu FEFLOW.



Obr. 2/ Průběh hladiny podzemní vody v severní části Třeboňské pánve

4.2.3. Vertikální proudění podzemních vod

Ve vrtech severní části Třeboňské pánve bylo také registrováno vertikální proudění podzemních vod. Pro zpracování této kapitoly jsem využil informace o vertikálním proudění podzemních vod ze třech vrtů. Jedná se vrty HV-1 Mažice, BH-3 Borkovice a H-4A Sedlíkovice.

Vrt HV-1 Mažice má hloubku 131 m. Pro karotážní sondy byl vrt neprůchodný v hloubce 116 m. Ve vrtu byl registrován sestupný vertikální pohyb vody, který má objemový průtok 420 l/hod. Hlavní přítok podzemních vod se nachází pod patou plné pažnice v hloubce 53,8 m. Podle karotážních měření byl zjištěn zapažnicový přítok, který je v hloubce 42 m a který dále teče do již uvedené hloubky 53,8 m. Konečná ztráta sestupného pohybu se nachází v hloubce 90 - 97 m (Pitrák 2007).

Hloubka vrtu BH-3 Borkovice měla být 59 m, ale při měření bylo zjištěno v hloubce 50 m bahno. Tento vrt je perforován v hloubce 23 – 49 m. V tomto vrtu bylo pozorováno kromě vertikálního proudění i horizontální proudění. Horizontální proudění bylo registrováno v hloubce 31,6 – 33,1 m. Rychlost tohoto horizontálního proudění je 2,2 m/den. Vertikální pohyb podzemní vody směrem dolů má přítoky v hloubkách 20,5 m, 24,7 m, 26,7 m, 28,2 m a 30, 5 m. Ztráty podzemní vody byly registrovány v hloubkách 39 m, 42,2 m, 43,6 m, 45,1 m a 48,9 m (Pitrák 2007).

Vrt H-4A Sedlíkovice má hloubku 107 m. Jeho perforovaná část je v intervalech 43,5 – 55,5 m a 62 - 104 m. Ve vrtu byl registrován vertikální i horizontální pohyb podzemní vody. Podzemní voda v intervalu 43,5 – 55,5 m proudí jak napříč vrtem, tak i směrem dolů a ztrácí se v intervalu 62 – 104 m, přičemž nejvyšších ztrát podzemní vody dochází do hloubky 82 m (Daněk 2001).

5. Metodika práce

5.1. Měření hladin ve vrtech a hloubek vrtů

V rámci vytváření modelu proudění podzemních vod bylo třeba změřit hladiny podzemních vod ve vrtech severní části Třeboňské pánve. Měření jsem provedl v květnu 2008 a použil jsem k němu elektrickou Rangovu pišťalu. Celkem jsem změřil hladiny podzemních vod v 25 vrtech. Z těchto 25 vrtů jich pak bylo několik vybráno pro kalibraci hydraulického modelu. Seznam všech vrtů a úrovní hladiny podzemní vody v těchto vrtech jsou uvedeny v příloze č. 1a. V příloze č. 1b. jsou znázorněny polohy těchto měřených vrtů.

5.2. Zpracování vrtné dokumentace hydrofondu a geofondu

Hydrogeologické poměry v severní části Třeboňské pánve byly popsány za pomoci množství hydrogeologických vrtů. Pro zpracování diplomové práce mi byl poskytnut z databáze hydrofondu rozsáhlý soubor všech dostupných vrtů. V tomto souboru byly údaje o chemismu vod, které byly většinou staršího data, tj. ze 70. až 90. let minulého století, dále zde byly informace o výstroji jednotlivých vrtů, hloubce vrtů a u některých objektů i informace o jejich vydatnostech. Celkem mi byly poskytnuty informace o 310 vrtech, které zasahují buď do krystalinika, křídových nebo terciérních sedimentů.

Vrty jsem rozdělil jednak podle oblasti ve které se nachází (např. borkovická a mažická blata, okolí jednotlivých obcí) a jednak podle kolektorů, do kterých zasahují jejich otevřené úseky. Většinou se jedná o vrty zasahující křídový kolektor. Tyto skupiny vrtů jsem zpracoval v programu MS EXCEL a následně je použil pro zpracování jednotlivých kapitol.

5.3. Metodika zpracování výsledků chemických rozborů vzorků vod

Hydrochemické vlastnosti podzemních vod severní části Třeboňské pánve byly hodnoceny z materiálů získaných z hydrofondu ČR, dále z výsledků chemických rozborů vrtů Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ) a z údajů, které poskytly obec Vlastiboř, firma Progeo s.r.o. a ústně pan Nestával ze Sdružení měst a obcí Bukovská voda.

V zájmové oblasti jsem vybíral vrty, které svou polohou pokrývají celou severní část Třeboňské pánve, dále vrty, které jsou v jímací linii Horusice – Dolní Bukovsko, vrty monitorující znečištění podzemních vod v okolí obcí Dynín a Mazelov a vrty, které jsou umístěny v borkovických a mažických blatech.

Z výsledků chemických rozborů jsem vypočetl mineralizaci, tvrdost podzemní vody a typ vody. Pro ověření správnosti chemických rozborů jsem provedl kontrolu podmínky neutrality podle vzorce [1]. Chyba rozboru by neměla být větší, než 3 %.

$$\left(\left| \sum \text{kationtů} - \sum \text{aniontů} \right| \right) / \left(\sum \text{kationtů} + \sum \text{aniontů} \right) * 100 = \text{chyba rozboru} \quad [1]$$

5.4. Vytváření modelu proudění podzemní vody a šíření znečištění

Model proudění podzemních vod jsem vytvářel v programu FEFLOW. Postupoval jsem tak, že jsem si nejprve vykreslil modelovou oblast v programu AutoCad, do kterého jsem zadával souřadnice hranice modelové oblasti. Hranici modelové oblasti tvořila hranice povodí. Tato hranice se nepřekrývá s hranicí hydrogeologického rajónu 2151 a modelová oblast tedy zaujímá menší plochu, než je plocha tohoto hydrogeologického rajónu.

Takto vytvořenou modelovou oblast jsem importoval do programu FEFLOW. Po vložení této oblasti jsem ji musel z digitalizovat. Po tomto kroku jsem měl v programu FEFLOW zadanou modelovou oblast. Poté jsem do modelové oblasti zadal uzlové body, v kterých program FEFLOW počítá hydraulické výšky, ale i další veličiny. Těchto uzlových bodů jsem zadal 8000, s tím, že v určitých místech jsem počet uzlových bodů zvyšoval pro další potřeby modelu a tím zahušťoval takto vytvořenu síť. Po tomto kroku jsem zadal dimenzi modelu. Ta je 3D. Do modelu jsem zadal 8 vrstev o různých mocnostech. Po tomto kroku jsem v programu FEFLOW určil, že se jedná o ustálené proudění a importoval jsem do programu FEFLOW soubor, který po vykreslení představoval plochu terénu modelové oblasti. Tento soubor jsem vytvořil pomocí výšek terénů jednotlivých vrtů, které jsem získal z databáze hydrofondu. Nyní byla modelová oblast připravena pro zadávání okrajových podmínek a vlastností prostředí.

Jako okrajovou podmínku jsem zadal Neumanovu okrajovou podmínku, tj. nulový průtok přes hranici. Tato podmínka byla zadána po celém okraji modelové oblasti, až na několik okrajových uzlových bodů. V těchto okrajových uzlových bodech opouští vodoteče modelovou oblast a tudíž jsem v těchto bodech předepsal Dirichletovu podmínku, tj. známou hydraulickou výšku. Tuto podmínku jsem však předepsal pouze v první vrstvě.

Jako další podmínku jsem zadal nadmořské výšky hladin toků a rybníků. Celkem jsem do modelu zadal nadmořské výšky hladin 6 potoků a 3 rybníků. Jednalo se o potoky Ponědražský, Bošilecký, Bukovský, Olešanský, Bechyňský a Blatskou stoku. Jména zadávaných rybníků jsou Záblatský, Bošilecký a Horusický. Nadmořské výšky těchto vodotečí a vodních ploch mi pomohly udržet správnou hladinu podzemní vody v 1. vrstvě. Nadmořské výšky hladin zadávaných potoků a rybníků jsem vyčetl z vodohospodářských map. Do modelu jsem dále zadal vrty z kterých se čerpá podzemní voda. Čerpaná množství podle Zemana (2008) jsou uvedena v tabulce č. 8 v kapitole 6.6. Z databáze hydrofondu jsem zjistil hloubky perforovaných částí čerpaných vrtů a v těchto hloubkách jsem do modelu zadal tato čerpaná množství v jednotkách m^3/den . Do modelové oblasti jsem dále musel zadat dešťové srážky a pozorovací body, které mi ukazovaly hydraulickou výšku hladiny podzemní vody ve mnou vybraných vrtech. Do modelu jsem zadal také mažický zlom. Ten jsem zadal tak, že v místech kudy prochází mažický zlom, jsem vytvořil úzký pruh, v kterém byla podstatně nižší jak horizontální, tak i vertikální propustnost než v okolí, čímž vlastně vznikla málo propustná bariéra, taková jakou je mažický zlom.

Po tomto kroku jsem začal do modelové oblasti zadávat koeficienty filtrace. Koeficienty filtrace byly zjištěny hydrodynamickými zkouškami a byly uvedeny v databázi

z hydrofondu. Zadáním a postupnými změnami koeficientů filtrace jsem způsobil, že se mi měnila hladina podzemní vody v pozorovacích bodech. Cílem bylo, aby hladina podzemní vody v pozorovacích bodech se co nejvíce přibližovala hladině podzemní vody, kterou jsem změřil v květnu 2008. Hydraulický model byl tedy zkalibrovaný podle hladinového kritéria. Odladěné koeficienty filtrace se pohybují v rozsahu od 10^{-3} m/s až 10^{-6} m/s.

Do takto kalibrovaného hydraulického modelu jsem zadal počáteční podmínky pro výpočet šíření kontaminace. Nejdříve jsem zadal do modelu hodnoty příčné a podélné disperzivity prostředí a poté jsem zadal zdroj kontaminace a počáteční koncentraci kontaminantu v tomto zdroji. Tyto hodnoty příčné a podélné disperzivity a počáteční koncentraci kontaminantu jsem zvolil náhodně a poté jsem je upravoval, tak dlouho, dokud nesouhlasily koncentrace kontaminantu v okolních vrtech se skutečností. Okolní vrty jsem zadal do modelu před vložením kontaminace.

Jak výsledky hydraulického modelu, tak i výsledky modelu šíření kontaminace jsem interpretoval pomocí programů SURFER a COREL.

6. Hydrochemické poměry

6.1. Geochemická charakteristika podzemní vody

Geochemie podzemní vody je dána interakcí srážkových vod s horninovým prostředím, do kterého se srážkové vody vsakují. K přeměně srážkových vod na vody podzemní dochází v půdním horizontu. Mineralizace srážkových vod se obecně pohybuje v rozmezí od 0,01 g/l do 0,04 g/l. Interakcí této srážkové vody s horninovým prostředím pak dochází ke zvýšení mineralizace. Velikost této nové sekundární mineralizace je závislá na horninovém prostředí, dále na obsahu CO_2 v tomto horninovém prostředí a na délce času, kdy je tato podzemní voda v kontaktu s horninovým prostředím.

V pánevních sedimentech severní části Třeboňské pánve se mineralizace neznečištěných podzemních vod pohybuje většinou do 0,2 g/l. Směrem do středu pánve mineralizace klesá až na hodnoty okolo 0,08 g/l. Tato nízká mineralizace je dána pánevními sedimenty, které tolik neobohatí infiltrované srážkové vody ionty a tudíž se tolik nezvýší mineralizace těchto vod. Pánevní sedimenty tvoří pískovce až slepence a jílovce. Obecně se tyto sedimenty skládají z křemene, živců a tmelu (matrix), který bývá velmi často buď železitý nebo karbonátový. Tím dochází při interakci horninového prostředí s podzemní vodou k uvolnění iontů a obohacení podzemní vody o tyto ionty.

6.2. Charakteristika jakosti křídových vod

Charakteristiku jakosti křídových vod jsem určoval z výsledků chemických rozborů 13 vrtů v zájmovém území. Vrty jsem vybíral, tak aby pokrývaly co největší plochu pánve. Dále jsem při výběru vrtů zohlednil hloubku a perforovanou část jednotlivých vrtů, tj. použil jsem vrty, které zaujímají svou hloubkou a perforovanou částí, co největší mocnost pánevních sedimentů. Rozmístění vrtů je znázorněno na obrázku č. 3 na konci kapitoly.

Chemické rozborů podzemních vod se provedly v letech 2005 a 2006 ve vrtech, které jsou ve správě ČHMÚ, dále ve vrtech jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko, které jsou ve správě společnosti Vodovody a kanalizace Jižní Čechy a ve vrtu V-23 Vlastiboř, který je využíván k zásobování obce Vlastiboř vodou. Informace o jakosti podzemních vod vrtů jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko podal ústně pan Nestával ze Sdružení měst a obcí Bukovská voda (2008).

Mineralizace nekontaminovaných křídových podzemních vod v severní části Třeboňské pánve se pohybuje od 0,05 g/l do 0,22 g/l. Mineralizace podzemních vod, které jsou ovlivněné kontaminací dosahují vyšších hodnot mineralizace. Tato vyšší mineralizace je způsobena kontaminací dusičnany v těchto vrtech.

Křídové vody severní části Třeboňské pánve jsou mírně kyselé až neutrální, jejich pH se pohybuje od 5,4 do 7,0. Tvrdost podzemních vod, které nejsou znečištěny je v rozmezí od 0,1 mmol/l do 1 mmol/l. Podzemní vody, které jsou kontaminovány dosahují tvrdosti až 2,4 mmol/l. Podzemní vody severní části nejsou z hlediska typu příliš rozmanité. Nacházejí se zde podzemní vody typu Ca-Na-HCO₃ a Ca-Mg-HCO₃. Případný výskyt dalších typů podzemních vod je způsoben tím, že jsou vody málo mineralizované a i malé změny ve složení se projeví v typu vody.

Koncentrace kationtů, aniontů a dalších ukazatelů jakosti podzemních vod severní části Třeboňské pánve jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 1/ Jakost křídových vod ve vybraných vrtech

Složka, vlastnosti [jednotka]	B-2 Komárov	B-13 Komárov	V-20 Borkovice	BH-1 Borkovice	H-1 Dynín
pH	5,4 – 5,9	5,7 – 6,0	5,4 – 6,0	5,8 – 6,4	5,7 – 6,0
Mineralizace [g/l]	0,08 – 0,11	0,11 – 0,13	0,05 – 0,09	0,11	0,13 – 0,15
Tvrdost vody [mmol/l]	0,22 – 0,27	0,41 – 0,44	0,04 – 0,1	0,37 – 0,4	0,33 – 0,42
Sodík [mg/l]	4,3 – 4,8	4,7 – 5,6	2,3	3,7 – 4,2	9,0 – 10,6
Draslík [mg/l]	0,9 – 1,0	1,0 – 1,3	0,5 – 1,0	0,1 – 1,0	0,6
Vápník [mg/l]	6,7 – 8,1	11,2 – 12,2	1,6 – 2,1	10,8 – 12,0	9,7 – 12,1
Hořčík [mg/l]	1,3 – 2,0	2,9 – 3,5	1,0	2,6	2,2 – 2,9
Mangan [mg/l]	0,02 – 0,07	0,05	0,1	0,07	0,07
Železo [mg/l]	0,4 – 0,8	2,8 – 3,4	3,2 – 5,2	2,8	7,8 – 10,7
Stroncium [mg/l]	0,02	0,06	0,01	0,03	0,02
Baryum [mg/l]	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01
Amonné ionty [mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,03
Fluoridy [mg/l]	0,05 – 0,1	0,06 – 0,12	0,1	0,1	0,1
Chloridy [mg/l]	6,1	5,6 – 7,0	3,2 – 5,2	4,4	10,4 – 13,0
Hydrogenuhlčičitany [mg/l]	41,8 – 44,2	54,7 – 75,6	21,5 – 52,5	61,0 – 75,6	63,4 – 87,8
Dusičnany [mg/l]	1,5 – 3,6	1,9 – 3,4	1,3	3,9	1,0 – 4,5
Sírany [mg/l]	4,3 – 5,0	5,0 – 6,0	2,5 – 6,2	2,9 – 5,0	7,4 – 12,6
Křemičitany [mg/l]	8,7 – 31,9	15,4 – 17,2	7,1 – 18,7	7,1 – 12,0	8,8 – 15,1

Tab. 2/ Jakost křídových vod ve vybraných vrtech

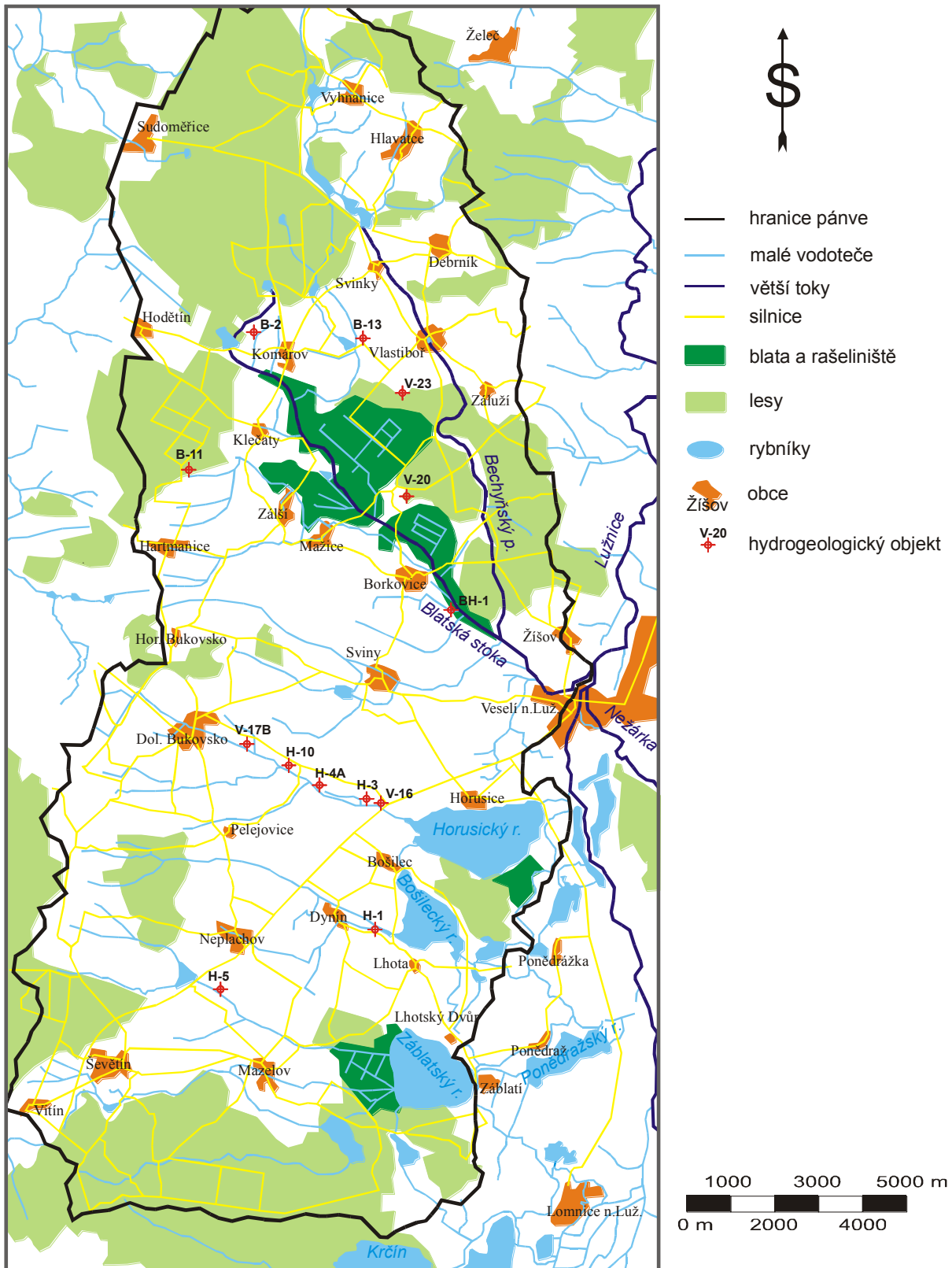
Složka, vlastnosti [jednotka]	B-11 Hartmanice	H-5 Mazelov	V-23 Vlastiboř	H-10 Dolní Bukovsko
pH	6,4	6,0	6,6 – 7,0	5,7
Mineralizace [g/l]	0,22	0,35 – 0,41	nestanoveno	0,07 – 0,09
Tvrdost vody [mmol/l]	1,0	2,4	0,9 – 1,0	0,4 – 0,5
Sodík [mg/l]	8,8 – 9,6	20,0	13,0	nestanoveno
Draslík [mg/l]	0,5	2,0	nestanoveno	nestanoveno
Vápník [mg/l]	28,5 – 31,5	60,0	24,0	10,0 – 12,0
Hořčík [mg/l]	6,6	22,0	8,0 – 10,0	2,4 – 4,8
Mangan [mg/l]	0,02	0,02	0,05	<0,01
Železo [mg/l]	0,05 – 0,1	0,3	0,07	0,12
Stroncium [mg/l]	0,07	0,2	nestanoveno	nestanoveno
Baryum [mg/l]	0,05	0,1	nestanoveno	nestanoveno
Amonné ionty [mg/l]	<0,05	0,05	0,04	0,04
Fluoridy [mg/l]	0,1	0,05 – 0,16	0,1	nestanoveno
Chloridy [mg/l]	8,7 – 10,7	45,0	30,0	1,8 – 6,7
Hydrogenuhlčitany [mg/l]	127,5 – 136,6	60,0 – 75,0	48,8	40,3 – 46,4
Dusičnany [mg/l]	14,1 – 17,5	117,0	56,0	12,0
Sírany [mg/l]	5,0 – 6,8	80,0	3,0 – 5,0	<2
Křemičitany [mg/l]	6,7 – 12,7	10,0 – 14,6	nestanoveno	nestanoveno

Vrty H-5 Mazelov a V-23 Vlastiboř jsou kontaminovány dusičnany. Tomu odpovídají i koncentrace některých složek, které jsou proto vyšší.

Tab. 3/ Jakost křídových vod ve vybraných vrtech

Složka, vlastnosti [jednotka]	H-3 Sedlíkovice	H-4A Sedlíkovice	V-16 Dolní Bukovsko	V-17B Dolní Bukovsko
pH	5,7	5,8	5,9	5,9
Mineralizace [g/l]	0,1 – 0,12	0,08	0,09 – 0,1	0,12
Tvrdost vody [mmol/l]	0,56	0,48 – 0,66	0,44 – 0,55	0,44
Vápník [mg/l]	15,0	16,0	12,0 – 14,0	12,0
Hořčík [mg/l]	5,0	4,3	3,0 – 5,0	3,0
Mangan [mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Železo [mg/l]	0,1	0,2	0,06 – 0,24	0,8
Amonné ionty [mg/l]	0,05	0,1	<0,01	0,16
Chloridy [mg/l]	4,6 – 6,7	6,4	4,3 – 7,8	2,1
Hydrogenuhlčitany [mg/l]	55,5 – 62,2	43,9 – 49,4	50,0 – 71,4	50,0
Dusičnany [mg/l]	15,0	17,5	4,3 – 7,8	10,0
Sírany [mg/l]	<2,0	<2,0	<2,0	4,0

Výsledky chemických rozborů podzemních vod vrtů H-3 Sedlíkovice, H-4A Sedlíkovice a V-16 Dolní Bukovsko jsou z let 2005 a 2006. Výsledky chemického rozboru podzemní vody vrtu V-17B Dolní Bukovsko je pouze z roku 2006.



Obr. 3/ Plošné rozložení hydrogeologických objektů vybraných k určení jakosti podzemních vod

6.3. Vertikální stratifikace podzemních vod

Vertikální stratifikace podzemních vod je pozorovatelná na vrtech ZA-1, ZB-1, ZA-2 a ZB-2, které jsou v borkovických a mažických blatech. Oblast borkovických a mažických blat se nachází na spojnici mezi obcemi Borkovice, Mažice, Zálší, Klečaty, Komárov a Vlastiboř. Zbytek hranice pak vede bechyňským potokem až k soutoku s blatskou stokou a tou pak vede hranice zpět k obci Borkovice.

