

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování

Chemismus a hydrogeologie podzemních vod v oblasti
Železných hor

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.
Bakalant: Daniel Šindelář

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Šindelář

Aplikovaná ekologie

Název práce

Chemismus a hydrogeologie podzemních vod v oblasti Železných hor

Název anglicky

The chemistry and hydrogeology of groundwater in the area of the Železné hory

Cíle práce

chemismus podzemních vod v oblasti Železných hor, zmapování dané oblasti z hlediska hydrogeologického

Metodika

k vypracování daného tématu bude čerpáno z odborné literatury, důležitým zdrojem informací pak bude průzkum a analýza podzemních vod určené lokality a hodnoty přírodních zdrojů stanovené Českým hydro-meteorologickým ústavem

Doporučený rozsah práce

35 stran textu

Klíčová slova

chemizace podzemních vod, hydrogeologická bilance, zásoby podzemních vod, Železné hory

Doporučené zdroje informací

HERRMANN, Zdeněk. Klasifikace území ČR z hlediska potřeby hodnocení zdrojů podzemních vod 1. vyd. Hradec Králové : [s.n.], 2008.

KRÁSNÝ, J. *Podzemní vody České republiky : regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Praha: Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-797-0.

KŘÍŽ, Hubert. *Hydrologie podzemních vod* 1. vyd. Praha: Academia, 1983.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 7. 9. 2016

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 10. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje z verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém

V Praze dne 21.4.2017

.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat především svému vedoucímu doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, rady a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat vedoucí Městské knihovny v Golčově Jeníkově paní Jaroslavě Malové za pomoc a ochotu při shánění odborné literatury. V neposlední řadě patří můj dík VaK Havlíčkův Brod za poskytnutí dat k této bakalářské práci.

V Praze dne 21.4.2017

.....

Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o zdrojích a využitelnosti podzemních vod na území Železných hor. Mapuje jejich jímatelné množství a chemismus ve vybraných lokalitách dané oblasti. Pomocí hydrogeologických a hydrologických charakteristik přibližuje pohyb, zásoby a chemické složení podzemních vod v zájmovém území.

Abstract

This bachelor thesis discusses the sources and utilization of groundwater in the territory of the Iron Mountains. It maps the quantity and chemistry at selected locations of the area. Using hydrogeological and hydrological characteristics approaching movement, supplies and chemical composition of groundwater in the area of interest.

Klíčová slova: chemizace podzemních vod, hydrogeologická bilance, zásoby podzemních vod, Železné hory

Keywords: chemicals groundwater hydrogeological balance, groundwater resources, Železné hory

Obsah

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. METODIKA.....	3
4. PODZEMNÍ VODY	4
4.1. Vlastnosti a tvorba podzemních vod za přírodních podmínek	5
4.2. Podzemní vody prosté a minerální	7
4.3. Chemismus podzemních vod	8
4.3.1. Chemické vlastnosti skupinové	11
4.4. Fyzikální vlastnosti	12
5. HYDROGEOLOGICKÉ PROSTŘEDÍ.....	13
5.1. Složení vod v závislosti na prostředí	14
6. POHYB PODZEMNÍCH VOD	17
7. VODOHOSPODÁŘSKÁ BILANCE	17
8. OBLAST ŽELEZNÝCH HOR	18
9. HYDROGEOLOGIE ŽELEZNÝCH HOR	20
10. VYMEZENÍ BILANČNÍHO CELKU.....	23
10.1. Hodnocení jakosti podzemních vod ve vybraných rajónech	24
11. HYDROCHEMIE PODZEMNÍCH VOD V OBLAST ŽELEZNÝCH HOR	29
12. KONKRÉTNÍ LOKALITY ŽELEZNÝCH HOR.....	30
12.1. Podlažice	30
12.2. Běstvina - Javorka.....	31
12.3. Žlebské Chválovice – štola	31
12.4. Vápenný Podol – Lázně	31
12.5. Čečkovice – prameny	32
12.6. Kladruby	32
12.7. Horní Studenec, Podmoklany	32
12.8. Blatnická studna.....	33
13. DISKUSE.....	34
14. ZÁVĚR.....	37
15. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	38
16. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	40
17. SEZNAM PŘÍLOH.....	41

1. ÚVOD

Tato práce mapuje výskyt podzemních vod na území Železných hor. Dalším cílem je určení míry využitelnosti podzemních zdrojů a jejich chemické složení ve vybraných lokalitách. Podzemní vody v dobré kvalitě představují využití k soustředěným odběrům pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Další zkoumanou oblastí je rozbor vybrané lokality z pohledu hydrogeologického, neboť geologické podloží má přímý vliv na složení a proudění podzemních vod. Kvalitní zdroj pitné vody je nezbytnou složkou pro přežití každého z nás. Proto je velmi důležité zajímat se o místa, kde se nacházejí vhodné zdroje a snažit se je do budoucna zachovat v co nejlepší kvalitě. Nekvalitnějšími zdroji pitné vody jsou podzemní vody. Mezi méně kvalitní pak patří povrchové toky.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je chemismus podzemních vod v oblasti Železných hor a zmapování dané oblasti z hlediska hydrogeologického. Zkoumání vybraných oblastí Železných hor s ohledem na výskyt a využití podzemních vod s využitím poskytnutých poznatků a výsledků rozborů vod VaK Havlíčkův Brod.

3. METODIKA

K vypracování daného tématu bylo čerpáno z odborné literatury a internetových zdrojů. Nejprve byly získány obecné informace týkající se chemismu podzemních vod a hydrogeologického prostředí. Dále bylo blíže popsáno sledované území.

Sledovaným územím je oblast Železných hor, jejichž rozloha je 284 km² a v rámci České republiky má centrální polohu.

V práci byly použity informace o množství odebraných podzemních vod v hydrogeologických rajónech 432 (Dlouhá mez, jižní část – úsek Dářko – Podmoklany – okolí Studence) a 433 (Dlouhá mez, severní část – úsek Maleč – Třemošnice).

Další potřebná data byla získána ve zprávě Vodovodů a kanalizací Havlíčkův Brod o výsledcích rozborů jakosti surové vody v zájmových oblastech Železných hor, které VaK Havlíčkův Brod každoročně předkládají KU Vysočina.

Obecné využití těchto vod vychází ze splnění daných zákonů, vyhlášek a norem zaměřených na danou problematiku.

Podle § 3 zákona č. 258/2000 Sb. (zákon o ochraně veřejného zdraví) jsou hygienické požadavky na vodu následující:

„Pitnou vodou je zdravotně nezávadná voda, která ani při trvalém požívání nevyvolá onemocnění nebo poruchy zdraví přítomností mikroorganismů nebo látek ovlivňujících akutním, chronickým či pozdním působením zdraví fyzických osob a jeho potomstva, jejíž smyslově postižitelné vlastnosti a jakost nebrání jejímu požívání a užívání pro hygienické potřeby fyzických osob. Zdravotní nezávadnost se stanoví hygienickými limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních a chemických ukazatelů, které jsou upraveny prováděcím právním předpisem.“

(zdroj: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#Top>)

Související předpisy:

Vyhláška č. 252/2004 Sb.

kteřou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

se změnami: 187/2005 Sb., 293/2006 Sb., 83/2014 Sb.

uveřejněno v: č. 82/2004 Sbírky zákonů na straně 5402

schváleno: 22.04.2004

účinnost od: 01.05.2004

(Topinfo, 2001-2017)

Vyhláška č. 409/2005 Sb.

o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody

se změnami: 352/2013 Sb., 339/2015 Sb.

uveřejněno v: č. 141/2005 Sbírky zákonů na straně 7438

schváleno: 30.09.2005

účinnost od: 15.11.2005

(Topinfo, 2001-2017)

4. PODZEMNÍ VODY

Přírodní vody tvoří s přírodním prostředím komplikovaný systém. Podle výskytu se přírodní vody dělí na *atmosférické, povrchové a podzemní*. Vodním útvarem je pak vymezené a významné soustředění povrchových a podzemních vod v určitém prostředí. Vodním zdrojem jsou povrchové nebo podzemní vody, které jsou nebo mohou být využívány pro potřeby člověka

Podzemní vodou se rozumí voda přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem v pásnu nasycení, která je v přímém styku s horninami. Je to voda v zemských dutinách a zvodněných zemských vrstvách. Za podzemní vodu se považují též vody protékající drenážními systémy a vody ve studních a vrtech. Útvar podzemní voda je vymezené soustředění podzemní vody v příslušném kolektoru (zvodněném systému) (Pitter, 2009).

Zdroje podzemní vody jsou přednostně vyhrazeny pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Podle ustanovení § 29 zákona č. 254/2001 Sb. jsou zdroje podzemních vod přednostně vyhrazeny pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou a pro účely, pro které je použití pitné vody stanoveno zvláštním předpisem (zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví). K jiným účelům může být podzemní voda využívána, pokud to není na úkor výše uvedených potřeb. Praktický význam poznatků o podzemních vodách je důležitý nejen pro zásobování obyvatelstva pitnou a užitkovou vodou, ale i pro zemědělství, průmysl a některé další druhy hospodářské činnosti, při kterých může být pozměněn oběh a režim podzemních vod. Jakýkoli zásah do oběhu podzemních vod v krajině vede vždy k určitým změnám životního prostředí nejen dané lokality.

Z globálního hlediska lze podzemní vody zařadit mezi nevyčerpatelné zdroje (Kříž, 1983). Avšak i zde může docházet k jejich vážnému poškození a znehodnocení. Každá změna fyzikálních, chemických a bakteriologických vlastností má dopad na celé regionální životní prostředí. Toto znečištění závisí nejen na stavu horninového prostředí (odlišné hydrogeologické prostředí znamená rozličné podmínky proudění podzemní vody, kvalitu podzemní vody ap.), ale i na stavu povrchových vod, atmosféře a srážkách. Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23. 10. 2000 týkající se vodní politiky stanoví rámec pro ochranu povrchových vod, brakických vod, pobřežních a podzemních vod, aby se zabránilo dalšímu zhoršování jakosti těchto vod a bylo dosaženo jejich dobrého stavu (Pitter, 2009).

Rozlišujeme tři druhy zdrojů podzemní vody: přírodní, indukované a umělé (Krásný & al., 2012).

1/ Přírodní zdroje podzemní vody představují množství podzemní vody doplňované za přírodních podmínek do určitého hydrogeologického celku – zvodněného systému. K tvorbě přírodních zdrojů dochází přírodní infiltrací – vsakem srážek, vsakem z povrchových toků a nádrží nebo přitékáním z okolních zvodněných systémů (kolektorů). (Culek, 1996)

2/Indukované zdroje podzemní vody neboli „vyvolané“ zdroje podzemní vody představují množství podzemní vody, které přitékají do hydrologického celku

umělým zásahem (např. využitím zatopených pískoven, po předchozí těžbě písků a štěrků). Podmínkou efektivní tvorby indukovaných zdrojů je dobrá propustnost prostředí. Indukované zdroje jsou u nás využívány především v kvartéru povodí Labe (Herrmann, 2006).

3/ Umělé zdroje podzemní vody jsou vytvářeny v důsledku lidské činnosti. Z hlediska kvality jsou neškodné úniky z vodovodních sítí, naopak nepříznivé dopady má vsakování kontaminovaných vod (kanalizace, lokání zdroje znečištění).

4.1. Vlastnosti a tvorba podzemních vod za přírodních podmínek

Podle původu se podzemní vody rozdělují na dva hlavní druhy: 1/ podzemní voda vzniklá v hlubinných vrstvách zemské kůry se nazývají *juvenilní* (také fosilní) bývá zpravidla mineralizovaná a proplyněná

2/ podzemní voda vzniklá infiltrací atmosférických srážek nebo vniknutím povrchové vody do horninového nebo půdního prostředí je tzv. *vadózni*. Chemické složení srážek odpovídá z kvalitativního hlediska základnímu složení podzemních a povrchových vod.

Kvalita podzemních vod je dána celou řadou faktorů. Petrografický vlastnosti hornin ve "vadose" (podzemní zóny v zemi nebo skále, obsahující tekutinu pod tlakem, který je nižší, než v atmosféře. Póry ve vadose jsou částečně naplněny vodou a částečně naplněna vzduchem. Vadose zóna je omezena zemským povrchem ze shora a podzemní vodou dole) a v podzemních vodách nasycených zón, jakož i regionálních hydrologických a hydrodynamických podmínek jsou považovány za jejich hlavní přírodně ovlivňující faktory společně s počátečním složení podzemních vod. (Wendland, F., Blum, A., Coetsiers, M. et al. Environ Geol (2008) (ResearcherID, 2017).

Podzemní vody můžeme dělit také podle skupenství, neboť voda v horninovém a půdním prostředí se nevyskytuje pouze v tekutém stavu, ale i jako vodní pára – vzduch, který vyplňuje některé průliny, pukliny a dutiny v horninách a půdě. Při poklesu teploty půdy nebo horniny pod 0°C se začíná tvořit podzemní led.

