

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zhodnocení zásob a využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí

Evaluation of groundwater storage and use in Ústí nad Orlicí

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Pavlásek, Ph.D

Bakalant: Tomáš Pivrnec

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Pivrnec

Vodní hospodářství

Název práce

Zhodnocení zásob a využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí

Název anglicky

Evaluation of groundwater storage and use in Ústí nad Orlicí

Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení zásob a využívání podzemních vod na vybrané lokalitě. Popis jímacích vrtů a zásobování vodou město Ústí nad Orlicí.

Metodika

- 1) Získání dat o využívání podzemních vod na vybrané lokalitě
- 2) Zhodnocení jímání zásob podzemních vod
- 3) Zhodnocení vybraných ukazatelů kvality vody
- 4) Posouzení vlivu množství čerpané vody na její kvalitu

Doporučený rozsah práce

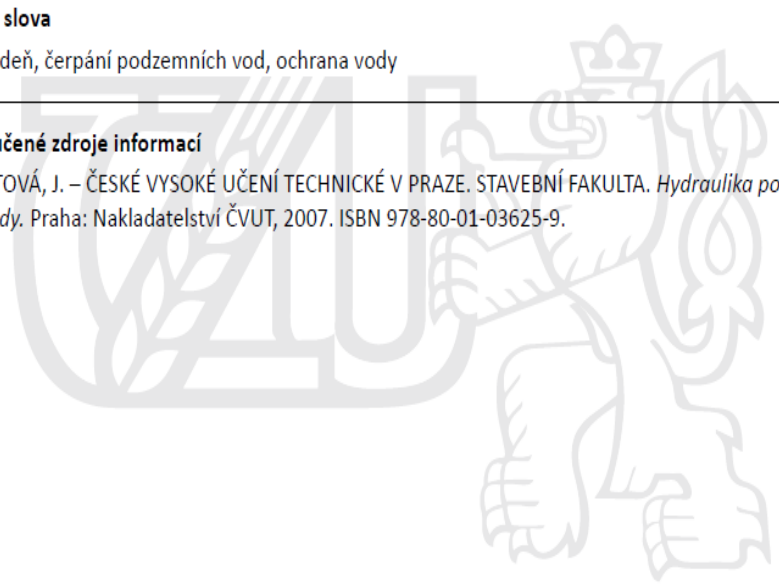
30 – 40 stran

Klíčová slova

vrt, zvodeň, čerpání podzemních vod, ochrana vody

Doporučené zdroje informací

VALENTOVÁ, J. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. STAVEBNÍ FAKULTA. *Hydraulika podzemní vody*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03625-9.



Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jiří Pavlásek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 6. 4. 2016

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 4. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci nazvanou "Zhodnocení zásob a využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí" vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Pavláška, Ph.D. Při realizaci bakalářské práce jsem použil pouze materiály, které jsou uvedené v seznamu použité literatury a zdrojů. Jako autor bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Tomáš Pivrnec

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce, Ing. Jiřímu Pavláskovi, Ph.D, za odborné rady a cenné připomínky. Mé poděkování patří také ředitelce vodohospodářské divize firmy Tepvos s.r.o v Ústí nad Orlicí Ing. Ivetě Doležalové, za poskytnutí odborných materiálů a praktických rad. Dále bych rád poděkoval mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali v průběhu studia a zpracování bakalářské práce.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na zhodnocení využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí. Část práce je orientována na obecný popis druhů vod z větší části zaměřený na vodu podzemní. Dále na jímání a ochranu podzemní vody. Druhá část je zaměřena na zájmovou oblast Ústí nad Orlicí, ve které se nachází vrty pro zásobování města vodou. Práce se zaměřuje na popis oblasti, jímacích objektů, historie zásobování, provoz vodovodů. Rozebrána zde je i kvalita vody pro vybrané látky, zásobování vodou a vývoj ceny v Ústí nad Orlicí. V závěru práce se porovnávají závislosti chemických látek na množství odebírané vody.

Klíčová slova: vrt, zvodeň, čerpání podzemních vod, ochrana vody, jakost vody

ABSTRAKT

This thesis is focused on the evaluation of the usage of groundwater in Ústí nad Orlicí region. Part of the thesis is oriented on the general description of the types of waters and focused on the groundwater, groundwater protection and pumping. Second part is focused on the specific territory close to the city of Ústí nad Orlicí, where the water wells for the city water supply are located. Thesis also describes territories of water intakes, history of water supply in the given territory and operation of the aqueducts. Thesis also analyses water quality for the specific elements, water supply and the price development of drinking water in Ústí nad Orlicí. The relation between an amount of pumping water and chemical composition of drinking water is presented at the final part of the thesis.

Key words: well, aquifer, groundwater pumping, water protection, water quality

Obsah

1. Úvod	10
2. Charakteristika vody	11
3. Druhy vod	12
3.1 Podzemní voda	12
3.1.1 Vody průlinové	14
3.1.2 Vody průlinovo – puklinové	14
3.1.3 Vody puklinové	14
3.1.4 Zásoby vody	15
3.2 Povrchové vody	16
4. Jímání vody	17
4.1 Druhy studní	17
5. Hydrogeologický průzkum	18
5.1 Hydrogeologické průzkumné dílo	19
6.1 Ochrana vod	20
6.1 Ochrana zvláštní	20
6.2 Chráněné oblasti přirozené akumulaci vod	21
6.3 Ochranná pásma vodních zdrojů	21
6.3.1 Ochranné pásmo I.	22
6.3.2 Ochranné pásmo II.	22
7. Zájmová oblast – Ústí nad Orlicí	23
7.1.1 Podnebí	24
7.1.2 Hydrologické poměry	24
7.1.3 Hydrogeologické poměry	24
7.1.4 Geologické poměry	25
7.1.5 Litologie	26
8. Jímací objekty v Ústí nad Orlicí	27
8.1 Hlavní vrt - Jímací vrt UO-02	28
8.2 Hlavní vrt - Jímací vrt Perla 06	28
8.3 Vedlejší vrt - Jímací vrt UO-1	29
8.4 Vedlejší vrt – Jímací vrt UO-3	29
8.5 Vedlejší vrt – Jímací vrt UO-04	29
9. Historie zásobování pitnou vodou	30
10. Provoz vodovodu – současné zásobování vodou v Ústí nad Orlicí	30

11. Skupinová čerpací zkouška.....	32
11.1 Čerpací zkouška na vrtech UO-2 a Perla 06	33
11.2 Stoupací zkouška	35
11.3 Vyhodnocení čerpací zkoušky	35
12. Ochranná pásma vybraných podzemních zdrojů.....	35
13. Kvalita vody.....	36
13.1 Výsledky hodnocení jakosti vody.....	36
13.1.1 Dusitany	37
13.1.2 Dusičnany.....	37
13.1.3 Chloridy	38
13.1.4 Mangan	39
13.1.5 Železo	40
13.1.6 CHSK Mn – Chemická spotřeba kyslíku manganistanem	42
13.1.7 Sírany.....	42
13.Hodnota pH vody	43
14. Zásobování vodou UO	44
14.1 Vývoj spotřeby vody v Ústí nad Orlicí	44
14.2 Zásobování vodou v Ústí nad Orlicí od roku 2010 do roku 2015	44
14.3 Evidence odběrů podzemní vody z jednotlivých vrtů	45
15. Vývoj ceny vody v Ústí nad Orlicí	47
Metodika	
16. Porovnání vlastností čerpané vody.....	50
17. Výsledky	51
17.1 Vrt UO-02	51
17.2 Perla 06	53
18. Diskuze	55
19. Závěr.....	56
20. Literatura.....	57
21. Legislativa.....	59
22. Přílohy	60

1. Úvod

V České republice více než polovina obyvatel využívá vodu z podzemních zdrojů. Podzemní voda bývá většinou kvalitnější než voda povrchová díky horninové samočisticí schopnosti. Jímání podzemní vody musí být vždy technicky účelné, bezpečné, hospodárné a kvalitativně dostačující. Vydatnost vrtů, které dodávají pitnou vodu obyvatelům, by měla být dostatečná pro potřebu a rozvoj města.

V současné době je kladen velký důraz na zásoby pitných vod, povrchových a podpovrchových. Vzhledem k tomu, že voda není na zemi rozložena rovnoměrně, je zapotřebí s ní velmi dobře hospodařit. Člověk by měl svou činností přispívat k uspokojování svých potřeb, ale zároveň myslet na to aby v dostatečné kvalitě a množství zůstala pro další generace. Při špatném využívání můžeme vodní zdroje podzemní a povrchové vody znehodnotit. Z větší části to platí pro vodu podpovrchovou.

Cílem bakalářské práce je zhodnocení zásob a využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí. Zvolil jsem si toto téma po společné konzultaci se svým vedoucím práce a to na základě zaměření mého studia oboru vodní hospodářství a blízkého vztahu k vybrané lokalitě, jelikož místo často navštěvuji již od dětství.

Bakalářskou práci budu členit do kapitol podle jejich zaměření. V první části se zaměřím na charakteristiku podzemních vod a její členění, druhy jímání podzemních vod, hydrogeologický průzkum a ochranná pásma vodních zdrojů. V druhé hlavní a stěžejní části se budu zabývat zájmovou oblastí městem Ústí nad Orlicí, zpracování dat o odběrech a kvalitě vody. Ve třetí části se zaměřím na závislost chemických látek na množství čerpané vody.

Práce je zaměřena na zařízení pro odebírání a akumulaci podzemních vod a její následnou distribuci do veřejné vodovodní městské sítě. Dále směřuje ke zhodnocení kvality a kvantity čerpané pitné vody v místě jejího jímání. V práci je sledována cena, kterou musí obyvatel v dané lokalitě platit a jak se bude v budoucnu vyvíjet cena vodného a stočného včetně ochranného pásma vodních zdrojů. Je vyhodnocena možná závislost kvality vody na množství čerpané vody.

Při zpracování bakalářské práce jsem čerpal z technické, odborné a naučné literatury převážně související s oborem vodní hospodářství. Dále jsem použil materiály týkající se jímacích zdrojů a vodovodní sítě poskytnuté firmou Tepvos s.r.o. Ústí nad Orlicí.

Základní pojmy

2. Charakteristika vody

Bez vody by nebyl život. Voda je jedním z přírodních živlů, který od pradávna má velkou úlohu v našich životech. Už od dávných dob, voda byla živel, před kterým se je třeba chránit, v případech povodní, ale také ho uctívat jako nezbytný zdroj života. Z velkých historických zkušeností se vyvinuly obory vodohospodářství a vodní stavitelství. Voda je nejdůležitější látka, která se chová výjimečně ve všech svých fyzikálně-chemických vlastnostech. Voda obsahuje dva atomy vodíky a jeden atom kyslíku, je jednou z nejjednodušších sloučenin ve vesmíru. Představuje nejrozšířenější látku na Zemi, je však nerovnoměrně rozložena. Většina voda, přes 97 % je ve světových oceánech, přičemž slaná voda je pro člověka do značné míry nepoužitelná. Pouze 3% jsou využitelné pro lidstvo. V průběhu svého koloběhu, ve styku s člověkem mění voda své vlastnosti, chemické příměsi, barva, teplota a podobně. Výhodou vody je, že má velkou samočisticí vlastnost. Voda se účastní v organickém a anorganickém světě mnoha reakcí. Oběh vody spojuje v přírodě biochemické a geochemické cykly. Ve vodním prostředí nebo přímým vlivem vody vznikla většina sedimentů, půdy i fosilní paliva. V biochemickém cyklu hraje voda důležitou roli jako nezastupitelný účastník fotosyntézy. Když s oxidem uhličitým a sluneční energií, přeměňují na organickou hmotu a kyslík. (Štěrbá 1986, Cílek 2004, Blažek a kol., 2006)

3. Druhy vod

Vodu rozdělujeme dle různých hledisek, jako je například dle *původu*, *účelu použití* a *výskytu*.

Podle **původu** dělíme vody na přírodní a odpadní.

Přírodní vody se vyskytují v přírodě ve svém přirozeném stavu, jako vody dešťová, sníh, podzemní voda, povrchová voda, pramenitá voda-minerální voda.

Odpadní vody pak můžeme dále rozdělit na komunální odpadní vody vzniklá každodenní činností a průmyslové odpadní vody, které vznikají v průmyslových podnicích.

Vodu podle **účelu** použití můžeme rozdělit na vodu pitnou a provozní.

Nejdůležitější dělení podle **výskytu** je voda podzemní – podpovrchová, povrchová. (Hasenöhrl, Jendželovská, 1982)

3.1 Podzemní voda

Podzemní voda je důležitou složkou hydrologického cyklu. Voda přitéká do hydrologického systému pomocí srážek ve formě deště a sněhu. Část srážkové vody odtéká po povrchu do povrchových toků a druhá část srážek se vsakuje do zemské půdy. Na obrázku č.1 vidíme, jak voda prosakuje do půdy, pomocí pórů, mezerami vytvořenými rostlinami a živočichy. Pod nenasycenou zónou se nachází zóna nasycená, která je zcela plně naplněna vodou. (Valentová 2007)



Obrázek č.1,Vznik podzemní vody(<http://water.usgs.gov/edu/watercycleczech.html>)

Vodní zákon definuje, podzemní vody jsou přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásnu nasycení v přímém styku s horninami. Jedná se pouze o vodu v zemských zvodnělých vrstvách a dutinách. Vodní zákon stanoví, že podzemními vodami jsou například vody, které protékají podzemními drenážemi i přesto, že se s horninami takřka nestýkají, ale na rozdíl od vod podzemních nejsou vody, které zasakují z povrchu země do nasyceného pásma a ani vody, které z podzemních vod vzlínají půdními kapilárami na povrch země. Do vod podzemních patří vody ve studních a vrtech, ale pouze pokud nevyvěrají na zemský povrch, tím by se jednalo o vody povrchové. (Strnad, 2015)

V podzemní části pod zemským povrchem se nachází několik vrstev různých hornin, propustných a nepropustných. Na nepropustné vrstvě hornin dochází ke koncentraci prosáklé srážkové povrchové vody a tímto dochází ke vzniku podzemní vody. Ta je obohacena různými druhy minerálů v závislosti, kterými horninami proteče a která hornina ji obohatí právě o tyto minerály. Můžeme mluvit o vodě tvrdé, ta je hodně zmineralizovaná a o vodě měkké, která obsahuje málo minerálů. (Strnad, 2015)

Kvalita vody.

U podzemní vody může dojít také k jejímu znečištění v důsledku pronikání škodlivých látek do půdy a to společně se srážkovými vodami, zvláště odpadních látek a tím i k ovlivnění kvality podzemní vody. Ta musí být dodržována dle platných právních předpisů, dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody při jímání podzemní vody pro potřeby zdrojů pitné vody. Kvalita voda bývá na našem území hodně proměnlivá a málokdy se najde zdroj podzemní vody v takové kvalitě, aby mohl být používán napřímo. V dnešní době je znečištění rozsáhlé a to v mělkých i v hlubších akumulacích podzemních vod. (Vyhláška č. 252/2004Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody)

3.1.1 Vody průlinové

Podzemní vody dělíme na **vody průlinové** – voda proudí v průlinách nesoudržných nezpevněných hornin (štěrkopísky, štěrky) v údolních nivách velkých řek (např. Labe, Morava), studny umístěné v těchto místech mají stálou a dostatečnou vydatnost. Podzemní voda v těchto lokalitách bývá velmi nízko pod povrchem, zhruba v hloubce 5-12m. Výhodou je vysoká vydatnost studní, malá hloubka-nižší ekonomická zátěž. Nevýhodou je horší kvalita vody, zvýšená možnost znečištění při špatných okolnostech v blízkosti studny a při nekvalitně provedeném vrtu a jeho nekvalitním jímání a tím i zanášení drobnými částmi horniny. (Zelinka, 2008)

3.1.2 Vody průlinovo – puklinové

Dále dělíme podzemní vody na **vody průlinovo-puklinové** – voda tu proudí jak v průlinách, tak i v puklinách pevných poréznych hornin (pískovce). Ty se nachází téměř na celém území České republiky a zajišťují podzemní vodu nejvyšší kvality a tím i nejvýznamnější podzemní jímací objekty pro zásobování obyvatel pitnou vodou. Hladina vody v těchto lokalitách je několik desítek metrů pod povrchem země. V některých místech najdeme podzemní vodu tzv. pod tlakem, kterou nazýváme podzemní vodou s napjatou hladinou. Podzemní vody s napjatou hladinou, z kterých vytéká voda samovolně na povrch země, se nazývají **artéské vody**. Výhodou je vysoká kvalita vody, protože voda proudí z velkých hloubek, kam se dostala pomalým prosakováním a tím dochází i k jejímu dokonalému vyčištění včetně obohacení o minerály, které jsou pro člověka velmi prospěšné. Další výhodou je malá možnost k nežádoucímu znečištění odpadními látkami z povrchu země. Nevýhodou je značně velká hloubka studní, a protože tato podzemní voda je využívána hlavně pro velké odběry a hromadné zásobování obyvatel, je zde pro maloodběratele časově a vodoprávně náročné vodoprávní řízení a vůbec celé povolení a schválení odběru podzemní vody. (Zelinka, 2008)

3.1.3 Vody puklinové

Máme tu také ještě podzemní **vody puklinové** – voda tu proudí výhradně v puklinách zpevněných hornin (žula, křída, rula). Vydatnost jímaných vod je v této hornině rozdílná. Výhodou je dobrá kvalita jímané vody. Nevýhodou je rozdílnost vydatnosti jímané vody, která je vázána na množství spadlých srážek, velká možnost k znečištění při špatných okolnostech v blízkosti jímacího objektu, mnohdy kvalita vody je tak špatná, že není možnost jí používat jako zdroj pitné vody. (Zelinka, 2008)