Dále jsem využil k určení vertikální stratifikace vrty Ch-1, Ch-2 a Ch-3, které leží mezi obcemi Sviny a Dolní Bukovsko a které patří do pozorovací sítě ČHMÚ. Hloubky použitých vrtů v borkovických a mažických blatech jsou podle mého měření cca 4,2 m (vrt ZA-1), cca 2,5 m (vrt ZB-1), cca 7 m (ZA-2) a cca 4,2 m (ZB-2). Tyto mnou měřené hloubky však nekorespondují s hloubkami uvedenými v databázi hydrofondu. Tam jsou uvedené hloubky vyšší. To je zřejmě způsobeno sedáním kalu na dno vrtů řady Z a tím dochází ke zmenšování jejich hloubek. Vrty Ch-1, Ch-2 a Ch-3 mají hloubky 122 m, 85 m a 40 m. Hloubky těchto vrtů byly získány z databáze hydrofondu, jelikož jsou vrty trvale uzamčeny a nebylo tudíž možno přeměřit jejich hloubky. Jednotlivé vrty tedy zachycují svrchní, střední i spodní část sedimentární výplně.

Vrty v rašeliništích

Jakost podzemních vod rašelinišť je uvedena v tabulce č. 4. Hodnoty, které jsou v této tabulce uvedeny jsou z výsledků chemických rozborů, které byly provedeny ve vrtech ZA-1, ZA-2, ZB-1 a ZB-2 v roce 1979.

Jakost podzemních vod z vrtů ZA-1 a ZA-2 je dosti podobná. Podzemní vody těchto vrtů jsou mírně kyselé, stejně jako podzemní vody vrtu a ZB-2. U vrtu ZB-1 nebyla uvedena hodnota pH. Mineralizace podzemních vod z těchto vrtů je nejvyšší ve vrtu ZB-1. Je to způsobeno především vyšší koncentrací vápenatých iontů a hydrogenuhličitanů. Ve vrtu ZA-2 byla oproti ostatním sledovaným vrtům zaznamenána vyšší koncentrace sodných iontů a chloridů. To je zřejmě spojeno s průnikem soli, která se v zimních měsících aplikuje na komunikace. Koncentrace železa je nejvyšší ve vrtu ZB-2. Vysoké koncentrace železa jsou zřejmě způsobeny obsahem huminových látek v rašeliništích, které ochotně tvoří rozpustné komplexní sloučeniny s ionty železa. Dalším důvodem vysokých koncentrací železa jsou redukční vlastnosti huminových látek.

Tab. 4/ Jakost podzemních vod rašelinišť borkovických a mažických blat

Složka, vlastnosti [jednotka]	ZA-1	ZB-1	ZA-2	ZB-2
Hloubka vrtu [m] (v době odběru)	4,5	2,5	8,5	4,5
Interval perforace [m] (pod terénem)	2,0-4,0	1,0-2,0	6,0-8,0	3,0-4,0
Datum chemického rozboru	15.6.1979	11.7.1979	12.6.1979	11.7.1979
pH	6,3	neuveдено	6,8	5,9
Mineralizace [g/l]	0,16	0,24	0,17	0,16
Sodík [mg/l]	5,3	5,3	29,1	4,6
Draslík [mg/l]	1,8	1,5	3,3	0,5
Vápník [mg/l]	32,3	54,4	19,3	14,3
Hořčík [mg/l]	4,7	7,0	3,8	2,5
Mangan [mg/l]	0,5	0,3	0,3	0,5
Železo [mg/l]	1,0	0,7	1,7	39,6
Amonné ionty [mg/l]	0,9	1,2	0,1	0,2
Chloridy [mg/l]	7,1	3,6	17,7	3,6
Hydrogenuhličitaný [mg/l]	104,3	163,5	103,7	138,1
Dusičnany [mg/l]	2,1	4,4	3,1	4,0
Dusitany [mg/l]	0,09	0,12	0,03	0,1
Sířany [mg/l]	20,2	31,2	19,7	6,7

Zdroj dat: Kněžek (1979)

Vrty zasahující křídové sedimenty

Rozdíly v jakosti podzemní vody z vrtů Ch-1, Ch-2 a Ch-3 jsou viditelné v tabulce č. 5. Hodnoty, které jsou uvedené v tabulce č. 5, jsou průměrné hodnoty ze čtyř chemických rozborů, které byly provedeny v roce 2005 a 2006. U některých složek je hodnota tvořena průměrem ze tří rozborů, jelikož čtvrtá hodnota byla pod mezí detekce metody, kterou byla složka určována.

Jakost vody z vrtu Ch-1 se liší od vod z vrtů Ch-2 a Ch-3. Jakosti vod z vrtů Ch-2 a Ch-3 jsou přibližně stejné. Podzemní vody v těchto třech vrtech jsou mírně kyselé. Tvrdost vod je nejvyšší ve vrtu Ch-2. Mineralizace vod ve vrtech je Ch-2 a Ch-3 je vyšší než mineralizace vod ve vrtu Ch-1. To je způsobeno především vyššími hodnotami koncentracemi

vápenatých a hydrogenuhličitanových iontů. Ve vrtech Ch-2 a Ch-3 je také vyšší obsah kationtů sodíku a hořčíku. Ve vrtu Ch-3, tedy v nejmělkším vrtu je vyšší hodnota dusičnanů, draslíku, sodíku a chloridů. U dusičnanových iontů a draselných iontů jsou zvýšené hodnoty pravděpodobně způsobeny využíváním hnojiv na polnostech, které se v okolí vrtu nacházejí. Zdrojem chloridů jsou zřejmě zemědělské odpady z živočišné výroby.

Tab. 5/ Jakost podzemních vod vrtů Ch-1, Ch-2 a Ch-3

Složka, vlastnosti [jednotka]	Ch-1	Ch-2	Ch-3
pH	5,5	6,2	6,0
Mineralizace [g/l]	0,06	0,18	0,18
Tvrdost vody [mmol/l]	0,2	0,89	0,71
Sodík [mg/l]	1,9	6,6	10,2
Draslík [mg/l]	< 1	< 1	3,4
Vápník [mg/l]	6,3	26,5	21,3
Hořčík [mg/l]	1,1 a	5,6	4,3
Mangan [mg/l]	0,04 a	< 0,02	0,09
Železo [mg/l]	0,7	0,3	2,2
Stroncium [mg/l]	0,02	0,06	0,06
Baryum [mg/l]	0,02	0,06	0,18
Amonné ionty [mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoridy [mg/l]	0,07 a	0,12	0,09
Chloridy [mg/l]	3,6	5,1	20,2
Hydrogenuhličitaný [mg/l]	30,2	127,6	92,6
Dusičnany [mg/l]	3,5	4,6	14,5
Sírany [mg/l]	< 5	< 5	< 5
Křemičitany [mg/l]	9,68	9,39	13,67

Zdroj dat: webové stránky ČHMÚ (2008)

Vysvětlivky: a.....průměr ze tří hodnot

6.4. Jakost vod v krystaliniku

Podzemní vody krystalinika severní části Třeboňské pánve jsou zasaženy několika vrtů. Vzhledem k velikosti severní části Třeboňské pánve a vzhledem k nízkému počtu vrtů, které jsou hloubeny do krystalinika jsou informace o jakosti podzemních vod krystalinika

pouze orientační. Informace o jakosti podzemních vod krystalinika jsou ještě ovlivněny nízkým počtem chemických rozborů, které byly k dispozici.

V roce 2002 byl nedaleko obce Mazelov vyhlouben vrt MH-1 jehož hloubka je 124 m. Vrt zasahuje do paleozoických hornin, které jsou v hloubce od 19 m. Sací koš byl při čerpací zkoušce v hloubce 50,4 m (Beran, Taranza, Novotná 2002).

V roce 2001 byl jihozápadně od obce Vyhnanice vyhlouben vrt VH-4. Hloubka tohoto vrtu je 70 m a taktéž svou hloubkou zasahuje do krystalinika (Homolka 2001).

Výsledky chemických rozborů jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tab. 6/ Jakost podzemních vod v krystaliniku

Složka, vlastnosti [jednotka]	MH-1	VH-4
pH	6,6	6,6
Mineralizace [g/l]	Neuvedeno	0,21
Tvrdość vody [mmol/l]	2,6	0,9
Sodík [mg/l]	Neuvedeno	5,7
Draslík [mg/l]	Neuvedeno	2,2
Vápník [mg/l]	74,1	23,0
Hořčík [mg/l]	18,8	8,5
Mangan [mg/l]	0,1	0,1
Železo [mg/l]	0,2	< 0,1
Amonné ionty [mg/l]	< 0,05	0,1
Fluoridy [mg/l]	Neuvedeno	< 0,1
Chloridy [mg/l]	Neuvedeno	4,0
Hydrogenuhlíčitany [mg/l]	274,6	125,0
Dusičnany [mg/l]	< 3	< 3
Dusitany [mg/l]	< 0,03	< 0,03
Sírany [mg/l]	Neuvedeno	< 5
Křemík [mg/l]	Neuvedeno	19,7

Zdroj dat: Beran, Taranza, Novotná (2002) a Homolka (2001)

6.5. Závislost chemismu podzemních vod na čase

Stálost či nestálost chemismu podzemních vod v čase severní části Třeboňské pánve dokumentují výsledky chemických rozborů podzemních vod od roku 1976 do roku 2006.

Pojmem stálost chemismu podzemních vod v čase je na mysli takový chemismus, který nezaznamenal výrazných změn v čase, tj. 20 mg/l a více, v koncentracích jednotlivých

složek. U složek, které ukazují na znečištění podzemních vod, byla sledována i nižší změna koncentrace než 20 mg/l.

Nejstálější chemismus podzemních vod je podle výsledků chemických rozborů, které byly pro tuto kapitolu použity, v neznečištěných vrtech v centrální části pánve, dále ve vrtech Ch-1 a Ch-2 Sviny a HV-6 Kundratice a v některých vrtech jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko.

Z devíti vrtů řady B, které byly zkoumány z hlediska stálosti chemismu podzemních vod jich 6 má stálý chemismus podzemních vod. Tyto vrty řady B, které mají stálý chemismus, nejsou na kraji pánve, kromě vrtu B-16 Sudoměřice u Bechyně. Zbývající vrty řady B, které mají stálý chemismus se nacházejí ve střední části pánve a v drenážní oblasti. Vrty řady B, jejichž chemismus je v čase stálý dosahují hloubek od 42 m do 135 m. Tabulka č. 7 uvádí hloubky všech vrtů, které v této kapitole sledovány.

Podzemní vody z vrtů Ch-1, Ch-2 Sviny a HV-6 Kundratice jsou taktéž chemicky stálé, stejně jako vody vrtů V-16C Dynín, B-24 Horusice a H-3 Sedlíkovice. Tyto vrty jsou umístěny ve středu pánve nebo při jejím východním okraji.

Z výsledků chemických rozborů vrtů vyplývá, že nejstálější chemismus mají podzemní vody vrtů, které jsou hluboké nebo vrtů, které nejsou v infiltračních oblastech při okraji pánve. Další vrty, které vykazují změnu chemismu v čase jsou vrty řady Z v borkovických a mažických blatech.

K největším změnám v čase dochází u těch složek, které znamenají znečištění podzemních vod. Změny v těchto složkách jsou závislé na vzdálenosti od zdroje tohoto znečištění. Platí, že čím menší vzdálenost od zdroje, tím větší změny v dané složce a tím větší změny v chemismu podzemních vod. Větší variabilita se proto objevuje u dusičnanů.

V následující tabulce č. 7 jsou uvedeny vrty u kterých se mi podařilo zajistit dostatek dat, pro určení stálosti či nestálosti chemismu podzemních vod těchto vrtů. V tabulce č. 7 jsou také uvedeny hloubky těchto vrtů a rozsah perforované části. Všechny tyto vrty jsou také vykresleny na obrázku č. 4, který je na konci této kapitoly.

Tab. 7/ Vrtý a jejich parametry

Označení vrtu	Hloubka vrtu [m]	Perforace vrtu [m]	Stálost chemismu
B-2 Komárov	57,6	27,0-57,0	ne
B-13 Komárov	60,0	30,3-53,0	ne
H-1 Dynín	72,0	27,0-57,0	ne
B-11 Hartmanice	97,0	21,0-87,0	ne
V-17B Dolní Bukovsko	131,1	34,3-127,0	ne
B-24 Horusice	42,0	20,0-37,0	ano
H-10 Dolní Bukovsko	113,0	44,8-102,5	ne
H-3 Sedlíkovice	94,0	43,1-89,0	ano
H-4A Sedlíkovice	107,0	43,5-104,0	ne
H-5 Mazelov	48,0	14,5-48,0	ne (kontaminace)
V-23 Vlastiboř	50,0	21,1-47,4	ne (kontaminace)
B-10 Hodětín	50,0	30,0-35,0	ano
HV-1 Neplachov	73,0	21,0-68,0	ne (kontaminace)
B-15 Mažice	135,0	33,0-125,0	ano
B-5 Klečaty	100,0	34,6-100	ano
Ch-7 Borkovice	nezjištěno	nezjištěno	ne (kontaminace)
HV-6 Kundratice	104,0	24,0-98,1	ano
HV-11 Horusice	38,0	23,0-26,0	ne
B-16 Sudoměřice	45,0	10,0-39,8	ne
B-6 Komárov	75,0	37,2-67,7	ano
H-7 Pelejovice	125,0	45,2-113,8	ne (kontaminace)
HV-1 Hartmanice	81,0	9,8-76,8	ne (kontaminace)
Ch-1 Sviny	122,0	87,4-116,7	ano
Ch-2 Sviny	85,0	40,0-80,0	ano
Ch-3 Sviny	40,0	18,0-38,0	ne
V-16C Dynín	44,0	nezjištěno	ano

Zdroj dat: databáze hydrofondu

Vrt B-2 Komárov

Koncentrace železa jsou ve vodách vrtu B-2 velmi rozkolísané. V roce 1991 byl zaznamenán skokový nárůst koncentrace železa na koncentraci 14 mg/l. Další skokový nárůst železa byl zaznamenán v letech 2002 až 2003. Koncentrace železa se zvýšily na cca 5 mg/l. Koncentrace železa po těchto skokových nárůstech vždy v následujícím roce poklesly.

Vrt B-13 Komárov

Ve vrtu B-13 došlo k mírnému poklesu koncentrace dusičnanů. Koncentrace klesla mezi roky 1976 až 1989. Koncentrace hydrogeuhličitanů jsou dosti rozkolísané. Pohybují se v koncentračním rozmezí od 37 mg/l do 90 mg/l.

Vrt H-1 Dynín

Ve vrtu byl zaznamenán postupný nárůst koncentrace sodných iontů a rozkolísané koncentrace chloridů. Také došlo k nárůstu koncentrace iontů železa, který nastal mezi léty 1979 až 1990. Zároveň však dochází k rozkolísanosti koncentrace železa od roku 1990 do roku 2006. Koncentrace železa se pohybují od 1 mg/l do 20 mg/l. Koncentrace hydrogenuhličitanů jsou také dosti rozkolísané.

Vrt B-11 Hartmanice

Ve vrtu B-11 byl od roku 1976 zaznamenán nárůst koncentrace dusičnanů. Jejich koncentrace má kolísavý charakter. Pohybuje se v rozmezí od 2 mg/l do 18 mg/l. Ve vodách tohoto vrtu se také zvýšila koncentrace hydrogenuhličitanových iontů.

Vrt V-17B Dolní Bukovsko

V podzemních vodách tohoto vrtu došlo k poklesu pH, k poklesu koncentrace hořečnatých iontů a k poklesu koncentrace síranů.

B-24 Horusice

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1986 do roku 1997. Po roce 1997 byly ve vrtu B-24 Horusice sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výraznější změny.

Vrt H-10 Dolní Bukovsko

Ve vodách, které jímá vrt H-10 došlo k poklesu pH, koncentrace hořečnatých iontů a k poklesu koncentrace síranů.

Vrt H-3 Sedlíkovice

Chemismus podzemních vod je v čase velmi stálý. Došlo jen k mírnému nárůstu koncentrace dusičnanů, cca o 5 mg/l.

Vrt H-4A Sedlíkovice

Vrt H-4A byl vyvrtán v roce 2001 (Daněk 2001). Chemismus těchto vod se od roku 2001 nezměnil, až na koncentraci dusičnanů, která se z hodnoty 32 mg/l snížila na 17,5 mg/l.

Vrt H-5 Mazelov

Chemismus těchto podzemních vod je ovlivněn znečištěním, které bylo způsobeno aplikací hnojiv. Chemismus podzemních vod se tímto znečištěním podstatně změnil. Došlo k nárůstu koncentrací některých kationtů a aniontů.

V podzemních vodách tohoto vrtu narostly koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů. Koncentrace obou kationtů jsou rozkolísané s mírným rostoucím trendem.

V tomto vrtu dále došlo k nárůstu koncentrace dusičnanů, který nastal mezi léty 1979 až 1990. Další nárůst koncentrace dusičnanů byl v roce 1996. Tento nárůst byl skokový o cca 20 mg/l. Ve vodách tohoto vrtu došlo dále ke zvýšení koncentrací hydrogenuhličitanů a síranů. Koncentrace hydrogenuhličitanů má kolísavý charakter s mírným rostoucím trendem. K nárůstu koncentrace síranů došlo někdy mezi roky 1979 až 1990.

V-23 Vlastiboř

Vrt V-23 byl vyvrtán a vystrojen v roce 1987 (Kněžek 1989). V tomto vrtu došlo ke zvýšení koncentrace dusičnanů, která má rostoucí charakter.

B-10 Hodětín

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1979 do roku 1997. Od roku 1997 do roku 2001 byly ve vrtu B-10 Hodětín sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výraznější změny.

HV-1 Neplachov

V podzemních vodách tohoto vrtu došlo ke zvýšení koncentrace dusičnanů. Tato koncentrace má mírně rostoucí trend.

B-15 Mažice

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1976 do roku 1998. Od roku 1997 byly ve vrtu B-15 Mažice sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výrazné změny.

B-5 Klečaty

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1976 do roku 1997. Od roku 1997 byly ve vrtu B-5 Klečaty sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výraznější změny.

Ch-7 Borkovice

Podzemní vody tohoto vrtu jsou postiženy kontaminací dusičnany, jejichž koncentrace má mírně rostoucí trend.

HV-11 Horusice

Ve vodách tohoto vrtu byl zaznamenán nárůst koncentrace iontů železa, ke kterému došlo někdy mezi roky 1983 až 1993. Jejich koncentrace se v té době zvýšila z 0,1 mg/l na 4,4 mg/l. Koncentrace ostatních iontů jsou bez výrazných změn.

HV-6 Kundratice

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1978 do roku 1997. Od roku 1997 do roku 2001 byly ve vrtu HV-6 Kundratice sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výraznější změny.

B-16 Sudoměřice u Bechyně

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1979 do roku 1997. Od roku 1997 do roku 2001 byly ve vrtu B-16 Sudoměřice u Bechyně sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výraznější změny.

B-6 Komárov

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1976 do roku 1997. Od roku 1997 byly ve vrtu B-6 Komárov sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů, které nezaznamenaly výraznější změny.

H-7 Pelejovice

Tyto podzemní vody jsou ovlivněny kontaminací dusičnany. Jejich koncentrace je rostoucí v čase. Zároveň byl zaznamenán pokles koncentrace železa, který souvisí s nárůstem koncentrace dusičnanů. Dále byla ve vrtu zaznamenána změna koncentrace chloridů, která zaznamenala nárůst.

Z kationtů došlo k nárůstu koncentrace vápenatých a hořečnatých iontů.

HV-1 Hartmanice

V podzemních vodách tohoto vrtu došlo k mírnému nárůstu koncentrace dusičnanů, která má setrvalý trend.

V-16C Dynín

Chemismus těchto podzemních vod byl stálý od roku 1983 do roku 1997. Od roku 1997 byly ve vrtu V-16C Dynín sledovány pouze koncentrace amonných iontů, dusičnanů a dusitanů.

Ch-1 Sviny

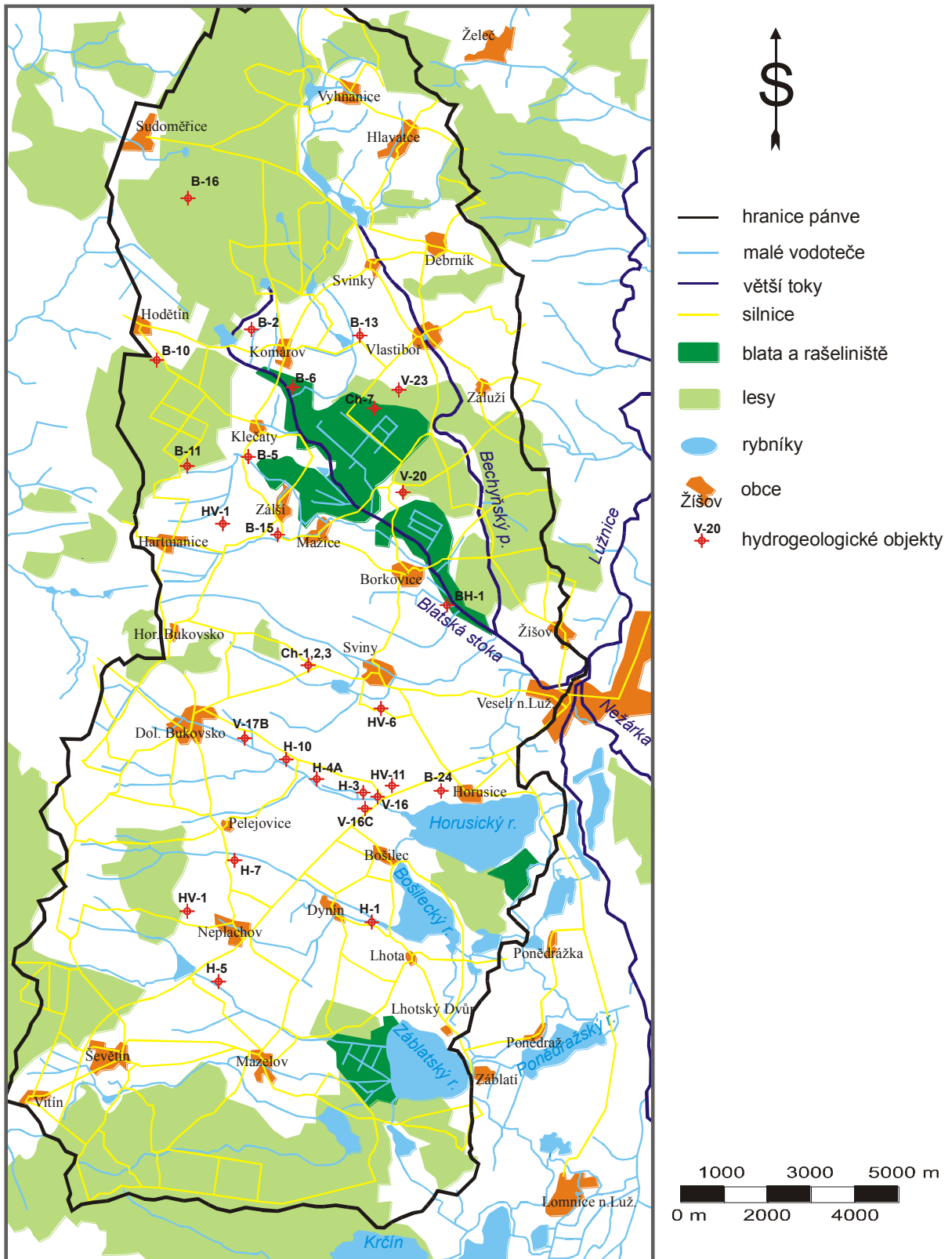
Chemismus těchto podzemních vod je v čase stálý a bez výraznějších změn.

Ch-2 Sviny

Chemismus těchto podzemních vod je v čase stálý a bez výraznějších změn.

Ch-3 Sviny

Podzemní vody tohoto vrtu jsou svým chemismem v čase neměnné, kromě koncentrace dusičnanů a chloridů. U koncentrace dusičnanů byl zaznamenán mírný nárůst. Nárůst koncentrace byl zaznamenán i u chloridů.



Obr. 4/ Plošné rozložení hydrogeologických objektů vybraných k určení závislosti chemismu vod na čase

6.6. Jakost vod podle vyhlášky 252/2004 Sb.

Vyhláška 252/2004 Sb. stanovuje hygienické požadavky na pitnou vodu a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Podzemní vody severní části Třeboňské pánve jsou využívány k zásobování obyvatel v dané oblasti. Tabulka č. 8 ukazuje čerpaná množství v l/s v zájmové oblasti. Informaci ústně podal O. Zeman (2008).

Tab. 8/ Čerpaná množství podzemních vod zájmové oblasti

Lokalita	Zdroj podzemní vody	Průměrný odběr podzemní vody [l/s]	
		Hydrologický rok 2005	Období hydrol. let 2000-2005
Sudoměřice u Bechyně	Studna	6,1	5,8
Sviny	Vrt	0,8	0,8
Horusice-Dolní Bukovsko	V-16	24,8	22,1
Horusice-Dolní Bukovsko	H-3	29,5	29,5
Horusice-Dolní Bukovsko	H-4	19,7	22,5
Horusice-Dolní Bukovsko	H-10	24,8	22,6
Horusice-Dolní Bukovsko	V-17B	14,3	5,2
Lhota	Vrt	0,4	0,4
Mazelov	Vrt	1,1	1,3
Dolní Bukovsko	Vrt	0,6	0,7
Ponědrážka	Vrt	0,2	0,2
Veselí nad Lužnicí	V-S1, V-S2, V-S3	2,9	2,3

Zdroj dat: Zeman (2008)

Vrty ČHMÚ

Podzemní vody vrtů, které jsou ve správě ČHMÚ nejsou využívány k zásobování obyvatel. Tyto podzemní vody mají teploty od 9 do 10 °C. Vody z vrtů ČHMÚ mají nižší pH a hodnotami, které jsou nižší než 6,5 nevyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. Těto vyhlášce nevyhovuje ani tvrdost těchto podzemních vod, která je menší než doporučená hodnota.