Tabulka č.1 – údaje o průměrném složení srážkových vod v ČR v letech 1995 – 2000 (výběr ukazatelů)

Ukazatel	Jednotka	1995	2000
hodnota pH	-	4,45	4,65
NH ₄ ⁺	mg l ⁻¹	1,21	0,94
NO ₃ ⁻	mg l ⁻¹	2,58	2,74
SO ₄ ²⁻	mg l ⁻¹	4,00	2,17
F ⁻	mg l ⁻¹	0,06	0,02
Pb	ug l ⁻¹	9,7	4,3
Cd	ug l ⁻¹	0,40	0,22

(Krásný & al., 2012)

Z pohledu rozdílné propustnosti horninového prostředí se podzemní vody rozlišují na průlivovou, puklinovou a krasovou.

Z fyzikálně chemického, biochemického a geochemického hlediska představují přírodní vody složitý systém, který se skládá nejen z vlastní vody, ale i z dalších anorganických a organických částí Země, které s vodou mohou reagovat. Kvalita (jakost) podzemní vody je dána jejími fyzikálními, chemickými a mikrobiologickými vlastnostmi (Herrmann, 2008).

Fyzikální vlastnosti jsou teplota, hustota, povrchové napětí, absorpce při zvolené vlnové délce, barva, zákal, pach, chuť, radioaktivita, oxidačně-redukční potenciál, elektrolytická vodivost. Z těchto vlastností je nejdůležitější teplota vod (tzv. studené vody s teplotou 0 až 20°C, termální vody s teplotou nad 20°C) Kromě teploty jsou další fyzikální vlastnosti úzce spjaty s vlastnostmi chemickými.

Existují také tzv. organoleptické vlastnosti vody. To jsou takové vlastnosti, které lze zjistit smyslovými orgány – zrakem, čichem a chutí. Pak se hovoří o tzv. senzorní analýze. Mezi tyto vlastnosti se řadí právě teplota, zákal, pach a chuť. Teplota podzemní vody výrazně ovlivňuje její chemické složení. Většina biochemických procesů probíhá při teplotách blízkých se nule jen velmi zvolna nebo vůbec ne. Proto je údaj o teplotě nezbytně nutný. Podzemní vody mívají konstantní teplotu (s výjimkou mělkých podzemních vod) jen málo závislou na ročním období. Průměrná roční teplota ve střední Evropě v hloubce 10m pod zemským povrchem je asi 9,5°C. Proto se teplota prostých podzemních vod (nikoli minerálních) pohybuje nejčastěji kolem 10°C.

Zákal – podzemní vody jsou zakalené jen zřídka. Zákal tvoří převážně anorganické látky. Zákal snižuje průhlednost (transparence) vody nerozpuštěnými látkami. Stopové znečištění vod některými látkami se často projevuje pachem, který pak indikuje nezbytnost chemického rozboru. Pach přírodních vod může být způsoben: - látkami, které jsou přírodní součástí vody (např. solfanem nebo jódem) - látkami biologického původu (- látkami obsaženými ve splaškách a průmyslových odpadních vodách.

Látky způsobující zápach ovlivňují obvykle i chuť. Spektrum anorganických látek ovlivňujících chuť, nikoli však pach, se rozšiřuje. Chuť vody významně ovlivňuje koncentrace vápníku, hořčíku, železa, manganu, zinku, mědi, síranu aj. Z hlediska chuti je nejhodnější hodnota pH vody v rozmezí 6,5 až 7,5 (Pitter, 2009).

4.2. Podzemní vody prosté a minerální

Chemické vlastnosti podzemních vod jsou dány poměrem rozpuštěných látek a jejich množství či koncentrací ve vodě. Celkové množství rozpuštěných látek ve vodě je tzv. mineralizace. Každá voda v přírodě je mineralizovaná. Na základě chemického složení, obsahu plynů a teploty se dělí podzemní vody na prosté a minerální. Prosté podzemní vody mají nízký obsah rozpuštěných látek a plynů a poměrně nízkou teplotu. Jedná se převážně o vadózní podzemní vodu. Prosté podzemní vody se klasifikují podle chemického složení. Minerální vody lze všeobecně charakterizovat jako podzemní vody, které svými chemickými nebo fyzikálními vlastnostmi liší od ostatních tzv. prostých podzemních vod a které mohou být využity k různým léčebným účelům (koupele, pití), k získávání některých jejich složek (k výrobě soli) a k účelům energetickým (termální vody). Z prosté podzemní vody se stává minerální voda překročením určitých přijatých limitů obsahů rozpuštěných tuhých látek a plynů nebo vyšší teplotou. Jedná se především o množství nebo druh rozpuštěných minerálních látek, které se v prosté podzemní vodě buď vůbec nevyskytují nebo jen v malém množství. Specifický je i obsah plynů nebo teplota a radioaktivita. Tuhé látky obsažené v minerálních vodách dělíme do tří skupin:

- 1/ kationty alkalických kovů (sodík, draslík)
alkalických zemin (vápník, hořčík)
anionty uhličitanů, síranů a chloridů
- 2/ kationty železa, lithia, stroncia a baria a anionty brómu, jódu, fluóru
- 3/ stopové prvky těžkých kovů (zinek, olovo, měď ...).

Celková mineralizace prostých podzemních vod se pohybuje obvykle ve stovkách mg l^{-1} a horní klasifikační hranicí je $1000\text{mg } l^{-1}$ (cca $\text{mmol } l^{-1}$). K minerálním vodám je nutno přistupovat jako fenoménu tvořícímu nedílnou součást výskytu a proudění všech podzemních vod.

Zvláštním druhem prostých podzemních vod je voda pitná, odpovídající svojí kvalitou ČSN č. 75 7111. Mikrobiologické vlastnosti jsou dány množstvím přítomných mikroorganismů. V podzemní vodě se zpravidla určují skupiny bakterií (*koliformní*, *mesofilní*, *psychrofilní*) podle požadavků standardů pro pitnou vodu. Mikroskopický obraz – počet živých a mrtvých organismů v 1ml vody – je základním požadavkem pro pitnou vodu.

4.3. Chemismus podzemních vod

Z fyzikálně chemického, biochemického a geochemického hlediska představují přírodní vody složitý systém, který se skládá nejen z vlastní vody, ale i z dalších anorganických a organických částí Země, které s vodou mohou reagovat.

Chemické složení podzemních vod může být rozmanité. Dominujícím kationtem bývá především vápník, ale může to být i sodík nebo hořčík. Dominujícím aniontem bývají především hydrogenuhličitany, dále to mohou být sírany nebo i chloridy. Draslík, dusičnany a amoniakální dusík nejsou převládající složkou.

Složení podzemní vody se mění během cirkulace v horninovém prostředí, přičemž dochází k vertikální a horizontální hydrochemické zonálnosti. Vertikální zonálnost závisí také na tom, zda se voda nachází v oxidační (zvětrávací) zóně, přechodné zóně nebo redukční (hloubkové) zóně. Některé podzemní vody mají vyhraněný charakter, který může být využit např. při hydrogeochemické prospekci nerostných surovin.

Podzemní vody se z hydrochemického hlediska klasifikují podle převládajících iontů a podle charakteristických iontových kombinací. Svůj význam mají i různé genetické koeficienty.

Klasifikace chemismu podzemních vod spočívá, buď na principu převládajících iontů nebo na charakteristických iontových kombinacích. Nejčastějšími (majoritními – typotvornými) ionty jsou sodík, vápník, hořčík, hydrouhličitany, sírany a chloridy. Další složky (minoritní a stopové) se vyskytují v menším množství. Výjimku ve vyjadřování koncentrací činí vodíkové ionty. Množství je udáváno v jednotkách pH, definovaných jako záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů (Jetel, 2004).

Tabulka č.2 Přehled vybraných složek v neznečištěných vodách mělkého proudění udává

SLOŽKA	ZDROJ	FAKTORY ROHODUJÍCÍ O KONCENTRACÍCH	BĚŽNÉ KONCENTRACE (mg/1)
H ⁺	rozpuštění CO ₂ rozpuštění huminových kyselin hydrolyza kationtů slabých bází oxidační pochody	parciální tlak CO ₂ oxidačně-redukční potenciál	pH 5 - 8
Na ⁺	rozpuštění živců zeolity (iontová výměna) rozpuštění evaporitů ¹⁾ intruze slaných vod ²⁾	rychlost rozpuštění rozpustnost	2 – 40
K ⁺	rozpuštění živců a slíd	rychlost rozpuštění záchyt vegetace a adsorpce	0,4 - 8
Mg ²⁺	rozpuštění dolomitů rozpuštění bazických minerálů	parciální tlak CO ₂ rychlost rozpuštění	1 - 40
Ca ²⁺	rozpuštění kalcitu a dolomitu rozpuštění sádrovce rozpuštění živců	parciální tlak CO ₂ produkt rozpustnosti rychlost rozpuštění	2 - 100
Cl ⁻	rozpuštění evaporitů	rozpustnost	2 - 50
HCO ₃ ⁻	rozpuštění karbonátů oxidace organické hmoty	parciální tlak CO ₂ oxidačně-redukční potenciál	5 - 300
NO ₃ ⁻	oxidace organicky vázaného dusíku	oxidačně-redukční potenciál záchyt vegetací	stopy – 12 ²⁾
SO ₄ ²⁻	rozpuštění sádrovce oxidace sulfidických minerálů	produkt rozpustnosti oxidačně-redukční potenciál	1 - 300
HPO ₄ ²⁻	rozpuštění fosfátů oxidace organicky vázaného fosforu	produkt rozpustnosti oxidačně-redukční potenciál záchyt vegetací	stopy – 1
Fe	rozpuštění sideritu asilikátů redukce oxidů Fe ^{III} oxidace pyritu	parciální tlak rychlost rozpuštění oxidačně-redukční potenciál	stopy - 3
Mn	redukce oxidů Mn ^{III} a Mn ^{IV}	oxidačně-redukční potenciál	stopy – 0,5
Al	rozpuštění aluminosilikátů	rychlost rozpuštění pH	stopy – 0,3 ³⁾
SiO ₂	rozpuštění silikátů a aluminosilikátů	rychlost rozpuštění teplota	1 - 25
N ₂	rozpuštění atmosférického N ₂ denitrifikace	parciální tlak N ₂	17 - 21
CO ₂	oxidace organické hmoty	oxidačně-redukční potenciál parciální tlak CO ₂ pH	10 - 150

¹⁾v aridních oblastech

²⁾ve znečištěných vodách běžně vyšší

³⁾v kyselých vodách podstatně více

(Krásný & al., 2012)

Tvorbu chemického složení ovlivňují zejména faktory geografické, hydrogeologické, klimatické, fyzikální, chemické, biochemické a antropogenní.

Nejběžnějším mechanismem tvorby chemismu je *hydrolýza* = reakce s vodou, při níž uvolněné ionty H_2O^+ a OH^- ovlivňují výsledné pH roztoku. K porušení chemické rovnováhy vede snížení různých chemických typů vod s ochlazováním a s uvolňováním tlaku (Kliner, et al., 1978).

Podzemní voda je však mnohokomponentní roztok, který může obsahovat organickou hmotu a koloidální částice. Vápenec není čistý kalcit, ale obsahuje určité procento Mg, Mn, Fe aj. i další minerály, s kterými voda také reaguje. Tlak kysličníku uhličitého v podzemní atmosféře, která je s podzemní vodou ve styku, může rychle kolísat. Voda není v klidu, ale proudí a rychlost tohoto proudění kolísá v širokých mezích. Také tlak a teplota systému nejsou stálé.

Chemické složení podzemních vod je výsledkem vzájemného působení srážkových a povrchových vod, podzemní atmosféry a horninového prostředí. Chemické složení závisí především na složení půd a hornin, kterými voda při svém podzemním oběhu protéká a také na složení srážkových a povrchových vod, rozpuštěné plynové směsi, produkty rozpadu a činnosti organismu (včetně činnosti člověka) v dané oblasti (Pitter, 2009).

Studování chemické rovnováhy přírodních vod je jedna z cest poznávání geochemické funkce vody v přírodním prostředí.

Hydrochemické hodnocení kvality podzemní vody závisí na prostorových a časových změnách v návaznosti na hydrologický cyklus a prostředí oběhu. V našich podmínkách se základní zákonitosti tvorby chemického složení vod liší ve 4 základních genetických typech:

1/ vody nenasyceného pásma ovlivněné infiltrací y povrchu

2/ podzemní vody srážkového typu a původu s rychlou výměnou (tyto vody jsou nejčastěji jímané jako pitné vody)

3/ vody fosilní = hlubinné vody s omezenou výměnou

4/ vody sycené kysličníkem uhličitým hlubinného původu

Podzemní voda v přírodě se nevyskytuje nikdy čistá. Vždy se jedná o zředěný roztok různých látek s přimísenými částicemi i dalších látek, které jsou ve vodě nerozpustné, dále s mikroorganismy a s bakteriemi.

Využití podzemních vod záleží na jejich chemickém složení a fyzikálních vlastnostech. Pro příslušný účel (vodárenský, léčebný ...) se musí upravovat, aby její jakost splňovala stanovené normy.