3.1.4 Zásoby vody

Největším množství sladké vody se nachází pod povrchem země. Zde se shromažďuje 97% pevninské vody v kapalném stavu. Většina zásob podzemních vod je ve velkých hloubkách a to více než 800 m pod povrchem. Tato voda se vyskytuje ve dvou formách jako podzemní vláh a hlouběji podzemní voda. Na doplnění zásob podzemní vody má vliv celá řada faktorů, například vlastnosti půd, intenzita srážek a charakter povrchu. V České republice podzemní vody představují ten nejlepší zdroj pitné vody. Podzemní voda dotuje při obdobích sucha vodní toky a tím zajišťují minimální průtok v korytě řek. Na hladinu podzemí vody má velký vliv roční období, kdy v letních měsících jsou vody odčerpávány kořeny rostlin, vztláním podzemní vody a umělými závlahami. Naopak jsou doplňovány četnými srážkami. Pro čerpání podzemní vody je dostupná pro člověka jen ve svrchním horizontu (800m pod zemským povrchem), která se zapojuje do oběhu vody. Podzemní voda vyplňuje všechny volné prostory vodní saturace a vytváří hydraulicky souvislou hladinu. Zásoby podzemní vody převyšují ve světě až 3000krát objem vody v říčních korytech. (*Blažek a kol., 2006*)

Oběh vody

Oběh vody označovaný jako hydrologický cyklus, zajišťuje klimatické fungování systému země. Můžeme vidět na obrázku č.2 oběh vody. Zahrnuje nespočet procesů výměny vody, změny skupenství přenos energie a chemické reakce. Představuje největší přesun jedné látky v rámci celého zemského systému. Nejdůležitějším v oběhu vody je slunce, to iniciuje a reguluje oběh vody. Slunce je hlavním zdrojem energie. Vlivem slunce se voda vypařuje z vodní hladiny, z půdy a povrchu rostlin. Následně se voda dostává do atmosféry, kde pomocí vzdušných hmot je dopravována nad jiné místo, kde za příznivých podmínek dochází ke kondenzaci a ve formě deště se vrací zpět na povrch země. Zde se voda vsakuje do půdy, odtéká do řek, rybníku, jezer a obohacuje vláhou půdní profil. Poté se voda opět vypařuje a vrací se do atmosféry. Tomuto procesu říkáme velký oběh vody a probíhá mezi pevninou a oceánem. Malý koloběh vody je výměna vláh pouze nad

plochami moří a v bezodtokových oblastech, kde voda neodtéká do oceánů.
(Blažek, Němec, Hladký 2006, Kemel, 1994)



Obr. č.2 Schéma oběhu vody,(Us Geological Survey)

3.2 Povrchové vody

Povrchové vody jsou všechny vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu, kterým nemůžeme brát jen zemský terén, ale i například voda v přechodně zakrytých úsecích, přírodních dutinách nebo v nadzemních vedeních. Povrchová voda je i ta voda, která při dešti či sněžení dopadla na zemský terén nebo na zemský terén vyvěrá. Rozdělujeme je na vody kontinentální a vodu mořskou. Kontinentální vody povrchové jsou tekoucí vodní toky, stojaté vody (například jezera, rybníky, nádrže, dále pak jezových zdržích, ve sněhové pokrývce a na mnoha dalších místech). Kontinentální vody jsou ovlivněny mnoha faktory, geologickou skladbou podloží, hydrologicko-klimatickými poměry (srážky, teplota), antropogenní činností (průmysl, zemědělství, komunální odpad a přirodem podzemních vod). (Strnad 2015, Pitter, 2015)

4. Jímání vody

Nejčastěji k jímání podzemní vody používáme studny a vrty. Hovoříme o vertikálním jímání podzemních vod. Studny a vrty provádíme tam, kde jsou dopředu známé geologické poměry a také tam, kde potřebujeme provést vrty jako průzkumná díla.

4.1 Druhy studní

Podle účelu rozeznáváme studny **vodárenské** pro hromadné zásobování obyvatelstva, **požární** k požární ochraně, jsou to vlastně všechny studny, které umožňující rychlý zásah proti požáru.

Podle technické normy ČSN 75 5115, *Jímání podzemní vody*, se dělí na studny pro individuální zásobování vodou a na studny pro veřejné využití.

Veřejné studny jsou umístěny na veřejných pozemcích a slouží k zásobování vodou obyvatele obcí, **domovní studny** zásobují jednotlivé obytné domy vodou.

Podle funkce rozlišujeme studny **jímací**, které se používají pouze k jímání vody, **sběrné studny** slouží k jímání a akumulaci nebo pouze k akumulaci vody.

Podle hydrogeologických podmínek jsou studny o **volné hladině úplné**, které procházejí celou zvodněnou vrstvou až na nepropustné podloží, dále studny o **volné hladině neúplné**, u kterých studny neprocházejí celou zvodněnou vrstvou a hodí se zvláště pro menší jímané množství a velkou mocnost zvodněné vrstvy.

Artéské studny jímají vodu o napjaté hladině, která díky tlaku ve zvodni vystoupí až nad povrch terénu, navrhují se jako úplné.

Podle způsobu výstavby dělíme na studny **šachtové** (zpravidla okolo 1m světlosti, nejvíce používané) a studny **trubní /vrtané**.

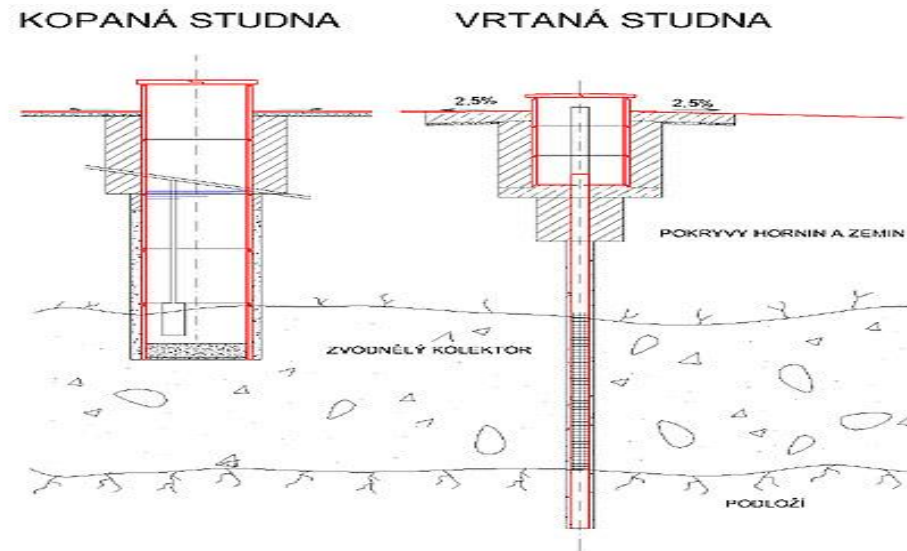
Trubkové – zarážené, nortonky, jehly, umožňují odběr vody z libovolných hloubek technicky dosažitelných.

Trubní – vrtané strojně, provádí se jako stavební zemní práce. Jsou to vrty do hloubky 30m. Studny vrtané strojně do hloubky nad 30m, je oprávněna provádět pouze firma s odbornou vázanou činností dle živnostenského zákona a oprávnění vydané od báňského úřadu. (*Příloha č.2 k zákonu č.455/1991Sb. živnosti vázané*)

Šachtové – kopané nebo spouštěné, hloubené v podzemí, jsou prováděny jako zemní práce do hloubky 3m – tedy do menších hloubek.

Kopané se používají k zásobování jednotlivých objektů, budují se v pažené stavební jámě, jsou zděné, betonové nebo betonové prefabrikované prstence. Spouštěné

studny se budují v nesoudržných zeminách, studna je pažena skružemi podkopáváním. Skruže klesají svojí vlastní vahou na požadovanou úroveň na zvodnělou vrstvu. Umístění a srovnání kopané a vrtané studně vidíme na obrázku č.3. (Zelenka 2008, Horáček, 2015)



Obrázek č. 3 Umístění a srovnání kopané a vrtané studny (<http://www.ekodrill.cz/konstrukce-vrtu.html>)

5. Hydrogeologický průzkum

Před zahájením jakéhokoliv jímání podzemních vod je potřebné udělat hydrogeologický průzkum a tím je *Hydrogeologické průzkumné dílo*. Dílo je provedeno odborným hydrogeologem, který postupuje dle Zákona č. 62/ 1988 Sb. o geologických pracích a dle prováděcí Vyhlášky č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací. Požadavky stanovené vyhláškou je nutné splnit a dodržovat při provádění průzkumu. Hydrogeologický průzkum poskytne základní údaje a celkový podklad pro zpracování projektové dokumentace na provedení jímacího objektu včetně návrhu úpravy kvality podzemní vody a návrhu vydatnosti vodního zdroje. Hydrogeologický průzkum je zaměřen na určení využitelného množství podzemních vod. Jedná se o zajištění zdrojů pitné vody pro různé spotřebitele a jde o posouzení ze dvou hledisek a to kvantitativní a kvalitativní.

Kvantitativní hledisko umožňuje stanovit množství podzemní vody, které se v posuzovaném území nachází a tak tvoří podklad pro další úvahy, od nich se pak odvíjejí různá další omezení.

Kvalitativní hledisko, které se vyjadřuje jako koncentrace znečišťujících látek, či různého znečištění. Nemělo by být překročeno z důvodu ohrožení lidského zdraví a životního prostředí. (Krásný, 2012, J. Hasenöhrl – A. Jendželovská, 1982, Předpis č. 5/2011 Sb.)

5.1 Hydrogeologické průzkumné dílo

Hydrogeologické průzkumné dílo – je šachta nebo vrt a to různé hloubky.

Průzkum je nutný ke stanovení předpokládané vydatnosti vodního zdroje, jeho stálosti, chemického složení podzemní vody, případně je nutné posoudit z hygienického hlediska možnost případného znečištění vodního zdroje. Z průzkumného vrtu se odebírají vzorky vody a jsou odesílány na bakteriologický rozbor. Stáří vzorků nesmí být starší než 48 hodin.

Hydrogeologický průzkum je výsledkem s údaji o geologických a hydrogeologických poměrech zkoumaného území a jeho širšího okolí. Popisuje vodní zdroj, udává jeho hodnoty o kvalitě podzemní vody a předpokládané možnosti znečištění a to možnými zdroji znečištění v blízkém okolí. Hydrogeologický průzkum obsahuje vyhodnocení vlivu budoucího jímání podzemní vody s dosahem na okolní jiná jímací zařízení, tak aby nebyla narušena vydatnost těchto zařízení v okolí a nebyla porušena ekologická stabilita a životní prostředí. V hydrogeologickém průzkumu na závěr hydrogeolog doporučí vhodné umístění jímacího objektu a způsob jímání podzemní vody s ohledem na již existující studně. (Čížek 2014)

Nezbytná přítomnosti hydrogeologa je důležitá i v době, kdy vhodně povede postup a řízení technických prací a stanoví nejlepší postup prováděných prací při zřízení jímacího objektu. V průběhu provádění zemních a stavebních prací vyhodnocuje a má kontrolu nad stálostí a vydatností vodního zdroje, nad výškou hladiny podzemní vody v blízkém okolí. Výška hladiny podzemní vody v okolí nesmí být stržena a ani nesmí zásadně klesnout. Pokud taková situace nastane, výstavbu jímacího zdroje je nutné dočasně zastavit a následně situaci vyřešit a vyhnout se tak mnohým komplikacím a možným sporům a rovněž i žalobám o ztrátě podzemní vody v okolních jímacích objektech. (Zelenka, 2005)

6.1 Ochrana vod

U ochrany vod se musíme řídit vodním zákonem 254/2001 Sb. (vodní zákon), ten stanoví, že každý kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami, je povinen dbát o jejich ochranu a zabezpečovat jejich hospodárné užívání dle zákona. Dále nám zákon říká, že se musí dbát na to, aby nedocházelo k znehodnocování jejich energetického potenciálu a jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy. Při ochraně vodních poměrů jsou vlastníci pozemků povinni zajistit, aby nedocházelo ke zhoršení odtokových poměrů, odnosů půdy erozní činností a starat se o retenční schopnosti krajiny.

Ochrana vod vyplývá z celé řady právních předpisů, především z velké části vodního zákona a jeho prováděcích předpisů, ale také z dalších předpisů chránících životní prostředí a krajinu jako jsou například stavební zákon, odpadové hospodářství, ochrana půdních fondů, oblast ochrany přírody a životního prostředí. (Horáček, 2015)

6.1 Ochrana zvláštní

Jedná se o zvýšenou ochranu významných přirozených akumulací vod, kde zdroje slouží především pro zásobu vod obyvatelstvo. Významné lokality jsou zařazeny do CHOPAV (chráněné oblasti přirozené akumulace vod) a podléhají vládním nařízením (č. 262/2012 Sb.) o stanovení zranitelnosti oblastní a akčním programu.

Zranitelné oblasti kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, zejména určené jako zdroje pitné vody, jsou přezkoumávány v období nepřesahujících 4 roky. Na tyto zranitelné oblasti je vymezen vodní zákon a nitrátová směrnice. (Horáček, 2015)

6.2 Chráněné oblasti přirozené akumulaci vod

Ve vodním zákoně jsou chráněné oblasti definovány v §28, jako oblasti s významnou přirozenou akumulací vody. Lokality, které vláda označila zkratkou CHOPAV jsou z hlediska vodohospodářského velice důležitými a strategickými u kterých je nutná zvýšená ochrana než ochrana obecná. V těchto lokalitách CHOPAV se dle nařízení vlády zakazují

- a) Zmenšovat rozsah pozemků
- b) Odvodňovat lesní pozemky
- c) Odvodňovat zemědělské pozemky
- d) Těžít rašelinu
- e) Těžít nerosty povrchovým způsobem nebo provádět jiné zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemní vod
- f) Těžít a zpracovávat radioaktivní suroviny
- g) Ukládat radioaktivní odpady
- h) Ukládat oxid uhličitý do hydrogeologických struktur s využitelnými nebo využívanými zásobami podzemních vod

Ministerstvo životního prostředí má po předchozím souhlasu vlády schopnost udělit výjimku od jednotlivých zákazů. Pokud ale vznikne vlastníkovému pozemku škoda, má nárok na její úhradu. (Horáček, 2015)

6.3 Ochranná pásma vodních zdrojů

Ochranná pásma jsou popsána ve vodním zákoně 254/2001 Sb., v §30. Zákon nám přesně říká, že k ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemní nebo povrchových vod využívaných nebo využitelných pro zásobu pitnou vodou s průměrným odběrem více než **10 000 m³** za rok a když se jedná o vodu pro účely kojenecké balené vody, nebo pramenité vody, stanoví vodoprávní úřad ochranná pásma opatřením obecné povahy.

Ochranná pásma se dělí na pásma **I. stupně, II. stupně**

(Horáček, 2015)

6.3.1 Ochranné pásmo I.

Slouží pro ochranu vodního zdroje v bezprostředním okolí, zajišťuje ochranu vodního zdroje určeného výhradně pro zásobování pitnou vodou minimálně pro celou plochu hladiny nádrže. U ostatních vodárenských nádrží, které neslouží jen k účelu zásobování pitnou vodou je vymezení 100 m od odběrného místa. U zdrojů podzemní vody je minimální vzdálenost od odběrného zařízení 10m. *(Horáček, 2015)*

6.3.2 Ochranné pásmo II.

Zajišťuje ochranu vodního zdroje stanovené vodoprávním úřadem, tak aby nedošlo k ohrožení vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti. Vytváří se vně OP I a může být tvořeno jedním souvislým nebo více od sebe oddělenými územími v rámci hydrologického povodí nebo rajónu. *(Horáček, 2015)*

7. Zájmová oblast – Ústí nad Orlicí

Okres Ústí nad Orlicí a jeho charakteristika

Okres Ústí nad Orlicí leží ve východních Čechách v severní části Pardubického kraje a sousedí s Královehradeckým krajem. Rozkládá se na soutoku řeky Třebovky a Tiché Orlice. Region se nachází v členité krajně Podorlické pahorkatiny a jejím nejvyšším bodem je Kralický Sněžník s výškou 1424m n.m. Město Ústí nad Orlicí leží v Orlickém podhůří s nadmořskou výškou 300 – 370 m n.m.. K městu jsou přidruženy sídelní jednotky Oldřichovice a Hylváty. Počet obyvatel je okolo 13500, kteří zde trvale žijí a 1600 přechodně přebývajících rekreatantů. Zástavba města je z části tvořena panelovými a rodinnými domy. Město leží v území chráněné oblasti akumulace vod a zasahuje do přírodního parku Orlice. Rozloha okresu Ústí nad Orlicí činí 1267 km² což je asi čtvrtina pardubického kraje. Samotné město má rozlohu 36,36 km². Na mapě je vidět město Ústí nad Orlicí s vyznačenou lokalitou vrtů, které jsou blíže rozebrány v následujících kapitolách (obr.č.4) (Tourková, 2004, www.ustinadorlici.cz)



Obrázek č. 4 Mapa zasazení Ústí nad Orlicí do okolí s vyznačenou polohou vrtů (<http://heis.vuv.cz/>)

7.1.1 Podnebí

Město Ústí nad Orlicí se nachází v mírně teplé oblasti. Teplotní charakteristika oblasti je reprezentována stanicí ČHMÚ umístěné v Ústí nad Orlicí v nadmořské výšce 368 m n.m. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje okolo 800 mm – 900 mm. V zimním období je tato hodnota v rozmezí 300 – 350 mm a v letním vegetačním období 400mm – 450mm. Počet mrazivých dnů, kdy denní průměrná teplota klesne pod 0 °C, se pohybuje okolo 110-120 dní v roce. Sněhová pokrývka trvá v průměrné délce 50 – 60 dnů. Roční průměrná teplota vzduchu je kolem 7.6 °C. (ČHMÚ)

7.1.2 Hydrologické poměry

Území patří do povodí Labe, která ústí do Severního moře. Městem Ústí nad Orlicí protéká řeka Třebovka a Tichá Orlice. Na západním okraji města Třebovka vtéká do Tiché Orlice. Řeka Třebovka pramení v Českotřebovské vrchovině a protéká okolo vrtů zásobující vodou Ústí nad Orlicí a přilehlé obce a je využívána jako bezpečností přepad pro nadbytečnou vodu z vrtů. Tichá orlice pramení na západním svahu hory Jeřáb v Hanušovické vrchovině, část nivy je chráněna jako přírodní park Orlice.