Z kationtů nevyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. vápenaté ionty, hořečnaté ionty, ionty železa a ionty manganu. Obsahy vápenatých iontů nedosahují koncentrace 40 až 80 mg/l, což je doporučená hodnota vyhláškou. Koncentrace vápenatých iontů nevyhovují ve všech vrtech, kromě vrtu H-5 Mazelov. Ten je však zasažen kontaminací dusičnany, které ovlivňují složení podzemních vod tohoto vrtu. Koncentrace hořečnatých iontů vyhovují vyhlášce pouze ve vrtu H-5 Mazelov. Vyhláška doporučuje koncentraci hořčíku v rozmezí 20 až 30 mg/l.

Koncentrace železa přesahují hodnotu 0,2 mg/l což je mezní hodnota pro obsahy železa v pitných vodách. Tato koncentrace je přesažena ve všech vrtech ČHMÚ mimo vrtů B-11 Hartmanice, Ch-2 Sviny a H-5 Mazelov, tj. v 7 sledovaných objektech. Koncentrace iontů manganu jsou vyšší než-li mezní hodnota, která je 0,05 mg/l. Mezní hodnota je přesažena ve 4 vrtech.

Z aniontů nevyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. koncentrace dusičnanů ve vrtu H-5 Mazelov. Jejich koncentrace přesahují hodnotu 50 mg/l, což je hygienický limit pro pitné vody. Koncentrace dusičnanů jsou v ostatních vrtech, kromě vrtu B-11 Hartmanice, nižší než 15 mg/l. Koncentrace dusičnanů nižší než 15 mg/l je jednou z podmínek pro kojenecké vody.

Vrty jímací linie Horusice - Dolní Bukovsko

Podzemní vody čerpané v jímací linii Horusice - Dolní Bukovsko jsou využívány k zásobování obyvatel pitnou vodou. Podzemní vody jímané těmito vrty mají teploty od 10 do 11 °C. Zákal podzemních vod vrtů jímací linie Horusice - Dolní Bukovsko se pohybuje do 3,8 ZF(t). Touto hodnotou vyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. Podzemní vody z těchto vrtů mají nižší pH. Hodnoty pH jsou nižší než 6,5 a touto nižší hodnotou nevyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. Podzemní vody jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko jsou velmi měkké. Jejich tvrdost je 0,6 mmol. Vyhláška o pitných vodách udává doporučenou hodnotu tvrdosti 2 - 3,5 mmol/l.

Z kationtů nevyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. vápenaté ionty, hořečnaté ionty a ionty železa. Obsahy vápenatých iontů nedosahují koncentrace 40 až 80 mg/l, což je doporučená hodnota vyhláškou. Koncentrace vápenatých iontů nevyhovují ve všech zkoumaných objektech jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko, tj. 5 vrtech. Koncentrace hořečnatých iontů nevyhovují vyhlášce ve všech zkoumaných vrtech. Vyhláška doporučuje koncentraci hořčíku v rozmezí 20 až 30 mg/l. Koncentrace železa přesahují hodnotu 0,2 mg/l pouze ve vrtu V-17B. Hodnota 0,2 mg/l u koncentrace železa je maximální koncentrace železa, kterou připouští vyhláška 252/2004 Sb. Koncentrace amonných iontů ve vrtech jímací linie vyhovují vyhlášce o pitných vodách.

Z aniontů vyhovují vyhlášce 252/2004 Sb. koncentrace dusičnanů, dusitanů, chloridů a síranů. Koncentrace dusičnanů nedosahují ve všech vrtech, kromě vrtu H-4A Sedlíkovice, hodnoty 15 mg/l. Koncentrace dusičnanů 15 mg/l je maximální mezní hodnota a jedna z podmínek pro pitné vody, které lze označit jako kojenecké.

6.7. Změna jakosti podzemních vod během čerpání

Změna jakosti podzemních vod během čerpání byla pozorovatelná na vrtu H-4A. Tento vrt byl vyhlouben v roce 2001 a byla na něm provedena čerpací zkouška, která trvala od 13.7.2001 do 23.7.2001. První 3 dny bylo čerpáno z vrtu H-4A 16,67 l/s při snížení 1,83 m. Další 3 dny bylo čerpané množství 25 l/s při snížení 2,8 m a následující 4 dny bylo čerpané množství podzemní vody 41,67 l/s při snížení 5,31 m.

Chemismus podzemních vod vrtu H-4A zaznamenal během této čerpací zkoušky výraznější změny v koncentracích dusičnanů a síranů. Na konci druhé deprese, tj. před zvýšením čerpaného množství z 25 l/s na 41,67 l/s byl zaznamenán nárůst koncentrace dusičnanů a síranů. Na konci třetí deprese však koncentrace těchto dvou složek opět poklesly. U dusičnanů se koncentrace snížily dokonce pod hodnotu na konci první deprese, tj. pod 17,7 mg/l. U síranů poklesla koncentrace, avšak zůstala stále vyšší než při chemickém rozboru na konci první deprese (Daněk 2001). Výsledky chemických rozborů z vrtu H-4A jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tab. 9/ Jakost podzemních vod vrtu H-4A

Datum rozboru	16.7.2001	19.7.2001	23.7.2001
pH	6,3	6,3	6,3
Mineralizace [g/l]	0,12	neuveđeno	0,13
Tvrđost vody [mmol/l]	0,5	neuveđeno	0,7
Sodík [mg/l]	5,1	4,8	5,2
Draslík [mg/l]	1,1	0,8	0,8
Vápník [mg/l]	13,0	18,0	17,0
Hořčík [mg/l]	4,9	< 3,0	6,7
Mangan [mg/l]	0,1	0,1	0,1
Železo [mg/l]	< 0,1	0	0,1
Amonné ionty [mg/l]	< 0,05	< 0,05	neuveđeno
Fluoridy [mg/l]	0,2	0,2	0,2
Chloridy [mg/l]	5,0	8,2	4,0
Hydrogenuhličítany [mg/l]	48,8	neuveđeno	48,8
Dusičnany [mg/l]	17,7	32,1	16,3
Dusitany [mg/l]	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Sírany [mg/l]	< 5,0	67,5	24,3
Křemičitany [mg/l]	20,0	neuveđeno	10,0

Zdroj dat: Daněk (2001)

7. Znečištění podzemních vod

7.1. Celkové zhodnocení znečištění severní části Třeboňské pánve

V severní části Třeboňské pánve je možná kontaminace podzemní vody buď bodovým nebo plošným zdrojem znečištění. Kontaminací se snížila kvalita podzemní vody. Mezi bodové zdroje kontaminace podzemní vody patří jednotlivé kravíny, vepřiny, drůbežárny, sklady průmyslových hnojiv, sklady pohonných hmot, benzínové čerpací stanice a porušené septiky a kanalizace. Mezi bodové zdroje znečištění patří i případné havárie na mezinárodní silnici E55 při kterých se mohou do půdy dostat nebezpečné látky, dále pak látky související se zimní údržbou silnic a nebezpečné látky, které mohou uniknout při přepravě po železnici. Bodové zdroje kontaminace pak mohou přerůst v plošné zdroje kontaminace. Mezi plošné zdroje patří plošná aplikace hnojiv, ať už přírodních nebo umělých.

Mezi nejzávažnější zdroje znečištění v zájmové patří velkokapacitní vepřiny a kravíny a tím i nadměrné množství chlévské mrvy a kejdy, která je v těchto velkokapacitních ustájeních vyprodukována.

Dalším zdrojem znečištění jsou sklady umělých hnojiv. Mezi tyto sklady patří bývalý areál agrochemického podniku Dynín. Dnes se v tomto bývalém areálu agrochemického podniku Dynín nachází areál firmy AGS České Budějovice a.s., která vznikla z bývalého agrochemického podniku Dynín. Společnost AGS České Budějovice a.s. vznikla v roce 2005 a zabývá se skladováním a aplikací minerálních hnojiv. Dalším místem, kde se skladovaly umělá hnojiva byl polní sklad ve Vlastiboři, který byl již zrušen.

Dalším zdrojem kontaminace podzemních vod v severní části Třeboňské pánve mohou být splaškové vody. Téměř v žádné obci severní části Třeboňské pánve se nenachází čistička odpadních vod (dále jen „ČOV“). Splaškové vody jsou kumulovány v domácích septických. Tyto domácí septiky mají přepady, přes které odtékají tekuté části splaškových vod do obecních kanalizací, kterými jsou pak vedeny do místních vodotečí a těmi jsou odváděny z území pryč. Tuhé části splaškových vod, které jsou usazeny na dně septiku jsou vyčerpávány a odváženy k likvidaci. Tyto domácí septiky nejsou vybaveny systémem, který by upozorňoval na únik splaškových vod. Pokud není únik z domácích septiků příliš velký, není tudíž možné určit jestli dochází k úniku splašků.

Zdrojem znečištění podzemních vod, může být i areál bývalého vojenského letiště Bechyně, který leží západně od Sudoměřic. V tomto areálu byly skladovány pohonné hmoty, oleje a možná i další nebezpečné látky.

7.2. Významné zdroje znečištění v severní části Třeboňské pánve

V severní části Třeboňské pánve se téměř v každé obci nachází zemědělský objekt, který může způsobovat nebo přispívat ke zhoršení kvality podzemních vod. Jednotlivé objekty se na možné kontaminaci podzemních vod podílejí různou měrou. Tato míra je závislá především na zodpovědnosti konkrétních osob.

Na obrázku č. 5, který je umístěn na konci této kapitoly je mapa, v které jsou uvedeny významné zdroje znečištění podzemních vod severní části Třeboňské pánve.

Ševětín

V obci Ševětín se již nenachází žádné ustájení hospodářsky využitelných zvířat. V roce 1997 zde bylo zrušeno ustájení 270 kusů skotu. Odvoz hnoje byl na nebezpečné hnojiště. Dříve zde byla i výkrmna pro 200 selat. Odpad z tohoto zařízení byl odváděn do

zpevněného betonového hnojiště s jímkou. V areálu se také nacházela nádrž pohonných hmot, která je zde do dnes. Na polnostech v okolí Ševětína se používají umělá hnojiva nebo se tyto louky hnojí močůvkou. Močůvka se získává z okolních zemědělských objektů. Informace mi byla poskytnuta v bývalém areálu JZD, dnes AGRA Ševětín.

V této obci se též nachází pila, kde dochází k impregnaci řeziva. Dále se v obci Ševětín nachází areál závodu Phoenix, kde se vyrábějí infúzní roztoky a lom, kde se těží biotitický granit.

Obec je vybavena kanalizací, která je napojena na čističku odpadních vod. ČOV je v trvalém provozu od roku 1994. Na kanalizaci bylo v roce 2004 napojeno 95 % obyvatelstva a 3% rekreantů. Ostatní obyvatelé akumulují odpadní vody v bezodtokých jímkách, odkud jsou odpadní vody vyváženy na ČOV Ševětín. Odtok z ČOV je zaústěn do Dubenského potoku (Vokounová 2004).

Vitín

Ve Vitíně byl v roce 2007 ukončen chov hospodářských zvířat. Jednalo se o 60 kusů krav. Dříve byla ve Vitíně i porodna pro 12 prasnic. Toto zařízení bylo zrušeno v roce 1995. Kejdá z tohoto zařízení se vyvážela na okolní polnosti. Dále zde bylo ustájeno 150 býků, které již bylo také zrušeno. Tito býci byli volně ustájeni, kydání probíhalo dvakrát za rok. V této obci bylo ještě ustájeno 20 ks jalovic. Chlévská mrva z tohoto zařízení a hnůj z ustájení 60 kusů krav byl vyvážen do betonového zpevněného hnojiště s jímkami. Obsah jímek byl vyvážen na pole. Informace mi byla poskytnuta v bývalém areálu JZD Ševětín, dnes areál AGRA Ševětín.

Mazelov

V Mazelově se nachází dva zemědělské objekty. Jeden objekt vlastní společnost MAZEPOL spol. s r.o. a druhý objekt patří společnosti Mavela Mazelov.

Společnost MAZEPOL spol. s r.o. vlastní 30 kusů býků, 63 kusů krav a 47 kusů telat. Produkce hnoje skotu je 20 tun za týden. Odpad je pak vyvážen na nezpevněné hnojiště. Dále se v tomto areálu nachází sklad pohonných hmot (Štěcha 2007).

V areálu společnosti Mavela, východně od Mazelova, se nachází velkovýkrmna vepřů o 11 halách v níž je umístěno 15 000 setat (Láznička 2007). Informace o skladování kejdy v areálu velkovýkrmny nebyla poskytnuta. Západně od tohoto areálu se nachází polní nezpevněné hnojiště.

Obec Mazelov je vybavena kanalizací do které je přiváděna splašková voda z domácích septiků. Tato obecní kanalizace pak odvádí splaškovou vodu do Dubenského potoka (Štěcha 2007).

Záblatí

V této obci se nachází ustájení 80 kusů krav a 30 kusů telat. Chlévská mrva z tohoto objektů je vyvážena na nezpevněné hnojiště na pole. Toto nezpevněné hnojiště se zakládá na poli, na kterém se bude provádět hnojení touto chlévskou mrvou. Poté co se provede hnojení, je toto hnojiště přemístěno na jiné pole, které bude hnojeno. Tímto vzniká mnoho bodových zdrojů znečištění podzemních vod. Okolní polnosti jsou hnojeny i umělými hnojivy. Množství umělých hnojiv, které se používá je 60 kg/ha. V areálu se dále nachází nádrž pohonných hmot o objemu 5000 litrů. Tato nádrž je dvouplášťová a s patřičnými atesty kvality (Láf 2007).

V dřívější době byla v této vesnici i výkrmna vepřů s 250 kusy. Odvoz kejdy z tohoto objektu byl na nezpevněné polní hnojiště (Láf 2007).

V této obci se nachází objekty společnosti Ponědraž s r.o., ve kterých je ustájeno 29 kusů telat, 91 kusů jalovic a 79 kusů býků. Roční produkce hnoje hovězího dobytka, který patří společnosti Ponědraž s r.o., je 1186 tun (Kukačka 2007).

V obci Záblatí je podle informací pana Láfa kanalizace, do které jsou zaústěny v pustě z domácích septiků. Kanalizace ústí do melioračních stok v okolí a ty pak odvádí splaškovou vodu do Ponědražského rybníka.

Ponědraž

V Ponědraži se je ustájeno 120 kusů krav, které patří společnosti Ponědraž s r.o. Roční produkce hnoje, tohoto počtu skotu je 1167 tun. Chlévská mrva z ustájeného skotu je pak vyvážena na zpevněné hnojiště. Kapacita hnojišť je 1839 tun. Do těchto hnojišť je vyvážena chlévská mrva i z objektů společnosti Ponědraž s r.o., které jsou v Záblatí. V Záblatí je roční produkce hnoje hovězího dobytka společnosti Ponědraž s r.o. 1186 tun. Celkem je tedy roční produkce hnoje hovězího dobytka 2353 tun. Při kapacitě hnojišť 1839 tun jsou tato hnojiště naplněna za 285 dní a po zbytek roku je pak chlévská mrva skladována na nezpevněném polním hnojišti. Obdobná situace je i s kapacitou jímek močůvky. Celková roční produkce močůvky hovězího dobytka, který je ustájen v Záblatí a Ponědraži je 1193 tun. Kapacita jímek je pouhých 285 tun a jsou naplněny za 87 dní. Přebývající močůvka je pak aplikována na louky a pole společnosti Ponědraž s r.o. (Kukačka 2007).

V obci se nenachází ČOV a veškeré splaškové vody jsou kumulovány v domácích septicích, z kterých pak splašková voda přes přepad odtéká do Ponědražského rybníka (Kukačka 2007).

Ponědražka

V Ponědražce je výkrmna prasníc a starších selat, tzv. dochov. V 5 objektech, které taktéž patří společnosti Ponědraž s r.o. je 660 kusů prasníc a 1700 kusů starších selat. Roční produkce kejdy všech kusů je 6234 tun za rok. Tato kejda je odvážena do jímek, které mají kapacitu na 5614 tun. Kapacita těchto jímek je tedy nedostatečná. Přebytečná kejda je pak vyvážena na pole za účelem hnojení. Jímky jsou bez kontrolního systému případného úniku kejdy (Kukačka 2007).

V této obci se ještě nachází volně se pasoucí skot a ovce. Celkem se jedná o 10 kusů skotu a 70 kusů ovcí (Vobr 2007).

Splaškové vody z obce Ponědražka jsou zadržovány v domovních jímkách a poté jsou vedeny obecní kanalizací do rybníka Švarcenberg, který se nachází severně od této obce (Kukačka 2007).

Dynín

Dyníně se nachází areál chovu drůbeže a skotu. Zařízení chovu drůbeže má kapacitní prostor pro více než 40 000 kusů drůbeže. Drůbeži trus je odvážen ke smluvnímu odběrateli (Láznička 2007). V areálu, kde je ustájen skot mi nebyla poskytnuta informace o počtu ustájených kusů. Podle informací místního občana je vyvážena chlěvská mrva z tohoto areálu na okolní polnosti.

Dalším zdrojem kontaminace je bývalý areál agrochemického podniku Dynín. Dnes již tento podnik neexistuje, jelikož přešel pod společnost ASG České Budějovice a.s. Jak bývalý agrochemický podnik Dynín, tak i současná společnost ASG České Budějovice a.s. se zabývají aplikací a skladováním umělých hnojiv.

V obci Dynín je zavedena kanalizace, do které jsou zaústěny v pustě z domácích septiků. Tato kanalizace pak ústí do Bošileckého rybníka (Vondrášková 2008).

Lhota u Dynína

Ve Lhotě u Dynína je ustájeno 130 býků a 110 jalovic. Podle informací majitele, pana Láfa vyprodukuje všechen jeho skot, tj. 350 kusů, ročně 12000 tun chlěvské mrvy. Tato chlěvská mrva je vyvážena na nezpevněné hnojiště na pole, kde se bude provádět hnojení

touto mrvou. Po aplikaci mrvy se odváží na jiné pole, kde se bude provádět hnojení a i na tomto poli se vytvoří nezpevněné hnojiště (Láf 2007).

V obci Lhota není zavedena splašková kanalizace. Odpadní vody jsou kumulovány v domácích septicích a odtud jsou odváděny do recipientu nebo jsou vsakovány pomocí drénu. Tam, kde nemovitosti nejsou vybaveny septiky, jsou odpadní vody akumulovány v bezodtokých jímkách a odtud jsou vyváženy na polní nebo jiné pozemky (Vokounová 2004).

Lhotský Dvůr

Ve Lhotském Dvoře se nachází areál výkrmny prasat. V tomto areálu se nachází 4200 kusů prasat. Za rok vyprodukují 11340 tun kejdy (Kukačka 2007). V areálu se nachází 2 nádrže typu Vítkovice a 7 sběrných jímek, v kterých se skladuje vyprodukovaná kejda. Nádrže Vítkovice jsou o celkovém objemu 3000 m³ a sběrné jímky mají objem 6x 30 m³ a 1x 72 m³. V dílně s garáží, která je součástí výkrmny prasat se nachází sklad nafty. Nafta je skladována v nádobě o objemu 200 l. (Egner 2007). Kejda je z nádrží a jímek aplikována na okolní louky a polnosti (Kukačka 2007).

Odpadní vody jsou odváděny kanalizací do septiku a odtud pak jsou vypouštěny do Záblického rybníka (Vokounová 2004).

Bošilec

V obci Bošilec se nachází 2 objekty, ve kterých je ustájen skot. V jednom objektu, který patří ZD Bošilec je ustájeno 400 kusů hovězího dobytka. Chlévská mrva z tohoto objektu je vyvážena na okolní polnosti, kde slouží jako hnojivo. Ve druhém objektu, který patří soukromému zemědělci je ustájeno 100 kusů skotu. Chlévská mrva z tohoto objektu je skladována v betonovém hnojišti odkud je na podzim vyvážena na polnosti soukromého zemědělce za účelem hnojení (Vondrášková 2008).

Obec Bošilec je vybavena kanalizací, ale není vybavena ČOV. Kanalizace sbírá odpadní vody, které tečou přes přepady domovních septiků. Kanalizace pak odvádí vodu do meliorační stoky, která ústí do Horusického rybníku (Vondrášková 2008).

Neplachov

V Neplachově je v bývalém areálu JZD velkochov kachen. Počet kusů se nepodařilo zjistit, odhadem se zde nachází desetitisíce kusů. Ustájení jiného zvířectva nebylo při terénní rekognoskaci zjištěno.

Splaškové vody obce Neplachov jsou podle informací místních občanů kumulovány v domácích septicích a odtud odváděny do recipientu přímo nebo dešťovou kanalizací.

Pelejovice

V obci Pelejovice se nachází vepřín, který je v dezolátním stavu. Informace o počtu kusů nebyla poskytnuta. Živočišný odpad z tohoto objektu je vyvážen na okolní polnosti. Další potenciální zdroj znečištění podzemních vod, který by byl zemědělského původu nebyl zjištěn.

V obci Pelejovice, je podle místního občana, vybudována částečná kanalizace do které je vypouštěna voda, která byla přečištěna v domácích septicích. Zbytek obyvatelstva zachytává splaškové vody v bezodtokých jímkách, které jsou dle potřeby vyprazdňovány.

Dolní Bukovsko

V areálu společnosti MAVELA Dynín se nachází odchovna kuřic, výkrmna brojlerů a ustájení menšího počtu ovcí. V rámci odchovny kuřic jsou v areálu 3 haly s celkovou kapacitou 113 000 kusů. Výkrmna brojlerů se skládá ze 3 hal s celkovou kapacitou 65 000 kusů. Ovce, kterých je 20 kusů, jsou ustájeny, krmeny a napájeny v plechové hale. V areálu se nachází bezodtoká jímka o projektované kapacitě 7 m³ do které jsou svedeny oplachové vody z chovu kuřic a odpadní splaškové vody ze sociálního zařízení provozní budovy. Dále je zde umístěn provozní sklad paliva (Láznička 2007).

V obci se také nachází cihelna. V areálu cihelny se nachází sklad olejů, shromažďovací místo na nebezpečné odpady a čerpací stanice s nadzemní nádrží o objemu 16 m³ (Flíček 2006).

Obec Dolní Bukovsko má vybudovanou kanalizační síť, která ústí do čističky odpadních vod. Vody z čističky odpadních vod jsou pak vedeny do Bukovského potoka (Filípková 2007).

Horusice

V Horusicích se nachází 2 hospodářské objekty. V jednom objektu, který vlastní soukromý zemědělec je podle místních občanů skot v počtu do 20 kusů. V druhém objektu, který patří zemědělskému družstvu Horusice se mi nepodařilo zjistit počet ustájených zvířat. V areálu zemědělského družstva se nachází volné uložení chlévské mrvy na nezpevněném hnojišti.

Obec Horusice má podle informací od místního obyvatele vybudovanou kanalizaci do které jsou zavedeny částečně přečištěné odpadní vody z domácích septiků. Tato kanalizace pak ústí do Horusického rybníka.

Sviny

Ve Svinech se nachází areál drůbežárny. V zařízení intenzivního chovu drůbeže je místo pro více než 40 000 kusů drůbeže. V areálu se nachází podzemní nepropustná jímka o kapacitě 70 m³, která je u administrativní budovy (Láznička 2007).

Obec Sviny je vybavena obecní kanalizací, bez ČOV. Do této kanalizace je odváděna přečištěná splašková voda z domácích septiků a tato přečištěná voda je pak odváděna kanalizací do Olešenského potoka, který ústí do potoka Bechyňského a ten pak ústí do řeky Lužnice (Sládek 2008).

Borkovice

V obci se nachází velkofarma, která se zabývá chovem prasat a skotu. Chov prasat se skládá ze 140 prasníc. Ročně mají tyto prasnice okolo 2800 selat. Velkofarma vlastní 40 kusů skotu s telaty, který se od jara do podzimu volně pase na přilehlých loukách. Farma je vybavena jímkami, jejichž obsah je vyvážen na pole na kterých farma hospodaří (Jech 2007).