Minerální a organické látky i plyny se dostávají do podzemní vody během jejího oběhu v přírodě. Některé jsou obsaženy ve srážkové vodě, ale i působením člověka. Srážková voda, která se vsakuje do půdy a propustných vrstev hornin přitom splachuje různé minerální a organické látky, které se tímto dostávají do podzemní vody. K nejhorším látkám, které negativně ovlivňují chemické vlastnosti vod, náleží různé chemikálie používané při hospodářské činnosti člověka. Při sledování procesů probíhajících v podzemní vodě mají význam zejména přírodní nuklidy (nuklid =

izotop). Z přírodních nuklidů jde především o nuklidy vodíku (protium H, deuterium D), kyslíku (^{16}O , ^{18}O) a uhlíku (^{12}C , ^{13}C).

Z radionuklidů to jsou nuklid vodíku tritium (T , ^3H) a uhlíku (^{14}C). Méně častý je radionuklid křemíku (^{32}Si) nebo radionuklidy uranové a thoriové řady (Kříž, 1983). Přírodních radionuklidů (hlavně radiouhlíku) se využívá ke stanovení stáří podzemní vody. Jedná se o metodu určení relativního množství radiouhlíku ve studovaném vzorku ve srovnání se standardním vzorkem, který obsahuje uhlík recentního stáří. Zjišťuje se, jaká doba uplynulo od infiltrace srážkové vody do horninového či půdního prostředí. Tedy kdy přestalo doplňování oxidu uhličitého z atmosféry do vody. Tato doba se označuje jako radionuklidové stáří a při poločasu rozkladu radiouhlíku $5\,668 \pm 30$ let (některé údaje uvádí $5\,730 \pm 40$ let) lze stanovit stáří teoreticky do 40 000 až 50 000 let. Tato metoda se používá ke stanovení stáří hlubinných podzemních vod. K datování stáří mělkých podzemních vod je možné použít radionuklid tritia s poločasem rozkladu pouhých 12,46 let. K zjišťování např. propustnosti půdního profilu vrstev hornin, směru a rychlosti proudění podzemních vod nebo spojení mezi podzemní vodou ve vrstvách hornin se používá umělé dodávání nuklidů, zejména radionuklidů (stopovačů). Z neradioaktivních stopovačů se užívají některé anorganické soli, organická barviva a vybrané organické látky. Z organických solí se jedná především o chlorid sodný, fosforečnan sodný, dusitan sodný a draselný, kyselina boritá. Častější je využití organických barviv pro jejich snadnou rozpustnost. Nejznámější je fluorescein. Z barviv erytrosin, metylenová a anilinová modř.

4.3.1. Chemické vlastnosti skupinové

Mezi další chemické vlastnosti vody patří vlastnosti skupinové. Jsou to neutralizační tvrdost vody, mineralizace vody a spotřeba kyslíku. Kyselinová (zásadová) neutralizační kapacita je definována jako množství kyseliny (zásady) potřebné k dosažení určité hodnoty pH v 1l vody.

Kyselinová (zásadová) neutralizační kapacita je definována jako množství kyseliny (zásady) potřebné k dosažení určité hodnoty pH v 1l vody.

Významnou vlastností podzemní vody, která je podmíněna jejím chemickým složením je její tvrdost. Tu rozlišujeme na uhličitánovou (=přechodnou), způsobenou bikarbonáty vápníku a hořčíku a na neuhličitánovou (=stálou), jejíž příčinou jsou sírany a chloridy vápníku nebo hořčíku. Tvrdost vody je vlastnost, kterou se u podzemní vody projevují vápenaté a hořečnaté ionty a proto je tvrdost definována jako součet koncentrací těchto dvou kationtů.

Podzemní voda obsahuje určité množství rozpuštěných plynů. Patří k nim oxid uhličitý (CO_2), sirovodík (H_2S) a kyslík (O_2). Oxid uhličitý vzniká rozkladem a oxidací organických látek nebo jako důsledek vulkanické činnosti a zapříčiňuje agresivitu podzemní vody vůči některým stavebním materiálům.

Sirovodík se dostává do podzemní vody rozkladem siřičků při rozkladu bílkovin a dalších sloučenin síry a způsobuje typický zápach.

Kyslíku je v podzemních vodách poměrně málo. Dostává se tam hlavně srážkovými vodami z atmosféry a z povrchových vod, kde vzniká při fotosyntéze rostlin. Chemická a biochemická spotřeba kyslíku jsou mírou množství organických látek ve vodě. Celková mineralizace podzemních vod je definována jako součet

hmotnostních koncentrací rozpuštěných anorganických tuhých látek ve vodě. Běžnou součástí podzemní vody jsou rozpuštěné plyny, především dusík a oxid uhličitý. V menších množstvích lze v některých vodách nalézt sulfan (sirovodík), vodík, metan, kyslík a další. Vyšší obsah plynů je významnou složkou minerálních vod. Rozpuštění plynů v podzemní vodě probíhá zvolna.

Další vlastností podzemní vody je radioaktivita. Příčinou přirozené radioaktivity v podzemní vodě jsou některé prvky obsažené v horninách – radon (Ra), radium (Rn), uran (U), thorium (Th) nebo radioaktivní izotop draslíku ($^{40}_{19}\text{K}$). Pokud dojde ke zvýšení hodnot, jde o radioaktivní vody, kterých se využívá ve zdravotnictví.

4.4. Fyzikální vlastnosti

Při oběhu v podzemním a horninovém prostředí získává podzemní voda i určité fyzikální vlastnosti. K nejvýznamnějším patří teplota. Dalším je viskozita, která je významná z hlediska pohybu podzemních vod. Důležitý je i zákal, který způsobují částice organických a anorganických látek z ovzduší nebo z půdní vrstvy, ale také z odpadních vod a průmyslových a zemědělských objektů. Výskyt je vyšší v mělkých vodách, směrem do hloubky těchto organismů ubývá.

Chemické vlastnosti podzemních vod jsou výsledkem interakce mezi vodou, horninou a atmosférou. Druh a množství rozpuštěných látek ve vodě je určeno chemickými rovnovahami a kinetickými faktory. Rovnovážné konstanty zjišťují reakce, které mohou mezi vodou – horninou – atmosférou probíhat a případně vyloučit ty, které probíhat nemohou. Změny koncentrací v čase popisují kinetické zákony. Chemické složení vod je tedy ovlivňováno chemickým složením okolních hornin a atmosféry, klimatickými podmínkami, mikroorganismy, rostlinným pokryvem, lidskou činností, změnami fyzikálněchemických podmínek, rychlostí vodní výměny apod.

Mikrobiologické vlastnosti jsou dány množstvím přítomných mikroorganismů. V podzemní vodě se zpravidla určují skupiny bakterií (*koliformní*, *mesofilní*, *psychrofilní*) podle požadavků standardů pro pitnou vodu. Mikroskopický obraz – počet živých a mrtvých organismů v 1 ml vody – je základním požadavkem pro pitnou vodu.

Nejdůležitější faktory ovlivňující výskyt a život organismů v podzemní vodě jsou teplota, koncentrace kyslíku, obsah živin, temnota a faktory prostorové. Teplota limituje rychlost metabolismu bakterií a více buněčných organismů. Koncentrace kyslíku je v hlubších podzemních vodách nízká až nulová. Tam, kde je vyšší existuje přímá úměra mezi obsahem kyslíku a abundancí vodních organismů. Obsah živin je v podzemních vodách většinou dostatečný. Organické látky, vhodné jako substráty pro chemoorganotrofní bakterie, jsou přítomny i ve znečištěných vodách.

Nepřítomnost světla zapřičiňuje nevýskyt zelených organismů (neprobíhá fotosyntéza).

Prostorové faktory – velikost pórů a puklin, rychlost proudění určuje možnost pronikání bakterií a organismů zvodněným prostředím (Kliner, et al., 1978).

Z termodynamiky plyne, že systém, v kterém je za daných podmínek vyloučen jakýkoli děj spojený s hmotnou či energetickou přeměnou, je v rovnovážném stavu.

Nezmění-li se podmínky, udrží se systém v rovnovážném stavu po libovolně dlouhou dobu.

V systému, v němž mohou probíhat chemické děje, se ustaluje rovnováha chemická.

Stupeň zjednodušení studia přírodního systému plyne srovnáním umělého systému: $H_2O-CaCO_3-CO_2$

s přírodním systémem: podzemní voda – vápenec – půdní atmosféra. (Pačes, 1972). Při studiu umělého systému v laboratoři se pracuje s čistou vodou, s čistým kalcitem a určitým tlakem CO_2 . Při chemické reakci v systému voda – hornina – plyn se přítomné látky nezúčastňují této reakce celým svým množstvím, ale jen určitou částí. Tuto část u plynu nazýváme FUGACITA, u látek pevných, kapalných a rozpuštěných jde o AKTIVITU.

Zkoumání chemického složení vod ovlivňuje též převoz vzorků do laboratoří. Jde o důsledek porušení původního rovnovážného stavu vody. Nejcitlivější jsou koncentrace vodíkových iontů a oxidačně redukční potenciál vody. Obě hodnoty je nutno měřit přímo v terénu.

Podle nároků na prostředí lze organismy vyskytující se v podzemní vodě rozdělit do 3 ekologických skupin:

troglobionti (stygobionti) = organismy typické pro podzemní vody

troglofilové (stygofilové) = organismy, které se vyskytují i v jiných biotypech, ale dávají přednost podzemní vodě

trogloxenii (stygoxenii) = organismy zbloudilé do podzemní vody (např. z povrchové vody) (Kliner, et al., 1978)

5. HYDROGEOLOGICKÉ PROSTŘEDÍ

Hydrologie jako vědecká disciplína se zabývá pohybem a rozšířením vody na Zemi. Z toho plyne, že velký význam má prostředí, v němž voda proudí a toto prostředí zákonitě ovlivňuje nejen pohyb, ale i rozšíření a vlastnosti vod.

Využitelnost podzemní vody má dva problémové okruhy:

1) Horní limit využitelného množství podzemní vody v určitém hydrogeologickém bilančním celku, který je určen velikostí zdrojů podzemních vod – přírodních, indukovaných a umělých.

2) Způsob odběru podzemních vod, rozmístění a využití jímacích objektů na základě určitého horninového prostředí popřípadě zásob podzemní vody v jednotlivých bilančních celcích.

Dva základní typy hydrogeologického prostředí jsou hydrogeologický masiv a hydrogeologická pánev.

Hydrogeologický masiv zaujímá prostředí stejného hydrogeologického typu. Tyto horniny bývají označovány jako „tvrdé“. Zahrnují krystalinické (vyvřelé a metamorfované) a silně zpevněné proterozoické paleozoické horniny. Zejména krystalické vápence, kvarcity a některé další horniny (granity, kyselá vyvřeliny). Hydrologické poměry území jsou přímo závislé na stavbě a složení vrstev hornin, které tvoří zemskou kůru. Významné je hlavně hydrogeologické rozlišení hornin na

nezpevněné s palivovou propustností a pevné s puklinovou propustností a propustností krasovou (Chlupáč & al., 2002) .

Do nepropustných jako je jíl, jílovitá hlína apod. se dostává voda velmi pomalu a vyskytuje se pouze omezeně.

Do propustných jako je štěrk, písky, pískovce ... se dostává voda snadno, pohybuje se v nich a opět je opouští.

Z hlediska vazby vody v hornině se rozlišuje - voda chemicky vázaná v minerálech - půdní voda adsorpční (pevně poutaná adsorpčními silami na povrchu částic půdy či horniny)

- kapilární půdní voda (její pohyb je určován působením kapilárních sil) (Kříž, 1983).

Tabulka č.3 Propustnost hornin pro podzemní vodu

ZEMINA	k_f	($m.s^{-1}$)	PROPUSTNOST	
jíl	1.10^{-8}	-	1.10^{-7}	velmi nízká
hlína	1.10^{-7}	-	1.10^{-6}	nízká
písečnatá hlína	1.10^{-6}	-	5.10^{-6}	nízká
hlinitý písek	1.10^{-6}	-	2.10^{-5}	střední
jemnozrnný písek	1.10^{-5}	-	5.10^{-5}	vysoká
středně zrnitý písek	1.10^{-4}	-	5.10^{-4}	velmi vysoká
drobný štěrk	1.10^{-4}	-	1.10^{-3}	velmi vysoká
hrubý štěrk	1.10^{-3}	-	1.10^{-2}	velmi vysoká

Koeficient filtrace k_f ($m.s^{-1}$) (Kříž, 1983)

Kolektor v hydrologii znamená horninovou vrstvu nebo souvrství hornin s dostatečnou propustností, která umožňuje významnou spojitou akumulaci podzemní vody nebo její proudění či odběr. *Izolátor* je horninové těleso málo propustné nebo v podstatě nepropustné (Pitter, 2009).

Geneze – předpokládá se, že podmínky pro výskyt podzemní vody jsou až do hloubky 10km pod zemským povrchem. Zásoby podzemních vod se doplňují 3 způsoby:

- 1/ infiltrací srážkových a povrchových vod
- 2/ kondenzací vodních par v půdě
- 3/ vznikem a kondenzací vodních par z magmatu.

Největší podíl podzemní vody se doplňuje prvním způsobem. Z ročního objemu srážek připadá obvykle asi 75% na výpar, půdní vláhu a doplňování podzemních vod a 25% na odtok povrchovými vodami (Pitter, 2009).

