



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Rebalance zásob podzemních vod

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Příloha č. 2/49

Stanovení zásob podzemních vod

Hydrogeologický rajon **6431 – Krystalinikum severní části východních Sudet**

Editoři: Mgr. Eva Kryštofová; RNDr. Jiří Burda

Předkládá: Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D.,
ředitel ČGS

Česká geologická služba
2016



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Ministerstvo životního prostředí

Rebilance zásob podzemních vod

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Příloha č. 2/49

Stanovení zásob podzemních vod

Hydrogeologický rajon **6431 – Krystalinikum severní části východních Sudet**

Editoři: Mgr. Eva Kryštofová; RNDr. Jiří Burda

Předkládá: Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D.,
ředitel ČGS

Česká geologická služba
2016

Řešitel

Česká geologická služba

Adresa: Klárov 131, 11821 Praha 1

IČO, DIČ: 00025798; CZ00025798;

Zastoupen: Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D.; ředitel

Vedoucí projektu: RNDr. Petr Mixa

Zodpovědný řešitel geologických prací: RNDr. Renáta Kadlecová (odborná způsobilost v oboru hydrogeologie a environmentální geologie č. 1877/2004)

Editor zprávy za hydrogeologický rajon: Mgr. Eva Kryštofová; RNDr. Jiří Burda

Řešitelský kolektiv ČGS: Doc. RNDr. Jiří Bruthans, Ph.D.; Ing. František Bůzek, CSc.; RNDr. Jan Čurda; RNDr. Renáta Kadlecová; Ing. Lucie Kondrová, Ph.D.; RNDr. František Konečný; Mgr. Eva Kryštofová; Mgr. Iva Kůrková; RNDr. Bedřich Mlčoch; RNDr. Vratislav Pecina; RNDr. Zuzana Skácelová

Technické práce ČGS: Ladislav Ambrozek

Spolupracující organizace

GEOtest, a.s.

Adresa: Šmahova 1244/112, 627 00 Brno

IČ, DIČ: 46344942, CZ46344942

Zastoupen: RNDr. Lubomír Procházka, ředitel

Vedoucí řešitel: RNDr. Jitka Novotná

Řešitelský kolektiv: RNDr. Jaromír Kučera; Ing. Ludmila Hartlová

GEOMIN družstvo.

Adresa: Znojemská 78, 586 56 Jihlava

IČ, DIČ: 60701609, CZ60701609

Zastoupen: RNDr. Jiří Šourek, předseda družstva

Vedoucí řešitel: Mgr. Antonín Kopřiva

Řešitelský kolektiv: Mgr. Antonín Kopřiva; Ing. Bohumil Veleba; RNDr. Michal Černý

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

Adresa: Podbabská 30, 160 00 Praha 6

IČO, DIČ: 00020711, CZ00020711

Zastoupen: Mgr. Marek Rieder, ředitel

Vedoucí řešitel: Ing. Ladislav Kašpárek CSc.

Řešitelský kolektiv: Ing. Ladislav Kašpárek CSc.; Ing. Martin Hanel, Ph.D.; Ing. Adam Beran; Ing. Martina Peláková; RNDr. Tomáš Hrdinka Ph.D.; RNDr. Josef Datel, Ph.D.; RNDr. Hana Prchalová

OBSAH

ZAVEDENÉ ZKRATKY A POJMY	8
ÚVOD.....	10
1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	10
2. VYMEZENÍ RAJONU	11
3. VSTUPNÍ INFORMACE.....	12
3.1. Geologická prozkoumanost.....	12
3.1.1. Práce prováděné v rámci projektu	13
3.2. Hydrogeologická prozkoumanost.....	16
4. CHARAKTERISTIKA RAJONU	19
4.1. Geologická stavba a charakteristika jednotek.....	19
4.1.1. Stratigrafie a litologie	19
4.1.2. Strukturní stavba.....	26
4.2. Hydrologie.....	29
4.3. Hydrogeologie	34
4.4. Hydrochemie	44
4.5. Geochemický model.....	48
4.6. Odběry podzemních vod a vypouštění odpadních vod.....	49
5. KONCEPČNÍ HYDROGEOLOGICKÝ MODEL	51
5.1. Účel koncepčního modelu	51
5.2. Systémová analýza oběhu podzemní vody.....	54
5.3. Návrh na doplnění pozorovací sítě podzemních vod.....	62
6. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD	64
6.1. Hydrologický model.....	64
6.1.1. Dotace podzemních vod	64
6.1.2. Posouzení možných dopadů změn klimatu	79
6.2. Hydraulický model proudění podzemní vody	80
7. KVALITATIVNÍ STAV ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD.....	81
7.1. Úpravárenská hlediska využití podzemních vod.....	81
7.2. Vývoj kvality podzemní vody	83
8. OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ	86
9. STŘETÝ ZÁJMŮ	128
10. PŘÍRODNÍ ZDROJE A VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍCH VOD.....	133
10.1. Výsledky ocenění přírodních zdrojů podzemních vod	133
10.2. Disponibilní množství podzemních vod.....	134
11. ZÁVĚR.....	138
12. VÝBĚR LITERATURY	139

