

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	4
SEZNAM TABULEK	8
VYBRANÉ ZAVEDENÉ ZKRATKY A POJMY	10
1. ÚVOD	13
2. VYMEZENÍ RAJONU	14
3. PROZKOUMANOST	16
3.1. Geologická prozkoumanost	16
3.2. Hydrogeologická prozkoumanost	19
4. GEOLOGICKÁ STAVBA A CHARAKTERISTIKA JEDNOTEK	25
4.1. Stratigrafie a litologie	25
4.2. Strukturní stavba	38
5. HYDROLOGIE	45
6. HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA RAJONU	57
6.1. Hydrogeologie	57
6.2. Hydrochemie	77
6.2.1. Mapy hydrochemických typů	82
6.2.2. Upravitelnost podzemní vody na vodu pitnou	90
6.2.3. Vývoj kvality podzemní vody	96
6.2.4. Geochemický model – průměrná doba zdržení podzemní vody v horninovém prostředí	104
7. ODBĚRY PODZEMNÍCH VOD	107
8. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD	110
8.1. Koncepční hydrogeologický model	110
8.1.1. Systémová analýza oběhu podzemní vody	116
8.2. Hydrologický model	119
8.2.1. Dotace podzemních vod	121
8.2.2. Posouzení možných dopadů změn klimatu	130
8.3. Hydraulický model proudění podzemní vody	132
8.3.1. Okrajové podmínky a vstupní data	133
8.3.2. Modelové průběhy hladin a proudění podzemní vody	137
8.3.3. Prognózní modely proudění podzemní vody, transientní simulace	148
9. STŘETY ZÁJMŮ A OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ	152
9.1. Střety zájmů	152
9.2. Ochrana přírodních ekosystémů	163
10. PŘÍRODNÍ ZDROJE A VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍCH VOD	178
11. ZÁVĚR	185
12. LITERATURA	186

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1. Situace hydrogeologického rajonu 4110.....	15
Obr. 3-1. Mapa vrtné prozkoumanosti rajonu 4110 s vyznačením geologických řezů	18
Obr. 3-2. Lokalizace objektů ČHMÚ, kde byla analyzována data	19
Obr. 3-3. Lokalizace reprezentativních vrtů pro jednotlivé kolektory	22
Obr. 3-4. Lokalizace plánovaných a realizovaných průzkumných vrtů	24
Obr. 4-1a. Schematická geologická mapa HGR 4110.....	26
Obr. 4-1b. Legenda geologické mapy rajonu 4110	27
Obr. 4-2. Stratigrafická tabulka svrchní křídý v HGR 4110	28
Obr. 4-3. Izoliniová mapa povrchu kolektoru A	30
Obr. 4-4. Mikroskopický snímek silicifikovaného prachovce „rohovcového souvrství“	31
Obr. 4-5. Izoliniová mapa povrchu kolektoru C	33
Obr. 4-6. Kvádrové pískovce svrchní části teplického souvrství (kolektoru D).....	34
Obr. 4-7. Izoliniová mapa povrchu kolektoru D	35
Obr. 4-8. Martinská stěna v Adršpašsko-teplických skalách.....	36
Obr. 4-9. Rozšíření hydrogeologických těles v polické pánvi s průběhem hlavních zlomů	40
Obr. 4-10. Schéma možné kinematické funkce hlavních zlomových struktur polické pánve	41
Obr. 4-11. Geologický řez SZ–JV, podélný	42
Obr. 4-12. Geologický řez JZ–SV, příčný.....	43
Obr. 5-1. Výškopis	47
Obr. 5-2. Průměrné roční srážkové úhrny	47
Obr. 5-3. Vyhodnocení přítoků a ztrát vody v dílčích povodích	49
Obr. 5-4. Lokalizace měřených profilů PPP v červenci 2013 a dubnu 2014.....	52
Obr. 5-5. Odchyšky měření vzhledem k průtoku a ploše povodí.....	52
Obr. 5-6. Průběh hladiny podzemní vody vrtu VP0011	53
Obr. 5-7. Průběh hladiny podzemní vody vrtu VP7008	54
Obr. 5-8. Průběh hladiny podzemní vody vrtu VP7016	54
Obr. 5-9. Průběh hladiny podzemní vody vrtu VP7017	55