5.1. Složení vod v závislosti na prostředí

Prosakováním vody půdním profilem probíhá čistící proces. Jde o zadržování anorganických a organických látek v těsných puklinách. Výsledkem je změna chemického složení vody a získání jejích nových vlastností. Původní chemické složení vody na povrchu se po jejím vsaku značně změní. Prakticky má tato změna velký význam. Zatímco povrchová voda je pro některé účely nevhodná, vsakováním a vlivem procesu postupu do půdy a propustných vrstev hornin se může kvalita

změnit natolik, že je možno využít pro zásobování obyvatelstva, průmyslu apod. Rozpuštěnost tuhých látek ve vodě je závislá na jejich povaze, velikosti částic, na rychlosti difúze rozpuštěných látek do roztoku, ale také na teplotě vody, což urychluje tento proces. Při rozpouštění dochází ve vodních roztocích k rozpadu molekul elektrolytů na volné ionty (tj. elektricky nabitě částice). Ve vodě tedy nejsou obsaženy rozpuštěné tuhé látky, ale pouze ionty jejich elektrolytů.

V podzemní vodě bývají obsaženy ve vyšších koncentracích kationty těchto látek: vápníku (Ca^{2+})

hořčíku (Mg^{2+})

sodíku (Na^+)

draslíku (K^+)

v menším množství:

amoniaku (NH_4^+)

manganu (Mn^{2+})

železa (Fe^{2+})

hliníku (Al^{3+}).

Dále se v podzemní vodě vyskytují kationty některých stopových látek:

barya (Ba^{2+})

lithia (Li)

arzénu (As^{3+})

mědi (Cu^{2+})

zinku (Zn^{2+})

olova (Pb^{2+})

Z často vyskytujících se aniontů elektrolytů tuhých látek v podzemních vodách to jsou:

sírany (SO_4^{2-})

chloridy (Cl^-)

dusičnany (NO_3^-)

hydrouhličitany (HCO_3^-)

fosforečnany (PO_4^{3-})

fluoridy (F^-)

(Kříž, 1983)

Složení vod ovlivňují autotrofní organismy, které k tomu využívají oxid uhličitý. *Chemoautotrofní* bakterie získávají energii uvolněnou při oxidaci síry, železa a manganu za současné redukce dusičnanů a síranů. Proto mohou vegetovat v podzemní vodě (i termálních, dnových sedimentech a hlubokomořských vodách). Organické látky jsou velmi významné při geochemickém vývoji vod a ovlivňují nejen biochemické procesy, ale i transport anorganických látek ve vodním prostředí (Pačes, 1983)

Hlavními procesy tvorby chemického složení vod prosakujících žulami, arkózami a rulami jsou hydrolýza živců a slíd, krystalizace druhotných minerálů, a to zejména jílových minerálů a kalcitu a oxidace rozptýlených sulfidů, zejména pyritu. Všechny tyto procesy souvisí s přítomností CO_2 a O_2 v systému. Srážková voda po infiltraci do zvětralinové zóny reaguje rychle s plyny podzemní atmosféry, která obsahuje více CO_2 a méně O_2 než povrchová atmosféra. Hlavním účinkem CO_2 je okyselení roztoku, které má vliv na odchylku systému od chemických rovnováh (Pačes, 1983).

Stanovení hodnoty pH je nezbytnou součástí každého chemického rozboru vody, protože pH výrazně ovlivňuje chemické a biochemické procesy ve vodách. Umožňuje určit jednotlivé formy výskytu některých prvků ve vodě a je jedním z hlediska posuzování agresivity vody. pH vod se normálně pohybuje v intervalu 4,4 – 9, což je dáno především uhličitánovou rovnováhou. Tu mohou ovlivňovat především huminové látky (ty nejsou přesně chemicky definované) a kationty snadno podléhající hydrolýze (Fe, AL). pH prostých podzemních vod se pohybuje v rozmezí 5,5 – 7,5.

Procesy snižující hodnotu pH: hydrolýza iontů kovů, oxidace Fe a Mn, oxidace sulfidů a sulfidických rud, nitrifikace, vylučování uhličitánů, respirace (aerobní biologický rozklad, absorpce kationtů na hydratovaných oxidech a hlinitokřemičitanech).

Procesy zvyšující hodnotu pH: redukce Fe a Mn, redukce síranů, zvětrávání (hydrolýza) hlinitokřemičitanů, denitrifikace, fotosyntéza, adsorpce aniontů na hydratovaných oxidech a hlinitokřemičitanech.

6. POHYB PODZEMNÍCH VOD

Podzemní voda, která se hromadí v propustných horninách, proudí ve směru od vyšších poloh jejich hladin k nižším a odtékají ve vhodných místech. Pokud dochází k přirozenému a soustředěnému výtoku podzemních vod na zemský povrch, jedná se o pramen – soustředěný přirozený vývěr této vody. Vznik pramenů závisí na příznivých geologických, tektonických a hydrogeologických poměrech a na reliéfu území. Pokud se na určitém území vyskytne několik větších či menších pramenů, jedná se o prameniště. Prameny se podílejí na vytváření vzhledu krajiny, tvoří počátek vodního toku, zvyšují vodnatost potoků a řek a mají i značný vodohospodářský význam, neboť jsou přirozeným zdrojem pitné vody.

7. VODOHOSPODÁŘSKÁ BILANCE

Podkladem pro sestavování bilancí podzemní vody jsou údaje získané sledováním hladin podzemní vody, vydatnosti pramenů, měření klimatických prvků (atmosférických srážek, teploty a vlhkosti vzduchu, výpary...) (Kříž, 1973). Hydrologická bilance podzemní vody zkoumá zákonitosti tvorby, oběhu a režimu podzemních vod. Bilance využitelného množství podzemní vody se hodnotí jako zdroj.

Vodohospodářská bilance podzemní vody využívá výsledků předešlých dvou, hodnotí minulý, současný a budoucí stav a kvalitu vody (Kliner, et al., 1978)

8. OBLAST ŽELEZNÝCH HOR

Obrázek č.1 Mapa Železných hor



(Tábor, 2016)

Chráněnou krajinnou oblast Železné hory lze přibližně vymezit městy Heřmanův Městec, Slatiňany, Hlinsko, Žďár nad Doubravou, Chotěboř a Třemošnice. V severní části pozvolna klesají k Polabské nížině, zatímco na jihozápadě, kde je ohraničuje řečiště řeky Doubravy, se významným hřebenem zdvihají nad Čáslavskou kotlinu. CHKO má rozlohu 284 km² a nadmořská výška je od 268 m (u Slatiňan) až po 668 m (Vestec), 697 m (Pešava) (Dibelková, 2004).

Obrázek č.2 CHKO Železné hory



(Tábor, 2016)

Sledované území se nachází v mírném pásmu severní polokoule s průměrným srážkovým úhrnem ca 670 mm (kolísá od 450 mm po 1660 mm). Průměrná dlouhodobá teplota ČR kolísá mezi 4°C až 9°C.

K doplňování podzemní vody dochází hlavně v jarních měsících. V letních, podzimních a zimních se zásoby podzemní vody zmenšují a dosahují svého minima.

Bývá zde krátké léto, obvykle suché až mírně suché. Zima je normálně dlouhá a

většinou sušší. Trvání sněhové pokrývky bývá normální až krátké. Přechodné období je zde normální až dlouhé s mírným jarem a mírným podzimem. V našich podmínkách už toto mnohdy také neplatí vzhledem ke změnám klimatických podmínek (málo sněhu, přivalové deště, častá období sucha).

9. HYDROGEOLOGIE ŽELEZNÝCH HOR

Cílem regionální hydrologie je stanovení typu hydrogeologického prostředí, určení zákonitostí proudění podzemních vod, ocenění přírodních, indukovaných a umělých zdrojů podzemních vod a regionální hodnocení kvality podzemních vod a jejich změn.

V ČR se z hlediska zdrojů podzemní vody pro pitné účely uplatňují zejména následující rajony:

- rajony v kvarterních sedimentech
- rajony v sedimentech svrchní křídly
- rajony v sedimentech *permokarbonu*
- rajony v horninách *krystalinika, proterozoika a paleozoika*
- rajony v terciárních a křídových sedimentech pánví
- rajony v *paleogenu* a křídě karpatské soustavy

(Pitter, 2009).

V ČR se největší zásoby podzemní vody nacházejí v kvarterních sedimentech podél středního toku Labe, Orlice, Bečvy, Svatky, Opavy, Ostravice a Morávky a dále pak v křídových sedimentech v povodí Kamenice, Ploučnice, Třeboňská pánve. Dva základní typy hydrogeologického prostředí, které se vyskytují na území ČR jsou hydrogeologický masiv a hydrogeologická pánev.

Hydrogeologický masiv zaujímá prostředí stejného hydrogeologického typu. Tyto horniny bývají označovány jako „tvrdé“ („hard rocks“) a umožňují rozsáhlé regionální proudění podzemní vody. Zahrnují krystalinické (vyvřelé, metamorfované) a silně zpevněné proterozoické a paleozoické horniny. Zejména krystalické vápence, kvarcity a některé další horniny (granity, kyselá vyvřeliny). Nejdůležitějším hydrogeologickým prvkem v tvrdých horninách jsou pukliny. Ty určují velikost hydraulických parametrů, cesty proudění, možnost akumulace podzemních vod a tím podmínky přenosu látek podzemními vodami. Krystalinické horniny nejsou dobře propustné, ale díky vyšším srážkám je i ve zdejších krystaliniku intenzivní oběh podzemních vod. Zvodnění však není souvislé. Ochranou před znečištěním je velké zalesnění a řídké osídlení a součást chráněné oblasti Železných hor.

1/ *Moldanubikum* tvoří jižní a jihozápadní část Českého masivu. V Českém masivu zaujímají pískovce a slídkovce velkou plochu křídové pánve a jejího podloží. Tyto horniny jsou dobře prostupné a z velké části zvodněné. Ve svrchní zóně vznikají vody chemickou interakcí mezi infiltrovanou atmosférickou vodou a horninou. Ve spodní zóně má spodní část vod nebo alespoň jejich mineralizace původ fosilní. Částečně však i tyto vody vznikají interakcí se sedimenty a podložními krystalinickými horninami.

2/ *Bohemikum* označované jako středočeská, tepelsko – barrandienská či *barrandiensko* – železnohorská oblast, se rozprostírá severně od *moldanubika* ze západních až do východních

Čech, kde je větší částí překryto sedimenty české křídové pánve. Je tvořeno horninami svrchního proterozoika a staršího paleozoika a v podloží české křídové pánve ojediněle prokázaným spodním karbonem (Mísař & al., 1983). K bohemiku přísluší *barrandien* s nepřeměněným či slabě metamorfovaným svrchním proterozoikem a nemetamorfovaným starším paleozoikem (*kambrium* až devon), zbytky pláště středočeského plutonu, domažlické a tepelské krystalinikum, geologické jednotky Železných hor a podloží většiny české křídové pánve a *permokarbonských* hornin.

Železnohorské proterozoikum a starší paleozoikum tvoří severozápadní výběžek Železných hor. V proterozoiku převládají tmavé *fyilitické* břidlice a drobnými a tufitickými polohami, tělesy bazických vulkanitů a slepenci. Na severovýchodním úpatí Železných hor se nachází ordovik. Převládají tu slepence, pískovce, *fyilitické* břidlice a vápence.

Karbonátové výskyty v Českém masivu sestávají z metamorfovaných vápenců (krystalických vápenců, mramorů), které vytvářejí specifické hydrogeologické poměry.

V Železných horách vystupují v bohemiku karbonáty na povrch.

V Železných horách vystupuje složitý komplex granodioritů, gaber, dioritů a granitů – železnohorský pluton, též označovaný jako nasavrcký masiv, zaujímá na povrchu mezi Sečí a hlinskou zónou plochu 200 km² a pokračuje dále k severu v podloží české křídové pánve.

Vápencové výskyty v bohemiku jsou v Železných horách ve vápenopodolské synklinále mezi Práchevicemi a Vápenným Podolem a zcela omezeně ve zbytcích pláště středočeského plutonu, v tzv. *staropaleozoických* a proterozoických „ostrovech“.

Chemicky čisté vápence, nacházející se v úzkém asi 4km dlouhém pruhu v centru vápenopodolské synklinály mezi Práchevicemi a Vápenným Podolem, jsou těženy. Při naražení kaveren byly zaznamenávány počáteční přítoky charakteru průvalu až kolem 1000 l/s. Vydatnost však rychle klesala a ustalovala se na několika l/s či desetinách l/s. V podzemních vodách vápenců jsou uváděny zvýšené obsahy CO₂ (až do 620 mg/l) (Krásný & al., 2012).

V Železných horách se nacházejí *permokarbonské* horniny s málo mocným a nesouvislým krytem mladších sedimentů (jako součást předpokládaného jihlavského příkopu). Důlní vody v Železných horách – prosté vody kontaminované - obsahují rudy, nerudy, sírany, železo, mangan.