7.1.3 Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologických poměrů leží lokalita vrtů v 423 rajónu. Do tohoto rajónu patří Ústecká synklinála Orlice a Ústecká synklinála na Svitavě, která zásobuje část Brna a patří do povodí Svitavy. Ústecká synklinála Orlice(Obr.č 5) leží v povodí Labe a odvodňuje do Tiché Orlice. Rozloha rajónu pro lokalitu je 176 km² a odběr vody v roce 2005 činil 3 482 tis. m³. Roční odběr na jednotku plochy celého rajónu byl 2,2 l/s/km². Nádrž podzemní vody je doplňována na výchozích kolektorech ve východní křídle synklinály a na potštějnské antiklinále. Pravděpodobným přítokem je voda z vysokomýtské synklinály a oběh vody je zde velice rychlý. Dílčím odvodněním je příron do řeky Třebovka a hlavním místem je soutoková oblast Třebovky a Tiché Orlice.

Vrt UO-02 a Perla 06 zachytávají vyšší střednoturoskou zvodeň, v místě vrtu překryta artéským stropem s velkou mocnou vrstvou slínovců způsobující pozitivní napjatou úroveň hladiny podzemní vody. Ústí nad Orlicí je označováno jako hlavní drenáž kolektoru B v oblasti Tiché Orlice a Třebovky. Kolektor B je v horních

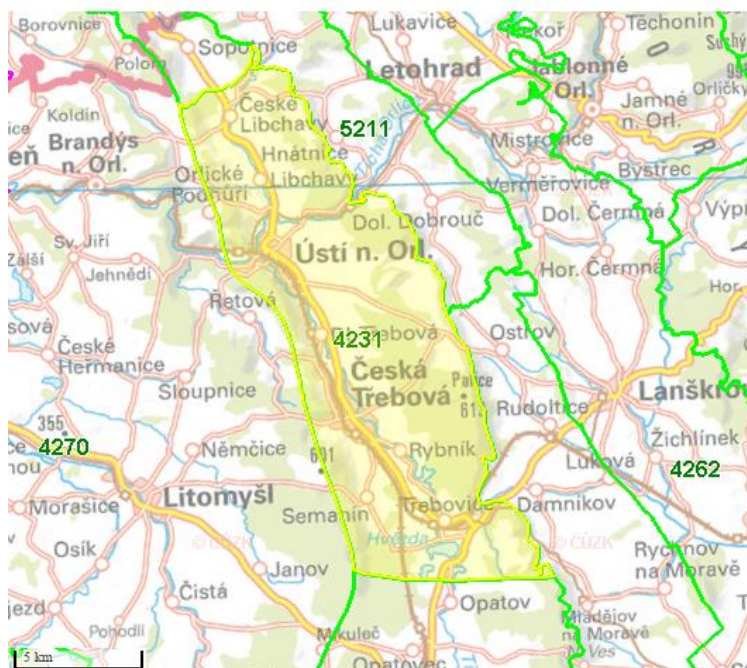
částech bělohorského a jizerského souvrství ve facii prachovců a pískovců. Vyznačují se velmi dobrou puklinovou propustností, s vysokou průtočností a intenzivním oběhem podzemní vody. Proudový systém má výrazný tlakový charakter, piezometrická úroveň vody dosahuje v některých částech až 50m nad zemský terén. (Česká geologická služba 2016, Herman, 1979)

7.1.4 Geologické poměry

Ústecká synklinála se nachází v území orlicko-žďáreckého facálního vývoje křída. Křídový komplex leží na limnickém permokarbonu a krystaliniku.

Ústecká synklinála se rozkládá mezi potštejskou a litickou antiklinálou. Brachysynklinální uzávěr je vymezuje na jihu, osa potštejské antiklinály tvoří hranici proti křídě vysokomýtské synklinály. Křída se nalézá v ose antiklinály a podléhá denudaci, a proto zde můžeme nalézt křídové sedimenty. Severní hranici tvoří hydrologická rozvodnice mezi Divokou a Tichou Orlicí. V takto vymezených hranicích dochází k ucelenému oběhu podzemní vody v kolektorech B a C.

Dalším významným prvkem je epigenetické údolí Tiché Orlice, které příčně protíná ústeckou synklinálu a plní funkci drenážní báze zdejších křídových kolektorů. (Misař, 1983)



Obr.č.5, Ústecká synklinála v povodí Orlice ve které se nacházejí vrty pro zásobování vodou Ústí nad Orlicí. (ČÚZK, ČHMÚ)

7.1.5 Litologie

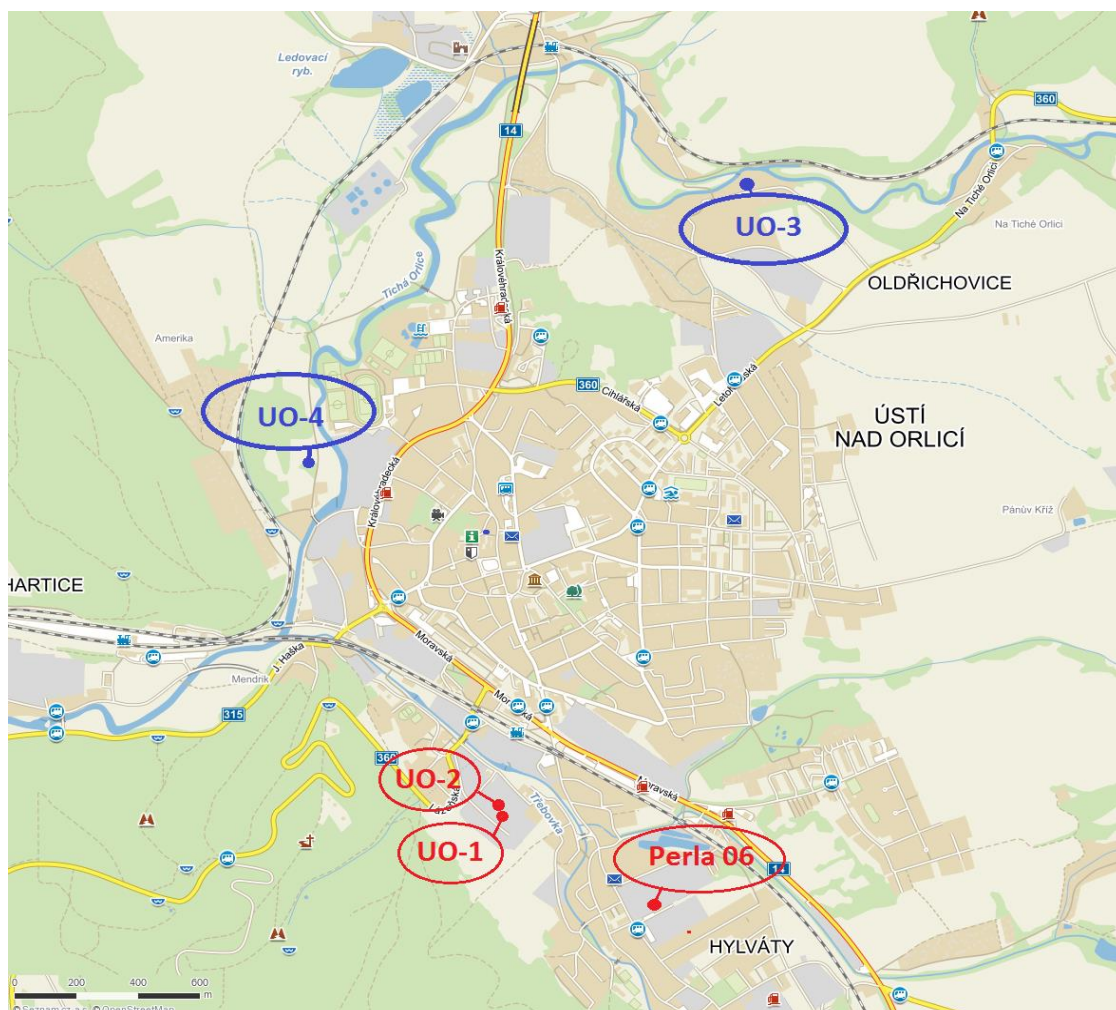
Následné dva popisované vrty, ke kterým se vztahuje práce, se vyskytují v bělohorském a jizerském souvrství.

Vrt UO-02 patří do sedimentace bělohorského souvrství řazeného ke spodnímu turonu, která byla souvislá na celém území ústecké synklinály. Souvrství se převážně skládá z prachovitých slínovců až prachovců ve vyšších částech s přechodem do prachovito-písčitých sedimentů. Horní členy cyklu jsou v jižní části ústecké synklinály středně zrnité, písčité. Směrem k severu přecházejí do jemnopísčitých a prachovitých.

Vrt Perla 06 patří do jizerského souvrství, stáří střední turon, má v ústecké synklinále největší plošný rozsah výchozů. Jeho sedimentace proběhla ve dvou hlavních inverzních sedimentačních cyklech. Dolní části prvního cyklu tvoří vápnité jílovce a slínovce, horní část tvoří jílovito-vápnité jemnozrné pískovce, které severně od tiché orlice přecházejí do prachovitých slínovců. Dolní část druhého cyklu tvoří slínité prachovce a přecházejí do nadloží středně jemnozrných jílovito-vápnitých pískovců. Celková mocnost jizerského souvrství se pohybuje od 130 do 150 m. (*Herčík a kol. 1999*)

8. Jímací objekty v Ústí nad Orlicí

Zdroj pitné vody, který zásobuje město Ústí nad Orlicí a obce Hylváty, Oldřichovice, Kerhatice, Dlouhá Třebová, Černovír a Dolní Libchavy jsou vrty UO-02 a Perla 06. V obou případech se jedná o vodní zdroje, u kterých je kolektorem pískovec a prachovec střednoturonského stáří a nachází se v hydrogeologickém rajónu 4231 Ústecká synklinály v sedimentech svrchní křídly. Vrt UO-02 leží v bělohorských vrstvách a Perla 06 v Jizerských vrstvách. Vrt UO-1, UO-3, UO-4 jsem označil jako vedlejší, protože v současné době nejsou využívány (Obr.č 6). Vrt UO-1, UO-3, UO-4 jsou situovány v oblasti dolního toku Třebovky. Řeka Třebovka je významným levostranným přítokem řeky Orlice a měří zhruba 41 km. Vlastníkem a provozovatelem vrtů je společnost TEPVOS. s.r.o., která je v majetku města Ústí nad Orlicí. (Pavliš, 2005, Tourková, 2004)



Obr.č.6 Vyznačené vrty v Ústí nad Orlicí, červené se v současné době se využívají, modré nevyužívané, (mapy.cz)

8.1 Hlavní vrt - Jímací vrt UO-02

Vrt se nachází v jižním okraji města Ústí nad Orlicí na levém břehu Třebovky, v nadmořské výšce 325 metrů nad mořem. Vedle vrtu UO-1. Vrty vidíme na obrázcích 33 a 34 v příloze. Jedná se o vrtanou trubní studnu 110 m hlubokou, vystrojenou ocelovými zárubnicemi o průměru 325mm, 529mm a 273mm. Vrt byl vybudován v roce 1971. Dno manipulační šachtice je položeno 1m nad povrchem terénu na umělém násypu. Vrt je přetokový, tím pádem zde panuje napjatá hladina podzemní vody. Na vrtu je umístěno čerpadlo, které přečerpává vodu do akumulační nádrže o objemu 640 m³. Vydátnost vrtu činí 51 l/s. V úsecích 32-70 m a 82–100 m je vrt perforovaný. Svrchní část zaplášťovaného prostoru do hloubky 25 m je ve vrtu zatěsněna. Kolektorem vodního zdroje jsou pískovce a prachovce bělohorských vrstev střednoturonského stáří. (Pavliš, 2005)

8.2 Hlavní vrt - Jímací vrt Perla 06

Vrt Perla 06 je vybudován v jihovýchodním okraji města v areálu bývalého textilního závodu Perla 06, který v minulosti byl hlavním zdrojem vody právě jen pro továrnu textilního závodu. Můžeme ho vidět na obrázku 35 a 36 v příloze. Vrt byl odvrtán v roce 1928. Ze stavebního pohledu se jedná o vrtanou trubní studnu, přetokovou, která je zhruba 33 m hluboká. Vrt je vystrojený ocelovými pažnicemi o průměru 320 mm. V úseku 26,2-33,0 m je vrt perforovaný. Nad vrtanou studní je vytvořena širokoprofilová šachtová studna s hloubkou 4m, do které přetéká jímaná voda z vrtu. V této studni je uloženo přelivné potrubí do akumulační nádrže. Hladina podzemní vody je napjatá, pomocí tlaku vystupuje k povrchu země a dosáhne až nad povrch, tím pádem ji lze označit za **vodu artéskou**. Voda je poté gravitačním potrubím, odváděna do akumulační nádrže s čerpací stanicí názvem Pod horou o objemu 640 m³. Vydátnost vrtu je zhruba 40 l/s, volný přetok 36 l/s . Jímací objekt je chráněný zděnou zastřešenou, tři metry vysokou budovou o čtvercových rozměrech 290 x 290 (cm). Okolo vrtu je určené ochranné pásmo, pozemek je oplocen proti vniku neoprávněných osob.

Geologická struktura a jakost vody nám poukazují na údaje, že vrt zachycuje vyšší střednoturonskou zvrstvení, vázanou na puklinově velmi dobře propustné křemitovápenné pískovce devátého pásma středního turonu. (Pavliš, 2005, Pospíšil, 2004)

8.3 Vedlejší vrt - Jímací vrt UO-1

Tento vrt je v současné době vyřazen z provozu, kvůli vysoké koncentraci železa v čerpané vodě, které přesahují stanovené normy pro pitnou vodu. Vrt nalezneme vedle funkčního vrtu UO-2, jsou umístěny zhruba 10m od sebe (obr. č. 33 a 34 viz příloha). Oba dva vrty se nachází na levém břehu řeky Třebovky. Vrt byl zhotoven v roce 1971 a dosahuje do hloubky 294 m. Jedná se zde o vrtanou trubní studnu vystrojenou ocelovými zárubnicemi o průměrech 325, 216, 133 a 89mm. Manipulační šachta je situována 0,5m nad povrch původního terénu. Perforovaný úsek vrtu se nachází v hloubce 184- 238m. Hladina podzemní vody je i v tomto případě napjatá a jedná se tedy o přetokový vrt. Kolektorem vodního zdroje jsou pískovce a prachovce bělohorských vrstev spodnoturonského stáří. (Pavliš, 2005)

8.4 Vedlejší vrt – Jímací vrt UO-3

Tento vrt je v současné době nevyužíván pro čerpaní podzemní vody a následného využití pro zásobu obyvatel města Ústí nad Orlicí. Typem vrtu je vrtaná studna s kótou povrchu 330m n.m. Hloubka ani vydatnost není zjištěna. Vrt není osazen čerpadlem a slouží k dalšímu využívání v budoucích letech. Vrt bude využíván, až bude odstaven jeden ze současných vrtů, které jsou v provozu.

8.5 Vedlejší vrt – Jímací vrt UO-04

Vrt UO-04 je také v současné době nevyužíván. Typem je to vrtaná studna s kótou 323,9m n.m. Vydatnost byla určena na 25 l/s a je hluboký 160 m. Vrt není osazen čerpadlem a zatím čeká na budoucí využití.

9. Historie zásobování pitnou vodou

Započetí prací na vodovodu ve městě Ústí nad Orlicí proběhlo v roce 1900 stavební firmou Ing. Kresse z Prahy s rozpočtem 150 000 rakouských korun. Zdrojem vody pro původní vodovod byla studna S1 umístěna v zahradě bývalé vodárny v těsné blízkosti řeky Třebovky. Voda byla přečerpávána pístovými čerpadly do vodojemu o objemu 214 m³, který byl umístěn v blízkosti v místech, ve kterých se dnes nachází akumulární nádrž Pod horou. Čerpadlo bylo poháněno Francisovou turbínou. V letech 1948 byla zhotovena další studna S2 poblíž první z důvodů větší spotřeby vody. Zásobovací oblast města byla rozdělena na dvě tlaková pásma (horní tlakové pásmo a dolní tlakové pásmo). Dále byl přistavěn vodojem o objemu 1000m³, který měl zásobovat s původním vodojemem dolní tlakové pásmo. Pro horní tlakové pásmo byl přistavěn dvoukomorový vodojem o objemu 2x250 m³ a nová čerpací stanice, která přiváděla vodu do vodojemů.

Druhá významná rekonstrukce proběhla v letech 1970. Byla vybudována nová čerpací stanice s akumulární nádrží o objemu 650 m³ s trafostanicí. Z této čerpací stanice byla voda odváděna do vodojemů obou tlakových pásem. V této době byly vybudovány nové vodojemy o objemech 1000 m³ a 2 x 750 m³. Došlo také k propojení vodojemů obou tlakových pásem, aby se mohla voda přepouštět mezi vodojemy. Upustilo se od původních zdrojů vody (studny S1 a S2) a byly vybudovány nové dva vrty UO-1 a UO-2.

V dnešní době se využívají pro zásobování pitnou vodou dva vrty (VRT UO-2 a Perla 6) od vrtu UO-1 se v roce 2005 upustilo pro zvýšenou koncentraci železa. (Tepvos s.r.o, 2015)

10. Provoz vodovodu – současné zásobování vodou v Ústí nad Orlicí

Zásobování kvalitní pitnou vodou je základním prvkem hospodářského života města a okolních obcí. Čerpaná voda má velkým význam pro život stav obyvatel a slouží i jako ochranný člen před případnými požáry. V dnešní době se upouští od zásobování jednotlivých objektů před skupinovým zásobováním větším množstvím obyvatel a podniků.