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1. Situace hydrogeologického rajonu 6431	11
Obr. 3-1. Pozice nových hydrogeologických vrtů, plochy geofyzikálního průzkumu na sudetském okrajovém zlomu a vyhodnocených archivních vrtů, které zastihly krystalické vápence v HGR 6431.....	14
Obr. 3-2. Situace vybraných hydrogeologických vrtů, včetně nově vybudovaných v rámci projektu	18
Obr. 4-1. Geologická mapa HGR 6431	20
Obr. 4-2. Schematický geologický řez přes severní konec skupiny Branné	23
Obr. 4-3. Schematický profil přes těleso heřmanovického vápence mezi vrbenskou skupinou silezika a andělskohorskými vrstvy jesenického kulmu.....	24
Obr. 4-4. Mapa izolinií povrchu krystalinika v oblasti HGR 6431	25
Obr. 4-5. Refrakční a reflexní seismický řez.....	28
Obr. 4-6. Průměrné roční srážkové úhrny v letech 1981–2010 a jejich závislost na nadmořské výšce	29
Obr. 4-7. Lokalizace hydrometrických profilů v HGR 6431	32
Obr. 4-8. Dočasné hydrometrické stanice v HGR 6431.....	33
Obr. 4-9 Významné prameny prosté podzemní vody v oblasti Lázní Jeseník	43
Obr. 4-10. Významné prameny prosté podzemní vody v oblasti Křížového vrchu a Zlatého Chlumu.....	44
Obr. 4-11. Chemický typ (35 meq%) podzemní vody v HGR 6431	47
Obr. 4-12. Odběry podzemních vod v HGR 6431 v roce 2012.....	50
Obr. 5-1. Přijaté hodnoty koeficientu transmisivity ve vrtech	52
Obr. 5-2. Přijaté hodnoty koeficientu hydraulické vodivosti ve vrtech.....	53
Obr. 5-3. Mocnost hydrogeologického kolektoru	55
Obr. 5-4. Schematické znázornění stupně a hodnoty specifického odtoku	56
Obr. 5-5. Průběh hydroizohyps	58
Obr. 5-6. Časové řady kolísání hladiny ve vrtech ČHMÚ v HGR 6431.....	61
Obr. 5-7 Průtok povrchové vody ve stanici T-1 Javornický potok	61
Obr. 5-8. Průběh hladiny podzemní vody ve vrtu 6431_3 Mikulovice u Jeseníka	62
Obr. 5-9. Průběh hladiny podzemní vody ve vrtu 6431_4 Vrbno pod Pradědem	62
Obr. 6-1. Lokalizace zájmové oblasti s polohou relevantních vodoměrných stanic ČHMÚ.	65
Obr. 6-2. Souhrnné užívání vod v dílčích povodích.....	68
Obr. 6-3. HGR 6431. Základní odtok.....	69
Obr. 6-4. HGR. Modelovaná dotace podzemních vod	69
Obr. 6-5 Pravděpodobnostní pole – základní odtok	70
Obr. 6-6. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody.....	70
Obr. 6-7. Čára překročení měsíčního základního odtoku.....	71
Obr. 6-8. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody	71
Obr. 6-9. Vývoj průměrných ročních srážek.	77