Hydrologicky sledované území náleží k povodí Labe. Na jihozápadě je česká křídová pánev lemovaná železnohorskou oblastí krystalinika (fility, svory, ruli, migmatity, hlubinné vyvěřeliny) a staršího paleozoika (břidlice, křemence, vápence). Železnohorské krystalinikum je na jihozápadě omezeno výraznou tektonickou linií sudetského směru – železnohorským zlomovým pásmem, za níž probíhá úzký výběžek křídové Dlouhé meze od Žlebů až po jihovýchodní okolí Křížové. Severovýchodní omezení prostoru Dlouhá mez tvoří železnohorská porucha, podél které byl v některých úsecích prokázán přesun starších hornin Železných hor od severovýchodu přes křídové uloženiny. Území severovýchodně od Železných hor je charakteristické kolísáním propustnosti a transmisivity bazálního kolektoru. V rámci bazálního křídového kolektoru lze očekávat vyšší přírodní zdroje v blízkosti jeho výchozů, kde za přírodních poměrů mohlo docházet k dílčímu odvodnění tohoto kolektoru do většinou místních povrchových toků a tím k vytvoření podmínek

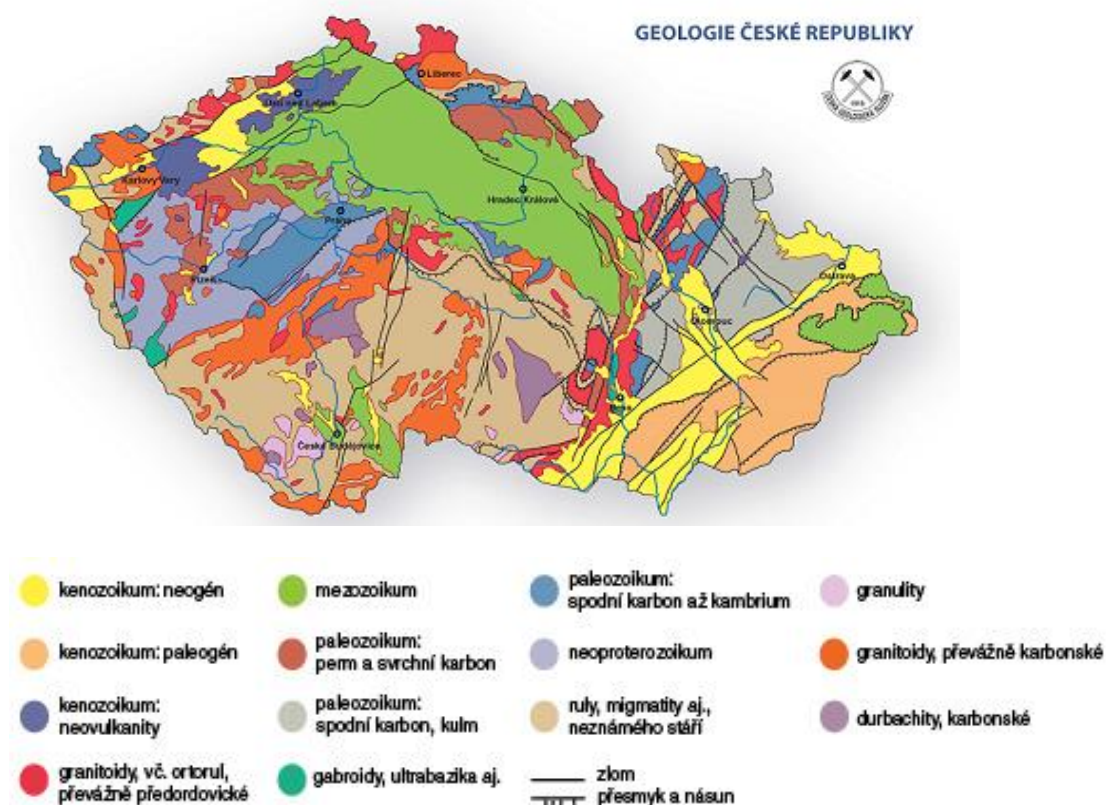
pro významnější proudění podzemní vody a jejího doplňování a infiltrací. K takovým územím patří především jižní křídlo hořícké antiklinály a severovýchodní svah Železných hor.

Dlouhá mez (či „křída Dlouhé meze“) je označení asi 35 km dlouhého a maximálně 4 km širokého pruhu křídových sedimentů podél jihozápadního svahu Železných hor (Jetel & Rybářová, 1979).

Severovýchodní omezení vůči železnohorskému *krystaliniku*, *proterozoiku* a staršímu *paleozoiku* představuje železnohorská porucha. Jihozápadní okraj zvodněného systému je většinou erozní. V podloží křídly Dlouhé meze se nacházejí především v různém stupni metamorfované horniny kutnohorsko-svrateckého *krystalinika*, proniklé železnohorským *granitoidním* plutonem a bazickými vyvřelinami ranského masivu (Krásný & al., 2012). Ranský masiv tvoří komplex bazických a ultrabazických hornin ležící v jižní části železnohorského plutonu, kde tvoří tzv. ranskou kru. V minulosti zde docházelo k těžbě Fe – Co – Ni – rud. Ranský masiv se nachází na rozhraní *Moldanubika*, kutnohorsko-svrateckého *krystalinika* a středoečeské oblasti, přičemž na východě až severovýchodě leží na krystalinických horninách sedimenty křídly Dlouhá mez.

Přítomnost ultrabazických hornin se odráží v charakteru podzemních vod, u nichž převládá chemický typ Ca-Mg-HCO₃-SO₄. Mineralizace odpovídá ≤ 0,3g.l⁻¹

Obrázek **č.3** Geologie **ČR**



geologii/geologie-cr

(Česká geologická, 2016)

10. VYMEZENÍ BILANČNÍHO CELKU

Hydrogeologické rajóny byly zavedeny do státní vodohospodářské bilanční jednotky podzemních vod. Hydrogeologický rajón charakterizuje jednu nebo několik uzavřených hydrogeologických struktur.

Na území České republiky je vymezeno celkem 105 hydrogeologických rajónů, z toho 37 se nachází plně, nebo zčásti ve správním území Povodí Labe. Bilanční celek 5 (bc5) – křída svahů Železných hor, Čáslavské kotliny a Dlouhé meze – tvoří část křídové pánve jižně od toku Labe, do které se vklíní Železné hory. Hydrologicky plochu bc5 skládá povodí levostranných přítoků Labe a Loučné, od Uherska na Loučné po Kolín na Labi. Z těchto přítoků je nejvýznamnější Chrudimka a Doubrava.

Bc5 zahrnuje skupinu hydrogeologických rajónů:

431 – Chrudimská křída

432 – Dlouhá mez, jižní část (úsek Dářko – Podmoklany)

433 – Dlouhá mez, severní část (úsek Maleč – Třemošnice)

434 – Čáslavská křída

(Herčík, et al., 1999)

Jediné vodohospodářsky významné zvodnění bc5 se váže na bazální křídový kolektor A v perucko – korycanském souvrství. Nadložní mladší křídová souvrství tvoří stropní izolátor. Kolektor skládají pískovce s proměnlivou mocností s obsahem základní hmoty a s polohami jílovců a s různým tektonickým porušením. Transmisivita kolektoru je z tohoto důvodu místně proměnlivá.

Významná nádrž podzemní vody se vytváří západně od chrudimského zlomu. Značná část podzemní vody se tvoří z toků na tektonické hranici křídou. Proud podzemní vody sestupuje k severozápadu k hlavní drenážní bázi – toku Labe. Tento proud se zeslabuje přírodními artéskými vývěry a odběry podzemních vod. Případné pokračování proudu podzemní vody od severního úseku Dlouhé meze k severozápadu podél železnohorského zlomu nebylo prokázáno.

Hlavní drenážní bázi bc5 je Labe a dolní tok Loučné. Křídou na jihozápadní straně Železných hor podélně teče Doubrava.

Atmosférické srážky jsou na území bc5 v rozmezí 530 – 758 mm v závislosti na nadmořské výšce stanice.

Tabulka č.4 – bilanční rovnice bc5 (mm)

povodí	srážky	podzemní odtok	povrchový odtok	ztráta
Chrudimka	608	93	87	428
Doubrava	604	46	127	431

Specifický podzemní odtok v povodí Chrudimky je $2,9\text{l/s/km}^2$ a v povodí Doubravy $1,5\text{l/s/km}^2$. Výtokové koeficienty Chrudimky a Doubravy jsou podobné – 0,99975, respektive 0,9997. (Herčík, et al., 1999)

Hodnocení jakosti podzemních vod se provádí pro vybrané ukazovatele znečištění v rozsahu ohlašovaných údajů – chloridy, sírany, amonné ionty, dusičnany, $CHSK_{Mn1}$, měď, kadmium, olovo a pH.

V roce 2202 bylo ve správním území Povodí Labe bilancováno 838 odběrů podzemní vody.

Tabulka č.5 udává pouze vybrané rajóny. (Zpráva Povodí Labe za rok 2002)

HGR	RM 2002 (tis.m ³)	ODBVOD 2002 (tis.m ³)	%ODBVOD 2002	ODBNE 2002 (tis.m ³)	%ODBNE 2002
431	6876,7	6359,6	92,5	517,1	7,5
432	2655,1	2571,2	96,8	83,9	3,2
433	693,7	693,7	100,0	0,0	0,0
434	894,4	455,2	50,9	439,2	49,6
Σ	11119,9	10079,7	340,2	1040,2	59,8

Vysvětlivky:

HGR.....hydrogeologický rajón

RM 2002 (tis.m³).....roční odebrané množství podzemní vody v HGR

ODBVOD 2002 (tis.m³).....roční odebrané množství podzemní vody s vodárenským využitím

%ODBVOD 2002.....roční odebrané množství podzemní vody s vodárenským využitím vyjádřené v procentech odebraného množství vody

ODBNE 2002 (tis.m³).....roční odebrané množství podzemní vody s jiným než vodárenským využitím

%ODBNE 2002.....roční odebrané množství podzemní vody s jiným než vodárenským využitím vyjádřené v procentech odebraného množství podzemní vody

10.1. Hodnocení jakosti podzemních vod ve vybraných rajónech

Hodnocení jakosti podzemních vod v jednotlivých vybraných rajónech

Ve smyslu vyhlášky č. 431/2001 Sb. se hodnotí jakost vody v rozsahu ohlašovaných údajů (chloridy, sírany, amonné ionty, dusičnany, $CHSK_{Mn}$, měď, kadmium, pH). Pro každý evidovaný odběr podzemní vody bylo provedeno porovnání průměrných hodnot vybraných ukazatelů znečištění vypočtených z ohlášených hodnot s meznou hodnotou podle ČSN 757214 Jakost vod – Surová voda pro úpravu na pitnou vodu. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Zpráva o množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe za rok 2002 (pouze vybrané rajóny)

Tabulka č.6 Hydrogeologický rajón: 431 – Chrudimská křída

Ukazatel	Ohlašované údaje o jakosti podzemní vody						Počet kategorií dle ČSN 75 72 14			
	Počet ohlášení	Počet měření	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	A	B	C	D
chloridy (mg/l)	28	39	3,10	72,15	24,55	20,30	21			
sírany (mg/l)	28	39	10,45	203,50	92,83	93,00	21			
amonné ionty (mg/l)	28	34	0,02	0,77	0,22	0,06	14	3		
dusičnany (mg/l)	28	39	0,20	89,00	16,22	1,30	20		1	
CHSK Mn (mg/l)	28	36	0,25	2,75	1,04	0,68	18			
měď (mg/l)	28	32	0,00	20,00	7,81	10,00	16			
kadmium (mg/l)	28	32	0,00	5,00	1,32	1,00	16			
olovo (mg/l)	28	32	0,00	15,00	6,63	10,00	16			
pH	28	37	6,2	8,4	7,3	7,2	19	1		

Tabulka č. 7 Hydrogeologický rajón: 431 - Dlouhá mez – jižní část

Ukazatel	Ohlašované údaje o jakosti podzemní vody						Počet kategorií dle ČSN 75 72 14			
	Počet ohlášení	Počet měření	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	A	B	C	D
chloridy (mg/l)	19	24	3,75	64,90	19,48	16,65	12			
sírany (mg/l)	19	24	20,70	60,75	48,56	51,00	12			
amonné ionty (mg/l)	19	24	0,02	0,09	0,03	0,02	12			
dusičnany (mg/l)	19	24	1,78	47,00	35,18	40,00	12			
CHSK Mn (mg/l)	19	24	0,69	1,55	1,05	0,94	12			
měď (mg/l)	19	24	10,00	10,00	10,00	10,00	12			
kadmium (mg/l)	19	24	0,50	0,70	0,53	0,45	12			
olovo (mg/l)	19	24	0,01	16,50	9,58	10,00	12			
pH	19	24	6,6	7,9	7,4	7,3	12			

Tabulka č. 8 Hydrogeologický rajón: 433 - Dlouhá mez – severní část

Ukazatel	Ohlašované údaje o jakosti podzemní vody						Počet kategorií dle ČSN 75 72 14			
	Počet ohlášení	Počet měření	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	A	B	C	D
chloridy (mg/l)	26	23	6,83	22,30	16,03	17,60	12			
sírany (mg/l)	26	23	50,35	90,00	58,88	56,00	12			
amonné ionty (mg/l)	26	23	0,02	0,05	0,03	0,03	12			
dusičnany (mg/l)	26	23	5,00	58,00	34,87	40,00	10		2	
CHSK Mn (mg/l)	26	23	0,64	1,40	0,97	0,93	12			
měď (mg/l)	26	23	5,01	10,00	9,58	10,00	12			
kadmium (mg/l)	26	23	0,50	1,00	0,55	0,50	12			
olovo (mg/l)	26	23	0,01	20,00	9,75	10,00	12			
pH	26	23	6,7	7,9	7,5	7,6	12			