Ve městě Ústí nad Orlicí tvoří síť dvě tlaková pásma – horní a dolní, z nich každé má svůj vlastní vodojem. Systém zásobování pitnou vodou má k dispozici pět zdrojů vody. Vrtvy UO-1, UO-2, UO-3, UO-4, Perla 6 z nichž se v současné době využívají jen dva vrtvy a to UO-2 a Perla 6 (Obr.č.6). Zbylé vrtvy nejsou v provozu buď kvůli kvalitě čerpané vody nebo u vrtvu UO-4 a UO-3 se čeká na spuštění při nedostatku vody z hlavních dvou vrtů.

Vodovod v Ústí nad Orlicí byl uveden do provozu v roce 1920. V letech 1950 a 1970 zde probíhala rekonstrukce.

Z vrtvu Perla 06 je voda přiváděna gravitačním potrubím z AC DN 250 a z vrtvu UO-2 je přiváděna potrubím LT DN 300 do akumulární nádrže o objemu 650 m³ (Obr.č.7). Akumulační nádrž je umístěna vedle čerpací stanice Pod horou v bývalém areálu provozního střediska VAK Jablonné nad Orlicí (Obr.č7). Oba dva vrtvy jsou přetokové a je zde tím pádem využívána k zásobování akumulace tento volný přetok. V případě poklesu hladiny v akumulární nádrži, je zapnuto čerpací zařízení ve vrtvu UO-2. Pokud nenastane výjimečný stav, není čerpadlo prakticky využíváno. Při úplném naplnění akumulární nádrže, je přebývající voda přepadem odváděna do poblíž protékající řeky Třebovky.

Z čerpací stanice je voda čerpána do vodojemů dolního a horního tlakového pásma(Obr.č. 37,38 viz přílohy). Vodojemy jsou osazeny na obou výtlacích z čerpací stanice Pod Horou. Odtok z vodojemů je měřen vodoměry, které údaje o průtocích zasílají (24hodin/den) na dispečink firmy TEPVOS. Kvalita podzemní vody je na výborné kvalitativní úrovni, že není zapotřebí další velké úpravy a dochází zde pouze k hygienickému zabezpečení dávkováním plynného chlóru, pro obě tlaková pásma společně.

Vodojem dolního tlakového pásma je o objemu 1000 m³ a zásobuje město Ústí nad Orlicí pro výškovou úroveň Mírového náměstí, ulici Smetanova, Kerhatice, Hylváty a část Dolních Libchav(Obr.č.7, 37 viz přílohy).

Vodojemy horního tlakového pásma jsou o objemech, dvakrát 250m³, jednou 1000m³ a dvakrát 750m³. Zásobují město Ústí nad Orlicí nad úroveň Mírového náměstí včetně sídliště Štěpnice, panelovou zástavbu Hylvát, Oldřichovice, Černovír a obec Dlouhou Třebovou(Obr.č.7, 38 viz přílohy).

V případě havarijního stavu se dá propojit horní a dolní tlakové pásmo pomocí redukčních ventilů umístěných v šachtě v ulici Poříční v Hylvátech a prostoru křižovatky v ulici Lochmanova křížící se s ulicí 17. listopadu, nebo přepouštěním

vody z vodojemů horního tlakového pásma do vodojemu dolního tlakového pásma v prostoru armaturní šachty pod vodojemem dolního tlakového pásma. (Wognitsch, 2008, HASENÖHRL, JENDŽELOVSKÁ 1982, Tourková, 2004)



Obr.č.7, mapa s vyznačenými místy, vrtý-UO-2,Perla 06, akumulární nádrž,čerpací stanice, vodojemy- horního a dolního tlakového pásma (mapy.cz)

11. Skupinová čerpací zkouška

Pro určení vydatnosti studní a vrtů se používá čerpací pokus. Při čerpání vody z vrtu dojde k poklesu hladiny vody v celém zvodněném okolí vrtu, které zásobuje vrt vodou. Vytvoří se snížení hladiny ve tvaru depresního kužele. Voda přitéká do studny ve směru sklonu hladiny a vzdálenost, na kterou se projevuje snížení hladiny, označuje **dosah účinnosti vrtu (studny) R**. Čím více se snižuje hladina vody ve vrtu, tím více se zvětšuje dosah účinnosti. Čerpací zkouška nám ukazuje při jakém snížení hladiny vody má vrt největší vydatnost. Vydatnost studny velice závisí na druhu materiálu, ve kterém je vrt zhotoven. Čerpací zkouška se provádí krátkodobá v rámci několika dní, nebo dlouhodobá, při které se voda čerpá až několik měsíců. Pokus se provádí tak, že se v krátkém časovém úseku snižuje hladina vody a to v několika fázích. Při čerpacím pokusu u vrtů Perla 6 a UO- 2 se provádělo pět fází. Při každém snížení hladiny ve vrtu se čerpá takové množství vody, které by nám udrželo stálou hladinu vody ve vrtu. Při každé fázi se měří

pravidelně hladina i čerpané množství a sleduje se hladina v okolním vrtu a blízké říčce.

Po dosažení maxima se hladina vody ponechá postupně stoupat a opět čerpá při dosažení setrvalého stavu na obou stupních. (HASENÖHRL, JENDŽELOVSKÁ, 1982)

11.1 Čerpací zkouška na vrtech UO-2 a Perla 06

Provedením čerpací zkoušky je nedílnou součástí, která se u vrtů či studní musí provádět.

Cílem čerpací zkoušky je zhodnotit využitelnost a vydatnost jímacích objektů, které zásobují pitnou vodou pro město Ústí nad Orlicí. Na základě výsledků čerpací zkoušky jsou stanoveny základní parametry pro trvalé využívání vrtů. Zkoumaným hlediskem je jakost vody při zvýšeném odběru podzemních vody a určení podmínek při odebrání zvýšeného množství vody. Čerpací zkouška byla provedena už v roce 1995 při plánovaném rozšíření textilního závodu Perla.

Čerpací zkouška byla provedena pracovníky Orlické hydrogeologické společnosti. Podmínky zkoušky byly velice náročné, kvůli nepřerušovanému zásobování obyvatel města a Podniku Perla. Z bezpečnostních důvodů se zkouška rozdělila do pěti specifických fází.

Čerpací zkouška by měla trvat 3-5 dní. Při provedení zkoušky překračující pět dní je dle §8 vodního zákona potřeba povolení nakládáními s vodami vydané vodoprávním úřadem. *(Zelinka 2008, Šeda 1995)*

První fáze:

Na obou vrtech byly vyřazeny čerpadla a do akumulární nádrže o objemu 640m³ přitékala pouze voda přetoková. Přetok na prvním vrtu UO-2 byl naměřen 11,7 l/s a na druhém vrtu při stavu 1.5m horní hladiny, kdy horní okraj přelivného potrubí do akumulární nádrže je v úrovni 2.45m od horního okraje vrtu, byl sledován nepřímým způsobem rozdílu čerpanou vodou vodovodního řádu a vodou přitékající z vrtu UO-2. Úhrnný přítok vody do akumulace činil 48 l/s, tím byl přetok spočten na 36 l/s.

Druhá fáze:

Čerpací zkouška byla provedena hned o den později po první fázi, kvůli poklesu hladiny vody v akumulaci. Do akumulární nádrže byla odváděna jen voda z přetoku vrtů. Při snížení hladiny vody v nádrži bylo ohroženo zásobování vodou. Z vrtu UO-2 se začalo čerpat 20 l/s vody do akumulární nádrže, hladina vody byla vystavena pomocí piezometrické trubice a její výtlačná úroveň postupně poklesávala z původní výšky 3,34m nad horním okrajem záhlaví vrtu až na hodnotu 3,07m. Vrt Perla 06 byl ponechán s volným přetokem. Velikost přetoku se opět sledovala nepřímou metodou, kde činil hodnotu okolo 25-27 l/s, při přítoku do akumulace 45-47 l/s.

Třetí fáze:

Tato zkouška měla podobné podmínky jako předchozí dvě fáze. Čerpané množství vody z vrtu UO-2 se zvýšilo na hodnotu 49-50 l/s. Výtlačná výška hladiny vody poklesla zhruba o 4,5m na hodnotu 1,5m pod horní okraj výstroje vrtu. V tomto případě bohužel nebylo možné určit přesné množství vody přitékající vody z vrtu Perla 06, protože v akumulární nádrži nastal přetok.

Čtvrtá fáze:

Čerpací zkouška v tomto případě trvala sedm dní a z vrtu UO-2 bylo odebíráno maximální množství vody, které bylo dané výkonem čerpadla. Odběr vody činil 55-58 l/s. Voda byla čerpaná do akumulace a hladina ve vrtu poklesla na stav zhruba 3,5-3,8m od horního okraje výstroje vrtu. U vrtu Perla 06 bylo použito kalové a jedno horizontální čerpadlo. Pomocí čerpadel byla hladina vody udržována na stavu 2,47m od horního okraje studny. Čerpané množství vody bylo zhruba 44,6 l/s. Veškerá čerpaná voda byla odváděna do kanalizace.

Pátá fáze:

Na vrtu Perla 06 bylo čerpání ukončeno, vodní hladina se během malé chvíle vystoupala nad horní okraj přelivného potrubí, stav stoupl na 1,55 m, tím voda začala přetékat do akumulární nádrže (640 m³). Na prvním vrtu se pokračovalo v čerpání na plný výkon čerpadla, vydatnost činila 55-57 l/s. Hladina vody po přerušení čerpání na vrtu Perla 06 stoupla z úrovně 3,52m na stav 3,36m. Přítok do akumulace, pomocí metodu odečtu čerpaného množství nebylo možné měřit, neboť v akumulární nádrži nastal přetok. (Šeda 1995)

11.2 Stoupací zkouška

Prováděla se pouze na vrtu UO-2, kde byla možnost vzhledem instalovanému přetokovému zhlaví vystavit hladinu vody. Během jedné minuty vystoupila do přetoku a stoupala z 1 l/s až na 11 l/s do výtlačné úrovně 3,78 m nad horním okrajem výstroje vrtu. Po 13 hodinách bylo obnoveno čerpání do akumulární nádrže, neboť nastával pokles hladiny v akumulaci. V tomto okamžiku byla stoupací zkouška ukončena. (Šeda 1995)

11.3 Vyhodnocení čerpací zkoušky

Vrty nejsou nijak limitovány z pohledu nedostatku podzemních vod, omezeny jsou pouze jímací schopností a technickou možností vrtů. Z výsledků čerpacích zkoušek vyplývá, že z vrtu UO-2 lze odebírat 50 l/s podzemní vody, přičemž hladina snížení vody při tomto odběru klesne o 10m od ustálené úrovně. U vrtu perla 06 je limitující faktorem výška přelivného potrubí, která činí 2,5m od horního okraje studny, kterým je voda odváděna do akumulárního prostoru. Při této úrovni snížené hladiny bude činit vydatnost 40 l/s. (Šeda 1995)

12. Ochranná pásma vybraných podzemních zdrojů

Rozhodnutí k odběru a ochrannému pásmu u vodních zdrojů (Vrt UO-02 a Perla 06) byly vydány dne 7.10.2003 s rozhodnutím ŽP/36955/7746/2003/231.8-S/80. Ochranné pásmo 1. stupně bylo vydáno na dobu neurčitou, je náležitě vyznačeno výstražnými tabulemi a oploceno.

U vrtu UO-02 je ochranné pásmo propojeno s ochranným pásmem vrtu UO-1 které jsou zhruba 50 m vzdáleny od sebe. Výměra celkového ochranného pásma pro tyto dva vrty je 3559 m². Na pozemku je umístěna trafostanice.

Vrt Perla 06 má mnohem menší ochranné pásmo s celkovou výměrou 157 m².

13. Kvalita vody

Požadavky na jakost vody jsou porovnávány s limitními hodnotami mezních hodnot kovů a polokovů v pitné vodě a s nejvyšší opatrností v kojenecké vodě. Ve vodě pitné porovnáváme 18 kovů, jejich přítomnost ukazuje vlastnosti vody, jako jsou například chuť, barva a v případě železa, manganu, zinku a vápníku nám ukazuje přítomnost zákalu vody. Nejvyšší kladené podmínky jsou u vody kojenecké, kde se nejvíce sleduje přítomnost prvků rtuť, beryllium, kadmium a selen.

Při výběru zdroje vody, je důležité věnovat pozornost jeho umístění, které by nemělo být v blízké vzdálenosti od možných zdrojů znečištění (záchodům, chlívům, hnojišt, kanalizace, zemědělsky obdělávaným plochám. Dále by se mělo dbát na stavební vybavení, techniku jímání vody a způsob dopravy vody do akumulačních nádrží a následovně ke spotřebiteli.

Pro kontrolu vody v naší lokalitě se využívá průběžné kontroly jak v místě čerpání vody, tak i v akumulaci. Odebírání vzorků se provádí dvakrát do roka v polovině března a září. Hodnocení vzorků je **dle přílohy č. 13 vyhlášky 428/2001 Sb.** (Pitter 2015)

Legislativní požadavky na jakost pitné vody

Pitná vody musí mikrobiologickým, biologickým, chemickým, fyzikálním a radiologickým požadavkům. Požadavky na pitnou vodu a četnost rozsah kontroly pitné vody jsou shrnuty ve Vyhlášce Ministerstva zdravotnictví č. 187/2005 Sb. a Vyhlášky 252/2004 Sb. vyhlášky vycházejí ze stanov Světové zdravotnické organizace z roku 1993, 2004 a ze Směrnice EU z roku 1998. (Pitter, 2015, *Vodní zákon*)

13.1 Výsledky hodnocení jakosti vody

Při chemickém rozboru vody ve sledovaných vrtech (Vrt UO-02, Perla 06) byla zjištěna koncentrace vybraných organických a anorganických látek.

13.1.1 Dusitany

Dusitany vznikají nitrifikací což je biochemická oxidace amoniakálního dusíku, nebo biochemickou redukcí dusičnanu, která nastává při méně častých případech. Dusitany jsou ve vodách velice nestálé a mohou být velmi snadno oxidovány či redukovány. V koncentracích vyskytujících se v podzemních a povrchových vodách jsou samy o sobě zdravotně nezávadné, ale při zvýšené koncentraci v pitné vodě způsobují methemoglobinaemii, která může vést k zvýšené hladině methemoglobinu v krvi. Methemoglobin je nebezpečný tím, že v krvi člověka neváže na sebe kyslík a tím může způsobit hypoxii (nedostatek kyslíku v částech lidského těla). Nejvíce ohroženými jsou děti do 3 měsíců, kde může dojít k onemocnění, které je může ohrozit na životě. Proto limity u kojeneckých vod jsou výrazně nižší než u limitů pitných vod.

Limitní hodnota pro koncentraci dusitanů je 0,5 mg/l. Hodnota v měření nebyla průběžně zaznamenána, ale při náhodných kontrolách nepřesahovala 0,02 mg/l. Voda tedy dosahuje v koncentraci dusitanu i požadavky pro kojeneckou vodu. (Pitter 2015)

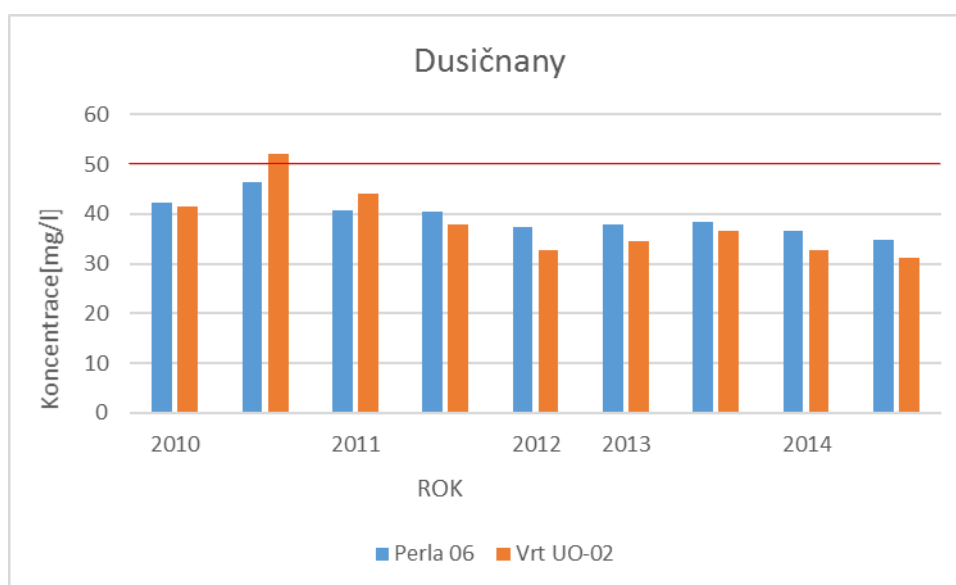
13.1.2 Dusičnany

Dusičnany vznikají při nitrifikaci amoniakálního dusíku a jsou konečným stupněm při rozkladu dusíkatých organických látek v oxickém prostředí. Dalším zdrojem dusičnanů je obhospodařování zemědělských ploch dusíkatými hnojivy. Dusičnany mají malou sorpční schopnost, a proto mohou snadno pronikat půdním sorpčním komplexem i do vzdálených míst a kontaminovat podzemní vodu.

V množství vyskytující v podzemní vodě samy o sobě nejsou nebezpečné. Mohou však v trávicím traktu redukovat na škodlivější dusitany a tím způsobit jako dusitany

vážné problémy zejména pro kojence. Před vznikem onemocnění je nutno předcházet a využívat jen nezávadnou kojeneckou vodu.