Obr. 6-10. Vývoj průměrné roční teploty.....	77
Obr. 6-11. Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad z modelu BILAN).	77
Obr. 6-12. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN).....	78
Obr. 6-13. Vývoj průměrného ročního základního odtoku (odhad z modelu BILAN).	78
Obr. 6-14. Měsíční změny srážek a teploty dle RCM simulací pro jednotlivé měsíce.....	79
Obr. 6-15. Měsíční změny základního odtoku, dotace zásob podzemní vody a odtoku dle RCM simulací	80
Obr. 7-1. Upravitelnost podzemní vody hlubšího kolektoru v rozsahu HGR 6431	82
Obr. 7-2. Upravitelnost podzemní vody připovrchové zóny v rozsahu HGR 6431	83
Obr. 7-3. Lokalizace objektů s časovými řadami chemických analýz v HGR 6431	84
Obr. 7-4. Časové řady koncentrací iontů a celkové mineralizace v HGR 6431	85
Obr. 8-1. Lokalizace chráněných území v HGR 6431	90
Obr. 8-2. Vidnavské mokřiny.....	91
Obr. 8-3. Skalka pod Kaní horou	92
Obr. 8-4. Lánský luh	92
Obr. 8-5. Venušiny misky	93
Obr. 8-6. Vznik Borového vrchu.....	94
Obr. 8-7. PP Píšťala	95
Obr. 8-8. Zlaté jezero u Zlatých Hor.....	96
Obr. 8-9. Černé jezero u Zlatých Hor.....	97
Obr. 8-10. Jeskyně na Špičáku	99
Obr. 8-11. Jeskyně na Pomezí.....	100
Obr. 8-12. Vodopády Stříbrného potoka	101
Obr. 8-13. Vysoký vodopád na Studeném potoce	103
Obr. 8-14. Rašeliniště Skřítek	103
Obr. 8-15. Malé mechové jezírko	105
Obr. 8-16. Čolek karpatský	106
Obr. 8-17. Údolí Sokolího potoka.....	107
Obr. 8-18. Rašeliniště na Smrku	107
Obr. 8-19. PP Louka na Míroslavi	108
Obr. 8-20. Vrchoviště pod Vozkou	108
Obr. 8-21. Sněžná kotlina	110
Obr. 8-22. Šumárník.....	111
Obr. 8-23. PR Růžová.....	112
Obr. 8-24. PR U Slatinného potoka.....	113
Obr. 8-25. PR a EVL Račí údolí	113
Obr. 8-26. PP Chebží	115

Obr. 8-27. Štola Marie Pomocná, vstup do štoly	116
Obr. 8-28. Vodopády Skalního potoka.....	117
Obr. 8-29. Suchý vrch	117
Obr. 8-30. PR Borek u Domašova	118
Obr. 8-31. PR Filipovické louky	119
Obr. 8-32. Petrovy kameny – biotop alpských vyfoukávaných trávníků s ostřicí tuhou.....	120
Obr. 8-33. Karlova Studánka	121
Obr. 8-34. PR Jelení bučina	122
Obr. 8-35. PP Břidličná.....	123
Obr. 8-36. Mraveniště v rezervaci Pod Jelení studánkou	124
Obr. 8-37. Javorový vrch	125
Obr. 8-38. Pstruží potok	126
Obr. 9-1. Ložiska a dobývací prostory na území HGR 6431	131
Obr. 10-1. Rozložení odtoku v měsících podle výstupů z modelu BILAN.....	135
Obr. 10-2. Dotace podzemních vod na základě modelu BILAN a roční kumulativy hladin podzemní vody	136

SEZNAM TABULEK

Tab. 1-1. Základní údaje o HGR 6431	10
Tab. 3-1. Geologické a Hydrogeologické mapy 1 : 50 000.....	13
Tab. 4-1. Základní údaje o vodoměrných stanicích a výsledky měření	29
Tab. 4-2. Vývoj srážkových úhrnů	30
Tab. 4-3. Vývoj teploty vzduchu.....	30
Tab. 4-4. Vývoj odtoku (odhad modelu BILAN).....	30
Tab. 4-5. Výsledky hydrometrického měření v oblasti HGR 6431.....	31
Tab. 4-6. Přehled hydrogeologických objektů ve zřidelní oblasti Karlova Studánka	41
Tab. 4-7. Koncentrace freonů a SF ₆ změřené v Spurenstofflabor ± směrodatná odchylka	48
Tab. 4-8. Rozsah středních dob zdržení za předpokladu exponenciálního modelu podle 4 různých stopovačů ...	48
Tab. 5-1. Přehled objektů s časovými řadami pozorování hladiny podzemí vody	59
Tab. 5-2. Hydrogeologický vrt navržený pro monitoring hladiny podzemní vody v HGR 6431.....	62
Tab. 5-3. Referenční vrty navržené k monitorování v HGR 6431	63
Tab. 6-1. Přehled povodí v HGR 6431 – základní charakteristiky a dostupná data	66
Tab. 6-2. Míra ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích	67
Tab. 6-3. Korelace povrchového odtoku a hladin podzemní vody v pozorovacích vrtech	72
Tab. 6-4. Poměr základního odtoku k celkovému podle různých metod	72
Tab. 6-5: Shrnutí hydrologické bilance (1981–2010)	73
Tab. 6-6: Shrnutí hydrologické bilance (2001–2010)	73