Obec Borkovice nemá ČOV. Splaškové vody jsou čištěny v domovních septicích a odtud pak směřují do kanalizace (Tomášek 2007). Tato kanalizace ústí do blatské stoky a do potoku Brod (Horejšová 2004)

Žišov

V Žišově se nachází 2 hospodářské objekty se skotem. V objektu, který leží na severozápadním okraji obce je ustájeno 70 kusů krav a 40 kusů telat a mladého skotu. Chlévská mrva, kterou vyprodukuje skot v tomto areálu je odvážena na pole na nezpevněné hnojiště. V areálu se také nachází nádrž pohonných hmot (Hlásek 2007).

Ve druhém hospodářském objektu, je podle informací pana Hláška ustájeno 40 – 50 kusů skotu. Další informace nebyly podány.

Na území obce Žišov se ještě nachází kompresní stanice zemního plynu. V areálu této stanice se nacházejí 4 nadzemní ležaté zásobní nádrže s turbínovým olejem TB46 a sklad hořlavin o objemu 5 m³ (Győrög 2006).

V obci Žišov je podle informací místních obyvatel vybudována kanalizační síť. Tato kanalizační síť odvádí přečištěné splaškové vody z domácích septiků do řeky Lužnice.

Mažice

V této obci se nachází zemědělský areál, v kterém je ustájeno 50 kusů krav a 100 kusů prasat. Chov prasat bude v roce 2008 ukončen (Tomášek 2007). Dále je v této obci ustájeno cca 20 kusů koní.

V obci se nachází areál podniku SEMPRA Mažice. Tento podnik se zabývá pěstováním jahod, kořenové a košťálové zeleniny.

Podle informací místních obyvatel se v obci Mažice nachází částečná kanalizace, do které tečou splaškové vody z domácích septiků. Obyvatelé, kteří nemají své domácí jímky napojeny na kanalizaci, kumulují splaškové vody v těchto bezodtokých jímkách a pravidelně obsahy těchto jímek nechávají vyvážet.

Zálší

V místním zemědělském areálu je ustájeno 200 kusů krav. V areálu jsou zabudovány podzemní jímky, jejichž obsah je vyvážen na pole za účelem hnojení (Tomášek 2007). V této obci je také chov koní. Odhadem je zde ustájeno do 30 kusů koní.

V obci Zálší je vybudována částečná kanalizace, do které teče předčištěná splašková voda z domácích jímek. Zbytek obyvatel, kteří nemají napojeny své jímky na obecní kanalizaci ji kumulují v těchto jímkách a pravidelně vyváží (Tomášek 2007). Kanalizace vede předčištěnou vodu do potoka Brod (Hořejšová 2004).

Klečaty

V Klečatech se nachází 2 objekty ve kterých je ustájen skot. V prvním objektu je ustájeno 72 kusů krav, 2 býci, 10 jalovic a 7 telat. Jeho objekty nejsou vybaveny jímkami a veškerá vyprodukovaná chlévská mrva se aplikuje na louky, kde slouží jako hnojivo (Švejda 2007).

Ve druhém objektu je ustájeno 20 kusů krav a 10 kusů jalovic (Frejlich 2007). Součástí areálu je hnojiště s jímkou a také jedno nezpevněné hnojiště.

V obci Klečaty se nachází kanalizace do které jsou vedeny přečištěné splaškové vody. Tyto přečištěné vody jsou pak kanalizací vedeny do místních struh a stok, které ústí do větších vodotečí (Švejda 2007).

Hodětín

V této obci se nachází porodna prasnic, která patří firmě AGRA Březnice. V tomto areálu je umístěno 220 prasnic. Kejda, respektive směs kejdy a slámové podestýlky je

skladována buď v areálu v betonovém hnojišti nebo se tato směs skladuje na polních nezpevněných hnojištích. Tato směs se pak odebírá z jednotlivých hnojišť a je aplikována na okolní polnosti (Valenta 2008). V areálu se dále nacházejí 2 silážní jámy.

Informace o likvidaci splaškových vod se mi nepodařilo získat.

Komárov

Při terénní rekognoskaci, kterou jsem provedl v obci Komárov jsem nenalezl žádný hospodářský objekt.

Splaškové vody v obci jsou předčištěny v biologických septicích, poté jsou vedeny do místní kanalizace, která ústí do místního rybníka. Podle Horejšové (2004) je plán, že v roce 2015 budou veškeré odpadní vody akumulovány v bezodtokých jímkách a budou likvidovány na ČOV v obci Sudoměřice u Bechyně.

Debrník

V této obci je podle informací místního občana ustájeno okolo 300 kusů skotu. Bližší informace se mi však nepodařilo získat.

Obec Debrník není vybavena ČOV. V obci je kanalizace, která ústí do místního rybníka. Než se splaškové vody dostanou do kanalizace, jsou přečištěny v biologických septicích (Horejšová 2004)

Hlavatce

V této obci jsou 2 chovatelé hospodářských zvířat a jeden zemědělec. Prvním z nich je pan Šimák. Ten vlastní 100 kusů skotu. V areálu statku jsou 2 jímky, kam je odváděna kejda. Každá jímka má objem 30 m³ a ani jedna není opatřena kontrolním systémem pro hlášení úniku kejdy. Veškerou vyprodukovanou chlévskou mrvu vyváží na pole na nezpevněné hnojiště. Na svých polnostech, které obhospodařuje používá jak přírodní tak i umělá hnojiva (Šimák 2007).

Druhý chovatel vlastní celkem 110 kusů skotu. Chlévskou mrvu vyváží na pole za účelem hnojení a na nezpevněné hnojiště. V této obci se nachází ještě zemědělec, který hospodaří na 120 ha polích (Šimák 2007).

V obci Hlavatce není vystavena ČOV. Splaškové vody jsou odváděny do domovních septiků, odkud jsou pak odváděny do místní kanalizace a tou jsou předčištěné vody odváděny do místního rybníka (Šimák 2007).

Vyhnanice

Ve Vyhnanicích je soukromý zemědělec, který hospodaří na 40 ha polí a chová mezi 30 a 40 kusy hovězího dobytka (Šimák 2007).

V této obci je podle informací místního občana kanalizace, do které jsou přiváděny přečištěné splaškové vody, které byly přečištěné domovními septiky. Tato kanalizace pak ústí do místního rybníka.

Vlastiboř

Ve Vlastiboři se nachází 2 vepřiny. V prvním, který je velkokapacitní je ustájeno 200 kusů vepřů a ve druhém, který je menší je ustájeno 30 kusů vepřů.

Podle informací bývalého starosty obce Vlastiboř, pana Smítky, se nacházelo severovýchodně od obce polní letiště u kterého bylo i polní skladiště hnojiv. Toto skladiště nebylo podle pana Smítky nijak zabezpečeno a chráněno proti dešťům a při deštích docházelo k nekontrolovanému vsakování těchto hnojiv do půdy. Letiště bylo v provozu od roku 1980 a jeho činnost byla ukončena v roce 1992. Od té doby se tato plocha využívá jako orná půda (Smítka 2007).

Obec Vlastiboř je vybavena kanalizací, ale není vybavena ČOV. Tato kanalizace odvádí splaškové vody, které jsou přečištěny v domácích septicích do Bechyňského potoka (Smítka 2007).

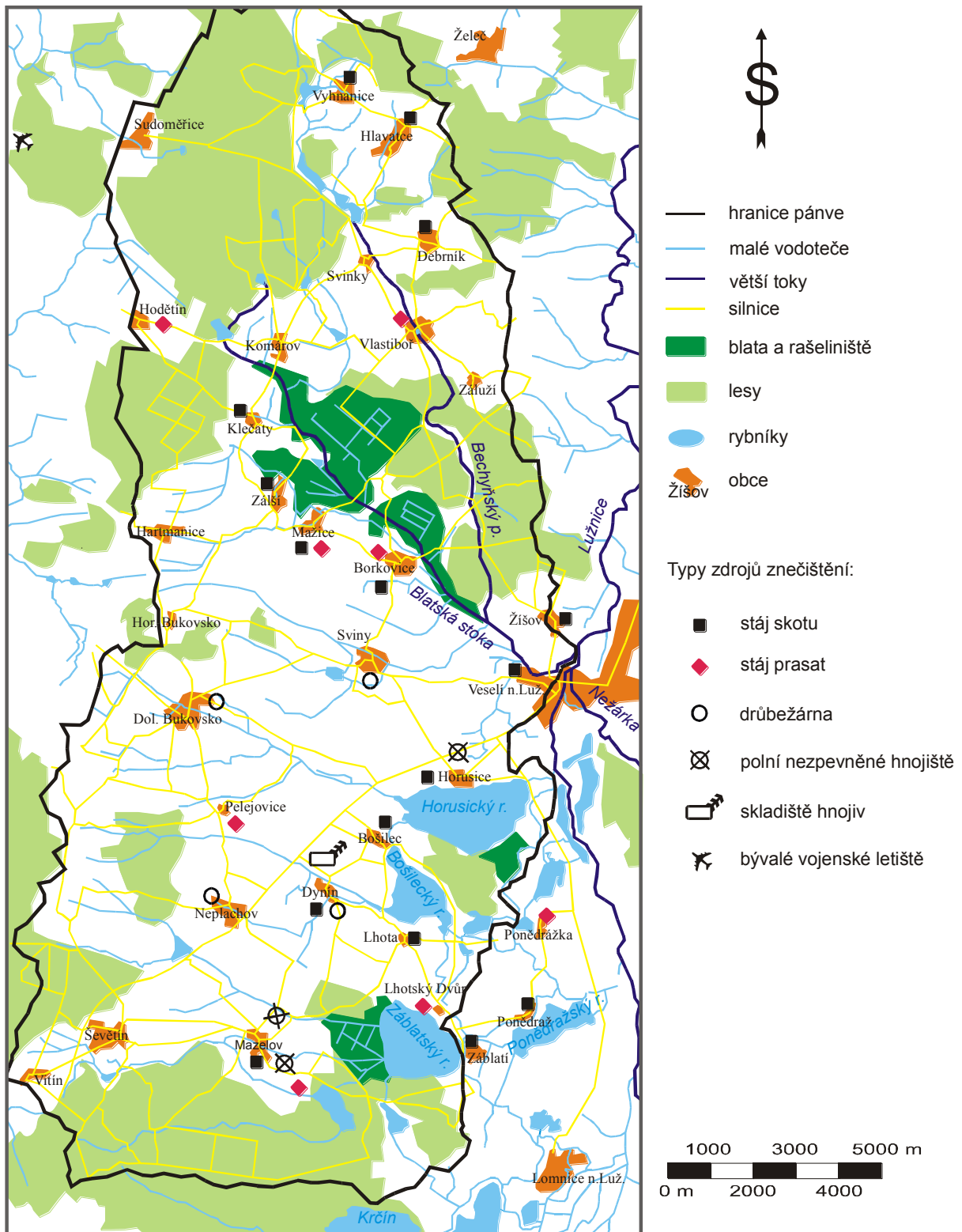
V části obce Vlastiboř, která se jmenuje Svinky byl v roce 2000 zrušen vepřín v němž bylo ustájeno 200 kusů prasat (Švec 2007). Při terénní rekognoskaci nebyla nalezena žádná jámka. Prasečí kejda byla zřejmě vyvážena na okolní polnosti za účelem hnojení.

Veselí nad Lužnicí

Ve Veselí nad Lužnicí je ustájen skot, jehož počet se pohybuje odhadem okolo 200 kusů. Přesný počet kusů se nepodařilo zjistit.

Dalším potencionálním zdrojem kontaminace podzemních vod mohou být dvě čerpací stanice pohonných hmot, dále podnik Madeta, který se zabývá mlékárenskou výrobou a podnik Propesko, který se zabývá výrobou krmiv pro domácí zvířata. Odpadní vody z těchto objektů jsou sváděny městskou kanalizací do ČOV na přečištění a odtud jsou pak vypouštěny do řeky Lužnice.

Obec Veselí nad Lužnicí je vybavena kanalizací na kterou jsou napojeni všichni obyvatelé. Kanalizace odvádí splaškové vody do obecní ČOV odkud jsou pak vyčištěné vody vypouštěny do řeky Lužnice.



Obr. 5/ Lokalizace zdrojů znečištění podzemních vod severní částí Třeboňské pánve

7.3. Kontaminace podzemních vod ve vybraných částech pánve

Přírozená jakost podzemní vody v severní části Třeboňské pánve je ohrožena především zemědělskou činností. Rozpuštěné látky z těchto zdrojů znečištění se šíří několika způsoby. Jedná se o advekci, molekulární difuzi a disperzi.

Vlastiboř

V okolí Vlastiboře byla zjištěna kontaminace dusičnany v několika vrtech. Jedná se o vrty V-23, Ch-7 a Ch-8. Nárůst koncentrace dusičnanů byl zjištěn i ve vrtu ZP-3, který leží v borkovických blatech. V roce 1985 dosahovala koncentrace dusičnanů ve vrtu ZP-3 hodnoty 34,8 mg/l. Dá se tedy očekávat, že v dnešní době, je koncentrace dusičnanů v tomto vrtu vyšší a že kontaminace možná postihla i další vrty řady Z, které se v oblasti borkovických blat nacházejí. Tato domněnka však není potvrzena, jelikož v současné době neprobíhají na inkriminovaných vrtech čerpací zkoušky pro účely chemických rozborů podzemních vod.

Vrt V-23 Vlastiboř byl vyhlouben v roce 1987 pro potřeby tehdejšího zemědělského družstva. Parametry vrtu jsou uvedeny v tabulce č. 10.

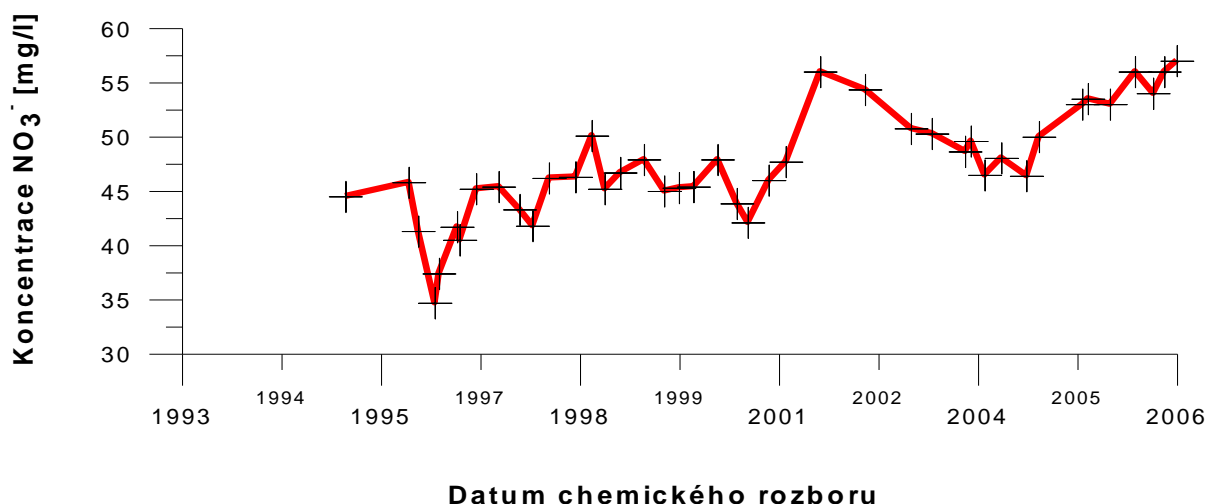
Tab. 10/Parametry vrtu V-23 Vlastiboř

Označení vrtu	V-23
Hloubka vrtu	50 m
Naražená hladina	19 m
Ustálená hladina v době vrtání	13,5 m
Průměr vrtu	325 mm

Zdroj: Kněžek (1989)

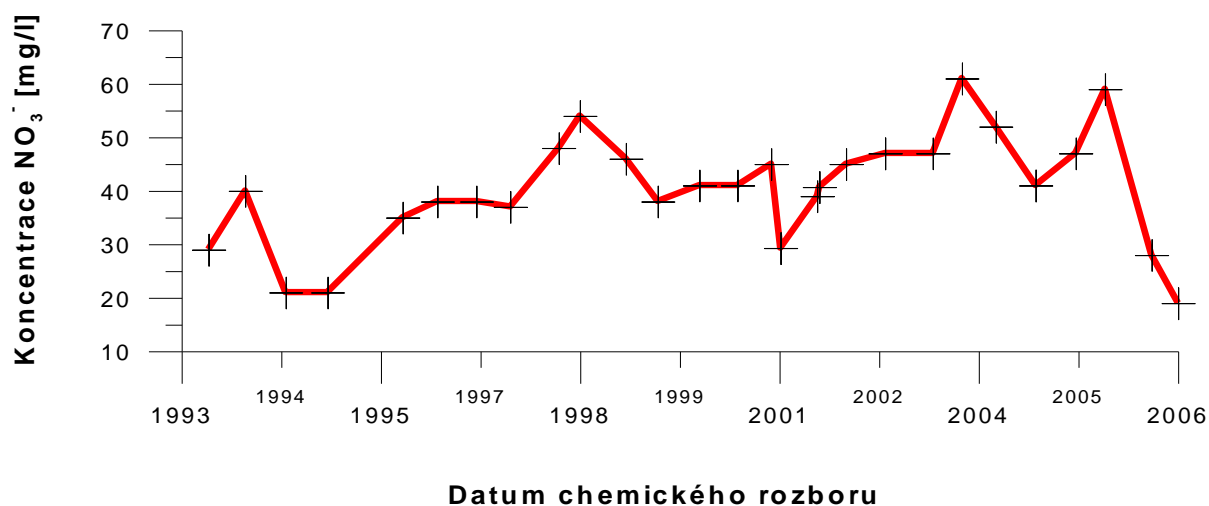
Dnes vrt slouží k zásobování obce Vlastiboř pitnou vodou. Podle informací starosty obce Vlastiboř je ročně odebráno z vrtu V-23 cca 16 000 m³ vody (Švec 2007). To znamená, že průměrně je odebíráno cca 0,5 l/s vody. Při tomto odběru podzemní vody vzniká depresní kužel o určitém poloměru. Tento poloměr je závislý na snížení vody ve vrtu. Toto snížení je podle Suchana et al. (2002) 0,15 m při odběru 0,6 l/s a hydraulická deprese při tomto odběru je cca 16 m. To znamená, že při odběru 0,5 l/s je poloměr deprese ještě menší než 16 m.

Při chemickém rozboru v roce vyhloubení vrtu, tj. v roce 1987 byla koncentrace dusičnanů ve vrtu V-23 Vlastiboř 36,4 mg/l. V roce 1998 byla poprvé koncentrace dusičnanů větší než 50 mg/l. V roce 2007 byla naměřena hodnota 57 mg/l. Koncentrace dusičnanů v tomto vrtu má dlouhodobě stoupající trend, jak je názorně vidět na obrázku č. 6.

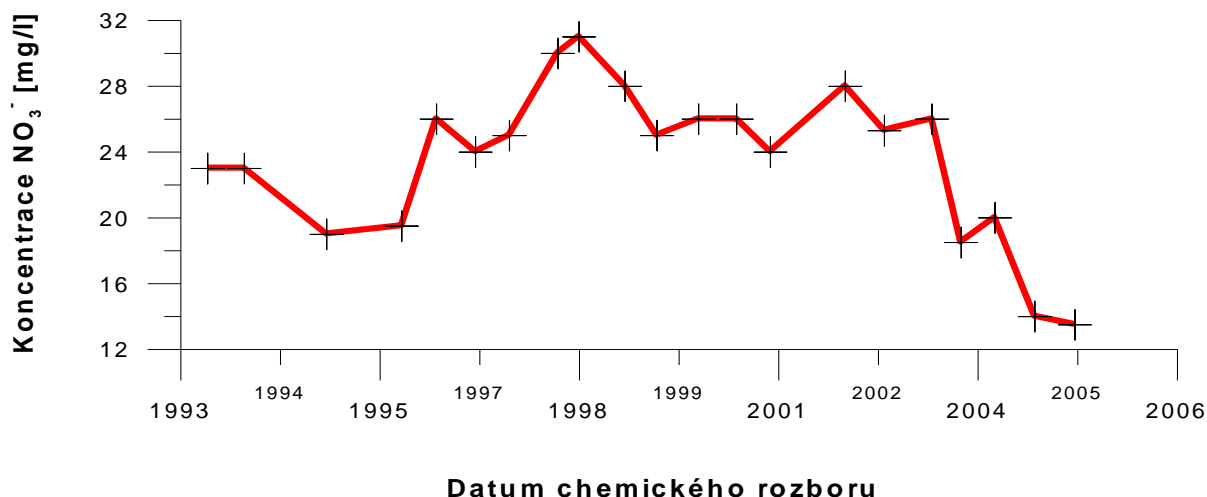


Obr. 6/ Koncentrace dusičnanů ve vrtu V-23 Vlastiboř v letech 1994 až 2006

Vrty Ch-7 a Ch-8 se nacházejí v borkovických blatech. Koncentrace dusičnanů ve vrtu Ch-7 již několikrát přesáhly hodnotu 50 mg/l, obvykle se však koncentrace dusičnanů pohybují pod touto hodnotou. Průměrný obsah dusičnanů ve vrtu Ch-8 je nižší než ve vrtu Ch-7. Koncentrace dusičnanů nepřesáhly hodnotu 50 mg/l. Koncentrace dusičnanů ve vrtech Ch-7 a Ch-8 jsou znázorněny v obrázcích č. 7 a 8.



Obr. 7/ Koncentrace dusičnanů ve vrtu Ch-7 v letech 1993 až 2006



Obr. 8/ Koncentrace dusičnanů ve vrtu Ch-8 v letech 1993 až 2004

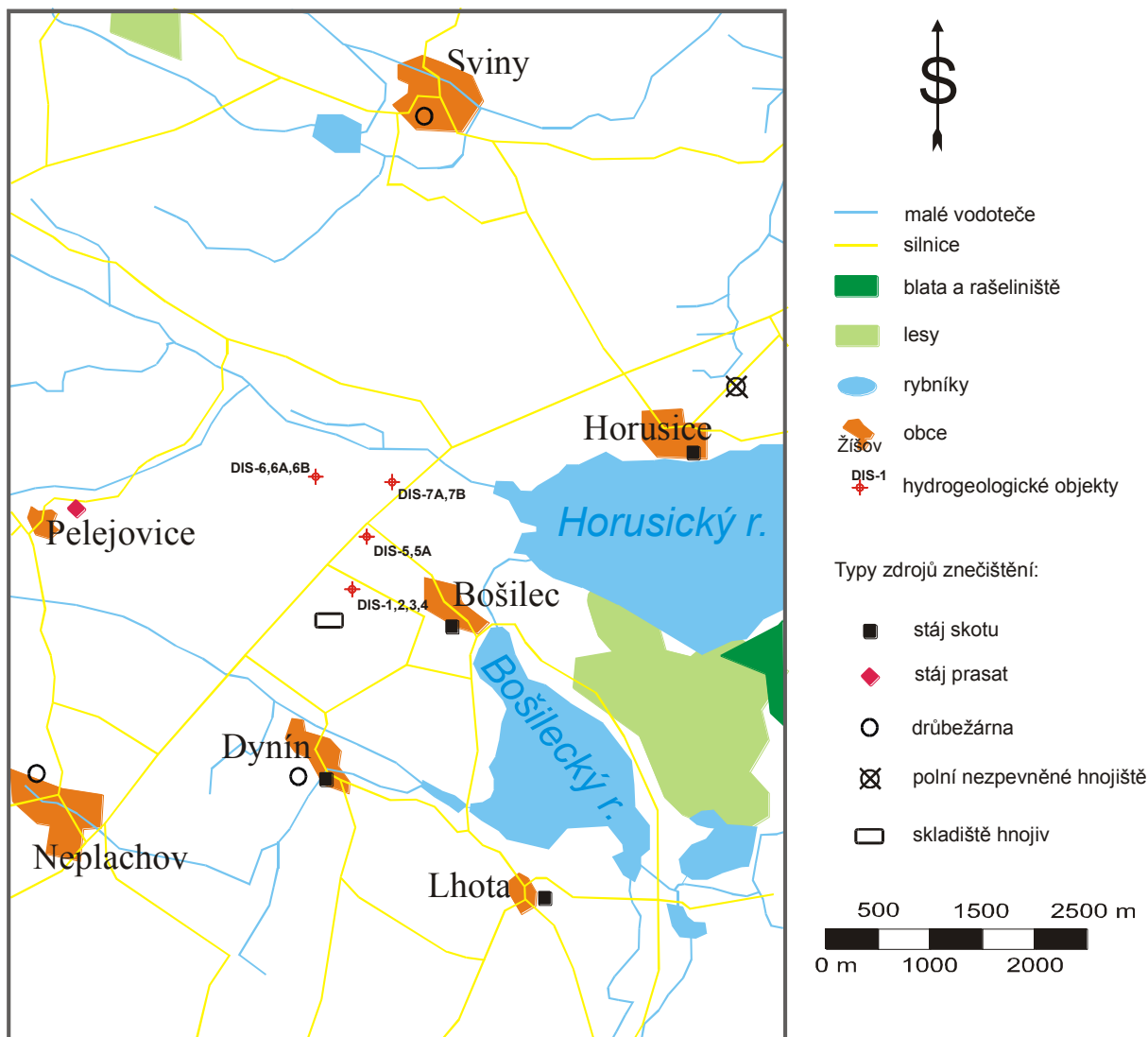
Podle S. Čurdy et al. (2006) není přesně znám zdroj kontaminace v okolí Vlastiboře. Ve své zprávě uvádí jako pravděpodobný zdroj kombinaci skladování a aplikaci hnojiv na zemědělsky obhospodařovaných polnostech.