Obr. 5-10. Průběh hladiny podzemní vody ve vrtu 4110_T	55
Obr. 6-1. Rozšíření sedimentů triasu v HGR 4110	58
Obr. 6-2. Rozmístění kolektoru A a rozdělení na oblast souvislého zvodnění a stoku podzemní vody	61
Obr. 6-3. Vymezení kolektoru C a znázornění předpokládané nádrže podzemní vody	63
Obr. 6-4. Vymezení kolektoru D a předpokládané nádrže podzemní vody	64
Obr. 6-5. Tektonické schéma polické pánve	66
Obr. 6-6. Vymezení základních zvodněných systémů v polické pánvi	71
Obr. 6-7. Vymezení a rozčlenění severního zvodněného systému.....	72

Obr. 6-8. Vymezení a rozčlenění jižního zvodněného systému na subsystemy	73
Obr. 6-9. Vymezení a rozčlenění suchdolského zvodněného subsystemu	74
Obr. 6-10. Vymezení a rozčlenění bukovického zvodněného subsystemu	75
Obr. 6-11. Vymezení a rozčlenění metujského zvodněného subsystemu	76
Obr. 6-12. Rozložení hodnot základních chemických ukazatelů v severním systému	78
Obr. 6-13. Rozložení hodnot základních chemických ukazatelů v metujském subsystemu	79
Obr. 6-14. Rozložení hodnot základních chemických ukazatelů v bukovickém subsystemu	80
Obr. 6-15. Rozložení hodnot základních chemických ukazatelů v suchdolském subsystemu	80
Obr. 6-16. Průměrné chemické složení čerpané podzemní vody	81
Obr. 6-17. Plošné rozložení mineralizace podzemních vod v kolektoru A a v kolektoru C	82
Obr. 6-18. Chemický typ podzemní vody v kolektoru AT	84
Obr. 6-19. Chemický typ, výše celk. mineralizace a izolinie celk. mineralizace podz. vody v kolektoru AT	85
Obr. 6-20. Chemický typ podzemní vody v kolektoru C	86
Obr. 6-21. Chemický typ, výše celk. mineralizace a izolinie celk. mineralizace podz. vody v kolektoru C	87
Obr. 6-22. Chemický typ podzemní vody v kolektoru D	88
Obr. 6-23. Chemický typ, výše celk. mineralizace a izolinie celk. mineralizace podz. vody v kolektoru D	89
Obr. 6-24. Upravitelnost podzemní vody kolektoru A	92
Obr. 6-25. Upravitelnost podzemní vody kolektoru C	93
Obr. 6-26. Upravitelnost podzemní vody kolektoru D	94
Obr. 6-27. Upravitelnost podzemní vody připovrchvé zóny včetně indikace znečištění	95
Obr. 6-28. Lokalizace vrtů a pramenů s údaji o chemických ukazatelích	96
Obr. 6-29. Průběh hlavních chemických ukazatelů sledovaných ve vrtu VP7017 v svrchní zvodni	97
Obr. 6-30. Rozložení hodnot zákl. chem. ukazatelů vrtu VP7017 v úrovni připovrchové zóny, Piperův graf	97
Obr. 6-31. Časové řady koncentrací iontů a celk. mineralizace, vrt VP7017, bazální křídový kolektor	98
Obr. 6-32. Hodnoty zákl. chem. ukazatelů, vrt VP7017, Piperův graf, bazální křídový kolektor	98
Obr. 6-33. Časové řady koncentrací iontů a celk. mineralizace, pramen PP0021	99
Obr. 6-34. Hodnoty zákl. chem. ukazatelů, pramen PP0021, Piperův graf	100
Obr. 6-35. Časové řady koncentrací iontů a celk. mineralizace, vrt VP0011, bazální křídové kolektory	100
Obr. 6-36. Hodnoty zákl. chem. ukazatelů, vrt VP0011, Piperův graf, bazální křídové kolektory	101
Obr. 6-37. Časové řady koncentrací iontů, vrt VP0011, kolektor C	101
Obr. 6-38. Hodnoty zákl. chem. ukazatelů, vrt VP0011, Piperův graf, kolektor C	101
Obr. 6-39. Časové řady koncentrací iontů a celk. mineralizace, vrt VP7008, bazální křídové kolektory	102