Tab. 6-7: Stanovení přírodních zdrojů podzemních vod v HGR 6431.....	74
Tab. 6-8: Vývoj srážkových úhrnů.....	74
Tab. 6-9: Vývoj teploty	75
Tab. 6-10: Vývoj odtoku (odhad modelu BILAN).....	75
Tab. 6-11: Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad modelu BILAN)	75
Tab. 6-12: Vývoj dotace zásob podzemní vody (odhad modelu BILAN).....	76
Tab. 6-13: Vývoj základního odtoku (odhad modelu BILAN)	76
Tab. 7-1. Kategorie upravitelnosti podzemní vody	81
Tab. 7-2. Přehled objektů s časovými řadami chemických analýz v HGR 6431	84
Tab. 8-1: Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 6431.....	87
Tab. 8-2: Seznam evropsky významných lokalit a ptačích oblastí v HGR 6431	88
Tab. 9-1: Dobývací prostory v HGR 6431	130
Tab. 9-2: Chráněná ložisková území dle registru ČGS	129
Tab. 10-1. Přírodní charakteristiky HGR 6431	133
Tab. 10-2. Přírodní zdroje podzemních vod v HGR 6431	133
Tab. 10-3. Základní odtok pro období 1981–2010 stanovený z modelu BILAN.....	135
Tab. 10-4. Modelové výsledky dotace a podzemního odtoku.....	135
Tab. 10-5. Nové hydrogeologické vrty doporučené pro monitoring hladiny podzemní vody	137
Tab. 10-6. Referenční vrty v HGR 6431 navržené k pokračování monitorování a jejich základní hydrogeologické charakteristiky.....	137

ZAVEDENÉ ZKRATKY A POJMY

AOPK Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

B separovaný základní odtok (mm/měsíc)

BF modelovaný základní odtok (mm/měsíc)

BFI baseflow index – poměr základního odtoku k celkovému

CO celkový odtok

ČGS Česká geologická služba

ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav

ČKP česká křídová pánev

ČOV čistírna odpadních vod

ČR Česká republika

ČÚZK Český úřad zeměměřický a katastrální

GDO, Klíč GDO jedinečné identifikační číslo objektu v archivu ČGS

Geofond archiv ČGS

GIS geografický informační systém

HDZ hydrodynamická zkouška

HGR hydrogeologický rajon je území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zvodnění a oběhem podzemní vody ve smyslu zákona č. 254/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 5/2011 Sb. Hodnocení stavu povrchových a podzemních vod slouží k zajišťování podkladů pro výkon veřejné správy podle vodního zákona, plánování v oblasti vod a k poskytování informací veřejnosti. Provádí se podle povodí povrchových vod a hydrogeologických rajonů podzemních vod (§ 21 vodního zákona).

HPV hladina podzemních vod

ID identifikační číslo

IG inženýrskogeologický

KKZ Komise pro klasifikaci zásob ložisek nerostných surovin se subkomisí pro klasifikaci zásob podzemních vod

Kolektor podzemních vod horninové prostředí, jehož propustnost je ve srovnání s bezprostředně sousedícím horninovým prostředím natolik větší, že gravitační voda se jím může pohybovat mnohem snadněji za jinak stejných hydraulických podmínek (ČSN 75 0110 Vodní hospodářství - Terminologie hydrologie a hydrogeologie).