Podle informací, které mi byly poskytnuty panem Smítkou se nacházel severovýchodně od obce Vlastiboř sklad polního letiště. Tento sklad nebyl zabezpečený proti dešťovým srážkám, které způsobily nekontrolovatelné vsakování umělých hnojiv do půdy. Na tomto místě bylo skladováno až několik tun umělých hnojiv, která pak byla aplikována pomocí letadla na polnosti v okolí Vlastiboře (Smítka 2007).

Tuto domněnku nevylučuje ani zpráva R. Kadlecové et al. (zpráva v tisku). Kadlecová et al. se zabývali zdržením podzemních vod ve vrtu V-23 Vlastiboř a původem dusičnanů v tomto vrtu. Podle Kadlecové et al. ukazují hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ v podzemní vodě vrtu V-23 Vlastiboř na anorganický dusík, tzn. dusík, který pochází z umělých hnojiv. Střední doba zdržení podzemních vod vrtu V-23 Vlastiboř je podle Kadlecové et al. 35 - 45 let. Ve vrtu V-23 Vlastiboř se projevuje lokální, ale i regionální proudění. Lokální proudění se projevuje relativně krátkou dobou oběhu, regionální proudění dokumentuje složka s dlouhou dobou zdržení (Kadlecová et al., zpráva v tisku).

Dynín

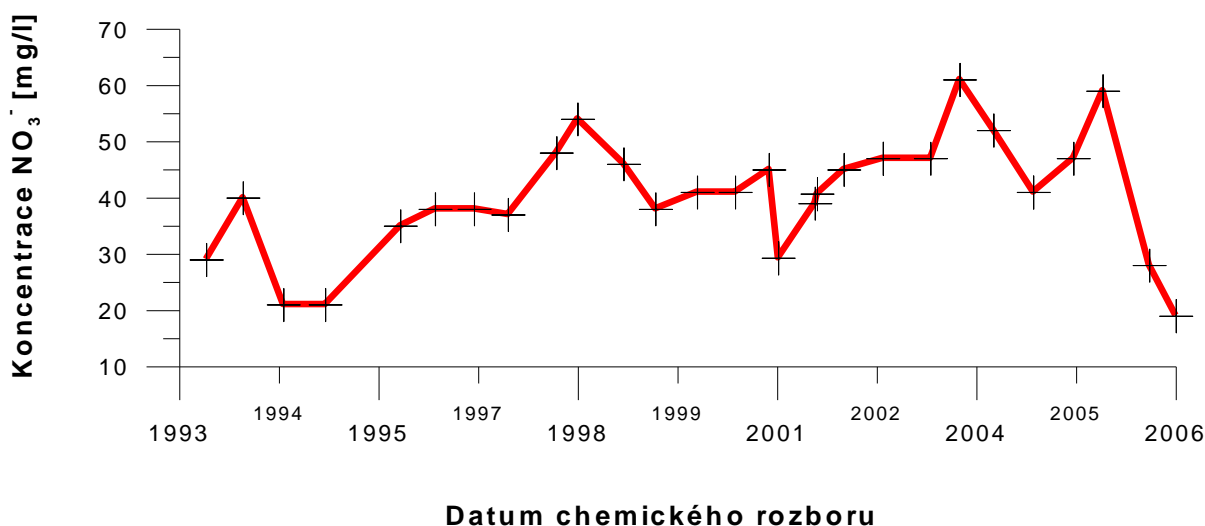
V okolí Dynína jsou koncentrace dusičnanů nejvyšší v celé severní části Třeboňské pánve. Kontaminace je v současné době sledována vrtými řady DIS (dynínský indikační systém). Celkem je v okolí Dynína 11 vrtů řady DIS. Poloha jednotlivých vrtů řady DIS je uvedena v obrázku č. 9.



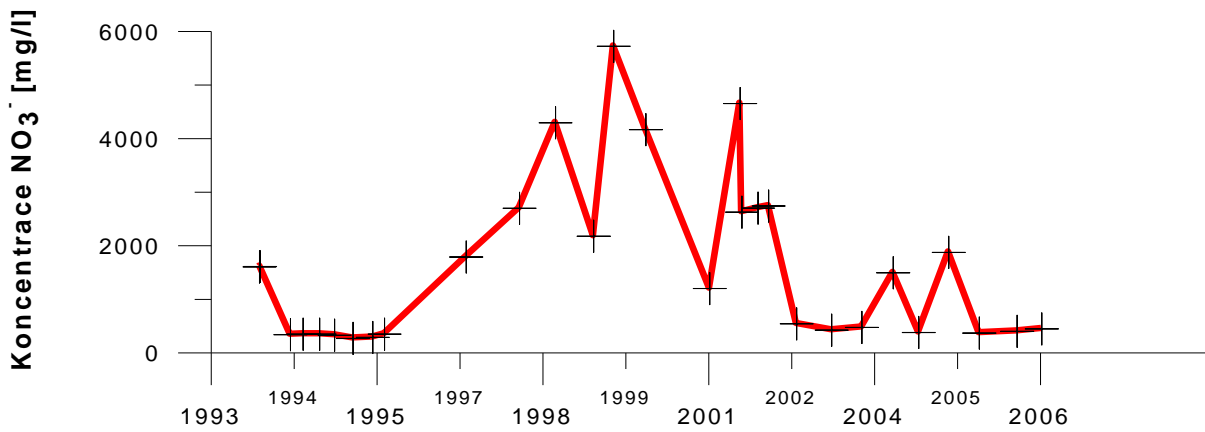
Obr. 9/ Poloha vrtů řady DIS

Ve vrtu DIS-1 se od roku 1993 výrazně zvýšila koncentrace dusičnanů. V roce 1993 byl naměřen obsah dusičnanů ve vrtu DIS-1 54,3 mg/l. Již tato hodnota nevyhovuje hygienické vyhlášce č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu. V roce 2006 byla naměřena koncentrace dusičnanů 451 mg/l a v roce 2005 dokonce 1000 mg/l. Ve vrtu DIS-2 byly naměřeny ještě vyšší koncentrace dusičnanů. V roce 1993 byla naměřena koncentrace více než 1600 mg/l. V roce 1999 bylo naměřeno dokonce více než 5700 mg/l dusičnanů. V roce 2006 bylo naměřeno ve vrtu DIS-2 448 mg/l dusičnanů. Ve vrtu DIS-3 se koncentrace dusičnanových iontů od roku 1993 do roku 2006 pohybovaly v rozmezí od 0,8 mg/l do 74 mg/l. Hygienický limit 50 mg/l byl ve vrtu DIS-3 od roku 1993 přesažen dvakrát. Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-4 se pohybují od 0,6 mg/l do 70 mg/l. Ve vrtu DIS-4 přesažen hygienický limit 50 mg/l od roku 1993 čtyřikrát, přičemž od roku 2003 nepřesáhla

koncentrace dusičnanů hodnotu 10 mg/l. Ve vrtu DIS-5 se koncentrace dusičnanů pohybovala od roku 1993 do roku 2006 v rozmezí od 27 mg/l do 76 mg/l, přičemž od roku 2004 nebyla překročena hygienická hodnota 50 mg/l. Ve vrtu DIS-5A byla v roce 1993 naměřena koncentrace dusičnanů 76,3 mg/l. V roce 2006 byla naměřena koncentrace dusičnanových iontů ve vrtu DIS-5A 106 mg/l. Ve vrtu DIS-6 nebyl za dobu sledování, tj. od roku 1997 překonán hygienický limit 50 mg/l. Nejvyšší naměřená koncentrace dusičnanů v tomto vrtu byla 42 mg/l a to v roce 2004. Ve vrtech DIS-6A, DIS-6B a DIS-7A taktéž nepřekročily dusičnany svou koncentrací hodnotu 50 mg/l. Ve vrtu DIS-6A byla naměřena maximální koncentrace dusičnanů 42,7 mg/l a ve vrtu DIS-6B byla maximální koncentrace 37,4 mg/l. Ve vrtu DIS-7A se koncentrace dusičnanů pohybovaly kolem hodnoty 20 mg/l. Ve vrtu DIS-7B se koncentrace dusičnanů pohybuje nejčastěji kolem hodnoty 50 mg/l. Nejvyšší naměřená koncentrace dusičnanů v tomto vrtu byla 65 mg/l. Koncentrace dusičnanů ve vrtech řady DIS jsou uvedeny v následujících obrázcích.

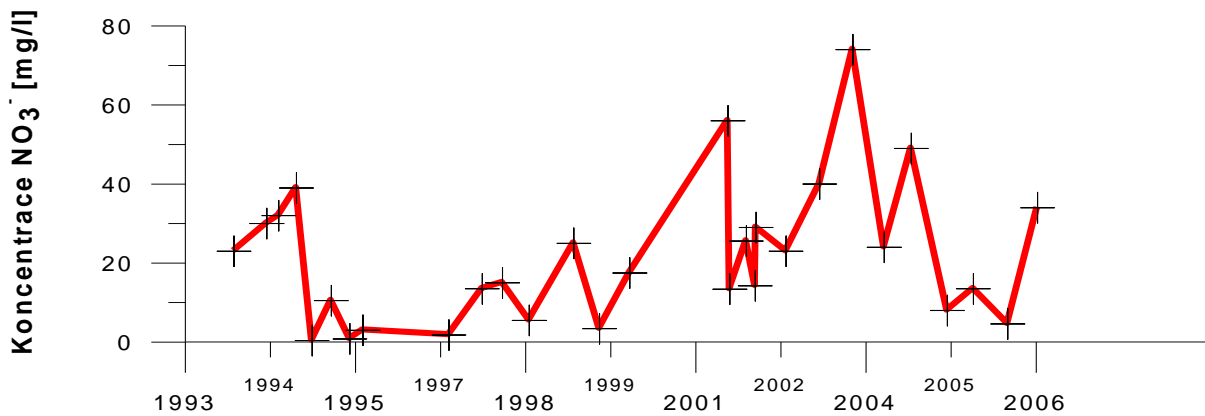


Obr. 10/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-1 v letech 1993 až 2006



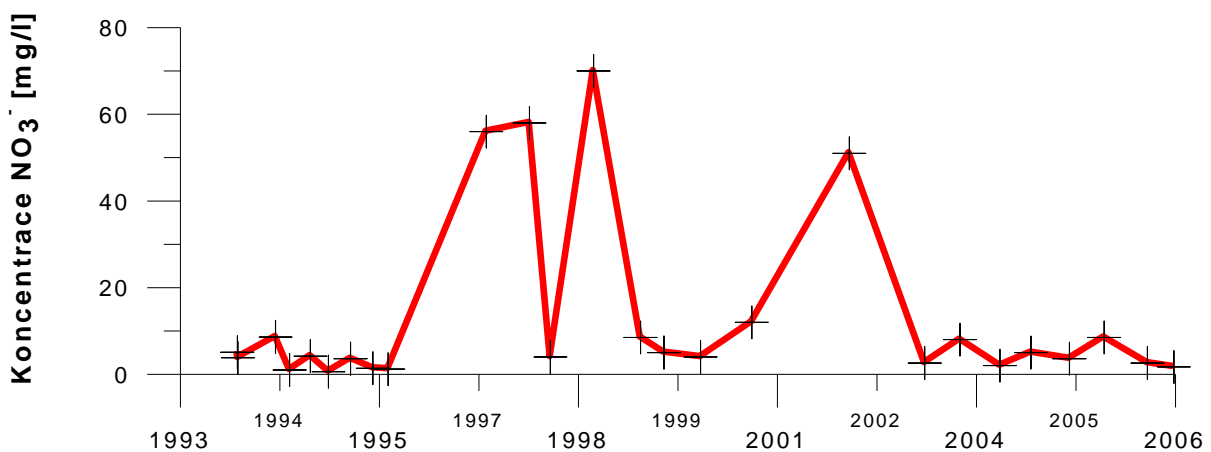
Datum chemického rozboru

Obr. 11/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-2 v letech 1993 až 2006



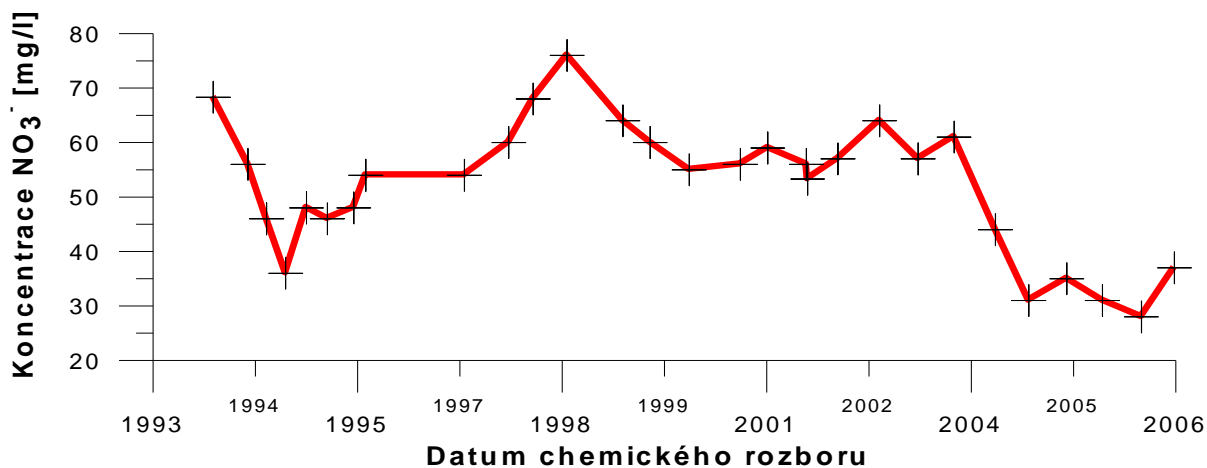
Datum chemického rozboru

Obr. 12/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-3 v letech 1993 až 2006

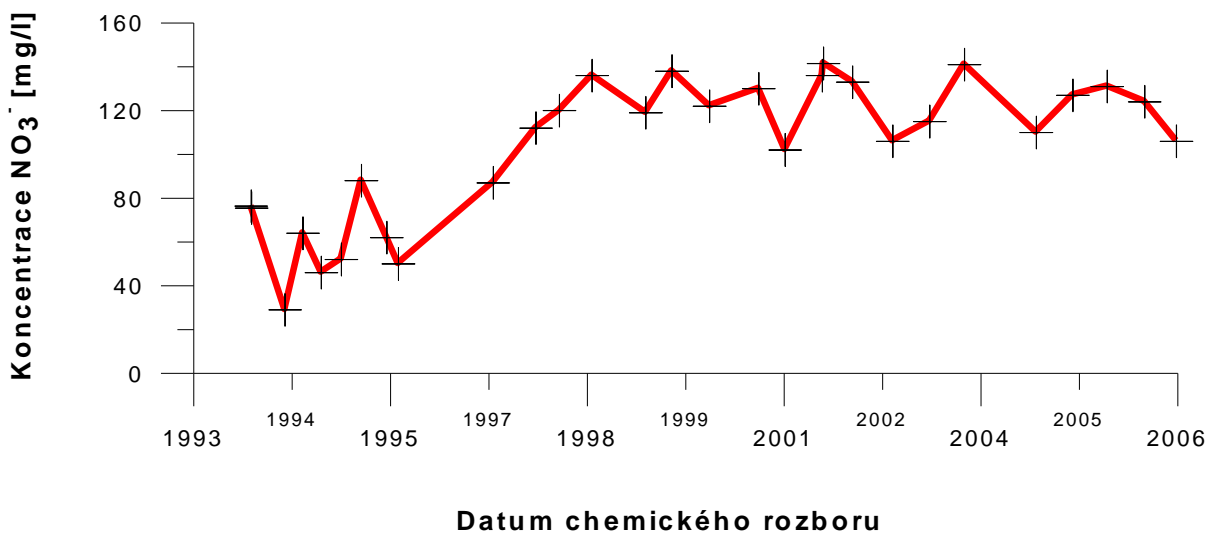


Datum chemického rozboru

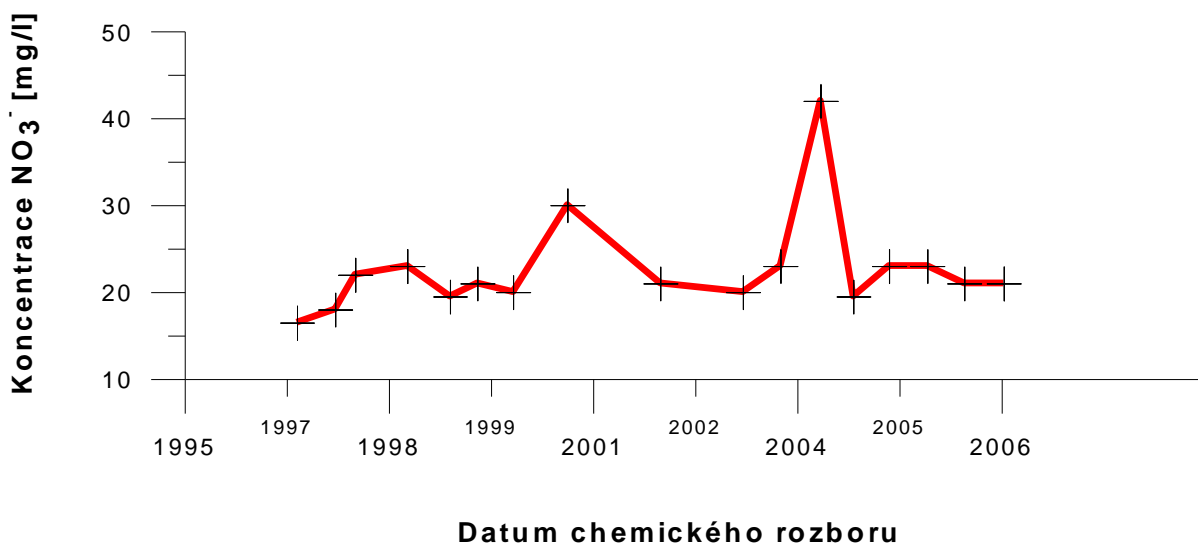
Obr. 13/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-4 v letech 1993 až 2006



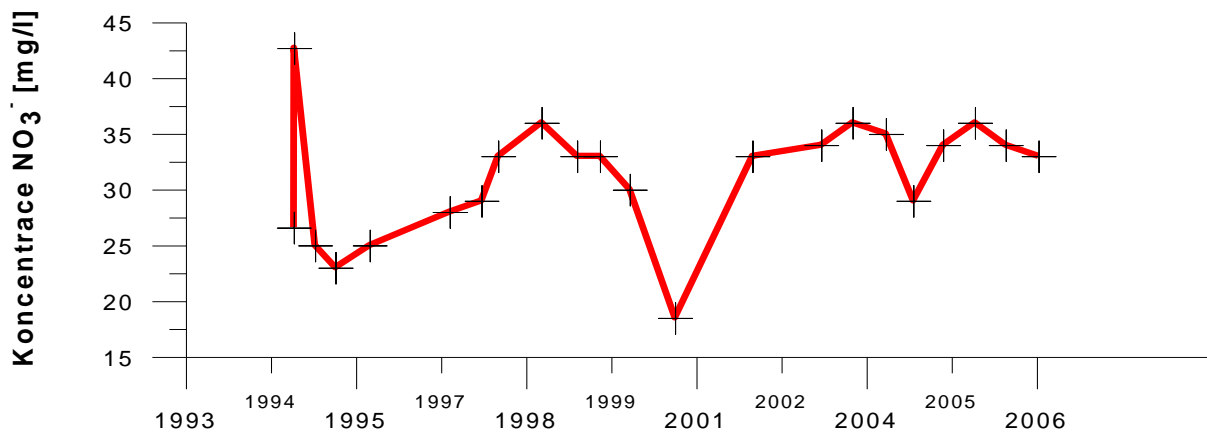
Obr. 14/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-5 v letech 1993 až 2006



Obr. 15/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-5A v letech 1993 až 2006

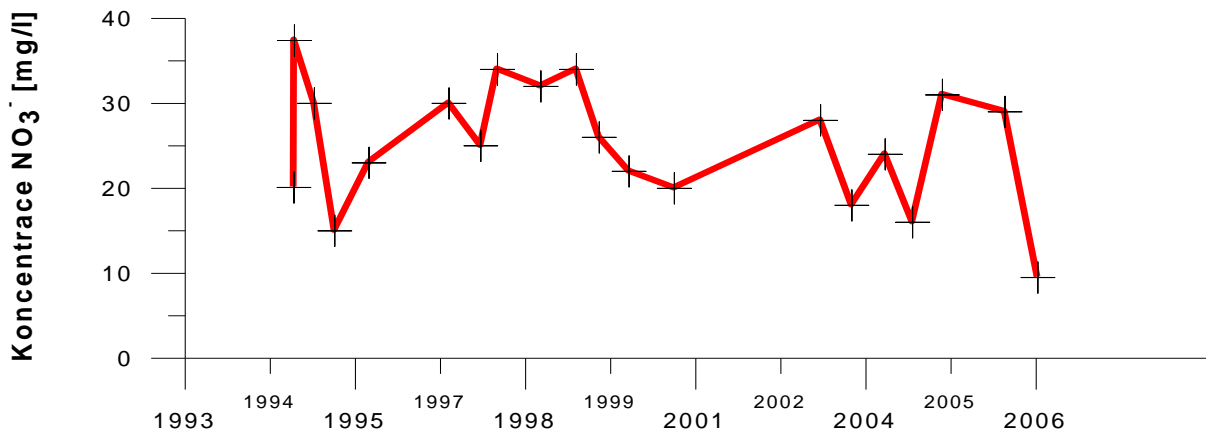


Obr. 16/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-6 v letech 1997 až 2006



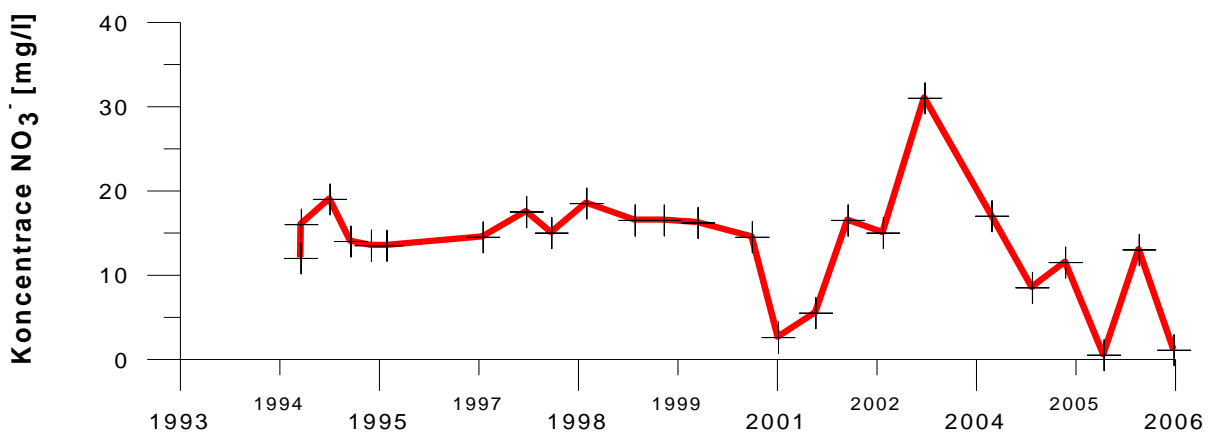
Datum chemického rozboru

Obr. 17/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-6A v letech 1994 až 2006



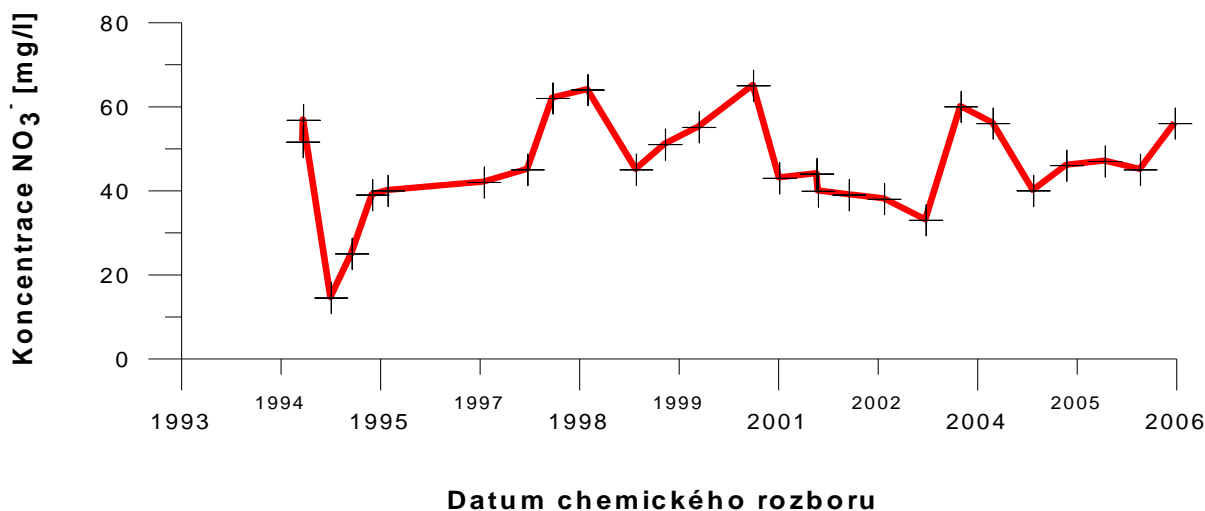
Datum chemického rozboru

Obr. 18/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-6B v letech 1994 až 2006



Datum chemického rozboru

Obr. 19/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-7A v letech 1994 až 2005



Obr. 20/Koncentrace dusičnanů ve vrtu DIS-7B v letech 1994 až 2005

V okolí Dynína byly ještě prováděny chemické rozborů na vrtech řady HJ. Tyto vrty byly umístěny v areálu agrochemického podniku Dynín a chemické rozborů podzemních vod byly prováděny v roce 1994. Ve vrtech řady HJ bylo zaznamenáno vysoké množství draselných iontů, vápenatých iontů, železa, amonných iontů, chloridů, hydrogenuhličitanů, síranů, dusičnanů a dusitanů (Homolka, Daněk 1994).