Tabulka č.9 Hydrologický rajón: 653 – Kutnohorské krystalinikum a Železné hory

Ukazatel	Ohlašované údaje o jakosti podzemní vody						Počet kategorií dle ČSN 75 72 14			
	Počet ohlášení	Počet měření	Minimum	Maximum	Průměr	Medián	A	B	C	D
chloridy (mg/l)	32	42	0,00	117,43	43,55	31,50	22			2
sířany (mg/l)	32	39	13,10	2120,00	191,98	75,00	19			3
amonné ionty (mg/l)	32	42	0,00	0,28	0,07	0,05	24			
dusičnany (mg/l)	32	41	4,44	67,00	34,56	34,64	20		3	
CHSK Mn (mg/l)	32	42	0,00	21,00	1,83	0,80	21	2		1
měď (mg/l)	32	32	0,00	20,00	6,30	5,00	17			
kadmium (mg/l)	32	33	0,00	5,60	1,02	0,30	18			1
olovo (mg/l)	32	32	0,00	10,00	3,75	1,00	17			
pH	32	41	6,0	7,8	6,9	6,9	23			

11. HYDROCHEMIE PODZEMNÍCH VOD V OBLAST ŽELEZNÝCH HOR

Geologické poměry podstatně ovlivňují chemismus podzemních vod a do značné míry také jejich mineralizaci. Obecně řečeno, podzemní vody *krystalinika*, které pokrývá většinu území, jsou chemicky poměrně stálé. Mineralizace těchto vod je velmi nízká. Horniny *krystalinika* se obecně vyznačují nižší mineralizací podzemních vod, ale ta není zcela závislá na geologickém složení. Závisí také na rychlosti a době oběhu podzemních vody, klimatu a morfologii krajiny. Chemické složení podzemních vod v kolektoru A je v hydrogeologických strukturách velmi blízké. Kvalita podzemních vod v území chrudimské křídly je ve východním a západním úseku rozdílná. Ve východním úseku se tvoří v pískovcích vody středně mineralizované charakterizované typem Ca-HCO₃-SO₄. V křídě Dlouhé meze se vyskytují v kolektoru A vody charakterizované typem Ca-HCO₃ s rozdílnou velikostí obsahu minerálních složek.

Ve východním okolí Běstviny dochází k míšení podzemních vod kolektoru A s vodami přilehlého *krystalinika* Železných hor. Vody pravobřežního úseku Doubravy podél železnohorského zlomu jsou vody vzhledem ke kratší době styku s horninou méně mineralizované. Ve vodách rajónu 434 se objevuje zvýšené množství železa a amoniakálního dusíku. Podzemní voda v rajónu 431 je vhodná pro vodárenské zásobování po jednostupňovém odželezování. V rajónech 432 a 433 podzemní voda kvalitou odpovídá vodě pitné.

Tabulka č. 10 zásob podzemních vod bc5 (l/s):

	Přírodní zdroje	Využitelné zásoby	Odběry
kategorie	C ₂	C ₂	
Povodí Chrudimky	876	390	
Povodí přítoků Labe	196	90	
Rajon 431 celkem	1072	480	272
Povodí Doubravy	369	150	
Povodí přítoků Labe	33	10	
Rajony 432, 433, 434 celkem	402	160	107
Celkem bc5	1474	640	379

(Herčík, et al., 1999)

12. KONKRÉTNÍ LOKALITY ŽELEZNÝCH HOR

Významné soustředěné odběry jsou v Podlažicích (125l/s), Markovicích (32l/s), Jankovicích (45l/s), Studenci (57l/s) a Malči (38l/s) (Herčík, et al., 1999).

Na území okresu Havlíčkův Brod jsou nejvýznamnější vodárenské odběry soustředěny do hydrogeologického rajonu Dlouhá mez. Většina zdrojů podzemní vody je vázaná na křídové hydrogeologické kolektory. V okrese Havlíčkův Brod se nachází velké množství malých zdrojů podzemní vody, s vydatností do 5 l/s. Na celkovém počtu veškerých zdrojů v okrese se

Podílejí malé vodní zdroje 40%. Podzemní vody v okrese Havlíčkův Brod mají ve většině případů naměřeny příznivé koncentrace měřených látek. Horší kvalita vody může být způsobena nedostatečným nebo chybějícím ochranným pásmem vodního zdroje, popřípadě nevhodným způsobem zemědělského hospodaření na infiltračních plochách napájejících využívanou zvedeň.

12.1. Podlažice

Daná lokalita se nachází na jižním okraji české křídové pánve. Oblast tvorby zásob podzemních vod leží v širokém zalesněném lemu jižně od Podlažic. Ke specifikům území patří břežní a dnová infiltrace povrchových vod do skalního podloží. Z historického hlediska a z hlediska velikosti odběrů podzemních vod je nejvýznamnější tzv. podlažická deprese. Jedná se o pánvovitou, tektonicky omezenou oblast mezi městem Chrast a obcí Podlažice. K přírodnímu odvodnění zásob podzemních vod v podlažické depresi docházelo prostřednictvím mocných a vydatných pramenných vývěrů, které byly předmětem zájmu vodohospodářů koncem 19. a v průběhu 20. století.

Počátky vodárenské tradice se datují k roku 1662, kdy byla povolena stavba zámeckého vodovodu a zámecké vodárenské věže. V roce 1883 byla odvrtna první artéská studna pro zásobování města Chrast. V roce 1908 byl navrtán „vydatný artéský pramen“, který poskytoval 15 l/s při výtlačné výšce 8 m. Ve 40 letech minulého století byly hloubeny další vodárenské vrty pro rozrůstající se město Chrast. Na přelomu 50 a 60 let minulého století byl zahájen komplexní hydrogeologický výzkum, jehož cílem bylo získání velkého množství kvalitní podzemní vody. Můžeme zde hovořit o počátcích moderní hydrogeologie v Čechách.

Obvykle dvoukolektorový systém je narušen tektonikou, která umožňuje vertikální přetékání vod mezi kolektory A a B. V současné době jímací území Podlažic poskytuje 80 l/s – 120 l/s podzemní pitné vody. Na lokalitě Podlažice lze demonstrovat řadu procesů souvisejících mj. s provázaností režimu podzemních a povrchových vod a z toho vyplývajících pravidel ochrany podzemních vod a ekosystémů vázaných na vody povrchové. Odběry podzemních vod z velína čerpací stanice dispečersky řízeny „na dálku“, a to podle momentální úrovně hladiny podzemní vody v monitorovacím vrtu (institut minimální hladiny podzemní vody) (Vodní zdroje, 2016).

12.2. Běstvina - Javorka

Zájmové území se nachází na západním okraji kutnohorského *krystalinika*. Geologická stavba lokality je ovlivněna blízkostí regionálního železnohorského zlomu. Zlomová tektonika ovlivnila i mladší sedimentární horniny, které vytvořily tzv. křídou Dlouhé meze, která je díky příznivému uložení sedimentů a přítomnosti otevřených puklin významným kolektorem podzemní vody.

V dané lokalitě probíhala v minulém století těžba rudniny, ze které se získával fluorit. Je zde možné demonstrovat problémy s ukončením těžby, které souvisí s výtokem tlakových důlních vod. Po likvidaci dolu došlo k zatopení rozsáhlých prostor s výstupem vody na povrch. Vytékající kyselá důlní vody rozpustily siřičky a sírany těžkými kovy, takže musela být postavena úpravná na jejich dekontaminaci, která je nutná, protože nedaleko od bývalého dolu je území pro zásobování obce Běstvina (Vodní zdroje, 2016).

12.3. Žlebské Chválovce – štola

Území se nachází na západním okraji železnohorského *proterozoika*. V 60. letech minulého století byla v katastru obce Žlebské Chválovce vyhloubena průzkumná štola. Pro negativní výskyt uranového zrudnění měla být štola opuštěna a likvidována. Protože však ze systému hlavní štoly vytékalo 3 – 4 l/s podzemní vody s příznivým chemismem, bylo od likvidace upuštěno. Objekt byl uzpůsoben pro gravitační jímání podzemních vod a po výstavbě vodojemu slouží pro zásobování obce Ronov nad Doubravou (Vodní zdroje, 2016).

12.4. Vápenný Podol – Lázně

Lokalita se nachází ve východní části chrudimského staršího *paleozoika*. Na úpatí vrchu, který vystupuje jihovýchodně od Podola, vytékal mohutný léčivý pramen, který byl využíván již od roku 1659. V současné době se v obci nalézá stará lázeňská budova, pramen je podchycen sdruženou studnou, ze které vytéká do Podolského potoka.

Zajímavost – původní chemismus pramene odpovídal kritériím pro minerální vody, ale dalším vývojem pramen zanikl, nyní odpovídá charakteru minerální vody pro nízkou celkovou mineralizaci, drobné zdroje minerálních vod nemusí dosahovat požadovaných kvalit tj. obsah CO_2 nad 1g/l, H_2S nad 2mg/l, J nad 5mg/l au radioaktivity nad 1,5kBq/l (Květ, 2011).

Před 2. světovou válkou, byl zde pramen mírně mineralizované vody, který zanikl následkem těžby vápence, podobně jako na dalších místech, v nichž lázeňské fungovaly před desetiletími a staletími. V těchto místech se stavěly kapličky, vedle zřídla nebo nad pramenem, jako doklad uctívání hodnoty léčivého zdroje. Podolskou vodou se léčily kožní choroby všeho druhu, dna a revmatismus, chudokrevnost, nemoci jater, sleziny, ledvin, záněty očí... Lázně byly také nazývány Lázně svatého Václava a měly slavnou pověst. Dokazuje to knížka od Jana Adam Veitha z roku 1725 s názvem *Thermæ Podolenses a novo resergentes beato Wenceslao votæ*, ve které autor uvádí velké množství vyléčených pacientů (Květ, 2011).

12.5. Čečkovice – prameny

Jmenované území leží na jihozápadním svahu Železných hor, v centru obce Čečkovice. Na poměrně malé ploše zde vyvěrá řada pramenů s místním názvem Stírka. Tyto prameny byly sledovány Českým hydrometeorologickým ústavem. Prameny průměrné vydatnosti 2 l/s jsou podchyceny několika jímkami. V 80. letech minulého století byl nad prameny Stírka vyhlouben vrt o hloubce 60 m. Na jihozápadním úpatí Železných hor mezi Libicí nad Doubravou a Třemošnicí jsou prameny s touto vydatností již vzácné (Vodní zdroje, 2016).

Viz. Příloha č.1

12.6. Kladruby

Zájmová lokalita je jižním výběžkem české křídové pánve zachovaným na jihozápadním svahu Železných hor. Souvrství, která tvoří jednokřídlovou strukturu, z boku omezenou železnohorským zlomem a z druhé strany transgresním okrajem křídly na *krystalinikum*, mají příznivé korektorské vlastnosti z hlediska infiltrace a pohybu podzemních vod. Kolektory jsou od sebe vertikálně přirozeně odděleny horninami a isolačními vlastnostmi a vytvářejí tak vícekolektorový systém útvarů podzemních vod.

Významnou roli při infiltraci vody má železnohorský zlom, který tvoří hydraulickou bariéru vodám z *krystalinika*. V případě porušení příčnými zlomy dochází k převodu těchto vod do sedimentů svrchní křídly.

V severozápadním severním okolí obce Kladruby docházelo vlivem příznivé stavby území k přirozenému odvodnění podzemní vody formou vrstevních a přelivných pramenů, které byly už počátkem druhé poloviny 20. století předmětem vodárenského jímání. Byly zde vybudovány pramenní jímký, které slouží dodnes pro zásobování severní části Havlíčkovobrodská. V 80. letech 20. století byly tyto zdroje posíleny vrtnými studnami o hloubce okolo 80 m. V okolí Kladrub ve směru na obce Suchá a Lhůta se nacházejí rozsáhlá jímací území ve správě a provozování VaK Havlíčkův Brod (Vodní zdroje, 2016).

Viz. Příloha č.2

12.7. Horní Studenec, Podmoklany

Území se nachází v jižním výběžku české křídové pánve na jihozápadním svahu Železných hor. Jednokřídlová struktura, z boku omezená železnohorským zlomem a z druhé strany transgresním okrajem křídly na *krystaliniku*, mají příznivé kolektorové vlastnosti z hlediska infiltrace a pohybu podzemních vod. Kolektory jsou od sebe vertikálně přirozeně odděleny horninami s isolačními vlastnostmi (jílovité složky) a vytvářejí vícekolektorový systém útvarů podzemních vod.

Výskyt řady pramenních vývěřů, jež byly podníceny systémem podélných a příčných zlomů, byly ve 30tých až 40tých letech minulého století podchyceny pramenními jímkami, štolami a galeriemi. Z vodárenského hlediska tvoří ojedinělý systém technicky velmi dobře zachovaných jímacích objektů.