Ve vzorcích čerpané vody z Ústí nad Orlicí se hodnota koncentrace dusičnanů pohybuje v celkem vysokých hodnotách okolo 38 mg/l (Obr. č.8). Limitní hodnota koncentrace je 50 mg/l. Tato množství bylo v jednom případě v roce 2010 na vrtu UO-02 překročeno a dosahovalo hodnoty 52 mg/l. Při následném smíchání vody v akumulaci se koncentrace dusičnanů snížila a voda, která putovala k obyvatelům, už splňovala limitní hodnoty. Množství dusičnanů od roku 2010 klesá a v současné době se pohybuje okolo 31 mg/l. (Pitter, 2015)



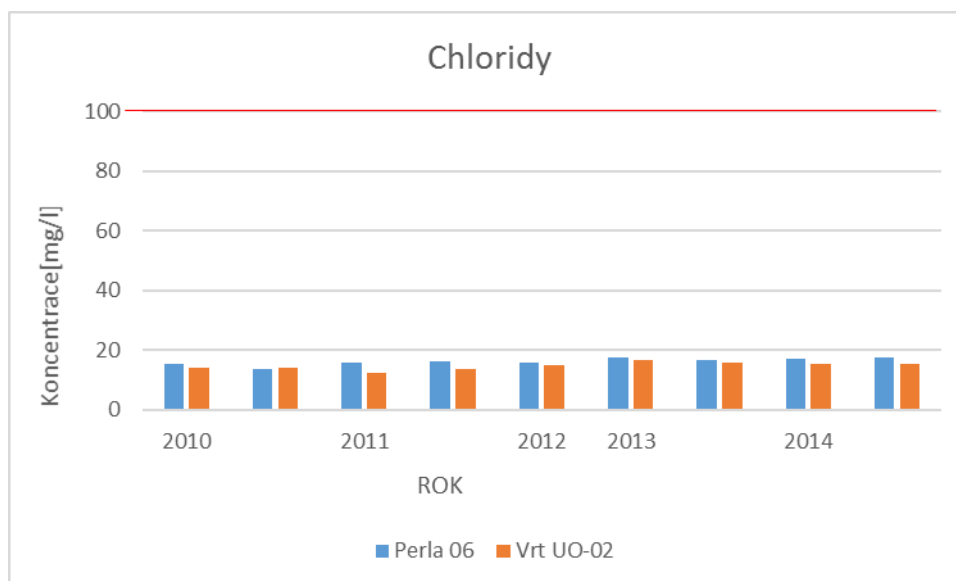
Obr. č.8 , Graf znázorňující koncentrace dusičnanů pro jednotlivé vrty v časovém období pěti let. Červenou barvou je zde vyznačena limitní koncentrace

13.1.3 Chloridy

Přítomnost chloridů v podzemních vodách může být způsobena zimním solením silnic. Dále může být způsobena průsakem splaškové kanalizace, kde člověk vylučuje až 9g chloridů denně a ty se pak dostávají do odpadní vody. Zvýšené množství chloridů se projevuje zápachem, nepříjemnou chutí vody a u citlivějších lidí může způsobit podráždění pokožky.

Limitní hodnota pro přítomnost chloridů je 100 mg/l, při zvýšeném množství může tvořit potíže s kardiovaskulárním systémem v těle člověka. Ve vzorcích z popisovaných vrtů se hodnota pohybuje v rozmezí 12 – 18 mg/l tím byly splněny požadavky na pitnou vodu a limitní hodnota nebyla překročena. (Obr. č 9)

Další formou výskytu chloru ve vodě je oxid chloričitý (ClO_2) který se používá při technologii dezinfekce vody. Některé nebezpečné láky mohou při oxidaci s oxidem chloričitým se rozpadnout. (Pitter, 2015)



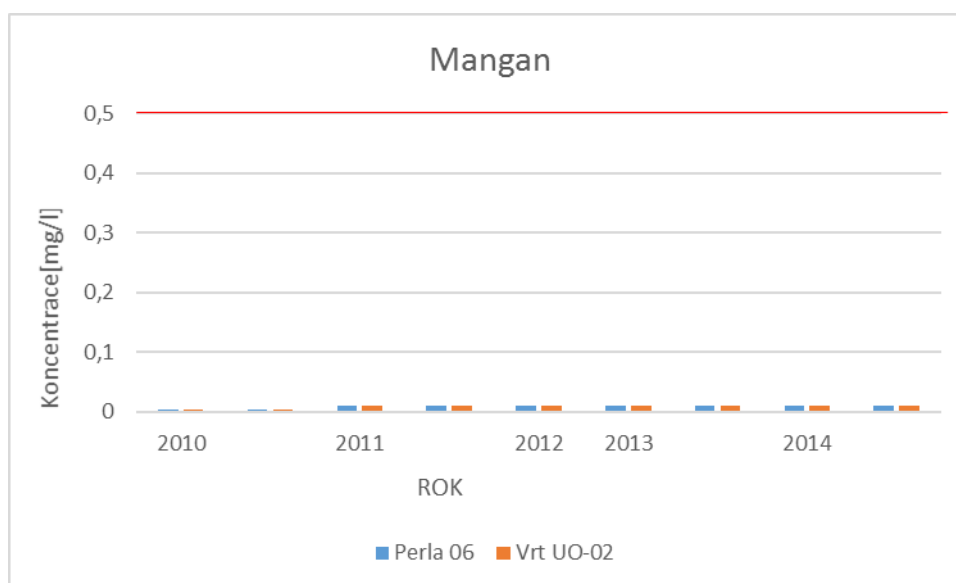
Obr. č.9, Graf znázorňující koncentrace chloridu pro jednotlivé vrty v časovém období pěti let. Červenou barvou je zde vyznačena limitní koncentrace

13.1.4 Mangan

Mangan je důležitým a nezbytným prvkem pro rostliny a živočichy. V množství, které se vyskytuje v přírodních vodách, není zdravotně nebezpečný. Významně ovlivňuje charakteristiku vody, zejména organoleptické vlastnosti vody (vlastnosti, které můžeme posoudit lidskými smysly, barva, chuť, zakalení). V koncentraci vyšší než 0,3 mg/l může ovlivnit chuť a pozorujeme hnědé zbarvení.

Nepříznivé účinky manganu ve vodě se projevují přemnožením manganových bakterií a může být příčinou zarůstání vodovodního potrubí. Tím je omezena doprava vody v potrubí, a proto je mangan škodlivější než železo a jsou na něj kladeny přísnější přípustné limity.

Limitní koncentrace manganu v pitné vodě je stanovena na hodnotu 0,05 mg/l. Tato koncentrace nebyla v žádném měření překročena a pohybovala se na nízkých hodnotách okolo 0,01 mg/l. (Obr.č.10) (Pitter, 2015)



Obr.č.10, Graf znázorňující koncentrace manganu pro jednotlivé vrty v časovém období pěti let. Červenou barvou je zde vyznačena limitní koncentrace.

13.1.5 Železo

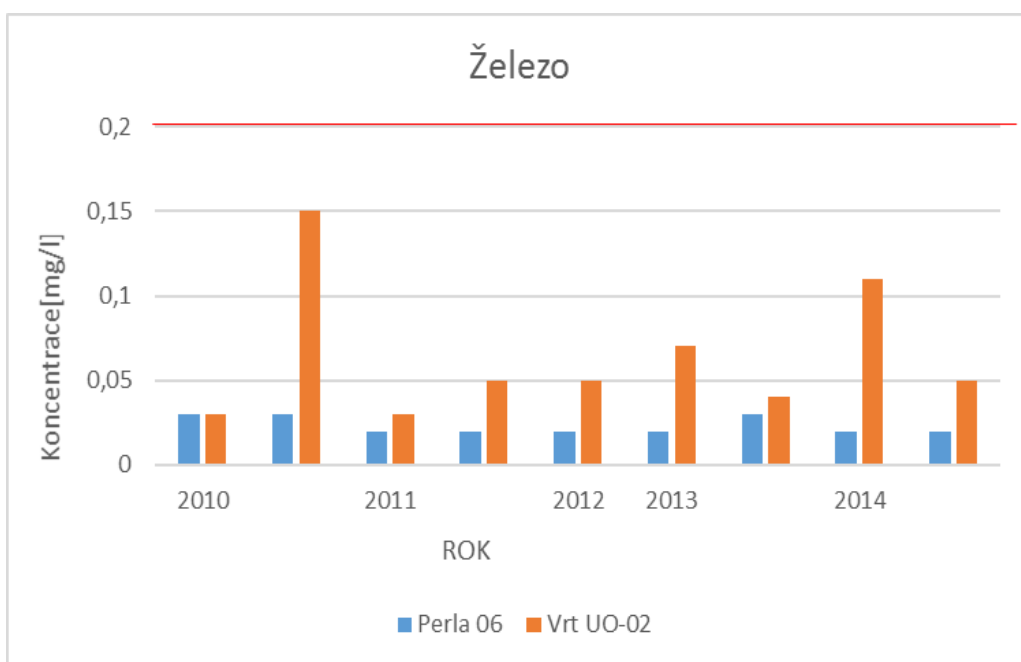
Výskyt železa je běžnou součástí povrchových i podpovrchových vod. V podzemních vodách, které neobsahují rozpuštěný kyslík, může koncentrace dosahovat až několika desítek mg/l. Velkým zdrojem železa jsou ložiska kamencových a kyzových břidlic a sulfidických rud, obsahující železo až v 1000 mg/l, velkou koncentraci můžeme pozorovat i u vulkanických vod.

Ve větších koncentracích, může způsobovat zabarvení vody a zbarvit i okolní materiál, s kterým přichází do kontaktu. Ovlivňuje hlavně chuť, barvu a zákal stejně jako mangan. Mangan, se ale ve vodách oproti železu ve většině případech vyskytuje v menším množství. Už při koncentraci 0,5 mg/l je možné si povšimnout zákalu a i malé koncentrace mohou být příčinou rozvoje železitých bakterií, které ucpávají potrubí, a při jejich odumírání může voda zapáchat.

Limitní koncentrace železa v pitné vodě je stanovena na hodnotu 0,2 mg/l a tento požadavek je stanoven jak na stolní tak i kojeneckou vodu. U vrtu UO-01 byla koncentrace železa velice kolísavá, kdy v roce 2010 vyšplhala na hodnotu 0,15

mg/l.(Obr. č.11) Průměrná hodnota, se pohybovala okolo 0,065 mg/l. U vrtu Perla 06 nemáme přesné měření, ale koncentrace se nevyšplhala do hodnot nad 0,02 mg/l.

U vrtů UO-02, Perla 06 musíme být opatrní, protože Vrt UO-1 který je umístěn vedle vrtu UO-2, byl pro překročení limitních hodnot odstaven a dnes se z vrtu voda nečerpá. V roce 2014 dosahoval hodnot až 1,09 mg/l což je skoro o třikrát víc než je stanovena limitní koncentrace. (Pitter, 2015)

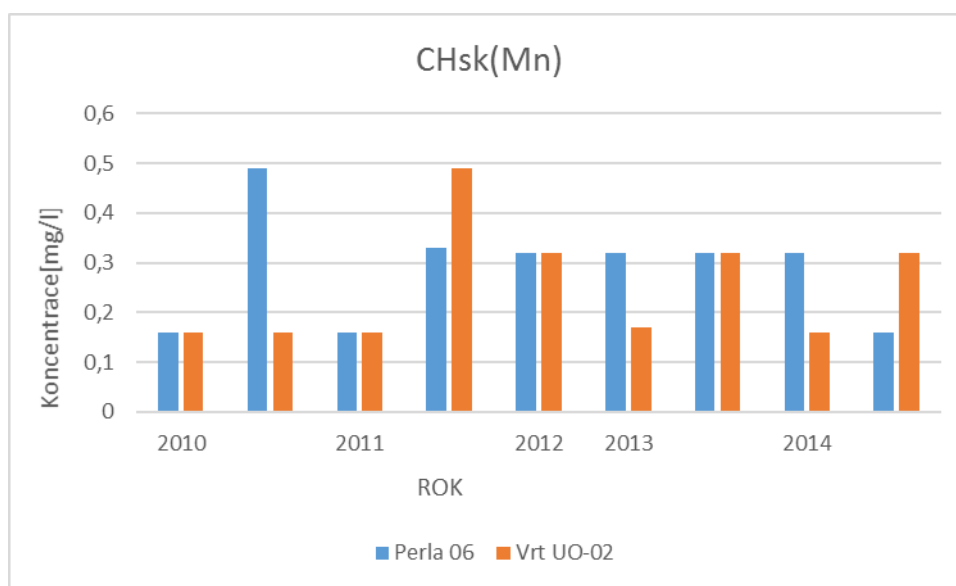


Obr.č.11, Graf znázorňující koncentrace dusičnanů pro jednotlivé vrty v časovém období pěti let. Červenou barvou je zde vyznačena limitní koncentrace.

13.1.6 CHSK Mn – Chemická spotřeba kyslíku manganistanem

Stanovení CHSK se používá při hodnocení organického znečištění podzemních a povrchových vod. Ukazuje nám jaká je koncentrace organických látek ve vodě. Voda znečištěná organickými látkami je oxidována manganistan draselným.

Hodnoty limitní koncentrace jsou stanoveny na 3 mg/l, od této mezní koncentrace jsou vrty velice vzdáleny a dosahují průměrných hodnot 0,25 mg/l a nejvyšší změřená koncentrace byla 0,49 mg/l.(Obr.č.12) V toto ohledu vyhověla voda předepsaným normám. (Pitter, 2015)

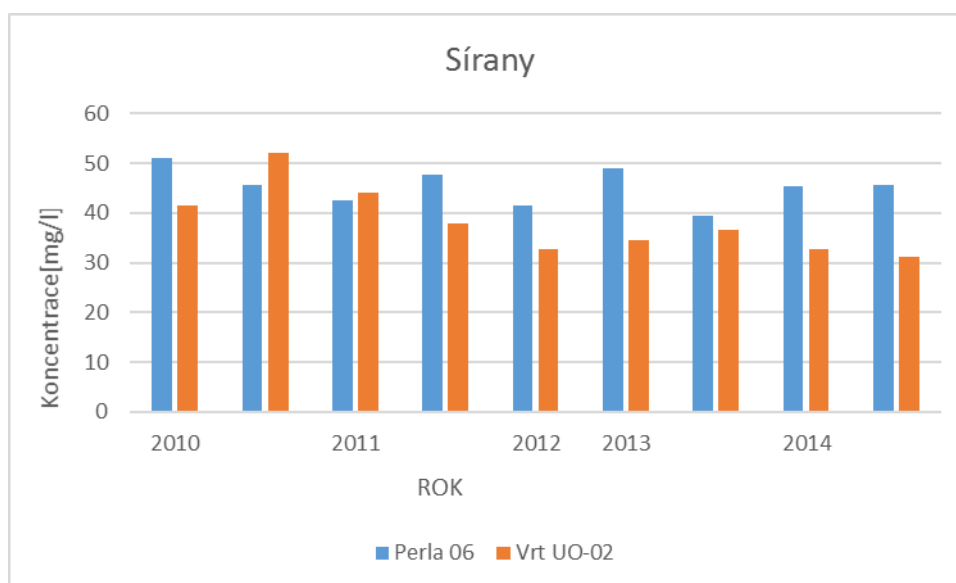


Obr.č.12 , Graf znázorňující koncentrace chemické spotřeby kyslíku manganistanem pro jednotlivé vrty v časovém období pěti let.

13.1.7 Sířany

Sířany v koncentracích, které se vyskytují v povrchových i podpovrchových vodách nemají hygienický potenciál k tomu, aby vyvolali vážné problémy pro zdraví člověka. Velká koncentrace síranu společně s hořčíkem a sodíkem mají laxativní účinky (projímavé), tato voda má ovlivněnou chuť s pachem. Síra se vykytuje ve vodě jako síranový anion a patří mezi hlavní anionty vod, které se vyskytují v přírodě.

Limitní koncentrace síranů je 250 mg/l u pitné vody. Koncentrace naměřena ve dvou pozorovaných vrtech zásobující město dosahoval průměrných hodnot okolo 46 mg/l. Viz Obr. č.13. (Pitter 2015)



Obr.č.13, Graf znázorňující koncentrace síranů pro jednotlivé vrty v časovém období pěti let.

13. Hodnota pH vody

Hodnoty pH mají oxidačně redukční potenciál a významně ovlivňují chemické a biochemické procesy probíhající ve vodách. Stanovení hodnoty pH je nezbytnou součástí rozboru vody. Dle vyhlášky pro pitnou vodu jsou přípustné hodnoty pro pH 6,5 – 9,5. Při nižších hodnotách pH může voda agresivně působit na potrubí a rozrušovat materiály a dále může obsahovat více toxických kovů. Při vyšších hodnotách pH je ovlivněna účinnost desinfekcí a voda může zhořknout.