Obr. 6-40. Hodnoty zákl. chem. ukazatelů, vrt VP7008, Piperův graf, bazální křídové kolektory	102
Obr. 6-41. Časové řady koncentrací iontů a celk. mineralizace, vrt VP7016	103
Obr. 6-42. Hodnoty zákl. chem. ukazatelů, vrt VP7016, Piperův graf	103
Obr. 6-43. Aktivita tritia v rajonu 4110 Polická pánev	105

Obr. 6-44. Histogram aktivity tritia pro rajony 4110 a 4240.....	105
Obr. 7-1. Rozmístění odběrů přesahujících 100 tis. m ³ /rok v roce 2012 podle vodohosp. bilance	108
Obr. 7-2. Časový průběh vypouštění odpadních vod v letech 2002–2012.....	109
Obr. 7-3. Rozdíl mezi odběry a vypouštěním za období let 2002–2012	109
Obr. 8-1. Schematické vymezení hydrogeologických vrstev	111
Obr. 8-2. Schematický řez ve směru JZ–SV adršpašskou brachysynklinálou.....	111
Obr. 8-3. Schematický řez ve směru JZ–SV machovskou brachysynklinálou.....	111
Obr. 8-4. Lokalizace vrtů s údaji o koeficientu hydraulické vodivosti.....	113
Obr. 8-5. Modelové vrstvy a lokalizace vrtů s reprezentativními údaji o hladině podzemní vody	115
Obr. 8-6. Lokalizace zájmové oblasti s polohou relevantních vodoměrných stanic VÚV a ČHMÚ	119
Obr. 8-7. Souhrnné užívání vod v dílčích povodích.....	120
Obr. 8-8. HGR 4110, modelovaný základní odtok.....	122
Obr. 8-9. HGR 4110, modelovaná dotace podzemních vod.....	122
Obr. 8-10. Pravděpodobnostní pole – základní odtok	123
Obr. 8-11. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody.....	123
Obr. 8-12. Čára překročení měsíčního základního odtoku.....	124
Obr. 8-13. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody	124
Obr. 8-14. Vyčlenění zákl. odtoku podle odtoku z povodí 0175 a hladin podz. vod ve vrtu ID 629682	125
Obr. 8-15. Vyčlenění zákl. odtoku podle odtoku z povodí 0175 a hladin podz. vod vrtu ID 96581	125
Obr. 8-16. Vyčlenění zákl. odtoku podle odtoku z povodí 0175 a hladin podz. vod ve vrtu ID 96405	126
Obr. 8-17. Vyčlenění zákl. odtoku podle odtoku z povodí 0175 a hladin podz. vod vrtu ID 635212.....	126
Obr. 8-18. Vývoj průměrných ročních srážek	127
Obr. 8-19. Vývoj průměrné roční teploty	128
Obr. 8-20. Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad z modelu BILAN)	128
Obr. 8-21. Vývoj průměrného ročního odtoku (odhad z modelu BILAN).....	128
Obr. 8-22. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN).....	129
Obr. 8-23. Vývoj průměrného ročního základního odtoku (odhad z modelu BILAN)	129
Obr. 8-24. Měsíční změny srážek a teploty podle RCM simulací pro jednotlivé měsíce.....	131
Obr. 8-25. Měsíční změny zákl. odtoku, dotace zásob podz. vody a odtoku podle RCM simulací	131
Obr. 8-26. Situace HGR 4110 Polická pánev a rozlohy modelu	132
Obr. 8-27. Schéma vertikální diskretizace modelu; řez severním zvodněným systémem.....	133
Obr. 8-28. Rozložení hodnot hydraulické vodivosti 2. modelové vrstvy – kolektor A2	135
Obr. 8-29. Rozložení hodnot hydraulické vodivosti 3. modelové vrstvy – kolektor A1T	136
Obr. 8-30. Tlakové poměry 2. modelové vrstvy – kolektor A2, neovlivněný režim proudění podz. vody	139
Obr. 8-31. Tlakové poměry 3. modelové vrstvy – kolektor A1T, neovlivněný režim proudění podz. vody.....	140
Obr. 8-32. Tlakové poměry 2. modelové vrstvy – kolektor A2, režim proudění se souč. odběry podz. vody	143