Typické je jímací území Horní Studenec a Podmoklany, kde délka štol a galerií s průřezem chodeb 1,0 m x 1,5 m místy dosahuje až 50 m. Gravitačně převáděnou vodou je zásobována Chotěboř a Havlíčkův Brod a nyní také Hlinsko.

Starý systém jímadel byl v 70tých až 90tých letech minulého století doplněn vrty o hloubkách až 100 m. Celkově je v okolí Studence a Podmoklan odebíráno ročně kolem 2 mil.m³, 63l/s (Vodní zdroje, 2016).

Viz.příloha č.3

12.8. Blatnická studna

Podloží zájmové lokality je budováno sedimenty svrchnokřídového stáří, které náleží křídě Dlouhá mez – severní část, což je jižní výběžek české křídové pánve zachovaný na jihozápadním svahu Železných hor. Pohyb podzemních vod je ovlivňován tektonickými liniemi, podle kterých se sedimenty rozpadly do systému jednotlivých ker na úpatí Železných hor, kde každá kra podnítila samostatný režim koloběhu podzemních vod.

Severovýchodně od obce Blatnice byla v první polovině 20. století v okolí pramenních vývěřů vybudována širokoprofilová studna (Blatnická studna). Dle archivních údajů byly přítoky podzemní vody „tak mohutné, že je ani dvěma parními čerpadly nešlo zmocit“. I po vyčerpání zásob podzemní vody patří Blatnická studna k nejvydatnějším vodním zdrojům struktury Dlouhá mez (Vodní zdroje, 2016).

13. DISKUSE

Bez vody není života. Voda je drahocenná a pro člověka ničím nahraditelná surovina. Pitná voda je základní surovinou pro přežití všech živých organismů. Zásoby dobré vody však nejsou nevyčerpatelné. Česká geologická služba se ve spolupráci s dalšími organizacemi chystá přehodnotit zásoby podzemních vod ve vybraných oblastech, které svou rozlohou pokrývají jednu třetinu území České republiky (Česká geologická, 2016).

Znečišťování vody způsobuje škody nejen lidem, ale všem živým organismům. Téměř každá lidská činnost na povrch Země a pod jejím povrchem ovlivňuje ve větší či menší míře původní přírodní poměry včetně těch hydrogeologických. Osidlování, industrializace, rozvoj zemědělství a další lidské aktivity mění hydrogeologické poměry v rozsáhlých územích.

Vzhledem ke zhoršování životního prostředí jsou hydrogeologická hlediska potřebná, dokonce nezbytná při řešení otázek ochrany podzemních vod a životního prostředí vůbec. Zejména při určování charakteru a rozsahu kontaminace podzemních vod horninového prostředí (= kontaminační hydrogeologie), při stanovení ochranných pásem zdrojů prostých podzemních vod a minerálních vod, při volbě vhodných míst pro skladování odpadu, hlubokých úložišť vyhořelého jaderného paliva a rizikových odpadů, při revitalizaci území po ukončení těžby nerostných surovin, při posuzování ekosystémů a jejich závislosti na podzemních vodách.

Pro podklady pro řešení ochrany podzemních vod jsou důležité údaje:

o zdroji znečištění

o hydrogeologických poměrech

o hydrologických, meteorologických a klimatických poměrech

o přírodních poměrech

o charakteristice horninového prostředí

o jakosti povrchových a podzemních vod

o geomorfologických poměrech

o vodohospodářských objektech.

Součástí řešení problému by bylo přijmout některá opatření jako např. vyloučit další rozvoj individuální výstavby rekreačních objektů v blízkosti zdrojů podzemních vod, vyloučit přímé vypouštění odpadních vod (a to i vyčištěných) v oblasti povodí vodárenských zdrojů, podpora splaškové kanalizace, schvalování rozvozu organických hnojiv na zemědělskou půdu (s výměrou větší než 5 ha)... Cílem ochrany vod jako složky životního prostředí je snížení znečištění nebezpečnými látkami a zastavení nebo postupné odstraňování emisí a úniků zvláště nebezpečných látek. Zvláště nebezpečné látky představují vybrané látky na základě jejich toxicity, perzistence a bioakumulace vůči vodnímu prostředí.

Ani v souvislosti se změnami klimatu není nutné na českém území očekávat katastrofickou situaci. Bude však nutné nastolit režim tzv. „trvale udržitelného řízení využití podzemních vod“. Pak budou mít podzemní vody v Česku při případných klimatických změnách ještě větší význam než doposud. Je tedy třeba o naše podzemní vody náležitě pečovat a v širším kontextu zabraňovat odtoku vod z českého území. Právě s ohledem na možné klimatické změny a poznání jejich

dopadu na budoucí využití podzemních vod v rámci všech disponibilních vodních zdrojů i jakékoli další posuzování hydrogeologických poměrů je realizace programu systematického dlouhodobého regionálního hydrogeologického průzkumu nezbytná. Vodní toky ztrácí samočistící schopnosti a nestačí k likvidaci přibývajících nečistot. Vodní toky jsou také ohrožovány látkami, které vedou k velkému rozmnožení mikroorganismů, průsaky ze skládek a odkališť, uniky nebezpečných látek, infiltrace znečištěných povrchových a srážkových vod... Znečištění podzemních vod závisí také na znečištění horninového prostředí a atmosféry. To pak způsobuje změnu fyzikálních, chemických a bakteriologických vlastností podzemní vody. Ale jakost vody musí odpovídat daným požadavkům na její využití. A úprava znečištěné vody je stále složitější a dražší.

K poklesu vypouštěného znečištění dochází také díky existenci a modernizaci čistíren odpadních vod (ČOV). Přestože čistírny mají velký význam při snižování znečištění vod, nelze zapomínat, že průměrná účinnost ČOV je v ČR 97%. To znamená, že z vody nejsou odstraněna 3% znečištění. (Např. po průchodu ČOV zůstane ve vodě 17% celkového fosforu a 29% dusičnanů). K ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti vodních zdrojů slouží ochranná pásma, která ustanovuje odbor životního prostředí obcí u vodárenských zdrojů.

V průběhu času se s dokonalejší technikou mění způsob, jakým o vodě získáváme informace. Současné studie a hydrogeologické průzkumy zabývající se určováním vhodných zdrojů pitné vody se zkvalitnily. Obsahují poměrně podrobný popis vodních zdrojů využitelných k zásobování obyvatelstva.

Významnou část přírodních zdrojů bc5 tvoří podzemní přítok z vnějších zdrojů. Jejich podíl však nelze při současném stavu prozkoumanosti určit. Podzemní voda v rajónu 431 je vhodná pro vodárenské zásobování po odželezování. V rajónech 432 a 433 podzemní voda kvalitou odpovídá vodě pitné. Vysoká míra využití podzemní vody vyplývá z tektonické a geomorfologické situace, kdy křídové sedimenty jsou zachovány v úzkém pruhu Železných hor. Evidované odběry překračují polovinu stanovených využitelných zásob podzemních vod. To vše jsou pozitivní poznatky, ale důležité je také zajistit zachycování vody v období dešťů a jarního tání a minimalizovat tak problém s nedostatkem podzemních vod v období sucha. Podle VaK Havlíčkův Brod jsou odběry a jakost vody ve sledovaných lokalitách celkem stabilní. Výkyvy v jednotlivých letech jsou podmíněny suššími a vlhčími obdobími, které samozřejmě ovlivňují nejen množství, ale i kvalitu odebírané vody. Nejvýznamnějšími zdroji podzemní vody na sledovaném území jsou zdroje napájející skupinový vodovod Želivka-Podmoklany. Vodovod zásobuje pitnou vodou Havlíčkův Brod, Chotěboř a širší okolí těchto měst. Hlavními zdroji tohoto vodovodu jsou podzemní vody hydrogeologického křídového útvaru Dlouhá mez. Zářezy, štoly a vrty získávající pitnou vodu jsou situovány na území obce Studence, Podmoklany, Kladruby.

Avšak pro udržení zásob vody má značný, ne-li rozhodující, význam zdravé přírodní prostředí. Každý člověk je povinen s vodou šetrně hospodařit. Těžba podzemních vod se zvyšuje po celém světě. Málo se ale hovoří o souvislosti vlivu podzemních vod na ekosystémy ve velkém měřítku. V severní Austrálii například vnikla studie měřící hustotu Eucalyptus Victrix a její vliv na hloubky podzemních vod. Tato studie by měla pomoci zhodnotit reakce funkce ekosystému

na rozsah hladin podzemních vod. Copyright ©2014 John Wiley&Sons,Ltd.
(ResearcherID, 2017).
Ochrana celé hydrosféry je pro člověka velmi důležitá.

14. ZÁVĚR

V předložené práci byla zpracovaná oblast Železných hor z hlediska hydrogeologického a hydrologického se zaměřením na výskyt a využití podzemních vod, jejich jímání z horninového prostředí z dynamických zásob kolektoru. Z environmentálního hlediska je možné konstatovat, že vzhledem k převládajícímu způsobu odběru podzemní vody je tato činnost hospodárná. Tam vznikají malé nároky na energii a technologii jímání, ale na druhou stranu vznikají nároky na dopravu. Největší odběry jsou z okolí Studence a Kladrub. Nejvýznamnějším odběratelem dané lokality je VaK Havlíčkův Brod.

Mezi nejzávažnější problémy oblasti, dotýkající se podzemních vod, patří rekreační zatížení, tvorba černých skládek. Problematické je i hospodaření některých subjektů a ekologické zátěže z minulosti.

Do budoucna by mohly být podzemní zdroje vody zkvalitněny, což záleží především na provedení podrobných hydrogeologických průzkumů, aby mohly být využívány kvalitnější zdroje podzemních vod.

15. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

Culek M., 1996: Biografické členění České republiky. Academia, Praha. ISBN 80-200-0914-0.

Dibelková I., 2004: Železné hory. Olympia, Praha. ISBN 80-7033-835-0.

Herčík F., Herrmann Z., Valečka J., 1999: Hydrologie české křídové pánve. Český geologický ústav, Praha. ISBN 80-7075-309-9.

Herrmann Z., 2006: Interakce podzemní a povrchové vody. Hydrogeologická charakteristika oblasti povodí Horního a Středního Labe, Hradec Králové.

Herrmann Z., 2008: Klasifikace území ČR z hlediska potřeby hodnocení zdrojů podzemní vody. Hradec Králové.

Chlupáč I. et al., 2002: Geologická minulost ČR. Academia, Praha. ISBN 80-200-0914-0.

Jetel J., 2004: Mapa chemismu podzemních vod ČSSR. Ústřední ústav geologický, Praha.

Jetel J., Rybářová L., 1979: Minerální vody východočeského kraje. Ústřední ústav geologický, Praha.

Kliner K., Kněžek M., Olmer M. et al., 1978: Využití a ochrana podzemních vod. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Krásný J. et al., 2001: Podzemní vody ČR regionální hydrologie prostých a minerálních vod. Česká geologická služba, Praha.

Kříž H., 1973: Regiony mělkých podzemních vod v České socialistické republice. Geografický ústav ČSAV. Brno.

Kříž H., 1983: Hydrologie podzemních vod. Academia, Praha.

Květ R., 2011: Minerální vody České republiky (vznik, historie, současnost). Vydavatelství Akcent. ISBN 978-80-7268-862-3.

Mísař Z. et al., 1983: Geologie ČSSR I.: Český masív. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. ISBN 14-403-83.

Pačes T., 1972: Chemické rovnováhy v přírodním systému – voda – hornina – atmosféra. Ústřední ústav geologický, Praha.

Pačes T., 1983: Základy geochemie vod. Academia, Praha.

Pitter P., 2009: Hydrochemie. Vydavatelství VŠCHT, Praha. ISBN 978-80-7080-701-9.

Legislativní materiály – zákon, vyhláška, norma

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), v platném znění.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., stanovení hygienických požadavků na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění.

Vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, v platném znění.

ČSN č. 75 7111, pitná voda

Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady (23.10.2000), o vodní politice

Dokumentace

Správa Povodí Labe., 2002: Zpráva o množství a jakosti podzemních vod

VaK Havlíčkův Brod., 2015: Rozbory podzemních vod za rok 2015

Internetový zdroj

© AION CS, s.r.o. 2010-2017 (online) [cit. 22.2.2017], dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#Top>>.

© Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2017 (online) [cit. 22.2.2017], dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-258-2000-sb-a-souvisejici-predpisy>>.

KČT Tábor , @2017 (online) [cit. 17.12.2016], dostupné z <<http://www.kct-tabor.cz/gymta/ChranenaUzemiCR/ZelezneHory/index.htm>>.

Česká geologická služba, @2016 (online) [cit. 10.11.2016], dostupné z <<http://www.geology.cz/svet-geologie/poznej>>.

Copyright © 2017 Vodní zdroje Chrudim spol. s r.o. (online) [cit. 8.10.2016], dostupné z <<http://www.geovedy.cz>>.

Česká geologická služba, @2016 (online) [cit. 1.11.2016], dostupné z <<http://www.geology.cz/rebilance/o-projektu/letak-rebilance-A4-web.pdf>>.

ResearcherID © 2017 Clarivate Analytics (online) [5.3.2017], dostupné z <<http://www.researcherid.com/ViewProfileSearch.action>>.