Zdrojem kontaminace v okolí Dynína je sklad umělých hnojiv bývalého agrochemického podniku Dynín (Čurda et al. 2006).

Oblast v okolí Pelejovic, Neplachova, Ševětína a Mazelova

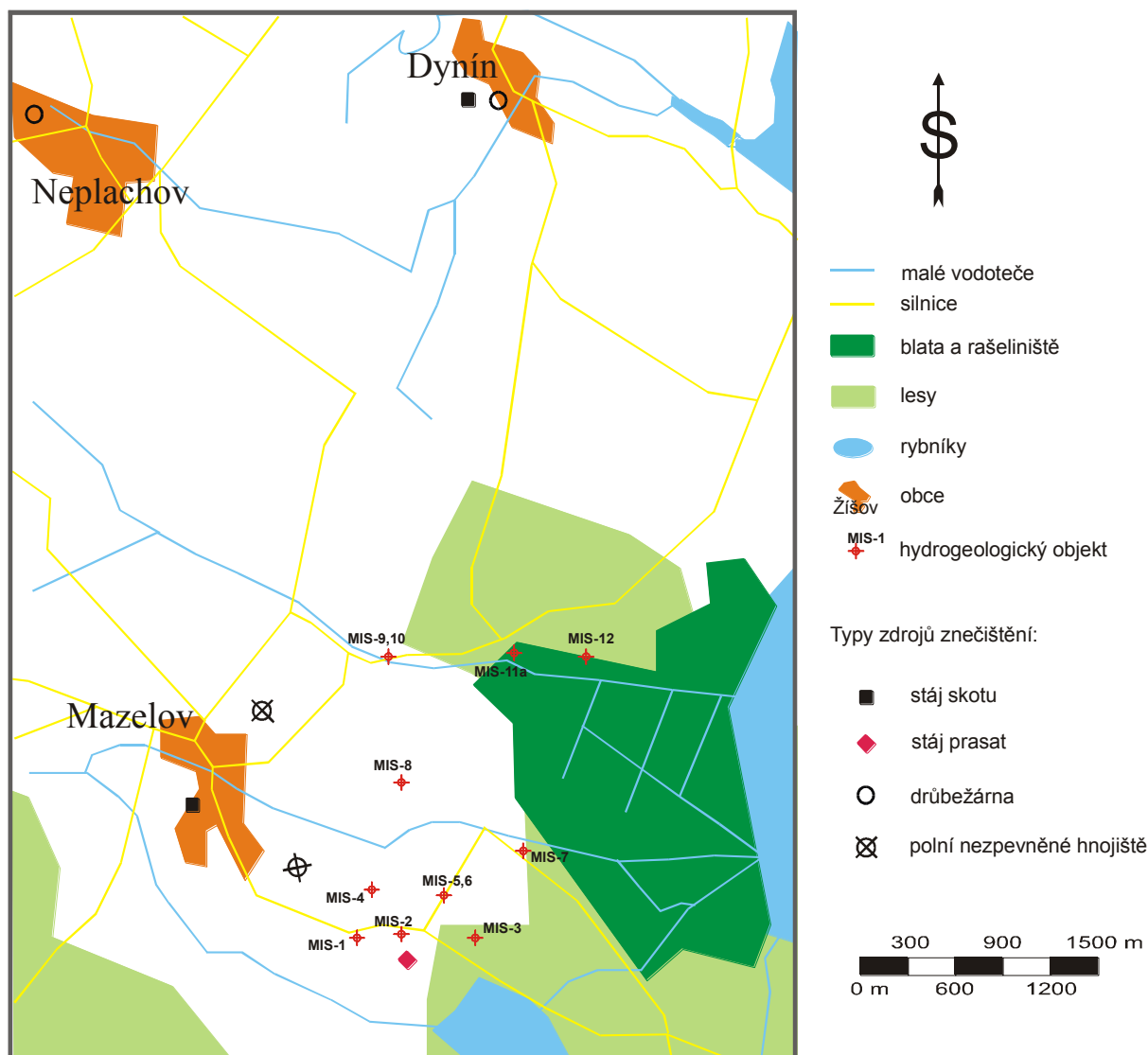
Kvalita podzemních vod v okolí Pelejovic je sledována ve vrtu H-7 Pelejovice. V tomto vrtu se vyskytují dusičnany, jejichž koncentrace se dlouhodobě zvyšuje. V roce 2006 dosahovala koncentrace dusičnanů ve vrtu H-7 Pelejovice hodnoty 70 mg/l.

U Neplachova je sledována kvalita podzemních vod ve vrtu HV-1 Neplachov. I v tomto vrtu jsou zvýšené hodnoty dusičnanů. V roce 2003 byla koncentrace dusičnanů v tomto vrtu 51 mg/l. Koncentrace dusičnanů ve vrtu má rostoucí trend.

Dalším vrtem, v kterém jsou zaznamenány dusičnany je H-5 Mazelov. Tento vrt patří do pozorovací sítě ČHMÚ. Ve vrtu H-5 Mazelov byly naměřeny koncentrace dusičnanů v rozmezí od 50 mg/l do 119 mg/l. Koncentrace dusičnanů v tomto vrtu mají dlouhodobě rostoucí trend.

Východně od Mazelova je kontaminace podzemní vody dusičnany monitorována vrty řady MIS (mazelovský indikační systém). Celkem je na lokalitě umístěno 12 pozorovacích vrtů s označením MIS-1 až MIS-10 a dále MIS-11A a MIS-12. Tyto vrty jsou v blízkosti velkokapacitního vepřína, který je zřejmě původcem kontaminace podzemních vod dusičnany

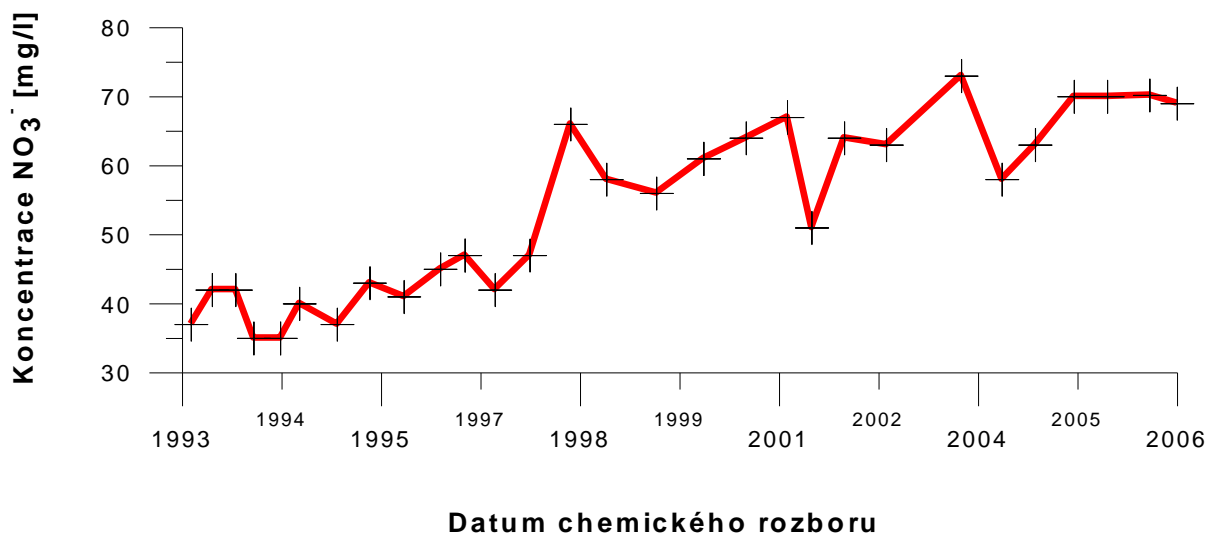
v oblasti východně od Mazelova. Poloha jednotlivých vrtů řady MIS v okolí velkokapacitního vepřína je uvedena v obrázku č. 21.



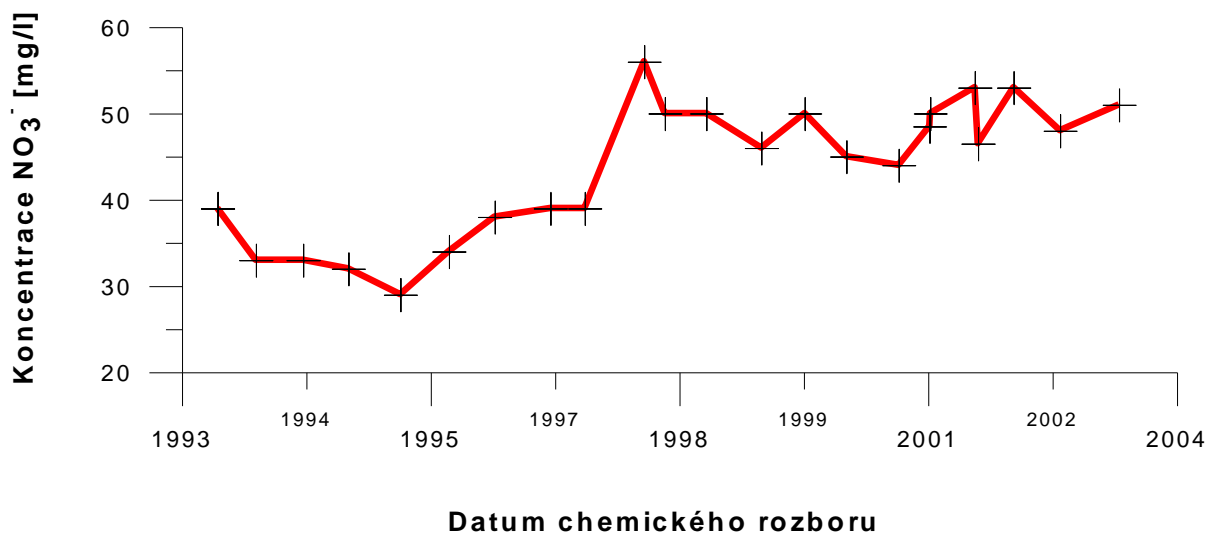
Obr. 21/Poloha jednotlivých vrtů řady MIS

Ve vrtech MIS-2, MIS-3, MIS-5, MIS-9, MIS-11A a MIS-12 jsou koncentrace dusičnanů do 30 mg/l. Ve vrtu MIS-1 přesahují koncentrace dusičnanů hodnotu 100 mg/l. V roce 2005 byla dosáhnuta koncentrace dusičnanů dosavadního maxima v tomto vrtu hodnotou 151 mg/l. Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-4 se pohybují od 62 mg/l do 137 mg/l. Ve vrtu MIS-6 jsou též koncentrace dusičnanů vyšší než hygienický limit 50 mg/l. Koncentrace se zde pohybují od 60 mg/l do 125 mg/l. Vrt MIS-7 je na tom z hlediska dusičnanů lépe. Koncentrace dusičnanů jsou zde vyšší a od roku 1994 do roku 2006 byl třikrát přesáhnut hygienický limit koncentrace dusičnanů. Maximální koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-7

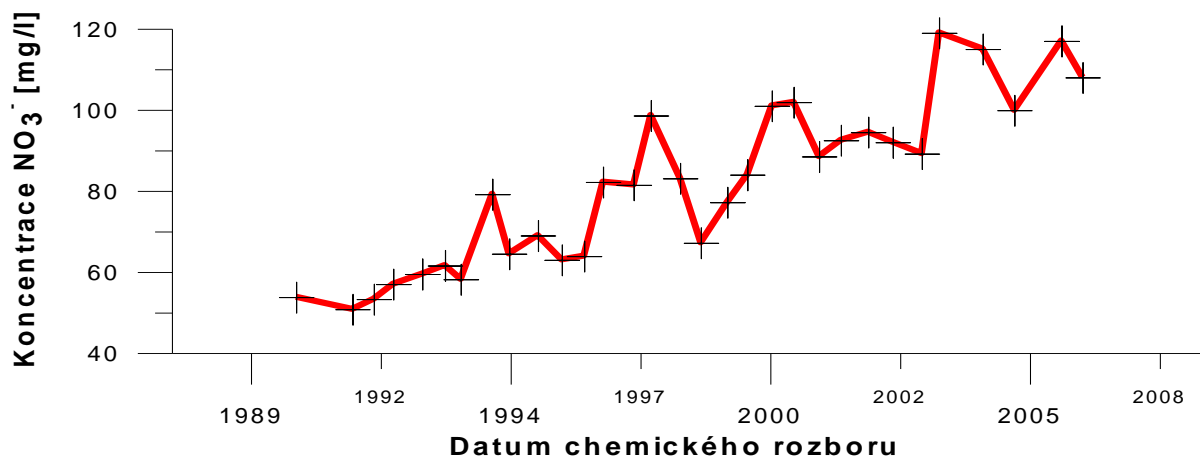
byla naměřena v roce 2003. Tehdy zde byla naměřena hodnota 75 mg/l. Vrt MIS-8 je na tom obdobně jako vrt MIS-7. Dusičnany ve vrtu MIS-8 se vyskytují ve vyšší míře a hygienický limit 50 mg/l přesahují pouze jednou a to v roce 2005 hodnotou 61 mg/l. Ve vrtu MIS-10 nebyla naměřena koncentrace dusičnanů vyšší než 43 mg/l. Jak je vidět z uvedených dat, nejvyšší koncentrace dusičnanů je ve vrtu MIS-1. Koncentrace dusičnanů ve vrtech H-7, HV-1, H-5 a vrtech řady MIS, jsou uvedeny v následujících obrázcích.



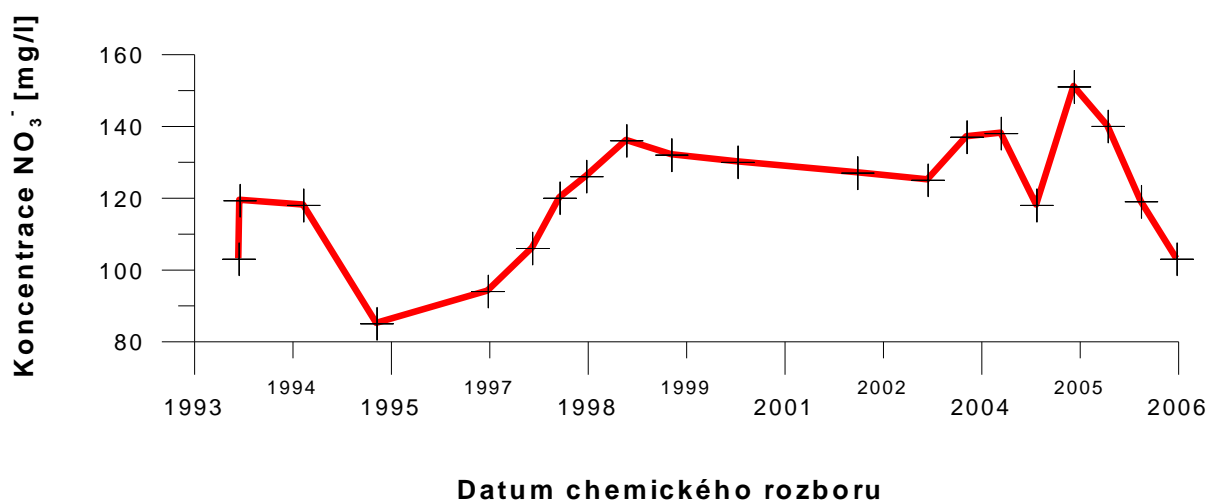
Obr. 22/Koncentrace dusičnanů ve vrtu H-7 v letech 1993 až 2006



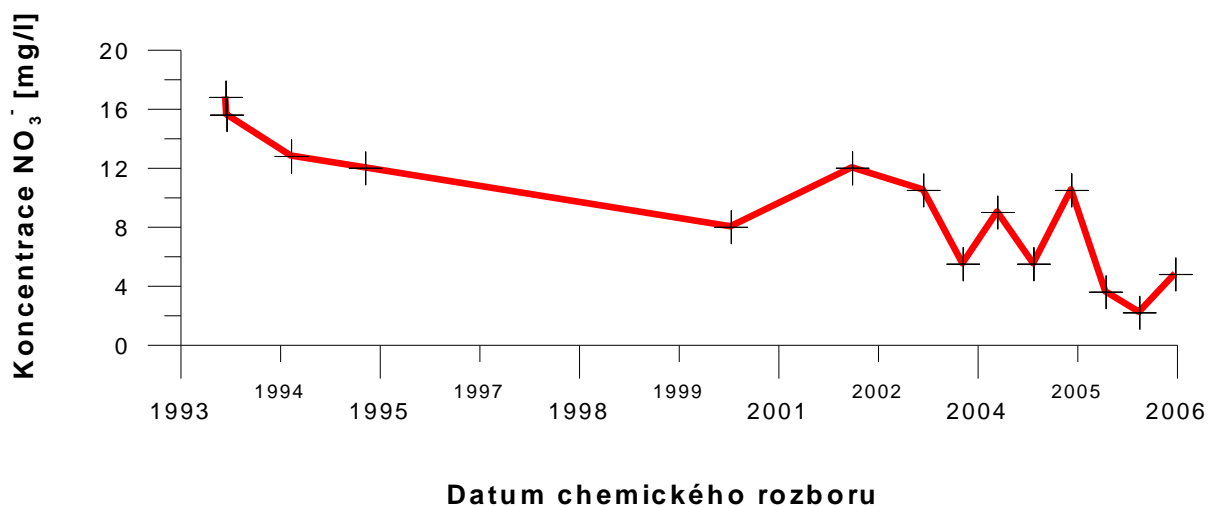
Obr. 23/Koncentrace dusičnanů ve vrtu HV-1 v letech 1993 až 2003



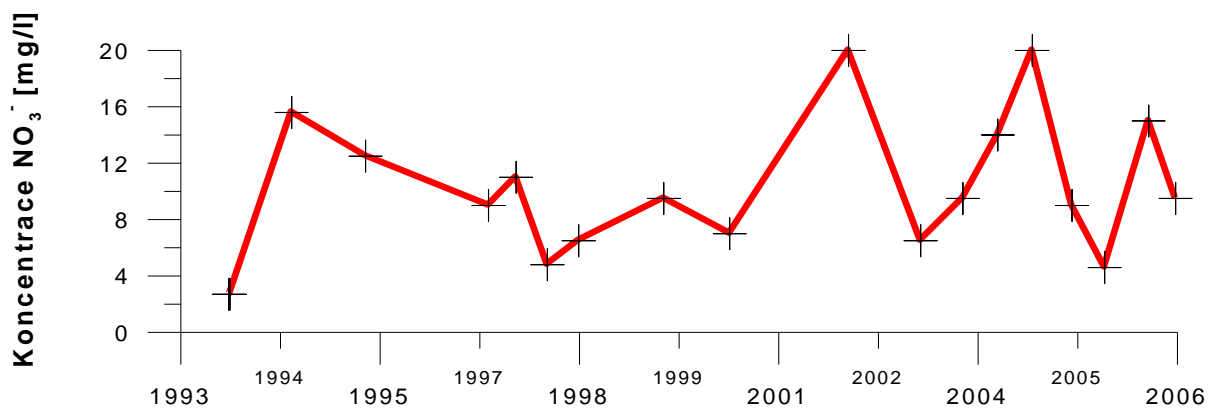
Obr. 24/Koncentrace dusičnanů ve vrtu H-5 v letech 1990 až 2006



Obr. 25/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-1 v letech 1993 až 2006

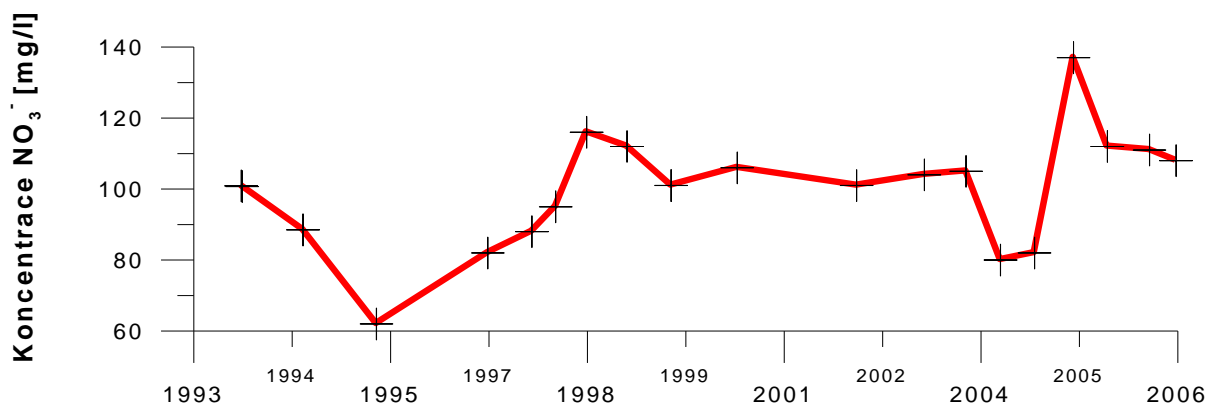


Obr. 26/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-2 v letech 1993 až 2006



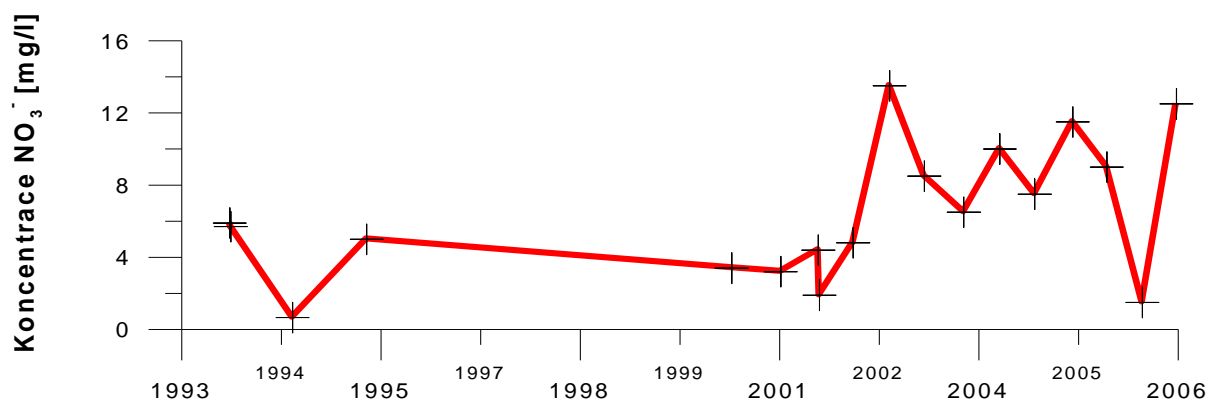
Datum chemického rozboru

Obr. 27/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-3 v letech 1993 až 2006