Voda v pozorovaných vrtech limitní hodnoty pH nepřesáhla a vyhovuje normám pro pitnou vodu. (Pitter, 2015)

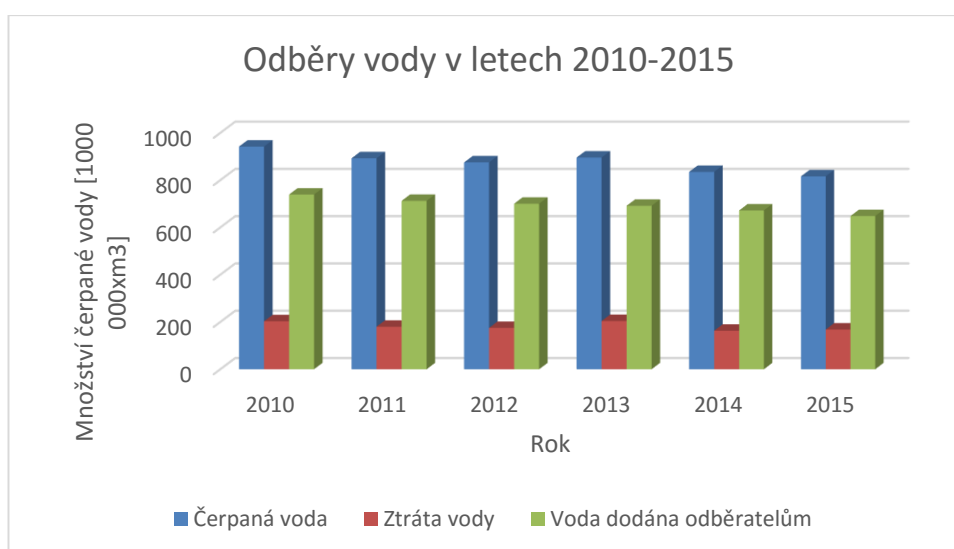
14. Zásobování vodou UO

14.1 Vývoj spotřeby vody v Ústí nad Orlicí

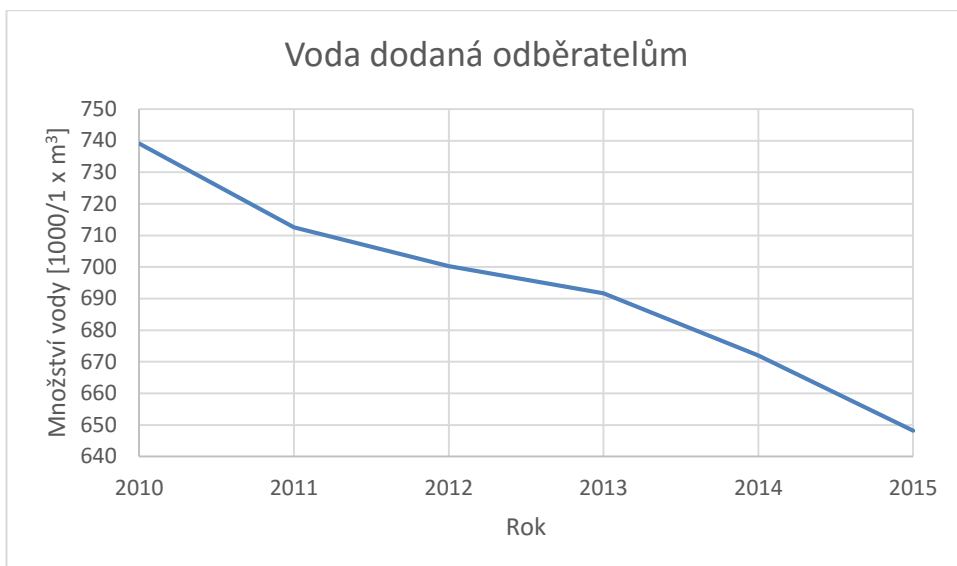
Spotřeba vody v České republice pomalým tempem klesá a tímto trendem se řídí i naše vybraná lokalita. Velkou roli na menší spotřebě má vzrůstající cena za vodu. Ta se paradoxně zvedá za účelem pokrytí nákladů na udržování chodu zásobování a odvádění vody z podniků a domácností. Do ceny, kterou platí odběratel je započítána pouze částka za provoz a opravy na vodovodech. Velkým problémem jsou pak investice do obnovy a rozvoje, které jsou financovány z různých fondů.

14.2 Zásobování vodou v Ústí nad Orlicí od roku 2010 do roku 2015

V Ústí nad Orlicí je zásobováno vodou z vodovodů pro veřejnou potřebu zhruba 15 000 obyvatel. Od roku 2010 do roku 2015 bylo vyčerpáno z vrtů 5 255 000 m³ vody. Ke spotřebitelům bylo odvedeno 4 132 000 m³ vody a ztráty činily 1 123 000 m³ vody. Na obrázku č.14 vidíme množství čerpané vody, ztráty vody a vody dodané ke spotřebiteli. Spotřeba vody se v těchto letech lineárně snižovala v průměru o 2,5 procenta a celkově se snížila za pět let o 12,5 % (93 000 m³ vody). Možnost způsobení snižování odebíraného množství vody je způsobem malého snížení počtu obyvatel, či z více pravděpodobného šetření vody. Na obrázku č.15 vidíme pokles odebírané vody spotřebiteli. (*Tepvos s.r.o*)



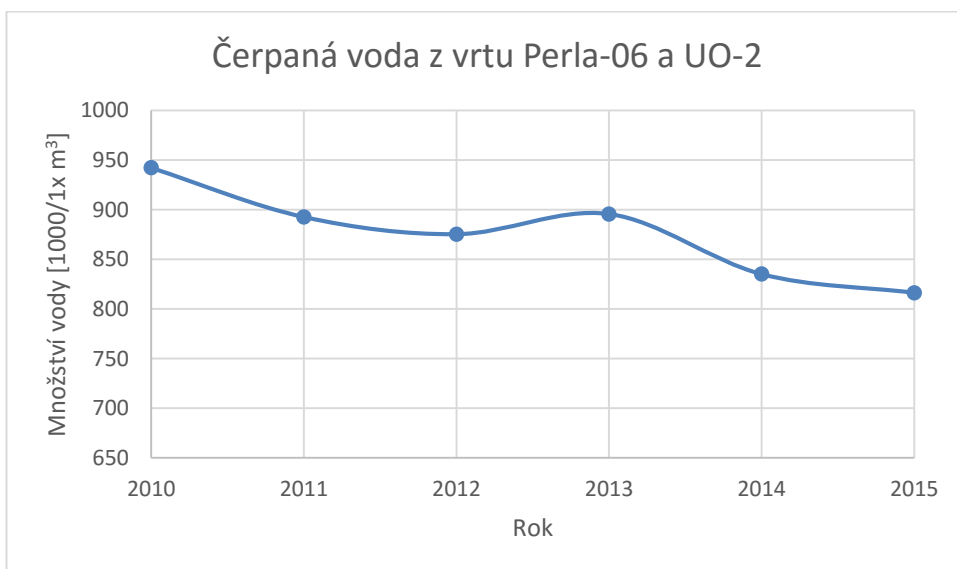
Obr. č.14, množství vody-čerpané, ztrátové, dodané odběratelům za roky 2010-2015.



(Obr. č.15 , Graf znázorňující množství vody dodané odběratelům v rozmezí pěti let.

14.3 Evidence odběrů podzemní vody z jednotlivých vrtů

V rozmezí pěti let, od roku 2010 do roku 2015 se situace čerpaného množství u jednotlivých vrtů výrazně změnila. Na obrázku č.16 můžeme vidět, že celkové množství čerpané vody postupně klesá z 942 000 000 m³ vody v roce 2010 na 816 000 000 m³ vody v roce 2015. (Tepvos s.r.o)



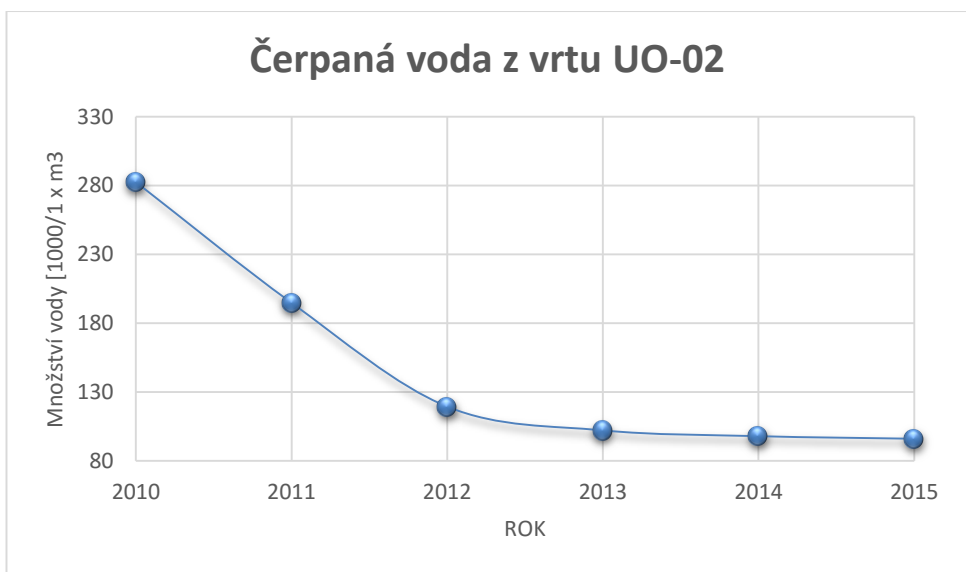
Obr. č.16, celkové čerpané množství vody za časové období 2010-2015.

Vývoj čerpání u vrtu Perla 06, na obrázku č.17 Od roku 2010 množství jímání vody narůstá do roku 2013 z hodnoty 660 000 m³ na 793 000 m³ vody a dále klesala a v roce 2015 bylo čerpáno už jen 720 000 m³.



Obr.č.17, Čerpané množství vody z vrtu Perla 06 za období 2010-2015

Situace o vývoji čerpaného množství vody z vrtu UO-02 na obrázku č.18. Z vrtu v roce 2010 se za pětileté období jímalo nejvíce kubíků vody a to 280 000 m³. V následujících letech už jen objem čerpané vody klesal na hodnotu 96 000 m³ vody.



Obr. č.18, Čerpané množství vody z vrtu UO-02 za období 2010-2015.

15. Vývoj ceny vody v Ústí nad Orlicí

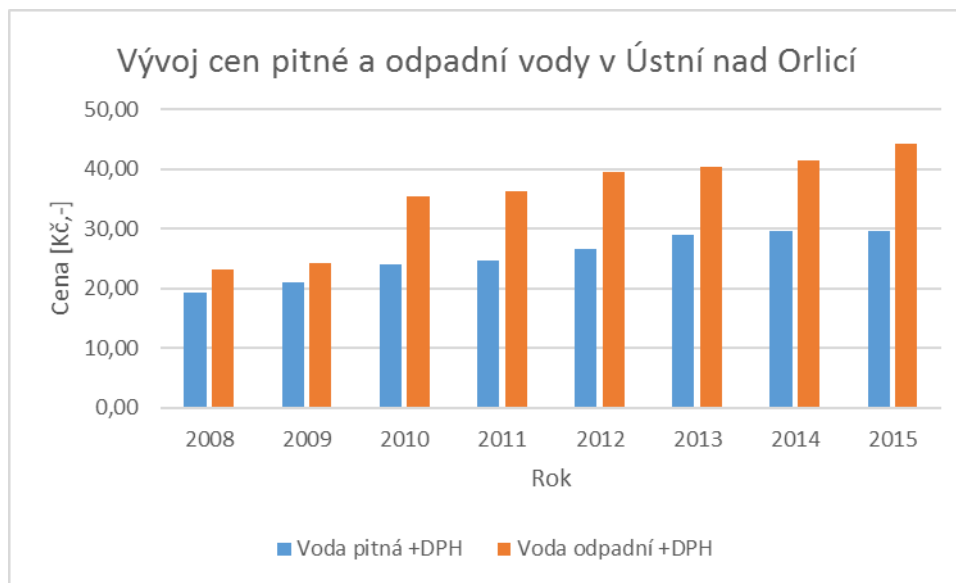
Za služby, které provádí provozovatel vodohospodářských služeb, plátí obyvatelé vodné a stočné. Cenu stanovuje vlastník vodohospodářské infrastruktury. V městě Ústí nad Orlicí se o provoz a cenotvorbu stará firma Tepvos s.r.o. Dozorčím orgánem nad správou ceny za služby spojené s vodou má Ministerstvo financí. Do ceny vodného počítáme vodu dodávanou z veřejného vodovodu. Platíme za výrobu a distribuci pitné vody. U cen stočného se počítá voda, kterou odvedeme do veřejné kanalizace, která musí být vyčištěna v čistírně odpadních vod.

Cena vody je dána závaznými cenovými předpisy a není regulována trhem. Provozovatel si tedy nemůže nastavit cenu dle svého uvážení a musí se řídit metodickými pokyny ("Pravidla pro stanovení výše vodného a stočného k § 36 odst. 5 a 7 zákona č. 274/2001 Sb."). Metodické pokyny jsou určeny vodoprávním úřadům, Krajským úřadům a Ministerstvu zemědělství k využití pro vlastníky a provozovatele vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu. Předpisy stanovují, že do cen se dají započítat jen náklady bezprostředně spojené s uvedenou činností a přiměřený zisk, který umožní přirozenou návratnost materiálu na obnovu a rozvoj infrastruktury určené na dopravu a odvádění vody.

Cena se vždy přepočítává na jednotlivý rok a do ceny se promítají náklady s provozem majetku (opravy, odpisy majetku, případný nájem vlastníků vodárenské infrastruktury). Tyto položky tvoří necelou polovinu z celkové ceny. Dalšími významnými složkami ceny jsou náklady na energie, chemikálie na úpravu vody, služby, mzdy pro zaměstnance, poplatky za vypouštění odpadních vod a užívání podzemních zdrojů.

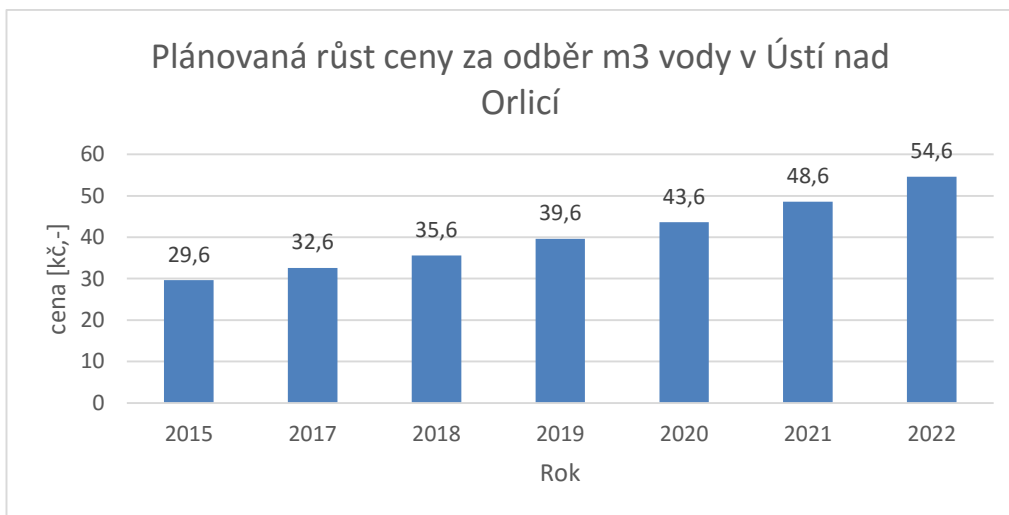
Obrázek č.19 nám ukazuje, že ceny vodného a stočného každým rokem v Ústí nad Orlicí stoupají. Pitná voda stála v roce 2008 19,29 Kč (+ DPH 9%) a cena v roce 2015 vzrostla více než 10 Kč na cenu 29,67 (DPH 15%). Cena vody odpadní vystoupala až dvojnásobně z 23,11 Kč (DPH 9%) na částku 44,28 Kč (DPH 15%). I přesto, že lidé spotřebují rok od roku méně vody, zaplatí v průměru více. Voda v dané lokalitě není voda nedostatkovým zbožím, které by tlačilo cenu vzhůru, ale

jsou to náklady na údržbu, výrobu, čištění vody a posledním faktorem je zvyšující se DPH. (Tepvos s.r.o, 2015)



Obr. č19, Vývoj cen pitné a odpadní vody v Ústní nad Orlicí v letech 2010-2015.

Ústí nad Orlicí se také dotkne plánované zdražení odběrů podzemní vody. Novela zákona o vodách by měla platit od roku 2017 a předpokládaný růst poplatku na m³ by se měl zvýšit o 3 Kč od roku 2017 a dále by měl stoupat (můžeme vidět na obrázku č. 20.) V současné době je poplatek dvě koruny na pitnou vodu a tři koruny na metr krychlový na jiné použití. „Podzemní voda je velmi cenná surovina, oproti vodě povrchové nenahraditelná. V důsledku stále většího sucha jí nezadržitelně ubývá, a proto je třeba urychleně jednat,“ řekla mluvčí ministerstva životního prostředí Petra Roubíčková. Pro obyvatele Ústí nad Orlicí znamená zvýšení ceny z dnešních 74 korun za m³ vody pitné a odpadní na 77 korun, ale musíme započítávat zvýšené náklady na provoz a tím se částka ještě zvýší. V budoucích letech můžeme očekávat cenu vody za m³ okolo hranice sta korun. (Tepvos s.r.o, Česká televize 2015)



Obr. č.20, plánovaný růst cen v budoucích sedmi letech, podle ministra životního prostředí Brabence, dohromady s cenou m³ vody v Ústí nad Orlicí, Brabenec 2015.

Metodika

16. Porovnání vlastností čerpané vody

Byly porovnávány dva vrty, Vrt UO-02 a Perla 06 množství čerpané vody v časovém rozsahu pěti let a chemické vlastnosti vody, které byly měřeny dvakrát za rok. Tyto jednotlivé faktory byly graficky porovnávány za účelem zjištění koncentrace porovnávaných látek s množství čerpané vody. Dále byla sledována závislost množství koncentrace látek vyskytující se v čerpané vodě na množství čerpané vody za dané období.

K dispozici byla dodaná data od Firmy Tepvos. s.r.o., která se stará o vodohospodářský úsek v městě Ústí nad Orlicí. Data o koncentraci chemických ukazatelů byly ve většině případů ve formě dvou hodnot za jeden rok v rozmezí šesti měsíců. Obsahovali hodnoty koncentrace látek rozpuštěné ve vodě. Pro sestavení grafů bylo vybráno množství čerpané vody v daném období, kdy byly prováděny chemické ukazatele surové vody.

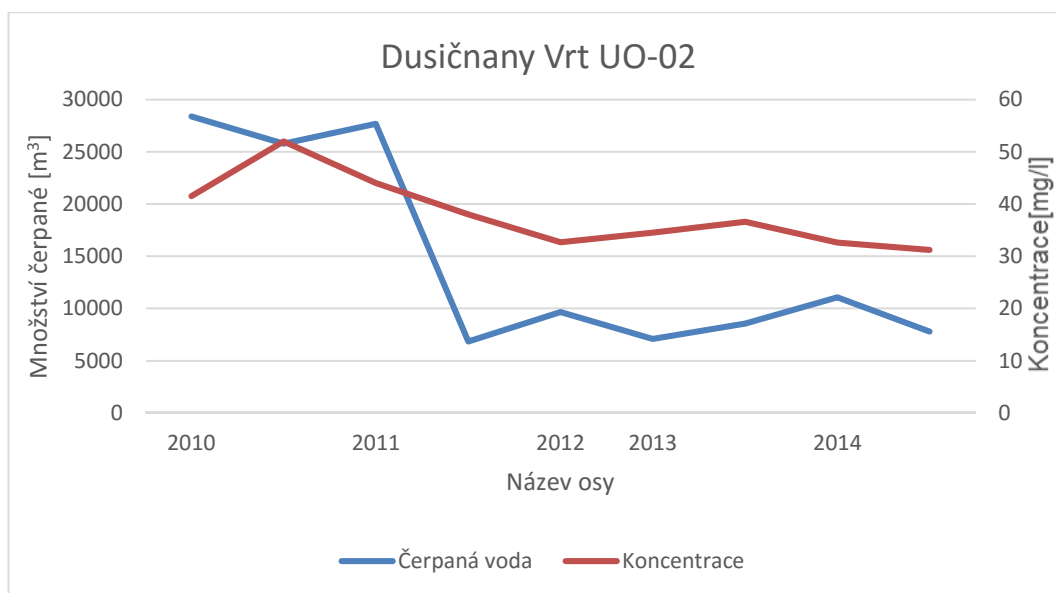
Na vrtech UO-02 a Perla 06 byly porovnávány koncentrace dusičnanů, chloridů, manganu, železa, chemická spotřeba manganistanem a síranů.