16. SEZNAM OBRÁZKŮ

Tabulka č.1 – údaje o průměrném složení srážkových vod v ČR v letech 1995 – 2000 (Krásný & al., 2012)

Tabulka č.2 Přehled vybraných složek v neznečištěných vodách mělkého proudění udává (Krásný & al., 2012)

Tabulka č.3 Propustnost hornin pro podzemní vodu (Kříž, 1983)

Obrázek č.1 Mapa Železných hor

<http://www.kct-tabor.cz/gymta/ChranenaUzemiCR/ZelezneHory/index.htm>

Obrázek č.2 CHKO Železné hory

<http://www.kct-tabor.cz/gymta/ChranenaUzemiCR/ZelezneHory/index.htm>

Obrázek č.3 Geologie ČR geologii/geologie-cr

<http://www.geology.cz/svet-geologie/poznej>

Tabulka č.4 – bilanční rovnice bc5 (mm) (Herčík, et al., 1999)

Tabulka č.5 udává pouze vybrané rajóny. (Zpráva Povodí Labe za rok 2002)

Tabulka č.6 Hydrogeologický rajón: 431 – Chrudimská křída (Zpráva o množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe za rok 2002)

Tabulka č.7 Hydrogeologický rajón: 431 - Dlouhá mez – jižní část (Zpráva o množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe za rok 2002)

Tabulka č.8 Hydrogeologický rajón: 433 - Dlouhá mez – severní část (Zpráva o množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe za rok 2002)

Tabulka č.9 Hydrologický rajón: 653 – Kutnohorské krystalinikum a Železné hory (Zpráva o množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe za rok 2002)

Tabulka č.10 zásob podzemních vod bc5 (l/s) (Herčík, et al., 1999; Herrmann, 2006; Herrmann, 2008; Chlupáč & al., 2002; Jetel, 2004; Jetel & Rybářová, 1979; Klíner, et al., 1978)

17. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1

Výsledky rozborů jakosti surové vody

Podle vyhlášky 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb.

Část I - Identifikační údaje

Výsledky rozborů za rok (uveďte rok)	2015	
Odběr povrchové nebo podzemní vody (POV/PZV)	PZV	
Název odběru	Čečkovice - vrt Če2	
Název provozovatele	Vodovody a kanalizace Havlíčkův Brod, a.s.	
Adresa provozovatele	Žižkova 832, 581 51 Havlíčkův Brod	
Kontaktní e-mail provozovatele	vakhb@vakhb.cz	
Kontaktní telefonní číslo provozovatele	56943021 1	
Identifikační číslo odběru (ICOC)	420428	
Lokalita (vyplňte pouze, není-li znám ICOC)		
Kraj (uveďte název kraje, kde se odběr nachází)	Vysočina	
Identifikace objektu (při víceobjektovém odběru)		
Směsný vzorek z více objektů (ANO/NE)	NE	
Povolené odebírané množství vody (m ³ /rok)	40000	
Skutečně odebrané množství vody (m ³ /rok)	8550	
Poznámky		

Část II - Výsledky rozborů jakosti surové vody

Ukazatel			Výsledky rozborů - do prvního řádku uveďte datum (dd.mm.rrrr)			
Poř. č.	Název	Jednotky	16.04.2015	30.4.2015	01.10.2015	15.10.2015
1	Reakce vody		7,4	7,5	7,4	7,5
2	Barva	mg/l Pt		< 4.0		< 4.0
3	Nerozpuštěné látky suš.	mg/l		< 2.0		< 2.0
4	Teplota	°C				
5	Konduktivita	mS/m		42,9		42,2
6	Pach	stupeň		přijatelný		přijatelný
7	Dusičnany	mg/l	33	34	31	32
8	Fluoridy	mg/l				
9	Adsorbovatelné org. vázané halogeny (AOX)	mg/l				
10	Železo celkové	mg/l		0,03		0,04
11	Mangan	mg/l		0,02		0,02
12	Měď	mg/l	< 0.010		< 0.010	
13	Zinek	mg/l				
14	Bór	mg/l				
15	Berylium	mg/l				
16	Kobalt	mg/l				
17	Nikl	mg/l				
18	Vanad	mg/l				

19	Arsen	mg/l				
20	Kadmium	mg/l	< 0,001		< 0,001	
21	Chrom	mg/l				
22	Olovo	mg/l	< 0,003		< 0,003	
23	Selen	mg/l				
24	Rtuť	mg/l				
25	Baryum	mg/l				
26	Kyanidy	mg/l				
27	Sírany	mg/l	56,9	55	58,8	57,9
28	Chloridy	mg/l	10,6	10,6	11,3	12,1
29	Tenzidy aniontové	mg/l				
30	Fosforečnany (PO_4^{3-})	mg/l		0,071		0,081
31	Fenoly jednosytné	mg/l				
32	Nepolární extrahovatelné látky (NEL)	mg/l				
33	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	$\mu\text{g/l}$				
34	Pesticidní látky celkem	$\mu\text{g/l}$				
35	Chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Mn})	mg/l	1,1	1,3	0,8	0,64
36	Nasycení kyslíkem (jen povrchová voda)	% O_2				
37	BSK_5	mg/l				
38	Celkový dusík	mg/l				
39	Amonné ionty	mg/l	0,03	0,04	0,04	0,03
40	Extrahovatelné látky	mg/l				
41	Celkový organický uhlík (TOC)	mg/l				
42	Huminové látky	mg/l		< 0,40		< 0,40
43	Koliformní bakterie	KTJ/100 ml		0		2
44	Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml				
45	Fekální streptokoky (enterokoky)	KTJ/100 ml		3		0
46	Salmonely	v 5000 ml vody				
47	Mikroskopický obraz (živé organismy)	Jedinci/ml				
48	Sulfan (jen podzemní voda)	mg/l				

Příloha č. 2

Podle vyhlášky 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb.

Část I - Identifikační údaje

Výsledky rozborů za rok (uved'te rok)	2015	
Odběr povrchové nebo podzemní vody (POV/PZV)	PZV	
Název odběru	Kladruby - vrt HK-1	
Název provozovatele	Vodovody a kanalizace Havlíčkův Brod, a.s.	
Adresa provozovatele	Žižkova 832,581 51 Havlíčkův Brod	
Kontaktní e-mail provozovatele	vakhb@vakhb.cz	
Kontaktní telefonní číslo provozovatele	569430211	
Identifikační číslo odběru (ICOC)	420424	
Lokalita (vyplňte pouze, není-li znám ICOC)		
Kraj (uved'te název kraje, kde se odběr nachází)	Vysočina	
Identifikace objektu (při víceobjektovém odběru)		
Směsný vzorek z více objektů (ANO/NE)	ne	
Povolené odebírané množství vody (m3/rok)	180000	
Skutečně odebrané množství vody (m3/rok)	132417	
Poznámky		

Část II - Výsledky rozborů jakosti surové vody

Ukazatel			Výsledky rozborů - do prvního řádku uveďte datum (dd.mm.rrrr)			
Poř. č.	Název	Jednotky	31.03.2015	14.4.2015	26.08.2015	9.9.2015
1	Reakce vody		7,3	7,4	7,5	7,4
2	Barva	mg/l Pt		< 4.0		< 4.0
3	Nerozpuštěné látky suš.	mg/l		3		< 2.0
4	Teplota	°C				
5	Konduktivita	mS/m		39,2		37,8
6	Pach	stupeň		přijatelný		přijatelný
7	Dusičnany	mg/l	< 1.0	1	< 1.0	< 1.0
8	Fluoridy	mg/l				
9	Adsorbovatelné org. vázané halogeny (AOX)	mg/l				
10	Železo celkové	mg/l		0,35		0,28
11	Mangan	mg/l		0,03		0,02
12	Měď	mg/l	< 0.010		< 0.010	
13	Zinek	mg/l				
14	Bór	mg/l				
15	Berylium	mg/l				
16	Kobalt	mg/l				
17	Nikl	mg/l				
18	Vanad	mg/l				
19	Arsen	mg/l				
20	Kadmium	mg/l	< 0.001		< 0.001	
21	Chrom	mg/l				
22	Olovo	mg/l	0,004		0,003	
23	Selen	mg/l				

24	Rtuť	mg/l				
25	Baryum	mg/l				
26	Kyanidy	mg/l				
27	Sírany	mg/l	61,9	60,9	60,7	59,8
28	Chloridy	mg/l	16,3	15,6	11,5	12,3
29	Tenzidy aniontové	mg/l				
30	Fosforečnany (PO_4^{3-})	mg/l		< 0.050		< 0.050
31	Fenoly jednosytné	mg/l				
32	Nepolární extrahovatelné látky (NEL)	mg/l				
33	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	$\mu\text{g/l}$				
34	Pesticidní látky celkem	$\mu\text{g/l}$				
35	Chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Mn})	mg/l	0,8	0,64	0,64	0,8
36	Nasycení kyslíkem (jen povrchová voda)	% O_2				
37	BSK_5	mg/l				
38	Celkový dusík	mg/l				
39	Amonné ionty	mg/l	0,03	0,04	0,03	0,03
40	Extrahovatelné látky	mg/l				
41	Celkový organický uhlík (TOC)	mg/l				
42	Humínové látky	mg/l		< 0.40		< 0.40
43	Koliformní bakterie	KTJ/100 ml		15		8
44	Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml				
45	Fekální streptokoky (enterokoky)	KTJ/100 ml		0		0
46	Salmonely	v 5000 ml vody				
47	Mikroskopický obraz (živé organismy)	Jedinci/ml				
48	Sulfan (jen podzemní voda)	mg/l				

Příloha č.3

Podle vyhlášky 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb.

Část I - Identifikační údaje

Výsledky rozborů za rok (uvedte rok)	2015	
Odběr povrchové nebo podzemní vody (POV/PZV)	PZV	
Název odběru	Podmoklany - zářez II.	
Název provozovatele	Vodovody a kanalizace Havlíčkův Brod, a.s.	
Adresa provozovatele	Žižkova 832, 581 51 Havlíčkův Brod	
Kontaktní e-mail provozovatele	vakhb@vakhb.cz	
Kontaktní telefonní číslo provozovatele	569430211	
Identifikační číslo odběru (ICOC)	420392	
Lokalita (vyplňte pouze, není-li znám ICOC)		
Kraj (uvedte název kraje, kde se odběr nachází)	Vysočina	
Identifikace objektu (při víceobjektovém odběru)		
Směsný vzorek z více objektů (ANO/NE)	ne	
Povolené odebírané množství vody (m3/rok)	80000	
Skutečně odebrané množství vody (m3/rok)	50345	
Poznámky		

Část II - Výsledky rozborů jakosti surové vody

Ukazatel			Výsledky rozborů - do prvního řádku uveďte datum (dd.mm.rrrr)			
Poř. č.	Název	Jednotky	27.05.2015	10.6.2015	29.07.2015	12.8.2015
1	Reakce vody		7,2	7,3	7,2	7,3
2	Barva	mg/l Pt		< 4.0		< 4.0
3	Nerozpuštěné látky suš.	mg/l		< 2.0		< 2.0
4	Teplota	°C				
5	Konduktivita	mS/m		43,4		44
6	Pach	stupeň		příjatelny		příjatelny
7	Dusičnany	mg/l	31	32	34	33
8	Fluoridy	mg/l				
9	Adsorbovatelné org. vázané halogeny (AOX)	mg/l				
10	Železo celkové	mg/l		0,02		0,02
11	Mangan	mg/l		0,02		0,03
12	Měď	mg/l	< 0.010		< 0.010	
13	Zinek	mg/l				
14	Bór	mg/l				
15	Berylium	mg/l				
16	Kobalt	mg/l				
17	Nikl	mg/l				
18	Vanad	mg/l				
19	Arsen	mg/l				
20	Kadmium	mg/l	< 0.001		< 0.001	
21	Chrom	mg/l				
22	Olovo	mg/l	0,003		< 0.003	
23	Selen	mg/l				
24	Rtuť	mg/l				

25	Baryum	mg/l				
26	Kyanidy	mg/l				
27	Sírany	mg/l	52,2	50,3	51,2	52,2
28	Chloridy	mg/l	9,9	10,6	13,5	14,2
29	Tenzidy aniontové	mg/l				
30	Fosforečnany (PO_4^{3-})	mg/l		0,12		0,11
31	Fenoly jednosytné	mg/l				
32	Nepolární extrahovatelné látky (NEL)	mg/l				
33	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	$\mu\text{g/l}$				
34	Pesticidní látky celkem	$\mu\text{g/l}$				
35	Chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Mn})	mg/l	1,3	1,1	0,8	0,64
36	Nasycení kyslíkem (jen povrchová voda)	% O_2				
37	BSK_5	mg/l				
38	Celkový dusík	mg/l				
39	Amonné_ionty	mg/l	0,04	0,03	0,02	0,03
40	Extrahovatelné látky	mg/l				
41	Celkový organický uhlík (TOC)	mg/l				
42	Humínové látky	mg/l		< 0.40		< 0.40
43	Koliformní bakterie	KTJ/100 ml		7		50
44	Termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100 ml				
45	Fekální streptokoky (enterokoky)	KTJ/100 ml		0		2
46	Salmonely	v 5000 ml vody				
47	Mikroskopický obraz (živé organismy)	Jedinci/ml				
48	Sulfan (jen podzemní voda)	mg/l				