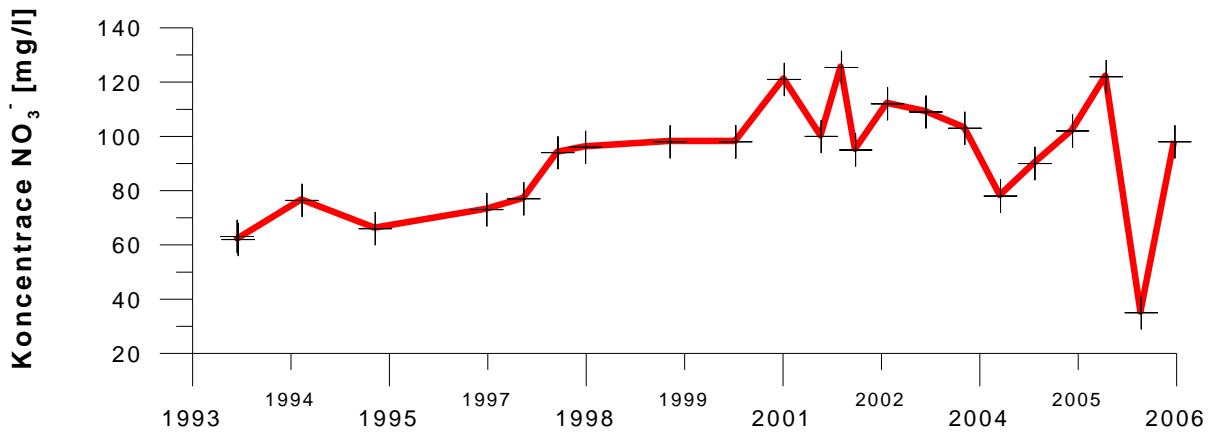
Datum chemického rozboru

Obr. 28/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-4 v letech 1993 až 2006



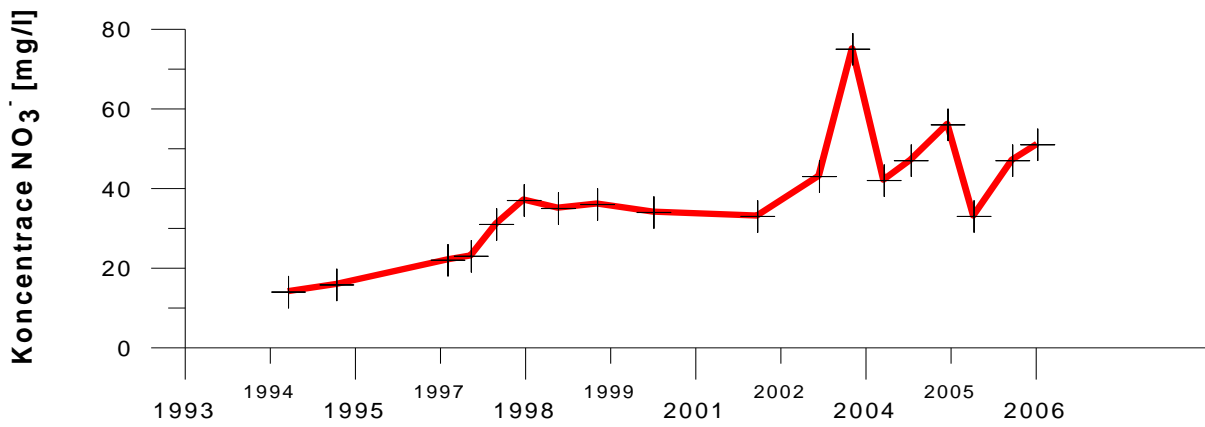
Datum chemického rozboru

Obr. 29/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-5 v letech 1993 až 2006



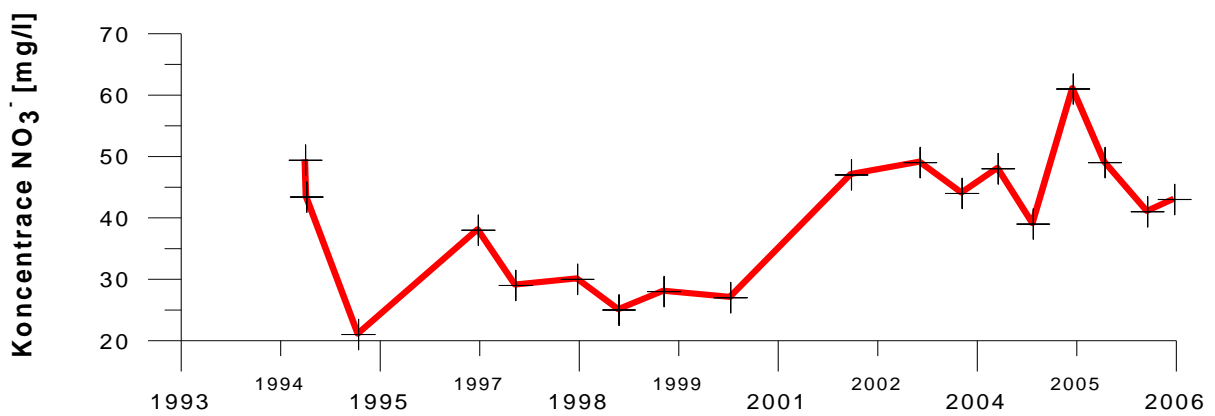
Datum chemického rozboru

Obr. 30/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-6 v letech 1993 až 2006



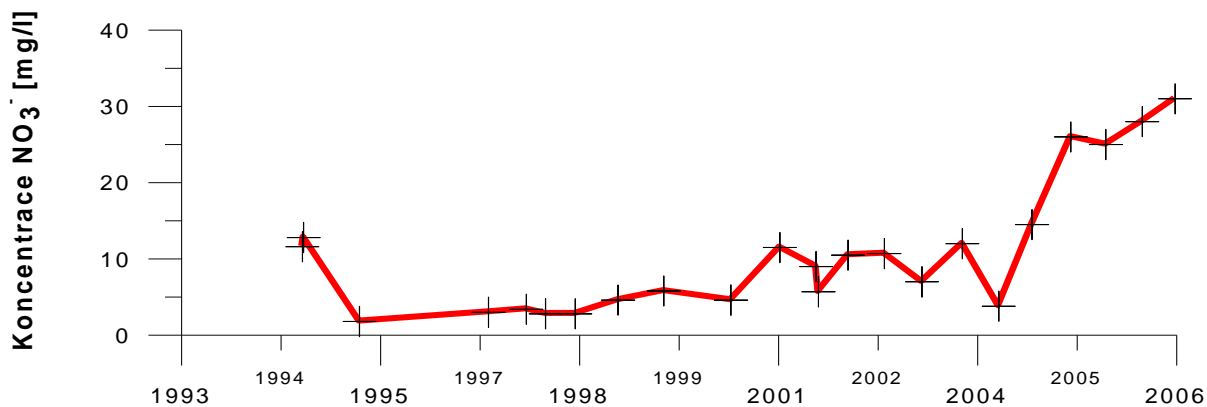
Datum chemického rozboru

Obr. 31/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-7 v letech 1994 až 2006

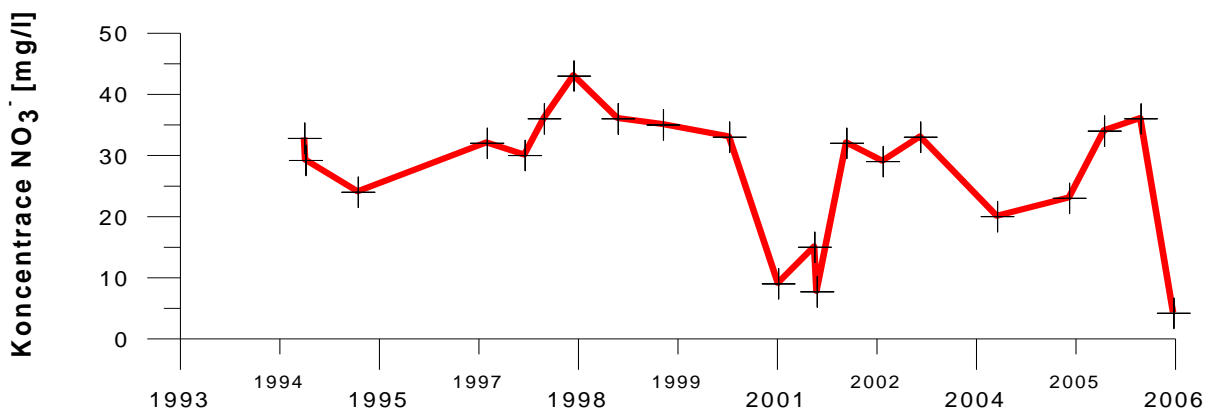


Datum chemického rozboru

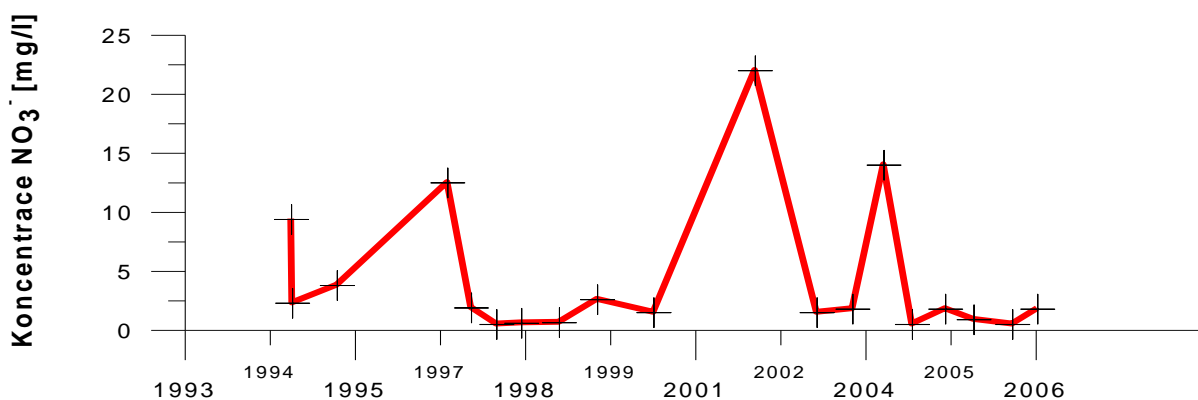
Obr. 32/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-8 v letech 1994 až 2006



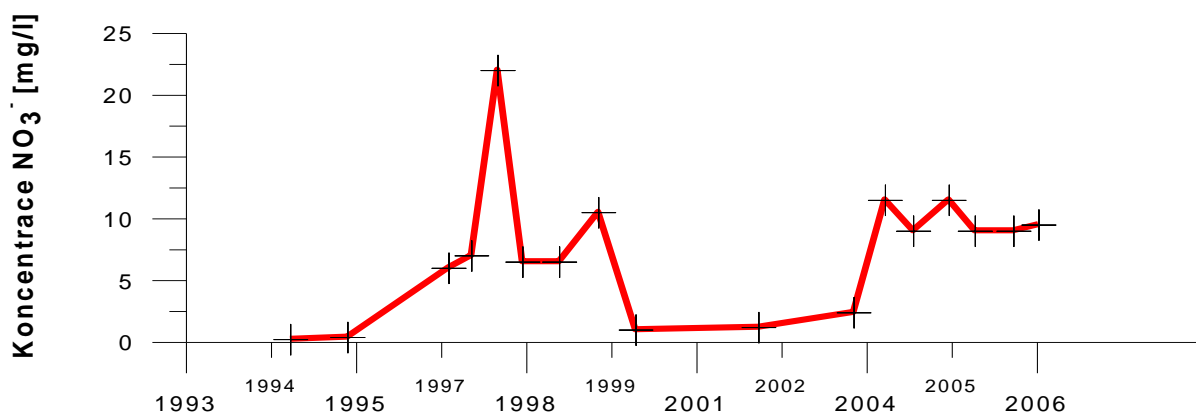
Datum chemického rozboru
Obr. 33/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-9 v letech 1994 až 2006



Datum chemického rozboru
Obr. 34/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-10 v letech 1994 až 2006



Datum chemického rozboru
Obr. 35/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-11A v letech 1994 až 2006



Datum chemického rozboru

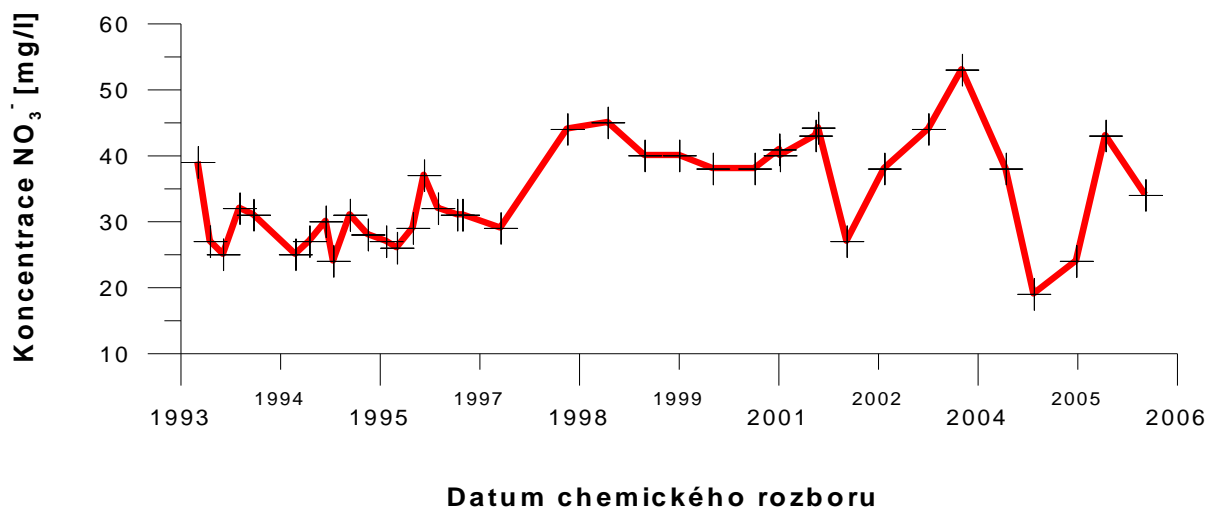
Obr. 36/Koncentrace dusičnanů ve vrtu MIS-12 v letech 1994 až 2006

Oblast severozápadní části pánve u Dolního Bukovska

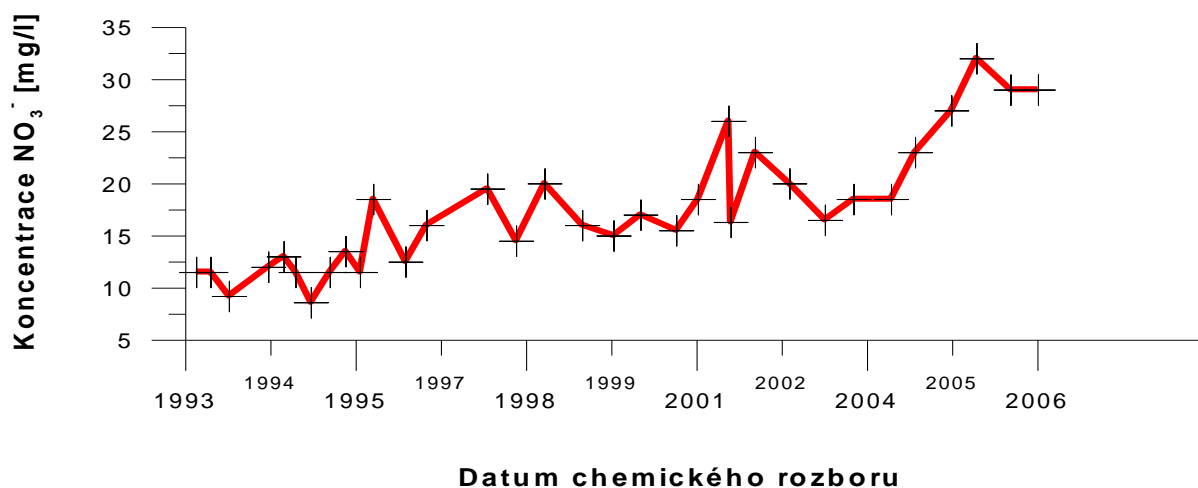
V této oblasti je kontaminace sledována ve vrtu V-18 Dolní Bukovsko. Ve vrtu se vyskytují dusičnanové ionty, jejich maximální koncentrace byla v roce 2003 a to hodnotou 53 mg/l. Dlouhodobě je koncentrace dusičnanů proměnlivá v rozmezí od cca 20 mg/l do cca 50 mg/l. Koncentrace dusičnanů jsou uvedeny v obrázku č. 37.

Další vrt, kde se byly zaznamenány dusičnany je HV-1 Hartmanice. V tomto vrtu byla zjištěna maximální koncentrace dusičnanů v roce 2005 hodnotou 32 mg/l. Koncentrace dusičnanů ve vrtu HV-1 Hartmanice jsou uvedeny v obrázku č. 38.

Kontaminace podzemních vod v této oblasti je podle Čurdy et al. (2006) způsobena zřejmě plošnou aplikací umělých hnojiv a kejdy na polnosti. Ke kontaminaci podzemních vod v této oblasti mohou přispívat i lokální zdroje kontaminace v krystaliniku a na okraji pánve v místech, kde se nachází živočišná výroba (Čurda et al. 2006).



Obr. 37/Koncentrace dusičnanů ve vrtu V-18 v letech 1993 až 2005



Obr. 38/Koncentrace dusičnanů ve vrtu HV-1 v letech 1993 až 2006

8. Ochrana podzemních vod

V severní části Třeboňské pánve nebylo zjištěno žádné znečištění podzemních vod, které by pocházelo z průmyslové činnosti. Nejbližším potencionálním zdrojem znečištění, kterým by byl průmyslový podnik se nachází ve Veselí nad Lužnicí. Tento podnik však leží mimo oblast severní části Třeboňské pánve.

Významnými zdroji znečištění podzemních vod jsou objekty zemědělské činnosti, sklady umělých hnojiv, osídlení obyvateli, dále sklady pohonných hmot, olejů, impregnačních prostředků a podobných látek. Dalším zdrojem znečištění může být kamenolom, který se nachází nedaleko obce Ševětín.

Severní část Třeboňské pánve je vodárensky intenzivně využívané území. Je třeba dodržovat přísná opatření, která zamezí kontaminaci podzemních vod a přispějí tak k jejich

ochraně. Přísná opatření se týkají aplikace hnojiv a prostředků chemické ochrany polních plodin.

8.1. Návrh opatření pro zvýšení jakosti vod

V severní části Třeboňské pánve je několik oblastí, v kterých byla zaznamenána kontaminace podzemních vod. V těchto oblastech je třeba pravidelně sledovat jakost podzemních vod. V následujících odstavcích navrhuji jednotlivá opatření pro zvýšení jakosti podzemních vod v oblastech, v kterých byla tato kontaminace zaznamenána. Na obrázku č. 39 je znázorněno šíření koncentrace dusičnanů v podzemních vodách, tak jak je vykreslil program FEFLOW.

Vlastiboř

Ve vrtech v okolí Vlastiboře je kontaminace dusičnany způsobena aplikací hnojiv a zřejmě i bývalým polním skladem umělých hnojiv. V této oblasti jsou prováděny chemické rozbory podzemních vod dvakrát ročně na vrtech Ch-7, Ch-8 a V-23 Vlastiboř. Dále dochází ke sledování jakosti podzemních vod v nepravidelných intervalech ve vrtu B-7a.

Pro sledování šíření kontaminace podzemních vod a pro zlepšení jakosti podzemních vod v této oblasti navrhuji následující opatření:

- omezit aplikaci umělých hnojiv a aplikovat spíše živočišná hnojiva v množstvích a v ročních obdobích, které jsou předepsány a aplikovány v ekologickém zemědělství
- lokalizovat možné zdroje znečištění, které by pocházely z bývalého letiště a polního skladu, který se na něm nacházel
- ověřit možnost využití vrtů B-8 a B-8a ke sledování jakosti podzemních vod ovlivněných bývalým polním skladem na letišti
- sledovat jednou ročně jakost podzemních vod ve vrtech borkovických a mažických blat ZP-3, ZE-3 a ZE-4
- ověřit jakost podzemní vody vrtu ZI-1
- sledovat dvakrát ročně jakost podzemních vod vrtů Ch-7 a Ch-8, chemický rozbor by měl být proveden, až po odčerpání podzemní vody, která představuje trojnásobek objemu vrtu
- nadále sledovat jakost podzemních vod vrtu V-23 Vlastiboř

Dynín

V oblasti Dynína je kontaminace podzemních vod způsobena skladováním umělých hnojiv v areálu bývalého agrochemického podniku Dynín, dnes ASG České Budějovice a.s. Z tohoto jsem vycházel i při vytváření modelu šíření kontaminace v okolí Dynína.

V okolí Dynína dochází ke sledování jakosti podzemních vod ve vrtech řady DIS dvakrát ročně. Dále je samozřejmě sledována jakost vod ve vrtech jímací linie Horusice - Dolní Bukovsko, jelikož tyto vody jsou využity jako vody pitné.

Pro sledování šíření kontaminace podzemních vod a pro zlepšení jakosti podzemních vod v okolí Dynína navrhuji následující opatření:

- skladování hnojiv v areálu AGS České Budějovice a.s. by nemělo být na volném prostranství
- pokud není v areálu AGS České Budějovice a.s. nepropustný povrch, doporučuji jej udělat, aby nedocházelo k úniku umělých hnojiv
- v areálu byly vyhloubeny vrty řady HJ, doporučuji sledovat jakost podzemních vod v těchto vrtech jednou měsíčně
- čerpat podzemní vodu z vrtů řady HJ a provést její dekontaminaci
- provést horizontální a vertikální lokalizaci kontaminačního mraku mimo areál skladu AGS České Budějovice a.s.
- nadále sledovat jakost podzemních vod vrtů řady DIS, chemický rozbor by měl být proveden, až po odčerpání podzemní vody, která představuje trojnásobek objemu vrtu

Oblast v okolí Pelejovic, Neplachova, Ševětína a Mazelova

V této oblasti je kontaminace způsobena aplikací hnojiv na polnosti a v oblasti východně od Mazelova je kontaminace způsobena velkokapacitním vepřínem. V této oblasti probíhá sledování jakosti podzemních vod ve vrtech řady MIS, dále ve vrtech H-5 Mazelov, H-7 Pelejovice a HV-1 Neplachov.

Pro sledování šíření kontaminace podzemních vod a pro zlepšení jakosti podzemních vod v oblasti mezi obcemi Pelejovice, Neplachov, Ševětín a Mazelov a východně od obce Mazelov navrhuji následující opatření:

- omezit aplikaci umělých hnojiv a aplikovat spíše živočišná hnojiva v množstvích a v ročních obdobích, které jsou předepsány a aplikovány v ekologickém zemědělství
- v podzemních vodách vrtů H-5 Mazelov, H-7 Pelejovice a HV-1 Neplachov provést analýzu izotopů dusíku za účelem určení zda se jedná o organický nebo anorganický dusík
- v areálu velkokapacitního vepřína a v jeho okolí byly vyhloubeny vrty řady PJ, doporučuji sledovat dvakrát ročně koncentrace dusitanů, dusičnanů a amonných iontů v podzemních vodách těchto vrtů
- zamezit úniku kejdy v areálu velkokapacitního vepřína Mazelov a tím zamezit samovolnému vsakování do horninového prostředí

- nadále sledovat jakost podzemních vod vrtů řady MIS, H-5 Mazelov, H-7 Pelejovice a HV-1 Neplachov, chemický rozbor by měl být proveden, až po odčerpání podzemní vody, která představuje trojnásobek objemu vrtu

Oblast severozápadní části pánve u Dolního Bukovska

V oblasti severozápadní části pánve je kontaminace podzemních vod pravděpodobně způsobena plošnou aplikací umělých hnojiv a kejdy na polnosti. V této oblasti jsou prováděny chemické rozbor podzemních vod dvakrát ročně na vrtech V-18 Dolní Bukovsko a HV-1 Hartmanice.