Obr. 8-33. Tlakové poměry 3. modelové vrstvy – kolektor A1T, režim proudění se souč. odběry podz. vody....	144
Obr. 8-34. Vývoj měsíčních hodnot průměrného úhrnného odběru v období hydrolog. let 2000–2010.....	145
Obr. 8-35. Porovnání měřené a modelové hladiny podzemní vody, vrt V-20 VP7017 Janovice.....	146
Obr. 8-36. Porovnání měřené a modelové hladiny podzemní vody, vrt V-16 VP7008 Machov.....	147
Obr. 8-37. Modelová drenáž podz. vody v modelovém území v období hydrologických let 2001–2010.....	147
Obr. 8-38. Doplnování přírodních zdrojů ze srážkové infiltrace v průměrném hydrologickém roce.....	148
Obr. 8-39. Drenáž do povrchových toků v HGR 4110 v průměrném hydrologickém roce	149
Obr. 8-40. Tlakové poměry 2. model. vrstvy – kol. A2, proudění se zvýšenými odběry podz. vody o 15 %.....	150
Obr. 8-41. Tlakové poměry 3. model. vrstvy – kol. A1T, proudění se zvýšenými odběry podz. vody o 15 % ...	151
Obr. 9-1. Vymezení ložisek v k.ú. Horní Adršpach	152
Obr. 9-2. Vymezení ložisek v obcích Jívka a Stárkov	153
Obr. 9-3. Vymezení ložiska v obci Bezděkov.....	153
Obr. 9-4. Vodní biotopy, maloplošná zvl. chráněná území, evropsky významné lokality a ptačí oblasti.....	164
Obr. 9-5. Adršpašské skály u Pískovny.....	165
Obr. 9-6. Pohled na PP Borek od jihu	166
Obr. 9-7. Supí hnízdo v NPR Broumovské stěny.....	167
Obr. 9-8. Studánka pod Borem v PR Farní stráž.....	168
Obr. 9-9. Kočičí skály	169
Obr. 9-10. U Kozínku – stěna opuštěného lomu u Petrovic	170
Obr. 9-11. Křížová cesta na Křížovém vrchu.....	170
Obr. 9-12. Dřevíčská studánka.....	171
Obr. 9-13. Mořská transgrese – opuštěný lom u Bohdašína.....	172
Obr. 9-14. Čertovo auto na Ostaši.....	173
Obr. 9-15. Pískovcové sloupky	174
Obr. 9-16. Polické stěny.....	174
Obr. 9-17. Stárkovské bučiny.....	176
Obr. 9-18. Kvetoucí šafrán na Šafránové stráni	176
Obr. 10-1. Průtok, měřený profil ČHMÚ Hronov – Metuje.....	179
Obr. 10-2. Průběh měsíčních minimálních průtoků	180
Obr. 10-3. Vyhodnocení podzemního odtoku pomocí Killeho metody	180
Obr. 10-4. Závislost mezi hladinou podz. vody ve vrtu VP7008 a průtokem v měrném profilu Metuje	181
Obr. 10-5. Zabezpečení podzemního odtoku z celého rajonu v profilu Hronov – Metuje	182

SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1. Základní údaje o hydrogeologickém rajonu 4110.....	14
Tab. 3-1. Přehled hydrogeologických vrtů vyhloubených v rámci projektu Rebilance (2014–2015).....	17
Tab. 3-2. Objekty ČHMÚ	20
Tab. 3-3. Vrtů přiřazené k jednotlivým kolektorům.....	21
Tab. 3-4. Základní parametry projektovaných vrtů a stav jejich realizace.....	23
Tab. 3-5. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 4110_T	23
Tab. 5-1. Základní údaje o analyzovaných srážkoměrných stanicích	45
Tab. 5-2. Základní údaje o průtokoměrných stanicích	45
Tab. 5-3. Základní údaje o vydatnosti pramenů	46
Tab. 5-4. Základní údaje o hladinách podzemní vody ve sledovaných vrtech.....	46
Tab. 5-5. Vývoj srážkových úhrnů (podle hydrologického modelu).....	46
Tab. 5-6. Vývoj teploty (podle hydrologického modelu).....	46
Tab. 5-7. Seznam měrných profilů PPP	50
Tab. 5-8. Výsledky měření PPP	51
Tab. 5-9. Průběh průtoků na šesti měřených profilech na Metuji v červenci 2013 a dubnu 2014	51