17. Výsledky

17.1 Vrt UO-02

Čerpané množství vody ve zkoumaném rozmezí čtyř let značně klesalo z původních hodnot pohybujících se okolo 26 000 m³ za měsíc v letech 2010 a 2011(Období I.) ubylo více než o polovinu na hodnotu okolo 10 000 m³ za měsíc v letech 2011 až 2014(Období I). Porovnáváme výsledky, které nám poví jaká je závislost na větším a menším množství čerpané vody ve vrtu UO-02.

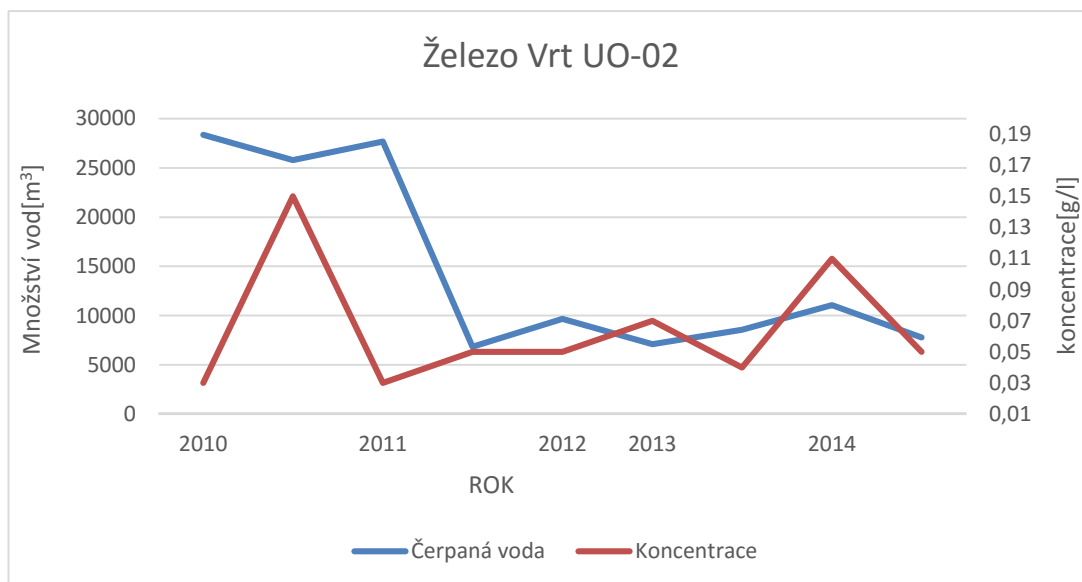
Na vývoji **dusičnanů** pozorujeme(obr.č.21), že koncentrace klesala a stoupala závisle na čerpané vodě. V roce 2010 překročila své limitní hodnoty pro pitnou vodu. S postupným poklesem čerpané vody se koncentrace dusičnanů snížila.



Obr. č.21, Vývoj koncentrace dusičnanů v závislosti množství čerpané vody,

Chloridy mají opačný trend a ukazují nám, že při menším čerpaném množství vody jejich koncentrace roste(Obr. č.27 viz přílohy). **Manganu** byly určeny jen dvě hodnoty koncentrací a to jsou 0,005 a 0,01 mg/l přesnější množství se nedá v laboratorních podmínkách určit(Obr.č.28, viz přílohy). Mangan při poklesu čerpané vody z období I na období II vzrostl z 0,005 na hodnotu 0,01.

U **železa** (Obr.č.22) je zpočátku období I naměřena jedna poměrně nízká koncentrace i přesto že množství čerpané vody je nejvyšší v pozorovacím úseku, ale náhle stoupl v druhé půlce roku 2011 k vyšším hodnotám. Na železu je vidět rapidní pokles koncentrace v závislosti na čerpaném množství vody a dále i v menším množství čerpané vody, je vidět návaznost.



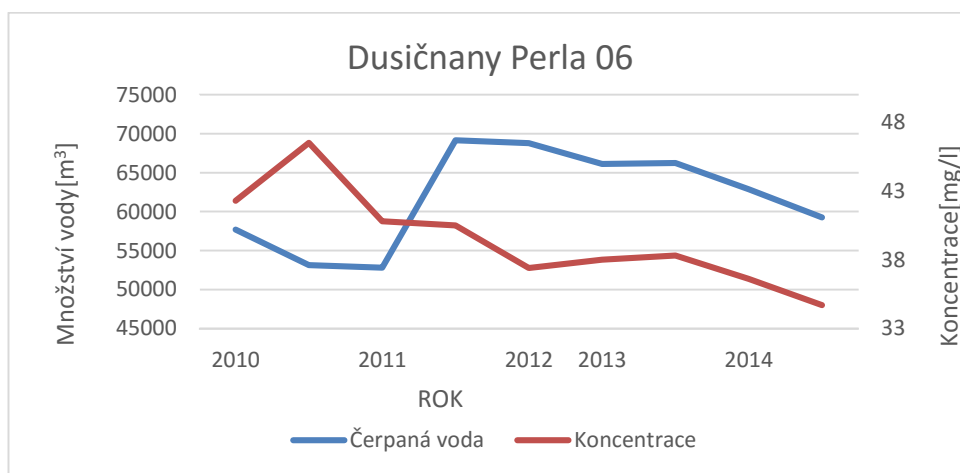
Obr.č.22, Závislost koncentrace železa na množství čerpané vody.

Chemická spotřeba kyslíku manganistanem je velice rozkolísaná a nemohu určit závislost k čerpanému množství vody. Koncentrace síranů začala prudce stoupat při snížení čerpané vody v roce 2011 a v roce 2012 dosáhla maximu a začala zase strmě klesat mezi roky 2013-2014 se ustálila a od roku 2014 zase začala stoupat, opět zde není přímý vliv čerpaného množství vody, jak vidíme na obrázku č.29 v příloze.

17.2 Perla 06

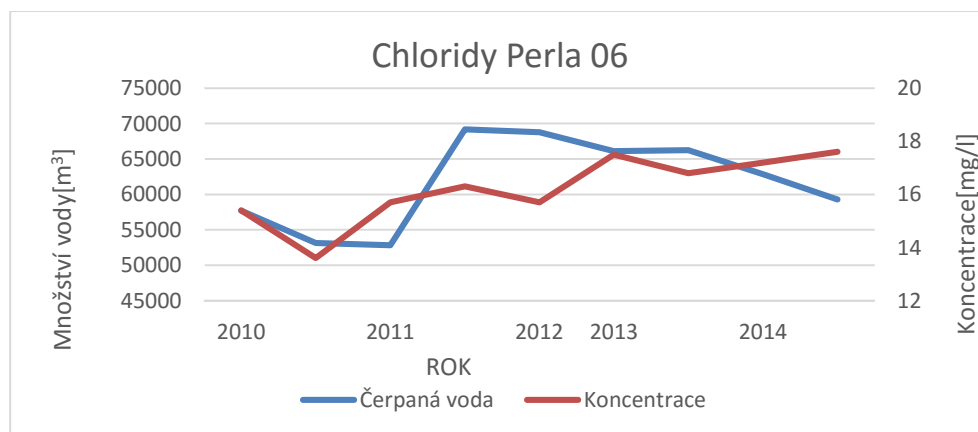
Množství čerpané vody v roce 2010 činilo kolem 54 000 m³ za měsíc a následně rostlo do roku 2013 na 66 000 m³, pak klesalo na 60 000 m³. Můžeme porovnávat koncentraci na viditelném růstu a následném poklesu množství čerpané vody.

Koncentrace **dusičnanů** zaznamenala nárůst druhé polce roku 2010 a následně klesala (Obr.č.23). I přes zvýšené množství čerpané vody se neprojevilo na klesajícím trendu koncentrace dusičnanů a od 2013 pozorujeme stejně se vyvíjející klesající koncentraci s množstvím čerpané vody.



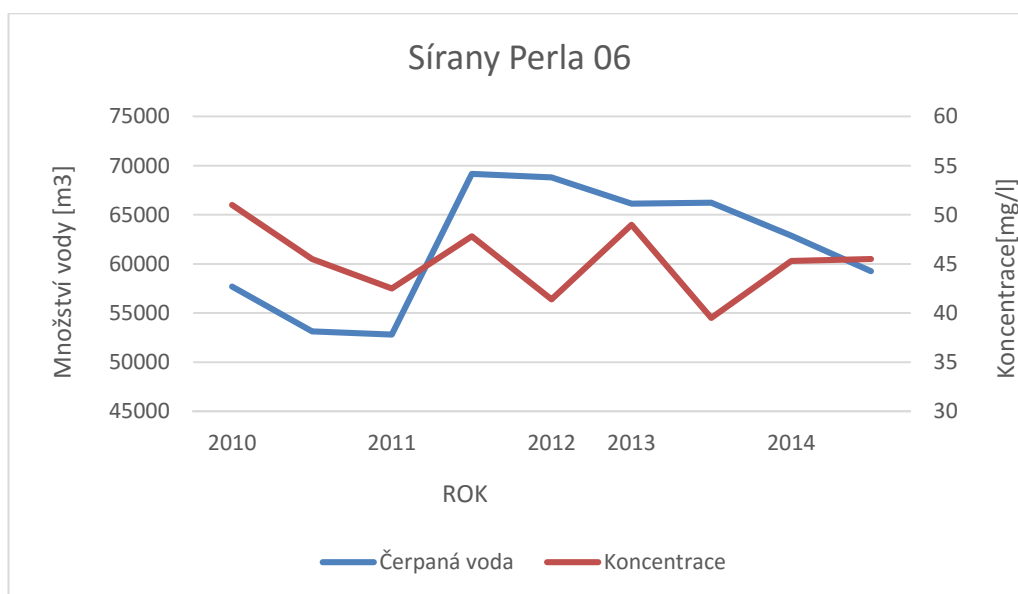
Obr.č23, Závislost koncentrace dusičnanů na množství čerpané vody.

Chloridy se postupně zvyšují v závislosti na čerpané vodě, ale i přes menší klesání množství čerpané vody v roce 2011 koncentrace chloridu stále pomalu roste jak můžeme pozorovat na obrázku číslo 24.



Obr.č24, Závislost koncentrace železa na množství čerpané vody.

U **manganu** jsou opět měřeny dvě hodnoty, v letech 2010 je hodnota koncentrace 0,005mg/l a s postupným čerpáním většího množství vody mangan vzrostl na 0,01 mg/l (Obr.č. 31 viz přílohy). U **železa**, na obrázku č 32. v příloze, se nedá určit závislost, protože koncentrace se pohybují v rozmezí 0,02- 0,03 mg/l. Na tomto vrtu nebyly zaznamenány problémy s blízkým přiblížením k limitům pro pitnou vodu, jako tomu bylo u vrtu UO-2. **Chemická spotřeba kyslíku manganistanem** vzrostla v druhé polce roku 2010, dále v letech 2011-2014 se držela na průměrných hodnotách 0,32 mg/l. I u chemické spotřeby nelze jednoznačně říct, jestli množství čerpané vody mělo vliv na koncentraci(Obr.č 32 viz přílohy). **Sírany**, kolísající hodnoty kolem 45mg/l nenaznačují trend závislosti na množství čerpané vody.(obr.č.25)



Obr.č25, Závislost koncentrace síranů na množství čerpané vody.

18. Diskuze

V porovnání byla sledována závislost čerpaného množství na koncentraci vybraných látek ve vodě. Myslím, že u některých látek závislost nastala. Určitě tuto analýzu dat ovlivňuje spousta okolních vlivů. Musíme brát v potaz stáří vrtu a geologické poměry, z kterých vrstev je voda odbírána. Ta určuje složení a množství koncentrace látek. U vrtu UO-02 víme, že odejímá vodu z kolektorem jsou pískovce a prachovce bělohorského souvrství střednoturonského stáří a vrt je starý zhruba 45 let. Stáří vrtu může mít velký vliv, právě na zvýšenou koncentraci železa a v minulosti byl dokonce sousední Vrt UO-01 odstaven z provozu právě pro nadlimitní výskyt železa. Pitter ve své knize Hydrochemie uvádí, že koncentrace železa je bývá ve většině případů vyšší než koncentrace manganu, toto tvrzení ze z výsledků potvrdilo a čerpaná voda nevykazuje v tomto ohledu žádných abnormálních hodnot. Perla 06 se v současné době používá jako hlavní zdroj pitné vody pro Ústí nad Orlicí, kolektorem vrtu jsou pískovce a prachovce jizerských vrstev střednoturonského stáří. V kvalitě vody se mi zdají oba dva vrty vyrovnané, až výkyvné hodnoty železa a dusičnanů ve vrtu UO-02. V takových situacích kdy nastane trvale zvýšená koncentrace železa, by se vrt musel odsadit, či zvolit odželezovací metody například provzdušňováním.

Příčiny zvyšujícího se obsahu železa lze hledat s pokračující korozí a postupnou přeměnou oxidu železitého na rozpustné sloučeniny na stěnách pažnic. Očekávám, že vrt bude v následujících letech odstaven a bude nahrazen dalšími vrty (UO-3,UO-04), které jsou připraveny na další využívání pro čerpání vody.

(Pitter, 2015, Pavliš, 2005)

19. Závěr

V této bakalářské práci na téma " Zhodnocení zásob a využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí" z hlavním cílem bylo popsat situaci jímání a čerpaní podzemní vody v Ústí nad Orlicí. Popsal jsem jímání vody, hydrologický průzkum a dále jsem se zaměřil na ochranu vod spojenou s ochrannými pásmy.

Při popisu území jsem se zaměřil zájmovou oblast v městě Ústí nad Orlicí a jeho blízkém okolí. Nastínil jsem geologické, litologické, hydrologické a hydrogeologické poměry včetně stručného shrnutí podnebí v místě. Neopomněl jsem historii zásobování pitnou vodou a současný provoz městského vodovodu v Ústí nad Orlicí. Uvedl jsem, jak se prováděla čerpací zkouška vrtů a zhodnotil situaci jejich vydatnosti.

Z poskytnutých dat firmou Tepvos s.r.o. o koncentraci vybraných organických a anorganických látek jsem posoudil kvalitu čerpané vody s limitními hodnotami pro pitnou vodu. Dále jsem měl k dispozici data o čerpání a ztrátě vody za roky 2010-2015. Z těch jsem vyhodnotil vývoj spotřeby vody a zaměřil se na evidenci odběrů vody na vrtech UO-02 a Perla 06. Vyhodnotil jsem i vývoj ceny v minulých letech a dovolil jsem si předvídat nárůst ceny v budoucnu.

Praktická část obsahuje porovnání vrtů UO-02 a Perla 06 v závislosti na množství koncentrace látek vyskytujících se v čerpané vodě na množství čerpané vody. Zde jsem dokázal, že některé koncentrace látek jsou závislé na množství čerpané vody. Závislost byla prokázána v případě vrtu UO-2 na dusičnanech a železa. V případě vrtu Perla 06 závislost byla vidět méně patrně na vzorcích chloridu. V diskuzi jsem rozebral příčiny závislosti a následné řešení problémů při překračujících limitních hodnotách koncentrací látek.

Snažil jsem se, aby tato práce byla jedním z podkladů při řešení situace čerpání podzemní vody v Ústí nad Orlicí, a aby moje práce „Zhodnocení zásob a využívání podzemních vod v Ústí nad Orlicí“ byla užitečná pro kohokoliv, kdo se zajímá o jímání podzemních vod a hlavně pro ty, kterým není lhostejný stav množství podzemní vody v Ústí nad Orlicí.

20. Literatura

1. BLAŽEK, Vladimír, NĚMEC, Jan a Josef HLADNÝ (eds.). *Voda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006. ISBN 80-903482-1-1.
2. CÍLEK, Václav, KENDER, Jan (ed.). *Voda v krajině: kniha o krajinotvorných programech*. Praha: Consult pro Ministerstvo životního prostředí a Agenturu ochrany přírody a krajiny ČR, 2004. ISBN 80-902132-7-8.
3. CÍSLEROVÁ, Milena a Tomáš VOGEL. *Transportní procesy*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01866-0
4. HASENÖHRL, Jaroslav a Alica JENDŽELOVSKÁ. *Zdravotně vodohospodářské stavby pro 3. a 4. ročník středních průmyslových škol stavebních: učební text pro 3. a 4. ročník studijního oboru 36-54-6 vodohospodářské stavby*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
5. HERČÍK, Ferdinand, Zdeněk HERRMANN a Jaroslav VALEČKA. *Hydrogeologie české křídové pánve*. 1. vyd. Praha: Český geologický ústav, 1999. ISBN 80-7075-309-9.
6. HORÁČEK, Zdeněk. *Vodní zákon: s aktualizovaným podrobným komentářem po roce účinnosti nového občanského zákoníku k ..* Praha: Sondy, 2015-. Paragrafy do kapsy
7. KEMEL, Miroslav. *Hydrologie: [Urč. pro posl fak. staveb.]*. Dot. Praha: České vysoké učení technické, 1994. ISBN 80-01-00509-7
8. KRÁSNÝ, Jiří. *Podzemní vody České republiky: regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Vyd. 1. Praha: Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-797-0.
9. MÍSAŘ, Zdeněk. *Regionální geologie ČSSR: geologie českého masivu*. Praha, 1983.
10. Pavliš Radko, Ústí nad orlicí – Perla 06, provedení karotážního měření ,televizní prohlídka zdroje podzemní vody., Chrudim listopad 2005, nepublikováno
11. Pavliš, Radko. Ústí nad Orlicí – Testování jímacích vrtů UO-1 a UO-2 závěrečná zpráva, Chrudim 2005 - nepublikováno
12. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-80-7080-928-0.
13. OHGS s.r.o. Ústí nad Orlicí, Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje, 2004 - nepublikováno

14. STRNAD, Zdeněk. *Vodní právo*. 2. vydání. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2015. ISBN 978-80-7514-026-5.
15. Šeda Svatopluk, Ústí nad Orlicí Zpráva o testování vrtů UO-2 a Perla 06, 1995 – nepublikováno
16. ŠTĚRBA, Otakar. *Pramen života*. 1. vyd. Praha: Panorama, 1986. Knihy o přírodě (Panorama)
17. Tepvos s.r.o, evidence odběru podzemních vod 2010-2015, Chemický rozbor vody. 2015.
18. TOURKOVÁ, Jana. *Hydrogeologie*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-03101-2.
19. VALENTOVÁ, Jana. *Hydraulika podzemní vody*. Vyd. 3. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03625-9.
20. Wognitsh, Roman, General vodovodní sítě města ústí nad orlicí základní číslo 1267807-13, listopad 2008
21. ZELINKA, Zdeněk. *Studny*. 3., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN 978-80-7366-122-9.