Pro sledování šíření kontaminace podzemních vod a pro zlepšení jakosti podzemních vod v této oblasti navrhuji následující opatření:

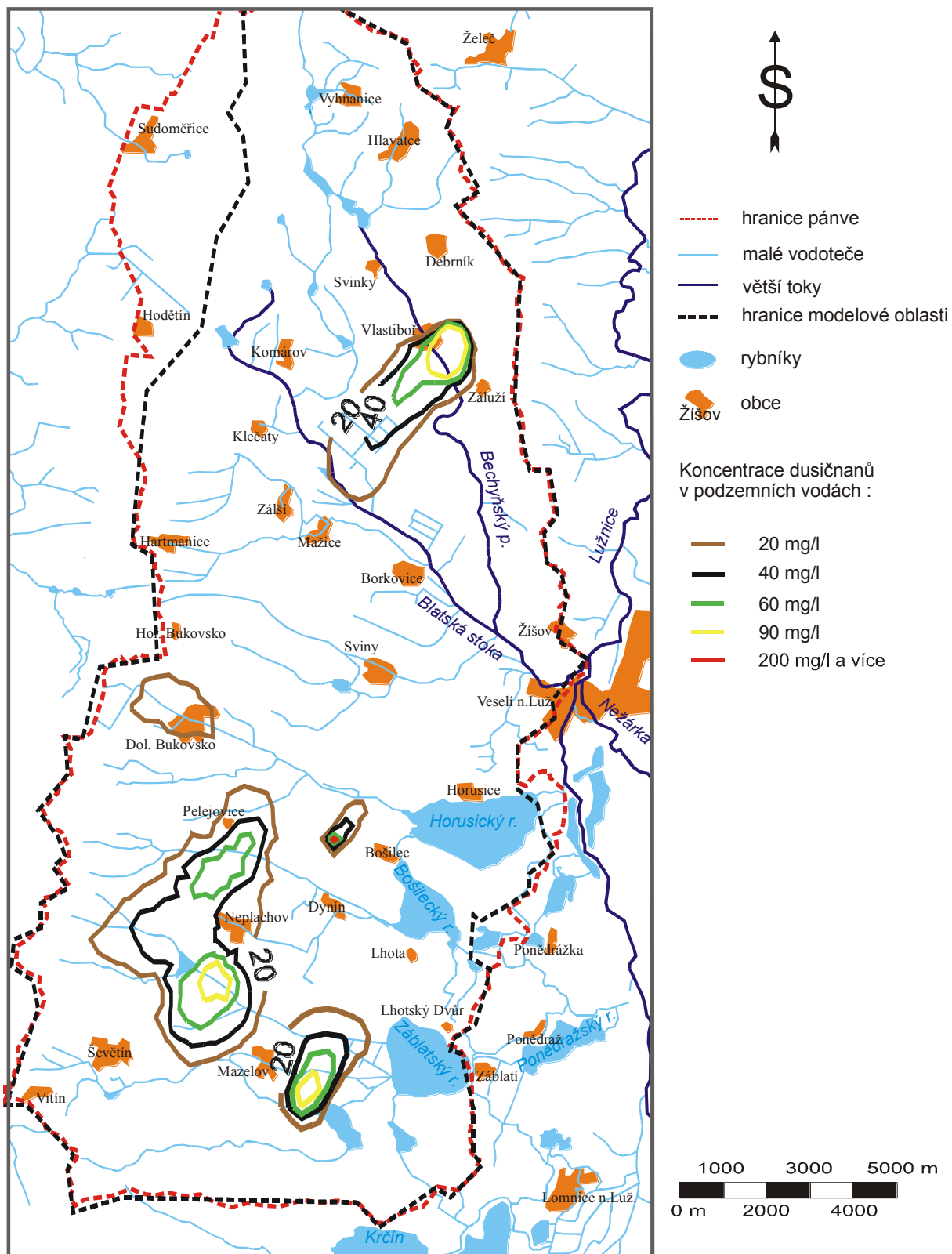
- omezit aplikaci umělých hnojiv a aplikovat spíše živočišná hnojiva v množstvích a v ročních obdobích, které jsou předepsány a aplikovány v ekologickém zemědělství
- v podzemních vodách vrtů V-18 Dolní Bukovsko a HV-1 Hartmanice provést analýzu izotopů dusíku za účelem určení zda se jedná o organický nebo anorganický dusík

Lhotský Dvůr

Ve Lhotském Dvoře se nachází areál velkovýkrmný prasat. Kejda z tohoto areálu je skladována v nádržích a sběrných jímkách a poté aplikována na okolní polnosti.

Pro sledování jakosti podzemních vod a ochranu podzemních vod v oblasti Lhotského Dvora navrhuji následující opatření:

- aplikovat živočišná hnojiva v množstvích a v ročních obdobích, které jsou předepsány a aplikovány v ekologickém zemědělství
- sledovat dvakrát ročně koncentrace dusitanů, dusičnanů a amonných iontů v podzemních vodách vrtů, které jsou v okolí velkovýkrmný prasat



Obr. 39/Průběh koncentrace dusičnanů ve vybraných místech severní části Třeboňské pánve

9. Výsledky a diskuse

Jakost podzemních vod

Podzemních vody severní části Třeboňské pánve dosahují různých jakostí. Tato různost v jakosti je dána oblastí v které jsou tyto podzemní vody a také hloubkou, v které podzemní vody proudí. V severní části Třeboňské pánve je několik oblastí, v kterých je jakost podzemních vod ovlivněna kontaminací dusičnany.

Podzemní vody jsou nejkvalitnější mezi obcemi Horusice a Dolní Bukovsko. Nachází se zde několik vrtů, které tuto kvalitní podzemní vodu jímají. Jakost vod je dokumentována v kapitole 6.2.

Hydraulický model proudění podzemních vod

Hydraulický model proudění podzemních, který jsem vytvořil v programu FEFLOW, ukazuje hydraulické výšky hladin podzemní vody. Podzemní voda proudí ze severu do oblasti borkovických a mažických blat ve střední části severní části Třeboňské pánve, kde dochází k drenáži podzemních vod do blatské stoky. Z jižní a z jihozápadní části zájmového území proudí podzemní voda severovýchodním a východním směrem. Proudění podzemních vod je ovlivněno jímací linií Horusice - Dolní Bukovsko. V této oblasti je z průběhu hydroizohyps patrný pokles hladiny podzemní vody, vzniklý jímáním podzemních vod.

Hydraulický model byl odladěn kalibrací podle hladinového kritéria. Zadal jsem do modelu hydraulické vodivosti a po té je měnil tak, aby se co nejlíže k sobě přiblížila modelová a skutečná hladina. Konečné koeficienty filtrace se pohybovaly od 10^{-3} m/s do 10^{-6} m/s. Celkem jsem využil 8 vrtů pro kontrolu modelové a skutečné hladiny podzemních vod. Přesnost hydraulického modelu dokládá tabulka č. 11, která dokumentuje rozdíly mezi modelovými a skutečnými hladinami podzemních vod v kontrolních vrtech. Rozdíly těchto hladin se pohybují do cca 2 m.

Tab. 11/Kalibrované hladiny podzemních vod hydraulického modelu

Vrt	Měřená hladina [m n.m.]	Modelová hladina [m n.m.]
B-3	413,44	414,1
B-8	430,19	431,1
HJ-1	460,85	460,1
B-6	423,79	423,8
B-15	423,48	424,5
MIS-11a	429,19	431,1
DIS-7A	418,05	417,9
HV-8	415,88	416,2

Model šíření kontaminantu

Model pohybu kontaminantu ukazuje jak se šíří kontaminace podzemních vod severní části Třeboňské pánve. Koncentrace kontaminantu jsem zadával jako bodové a plošné zdroje. Jako bodový zdroj jsem zadal kontaminaci v okolí velkokapacitního vepřína Mazelov a areálu ASG České Budějovice. Dále jsem zadal bodový zdroj kontaminace i v okolí Vlastiboře. V okolí Neplachova, Pelejovic, Ševětína a Dolního Bukovska jsem zadával plošný zdroj kontaminace.

Počáteční koncentrace kontaminantu, v tomto případě dusičnanů jsem vkládal náhodné hodnoty a snažil je měnit tak, aby souhlasily s koncentracemi ve vrtech zájmového území, tak jak byly naměřeny v letech 2003 až 2007. To samozřejmě vyvolává pochybnosti o přesnosti tohoto modelu. Model šíření kontaminace udává směry šíření kontaminace a na toto nemá vliv rozdíl v čase v měření hladin podzemních vod a koncentrací dusičnanů.

Přesnost modelu šíření kontaminace dusičnany dokládá tabulka č. 12, která dokumentuje rozdíly v koncentracích mezi modelem a skutečností. Dá se říci, že čím menší rozdíly v koncentracích dusičnanů jsou mezi vrty v modelu a ve skutečnosti, tím je přesnější směr šíření kontaminace v modelu.

Tab. 12/Koncentrace dusičnanů ve vrtech modelu šíření kontaminace

Vrt	Datum chemického rozboru	Koncentrace dusičnanů ve vrtech [mg/l]	Koncentrace dusičnanů ve vrtech modelu [mg/l]
V-23 Vlastiboř	13.2.2007	57	64
Ch-7 Borkovice	30.5.2006	28	27
DIS-1	18.10.2006	451	442
DIS-2	18.10.2006	448	432
V-16C Horusice	2.10.2006	12	15
V-16 Dolní Bukovsko	25.9 2007	4,8	6,8
H-3 Sedlíkovice	25.9.2007	10,5	5,2
V-18 Dolní Bukovsko	5.5.2006	34	36
H-7 Pelejovice	9.10.2006	69	68
H-5 Mazelov	24.10.2006	108	102
HV-1 Neplachov	26.5.2003	51	51
MIS-1	2.10.2006	103	100
MIS-7	19.10.2006	51	57
MIS-10	20.4.2006	36	40

Model šíření kontaminace ukázal směr šíření kontaminace v severní části Třeboňské pánve. Kontaminace, která je v okolí Vlastiboře postupuje směrem k obcím Mažice a Zálší. Kontaminace u obce Mazelov postupuje směrem ke středu pánve k obci Dynín. Kontaminace u obce Dynín směřuje k čerpací linii Horusice-Dolní Bukovsko. Je zřejmě jen otázkou času, kdy se dusičnany dostanou do vrtů jímací linie Horusice-Dolní Bukovsko. Kontaminace mezi obcemi Ševětín, Neplachov, Pelejovice a Dynín je zřejmě od plošného zdroje kontaminace. Tato kontaminace postupuje severovýchodním směrem ke středu pánve. Kontaminace, která je severozápadně od obce Dolní Bukovsko postupuje východním směrem k vrtům v okolí Bukovského potoka, tj. k vrtům jímací linie Horusice-Dolní Bukovsko.

10. Závěr

Tato diplomová práce je založena na zpracování archivních a současných údajů o chemismech podzemních vod, ale rovněž jsem provedl měření hladin ve vrtech, modelování proudění a určil jsem směry šíření kontaminace v podzemních vodách.

V roce 2007 jsem začal sbírat informace o jakostech podzemních vod v severní části Třeboňské pánve. Celkem se mi podařilo získat informace o chemismech podzemních vod ze tří stovek vrtů. Z tohoto množství informací jsem vybral několik desítek vrtů, pomocí kterých jsem popsal chemismus podzemních vod. Podařilo se mi vytvořit přehled jakosti podzemních vod zájmového území.

Jakost podzemních vod jsem porovnal s vyhláškou 252/2004 Sb. pro pitné vody a zhodnotil, v kterých ukazatelích jakost podzemních vod v jednotlivých vrtech vyhovuje a v kterých nevyhovuje této vyhlášce. Nej kvalitnější podzemní vody jsou podle vyhlášky 252/2004 Sb. v oblasti jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko.

V diplomové práci jsem rovněž zhodnotil stálost chemismu podzemních vod v čase. Tato stálost chemismu je rozdílná pro jednotlivé vrty a oblasti. Stálost či nestálost chemismu podzemních vod je ovlivněna kontaminací v podzemních vodách pánve.

V roce 2007 jsem též provedl terénní rekognoskaci celé severní části Třeboňské pánve, při které se mi podařilo lokalizovat a získat informace o většině významných zdrojích znečištění podzemních vod. Tyto zdroje jsou především tvořeny hospodářskými objekty, v kterých se chovají hospodářská zvířata. Dalším zdrojem je nepochybně aplikace hnojiv na polnosti a místa, kde se tato hnojiva skladují.

Začátkem roku 2008 jsem začal s vytvářením hydraulického modelu v programu FEFLOW. Po zadání počátečních podmínek jsem provedl měření v terénu, při kterém jsem získal hladiny podzemních vod z 25 vrtů v severní části Třeboňské pánve. Z těchto vrtů jsem jich poté několik vybral a tyto pak sloužily ke kalibraci hydraulického modelu. Po kalibraci modelu jsem do něho zadal informace o zdrojích kontaminace a tím jsem získal směry šíření této kontaminace. Výsledky, které poskytl program FEFLOW jsem interpretoval pomocí programů SURFER a COREL. Model šíření kontaminace ukázal, že kontaminace podzemních vod v okolí Dynína směřuje k jímací linii Horusice – Dolní Bukovsko a tím do budoucna ohrožuje jakost těchto kvalitních podzemních vod v této oblasti. Model šíření kontaminace měl dále potvrdit, zdroj kontaminace ve vrtu V-23 Vlastiboř. Tímto zdrojem měl být mimo plošné aplikace hnojiv i bývalý polní sklad hnojiv. Model šíření kontaminace podzemních vod tuto domněnku o bývalém skladu hnojiv potvrdil jako možný zdroj znečištění.

Literatura:

Nepublikovaná zpráva:

Čurda S., Petr J., Šantrůček J., Chaloupka J. (1985) : Třeboňská pánev – severní část, Závěrečné hodnocení hydrogeologického průzkumu, Vodní zdroje n. p., Praha

Čurda S., Milický M., Zeman O., Chaloupková M. (2006) : Třeboňská pánev - severní část, Bilance zásob podzemních vod a jejich jakosti v hydrologickém roce 2005, Progeo, s.r.o., Roztoky u Prahy

Hazdrová M., Krásný J., Daňková H., Kněžek M., Kulhánek V., Trefná E. (1984) : Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1 : 200000 - list 22 Strakonice, Ústřední ústav geologický, Praha

Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z. (2002) : Geologická minulost České republiky, Academia, Praha

Kadlecová R., Bruthans J., Buzek F., Oster H., Zeman O. (2008) : Doba zdržení a původ nitrátů v podzemní vodě v okrajových partiích křídových pánví, zpráva je v tisku

Malecha A., Domečka K., Opletal M., Střída M., Šalanský K., Žebera K. (1976) : Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25000 - list 22-424 Zálší, Ústřední ústav geologický, Praha

Malecha A., Hazdrová M., Holásek O., Klečák J., Líbalová J., Mašek J., Pokorný J., Šalanská K., Volšan V. (1991) : Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSFR 1 : 25000 - list 22-442 Dolní Bukovsko, Český geologický ústav, Praha

Petránek J. (1993) : Malá encyklopedie geologie, Nakladatelství JIH, České Budějovice

Pitrák M. (2007) : Hydro – karotážní měření přirozeného proudění podzemní vody v sedimentárních horninách s využitím metody ředění označené kapaliny, Přírodovědecká

fakulta Univerzity Karlovy – Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky,
Praha

Suchan M., Paštyka L., Večerek L., (2002) : Návrh ochranných pásem zdrojů
podzemních vod – vrtu V-23 Vlastiboř, Vodovody a kanalizace jižní Čechy a.s., České
Budějovice

Šantrůček J., Polesná J. (1991) : Jakost podzemních vod v severní části Třeboňské
pánve, Vodní zdroje Zličín, s.p., Praha

Zpráva z Geofondu:

Beran M., Taranza J., Novotná V. (2002) : Mazelov - vyhodnocení průzkumných
hydrogeologických prací na vrtu MH-1, Hydrogeologie Chrudim, s.r.o., Chrudim (GF
P103565)

Čurda S., Petr J., Šantrůček J., Chaloupka J. (1981) : Třeboňská pánev – severní část,
Závěrečné zhodnocení hydrogeologického průzkumu, Vodní zdroje, Praha (GF P039298)

Daněk A. (2001) : Horusická jímací linie – Sedlíkovice H4-A, zpráva o
hydrogeologickém průzkumu, Hydroprůzkum České Budějovice, s.r.o., České Budějovice
(GF P101004)

Homolka M. (1987) : Zpráva o hydrogeologickém průzkumu pro rybářské středisko
v Ponědraži, Stavební geologie Praha – Závod České Budějovice, České Budějovice (GF
P059569)

Homolka M, Daněk A. (1994) : Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Dynín-
indikační systém, Hydroprůzkum České Budějovice, s. r.o., České Budějovice (GF P083852)

Homolka M, Daněk A. (1994) : Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Dynín-AP,
Hydroprůzkum České Budějovice, s. r.o., České Budějovice (GF P083853)

Homolka M. (2001) : Vyhnalice – Hlavatce, zpráva o hydrogeologickém průzkumu,
Hydroprůzkum České Budějovice, s.r.o., České Budějovice (GF P101003)

Chrástka F., Jerie R. (1993) : Mazelov – indikační systém, Zhodnocení výsledků hydrogeologického průzkumu, Vodní zdroje GLS Praha a.s., Praha (GF P080132)

Kněžek V. (1961) : Hydrogeologický průzkum Třeboňské pánve u Mažic - 1.etapa, Vodní zdroje, Praha (GF P012798)

Kněžek V. (1964) : Hydrogeologický průzkum v severní části Třeboňské pánve v okolí Mažic, Vodní zdroje, Praha (GF P016050)

Kněžek V. (1976) : Závěrečné zhodnocení hydrogeologického průzkumu, Vodní zdroje, Praha (GF P025350)

Kněžek V. (1979) : Borkovická blata. Posouzení melioračního zásahu a záměru intenzivního zelinářského využití - dílčí zpráva, Vodní zdroje Praha, Praha (GF P030586)

Kněžek V. (1989) : Stanovení ochranných pásem – Vlastiboř - PHO, Vodní zdroje Praha st.p., Praha (GF P067565)

Krásný J. (1974) : Základní hydrogeologický průzkum jihočeských pánví, Ústřední ústav geologický, Praha (GF P024152)

Lašek V. (2003) : Veselí nad Lužnicí – sodovkárna Fontea – Pozorovací vrty ZM-1 a ZM-3, GGS Litomyšl s.r.o., Litomyšl (GF P106768)

Šantrůček J., Polesná J. (1986) : Režimní sledování jakosti vod v severní části Třeboňské pánve – I. etapa, Vodní zdroje n.p., Praha (GF P052501)

Šantrůček J., Polesná J. (1988) : Režimní sledování jakosti vod v severní části Třeboňské pánve – II.etapa, Vodní zdroje Praha, Praha (GF P060416)

Zima K. (1959) : Podklady pro průzkum Třeboňské pánve mezi Horusicemi a Ševětínem, Vodní zdroje, Praha (GF P014913)

Zima K. (1961) : Hydrogeologický průzkum severní části Třeboňské pánve u Horusic-
závěrečná zpráva 1. etapy, Vodní zdroje, Praha (GF P012721)

Zdroj na webových stránkách:

ČHMÚ (2008) : Výsledky chemických rozborů podzemních vod z vrtů sledovaných
ČHMÚ. Český hydrometeorologický ústav, www.chmu.cz, 12.1.2008

Egner M. (2007) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro zařízení
„Výkrmna prasat Lhota“. Ministerstvo životního prostředí, www.env.cz, 17.3.2008

Flíček J. (2006) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro zařízení
„HELUZ cihlářský průmysl v.o.s.“. Ministerstvo životního prostředí, www.env.cz, 17.3.2008

Győrög Š. (2006) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro zařízení
„Kompresní stanice zemního plynu Veselí nad Lužnicí“. Ministerstvo životního prostředí,
www.env.cz, 17.3.2008

Horejšová (2004) : Popis vodovodů a kanalizací měst a obcí - správní obvod 3110
Soběslav. Jihočeský kraj, www.kraj-jihocesky.cz, 28.1.2008

Jech J. (2007) : Informace o farmě Jech spol. s r.o. Farma Jech spol. s r.o.,
<http://sweb.cz/farma.Jech/>, 28.8.2007

Láznička P. (2007) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro
zařízení „Výkrmna prasat Mazelov“. Ministerstvo životního prostředí, www.env.cz,
17.3.2008

Láznička P. (2007) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro
zařízení „Odchovna kuřic a výkrmna brojlerů Dolní Bukovsko“. Ministerstvo životního
prostředí, www.env.cz, 17.3.2008

Lázníčka P. (2007) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro zařízení „1. Jihočeský drubežářský podnik, s.r.o. – provozovna Sviny“. Ministerstvo životního prostředí, www.env.cz, 17.3.2008

Lázníčka P. (2007) : Rozhodnutí o žádosti o vydání integrovaného povolení pro zařízení „Chov nosnic Dynín“. Ministerstvo životního prostředí, www.env.cz, 17.3.2008

Vokounová (2004) : Popis vodovodů a kanalizací měst a obcí - správní obvod 3102 České Budějovice. Jihočeský kraj, www.kraj-jihocesky.cz, 28.1.2008

Ústní sdělení:

Filípková M. (2007) : Informace o kanalizaci v obci Dolní Bukovsko. Ústní sdělení. Marie Filípková, Dolní Bukovsko 97, 373 65 Dolní Bukovsko

Frejlich J. (2007) : Informace o počtu kusů chovaného dobytka v obci Klečaty. Ústní sdělení, Josef Frejlich, U Lípy 89, Čelkovice, 390 01 Tábor

Hlásek O. (2007) : Informace o zemědělské činnosti v obci Žišov. Ústní sdělení, Oldřich Hlásek, Jiráskova 308, 391 81 Veselí nad Lužnicí

Kukačka L. (2007) : Informace o hospodářských zvířatech společnosti Ponědraž s r.o. a o kanalizaci v obcích Ponědraž a Ponědražka. Ústní sdělení, Lukáš Kukačka, Ponědraž s r.o., Ponědraž 27, 379 01 Ponědraž

Láf M. (2007) : Informace o zemědělské činnosti v obcích Záblatí a Lhota u Dynína a likvidaci splaškových vod v obci Záblatí. Ústní sdělení, Miroslav Láf, Záblatí 14, 378 16 Záblatí

Nestával F. (2008) : Informace o jakosti podzemních vod jímací linie Horusice – Dolní Bukovsko, František Nestával, Sdružení měst a obcí Bukovská voda, Týnská ul. 292, 373 65 Dolní Bukovsko

Sládek M. (2008) : Informace o kanalizaci v obci Sviny. Ústní sdělení. Michal Sládek, Sviny 81, 391 81 Veselí nad Lužnicí

Smítka J. (2007) : Informace o bývalém polním letišti u Vlastiboře. Ústní sdělení. Jan Smítka, Vlastiboř 21, 392 01 Vlastiboř

Šimák J. (2007) : Informace o zemědělské činnosti v obcích Hlavatce a Vyhnanice. Ústní sdělení, Josef Šimák, Hlavatce 25, 391 73 Hlavatce

Štěcha R. (2007) : Informace o zemědělské činnosti a kanalizaci v obci Mazelov. Ústní sdělení, Roman Štěcha, Bohuslava Martinů 402/38, 370 01 České Budějovice

Švec J. (2007) : Informace o vrtu V23 Vlastiboř. Ústní sdělení.(Jan Švec, Obecní úřad, Vlastiboř 45, 392 01 Vlastiboř

Švejda P. (2007) : Informace o zemědělské činnosti v obci Klečaty. Ústní sdělení, Pavel Švejda, Klečaty 43, 391 81 Zálší

Tomášek J. (2007) : Informace o kanalizaci v obcích Borkovice a Zálší a informace o zemědělské činnosti v obci Zálší a Mažice. Ústní sdělení, Josef Tomášek, 39191 Borkovice

Valenta J. (2008) : Informace o počtu prasnic v porodně Hodětín a o kejdovém hospodářství. Ústní sdělení. Josef Valenta, Březnice u Bechyně, 391 71 Březnice u Bechyně

Vobr J. (2007) : Informace o zemědělské činnosti v obci Ponědrážka. Ústní sdělení, Jiří Vobr, Ponědrážka 40, 379 01 Ponědrážka

Vondrášková L. (2008) : Informace o počtu skotu v obci Bošilec a informace o kanalizaci v obcích Bošilec a Dynín. Ústní sdělení. Lenka Vondrášková, Bošilec 13, 373 65 Dolní Bukovsko

Zeman O. (2008) : Informace o čerpaných množstvích podzemních vod v zájmovém území. Ústní sdělení, Ondřej Zeman, Progeo s.r.o., Tiché Údolí 113, 252 63 Roztoky u Prahy

PŘÍLOHY

Příloha č. 1a. Měřené hladiny podzemních vod vrtů severní části Třeboňské pánve

Vrt	Výška hladiny [m p.t.]	Úroveň hladiny podzemní vody [m n.m.]
HJ-1 Vyhnanice	1,15	460,85
HJ 402/1 Hodětín	1,15	432,05
HJ 402/2 Hodětín	0,57	432,63
B-6 Komárov	-1,2	423,79
B-8a Vlastiboř	11,28	422,77
B-8 Vlastiboř	0,14	430,19
Ch-4 Borkovice	0,42	412,58
Ch-5 Borkovice	0,52	412,48
ZF-1 Vlastiboř	1,42	422,78
ZF-2 Vlastiboř	1,04	423,03
ZF-3 Vlastiboř	1,08	423,13
ZI-1 Borkovice	1,96	414,04
ZI-2 Borkovice	0,69	415,31
ZI-3 Borkovice	0,85	415,15
B-3 Borkovice	0,56	413,44
B-15 Mažice	2,17	423,48
B-15a Mažice	3,88	421,77
MH-26 Mažice	2,60	423,05
Ch-9 Dolní Bukovsko	22,60	416,40
H-7 Pelejovice	18,32	420,68
V-16C Horusice	3,42	412,58
DIS-7A Bošilec	6,47	418,05
DIS-7B Bošilec	8,10	416,42
MIS-11a Mazelov	1,01	429,19
HV-8 Veselí nad Lužnicí	1,62	415,88

Vysvětlivky: [m p.t.]..... metry pod terénem

Příloha č. 1b. Polohy vrtů, jejichž hladiny podzemní vody byly měřeny