Tab. 5-10. Základní údaje o hladinách podzemní vody ve sledovaných vrtech.....	53
Tab. 6-1. Indexy transmisivity Y hornin vnitrosudetské pánve připovrchové a svrchní zóny do 300 m	58
Tab. 6-2. Indexy transmisivity Y hornin triasu v okolí polické pánve	59
Tab. 6-3. Vztah litostratigrafie a hydrogeologického charakteru polické křídové pánve.....	60
Tab. 6-4. Indexy transmisivity Y a propustnosti Z hornin ve vrtech v polické pánvi	66
Tab. 6-5. Hodnoty koeficientu hydraulické vodivosti k.....	67
Tab. 6-6. Průměrné chemické ukazatele z vodárensky využívaných vrtů, 1993–1994.....	81
Tab. 6-7. Počet relevantních analýz podzemní vody na území HGR 4110	83
Tab. 6-8. Kategorie upravitelnosti.....	90
Tab. 6-9. Koncentrace freonů a SF ₆	106
Tab. 6-10. Rozsah stř. dob zdržení za předpokladu exponenciálního modelu podle čtyř stopovačů	106
Tab. 7-1. Odebrané množství podzemní vody za období 2002–2012	107
Tab. 7-2. Jednotlivé odběry přesahující množství alespoň 100 tis. m ³ /rok v roce 2002	107
Tab. 7-3. Vypouštění odpadních vod za období 2002–2012.....	108
Tab. 8-1. Základní souvislosti mezi litologickým a hydrogeologickým vymezením.....	110
Tab. 8-2. Výpis relevantních údajů o vrtech s údaji o koeficientu hydraulické vodivosti Kf a transmisivity T ...	112
Tab. 8-3. Předpokládané intervaly koeficientu hydraulické vodivosti pro hydraulicky modelované vrstvy	113
Tab. 8-4. Generalizace koncepčního hydrogeologického modelu pro potřeby hydraulického modelu.....	114
Tab. 8-5. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data	120
Tab. 8-6. Míra ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích	121

Tab. 8-7. Korelace povrchového odtoku a hladin podzemní vody v pozorovacích vrtech	125
Tab. 8-8. Poměr základního odtoku k celkovému podle různých metod	125
Tab. 8-9. Shrnutí hydrologické bilance (1981–2010)	127
Tab. 8-10. Shrnutí hydrologické bilance (2001–2010)	127
Tab. 8-11. Vývoj odtoku (odhad z modelu BILAN)	129
Tab. 8-12. Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad z modelu BILAN)	130
Tab. 8-13. Vývoj dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN)	130
Tab. 8-14. Vývoj základního odtoku (odhad z modelu BILAN).....	130
Tab. 8-15. Modelová bilance podzemní vody v HGR 4110 – varianta bez odběrů	141
Tab. 8-16. Odběry podzemní vody (l/s) – maximální a aktuální.....	141
Tab. 8-17. Modelová bilance podzemních vod v HGR 4110 – varianta odběrů na úrovni roku 2010.....	145
Tab. 8-18. Bilance varianty vodohospodářského využití území – nárůst odběru o 15 % oproti roku 2010.....	149
Tab. 9-1. Způsob řešení odvodu odpadních vod	159
Tab. 9-2. Identifikace povolených odběrů podzemních vod	161
Tab. 9-3. Chemický stav pracovní jednotky.....	162
Tab. 9-4. Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 4110.....	163
Tab. 9-5. Evropsky významné lokality a ptačí oblasti v HGR 4110	164
Tab. 10-1. Archivní hodnoty přírodních zdrojů a využitelného množství	178
Tab. 10-2. Přírodní zdroje podzemní vody při různé zabezpečení	178
Tab. 10-3. Srovnání jednotlivých hodnot podzemního odtoku	182
Tab. 10-4. Hodnota přírodních zdrojů a využitelného množství podzemních vod v HGR 4110	184
Tab. 10-5. Základní parametry vrtu 4110_T Libná.....	184