Internetové odkazy.

1. <http://zakony.centrum.cz/vodni-zakon/cast-1-hlava-10-dil-1-paragraf-88>
2. <http://www.ekodrill.cz/konstrukce-vrtu.html>
3. <http://www.studny.info>
4. <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100053086.html>
5. www.ustinadorlici.cz
6. <http://www.geology.cz/rebilance/rajony/rajon4232>
7. <http://portal.chmi.cz/>
8. <http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/PODVODA.htm>
9. <http://www.cenavody.cz/clanky/co-platime-ve-vodnem-a-stocnem>
10. http://eagri.cz/public/web/file/34645/stanoveni_vod_a_stoc.pdf
11. <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1732630-poplatky-za-podzemni-vodu-budou-trikrat-vyssi-rodinu-bude-stat-70-korun-navic>
12. Mapy.cz

21. Legislativa

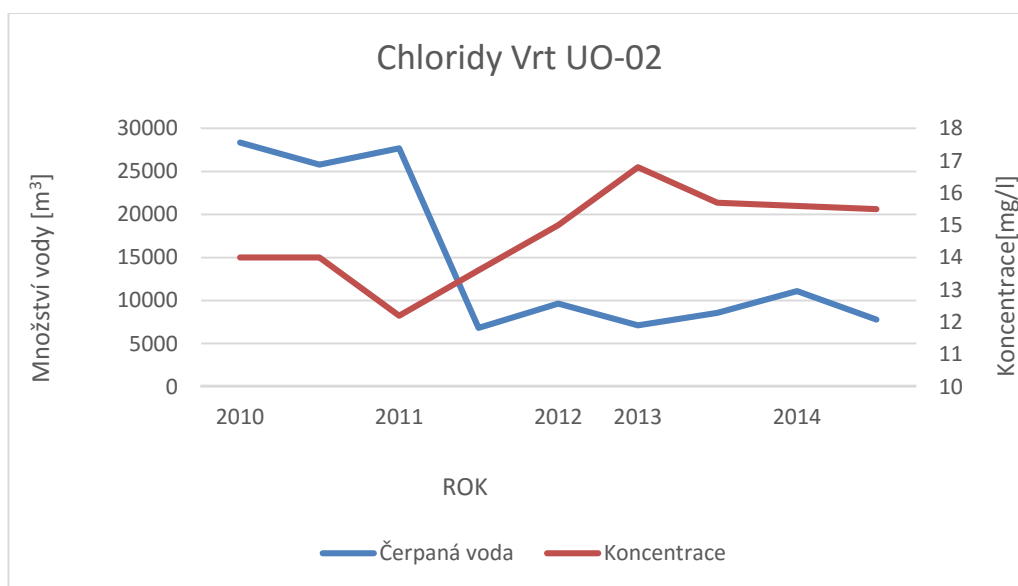
1. Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu
2. Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
3. Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
4. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
5. Zákon č. 455/1991 Sb., živnostenský zákon
6. Vyhláška č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací
7. Vyhláška č. 252/2004Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
8. Technická norma ČSN 75 5115 Jímání podzemní vody

22. Přílohy

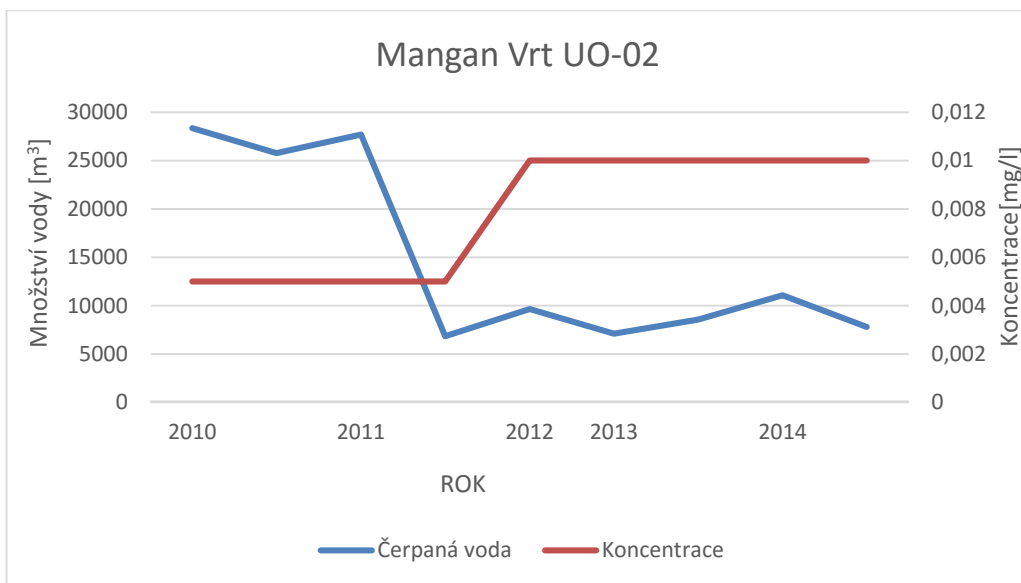
Cena vody v Ústí nad Orlicí

	od 1.1	Voda pitná (m ³)	DPH	Voda pitná +DPH	Voda odpadní(m ³)	DPH	Voda odpadní +DPH	Celkem
2008	2008	17,7	9	19,29	21,2	9	23,11	42,40
2009	2009	19,3	9	21,04	22,2	9	24,20	45,24
2010	2010	21,9	10	24,09	32,2	10	35,42	59,51
2011	2011	22,6	10	24,63	33	10	36,30	60,93
2012	2012	23,7	14	26,54	34,7	14	39,56	66,10
2013	2013	25,17	15	28,95	35,09	15	40,35	69,30
2014	2014	25,8	15	29,67	36	15	41,40	71,07
2015	2015	25,8	15	29,67	38,5	15	44,28	73,95

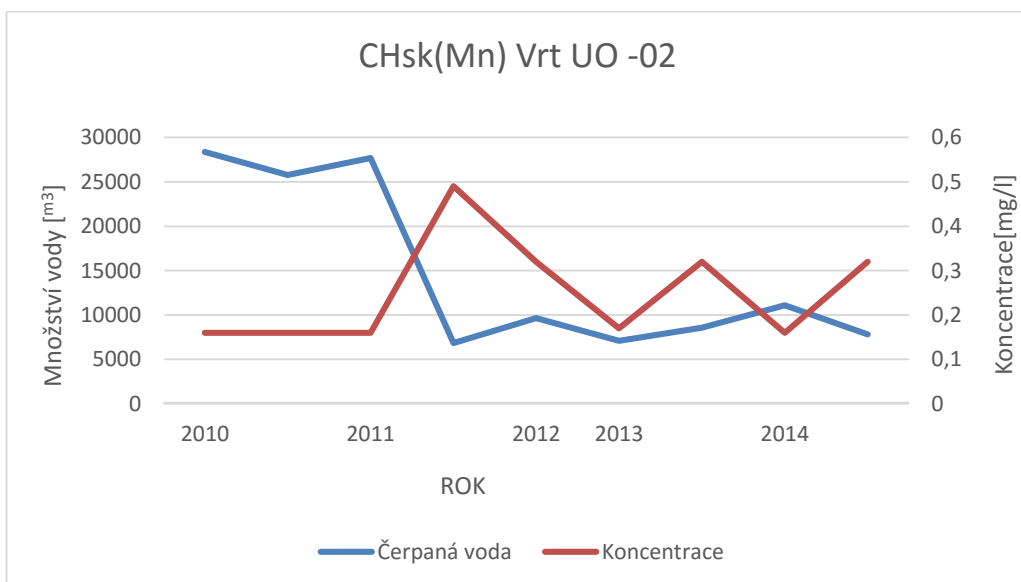
Obrázek,č.26 , Tabulka cen vody Ústí nad Orlicí, (Tepvos s.r.o, autor)



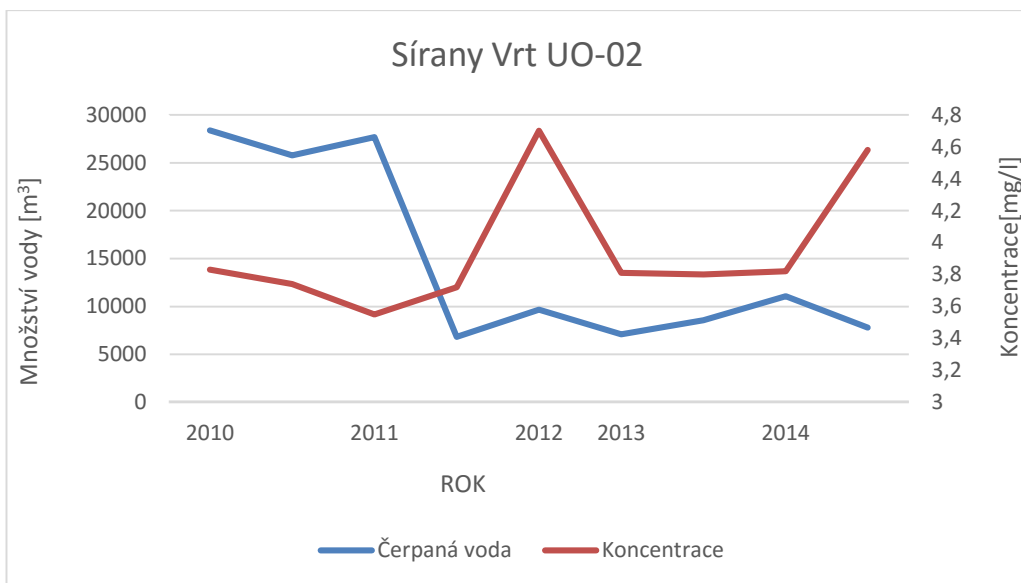
Obr.č27, Závislost koncentrace chloridů na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o 2015, autor)



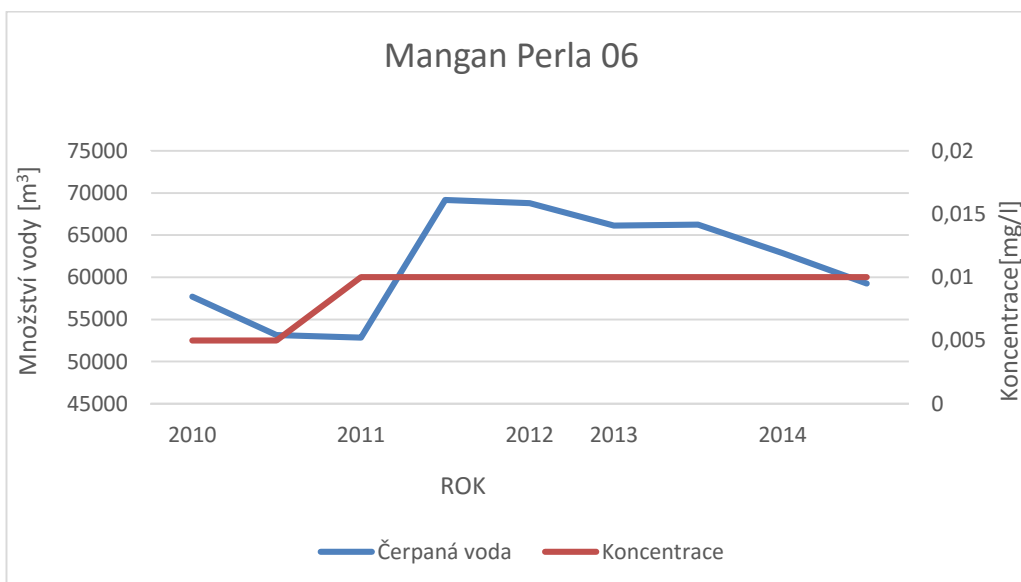
Obr.č28, Závislost koncentrace manganu na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o 2015, autor)



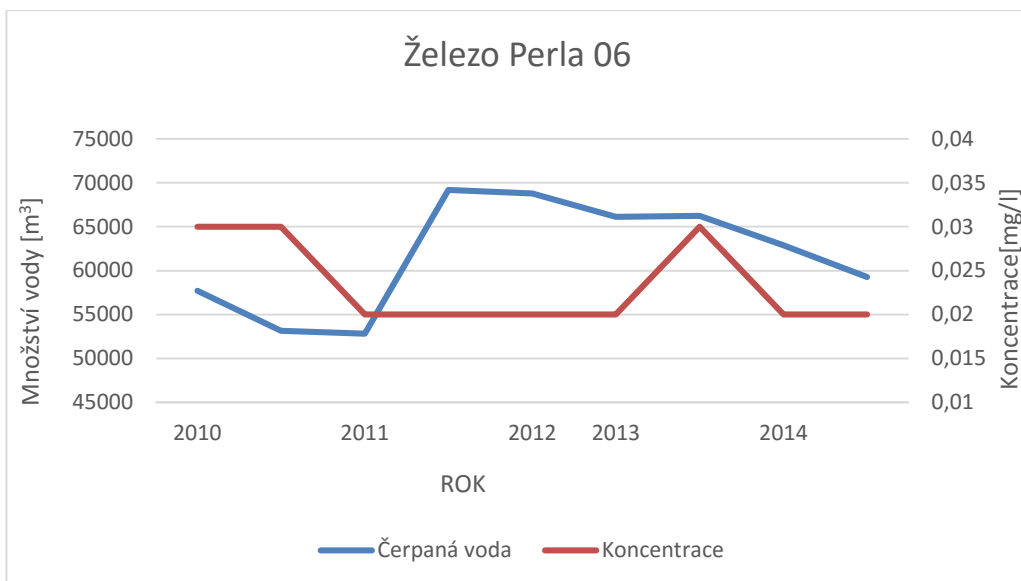
Obr.č29, Závislost koncentrace chemické spotřeby kyslíku manganistanem na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o 2015, autor)



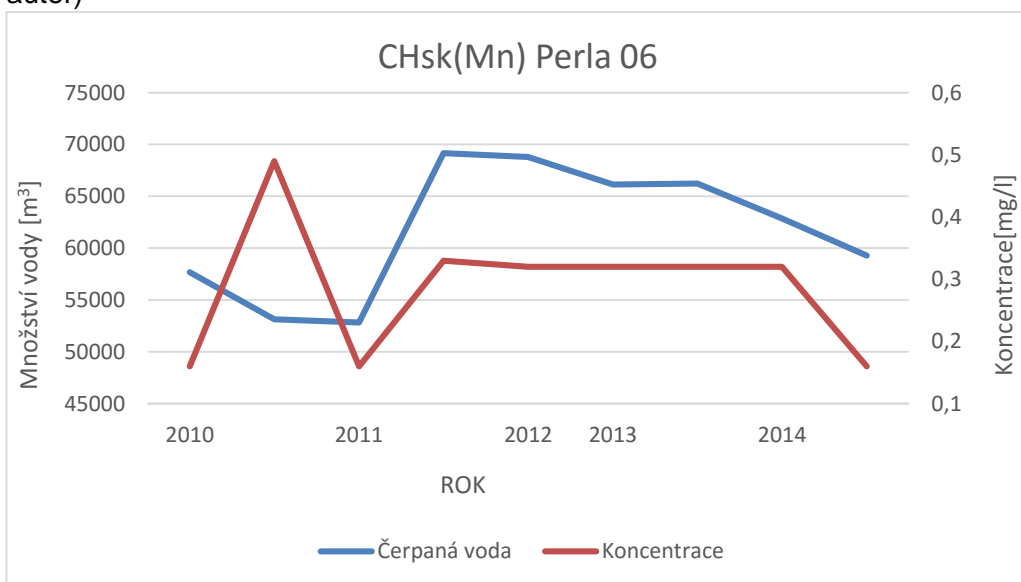
Obr.č30, Závislost koncentrace síranů na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o 2015, autor)



Obr.č31, Závislost koncentrace manganu na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o 2015, autor)



Obr.č31, Závislost koncentrace síranů na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o, autor)



Obr.č32, Závislost koncentrace síranů na množství čerpané vody, (Tepvos s.r.o, autor)

Fotografie



Obr.č.33, Pohled na vrty UO-1 a UO-2, (vlastní fotografie)



Obr. č. 34, Pohled na vrty UO-1 a UO-2 s oplocením ochranného pásma, (vlastní fotografie)



Obr. č. 35, Pohled na budovu vrtu Perla 06, (vlastní fotografie)



Obr. č. 36, Budova vrtu Perla 06 s oplocením ochranného pásma, (vlastní fotografie)



Obr.č.37, Vodojem dolního tlakového pásma, (vlastní fotografie)



Obr. č. 38, Vodojemy horního tlakového pásma, (vlastní fotografie)