MZe Ministerstvo zemědělství České republiky

MŽP Ministerstvo životního prostředí České republiky

P měsíční srážkový úhrn (mm/měsíc)

PO podzemní odtok

podnik Povodí Povodí Labe, s.p.; Povodí Moravy, s.p.; Povodí Odry, s.p.; Povodí Ohře, s.p.; Povodí Vltavy, s.p.;

PPP měření postupných profilových průtoků III. etapová zpráva projektu „Rebilance zásob podzemních vod“

PPZ připovrchová zóna

Přírodní zdroje podzemní vody (přírodní obnovitelné zdroje podzemní vody) - množství vody za přírodních poměrů dlouhodobě doplňované infiltrací do hydrogeologického kolektoru nebo zvodněného systému (příloha č. 8 k vyhlášce č. 369/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

R měsíční odtoková výška pozorovaná (mm/měsíc)

RC dotace zásob podzemních vod (mm/měsíc, l/s/km²)

RM měsíční odtoková výška modelovaná (mm/měsíc)

RCM regionální klimatické modely

SEKM Systém evidence kontaminovaných míst

SVHB Státní vodohospodářská bilance

T teplota

TDS celková mineralizace (total dissolved solids)

Útvar podzemní vody je vymezené soustředění podzemní vody v příslušném kolektoru nebo kolektorech (§2 odst. 7 vodního zákona).

Vodní bilance sestává z hydrologické bilance a vodohospodářské bilance. Hydrologická bilance porovnává přírůstky a úbytky vody a změny vodních zásob povodí, území nebo vodního útvaru za daný časový interval. Vodohospodářská bilance porovnává požadavky na odběry povrchové a podzemní vody a vypouštění odpadních vod s využitelnou kapacitou vodních zdrojů z hledisek množství a jakosti vody a jejich ekologického stavu (§ 22 odst. 1 vodního zákona).

Vodní útvar je vymezené významné soustředění povrchových nebo podzemních vod v určitém prostředí charakterizované společnou formou jejich výskytu nebo společnými vlastnostmi vod a znaky hydrologického režimu. Vodní útvary se člení na útvary povrchových vod a útvary podzemních vod (§ 2 odst. 3 vodního zákona).

VÚV, VÚV TGM Výzkumný ústav Vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

Využitelné množství podzemních vod je množství podzemní vody, které je možné racionálně využívat z hydrogeologického kolektoru nebo zvodněného systému, aniž nastane negativní ovlivnění podzemních vod anebo okolního životního prostředí (příloha č. 8 vyhlášky č. 369/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

Zdroje podzemních vod jsou dynamickou (obnovitelnou) složkou podzemních vod, vyjádřenou v jednotkách objemového průtoku (objem za jednotku času). Sestávají z přírodních, indukovaných a umělých zdrojů podzemní vody (příloha č. 8 vyhlášky č. 369/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

ZO základní odtok

ŽP životní prostředí

ÚVOD

Cílem projektu Rebilance zásob podzemních vod, financovaného Státním fondem životního prostředí v rámci Operačního programu Životní prostředí – prioritní osa 6 (dále jen „projekt Rebilance“ nebo „projekt“), bylo s využitím dostupných standardních i moderních metodických postupů a technologií přehodnotit přírodní zdroje podzemních vod a jejich disponibilní množství v hydrogeologickém rajonu v rozsahu dle vyhlášky č. 5/2011 Sb. (o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod) včetně stanovení podmínek využitelnosti podzemních vod při respektování ochrany podzemních vod a chráněných terestrických ekosystémů vázaných na podzemní vody v tomto hydrogeologickém rajonu.

Současně při řešení projektu Rebilance proběhla kontrola proudových systémů podzemních vod a stávajících hranic hodnoceného hydrogeologického rajonu jako bilančního celku ve smyslu zákona č. 254/2001 Sb. (o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů) na základě výsledků provedených prací.

Obsah zprávy za hodnocený rajon vychází z přílohy č. 7 vyhlášky č. 369/2004 Sb. (o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek), s tím rozdílem, že obsahuje jen nezbytné shrnutí použitých metodických postupů. Kompletní metodické postupy použité při řešení projektu Rebilance jsou uvedeny ve všeobecné části závěrečné zprávy za tento projekt. Závěrečná zpráva za každý hodnocený hydrogeologický rajon je pak přílohou uvedené všeobecné části závěrečné zprávy.

S ohledem na fakt, že přírodní zdroje podzemních vod jsou dynamickou složkou proměnnou v čase, byla nahrazena po odsouhlasení zástupci MŽP a AOPK příloha č. 8 vyhlášky č. 369/2004 Sb. „Průvodním listem“, který zahrnuje ve stručné formě všechny podstatné informace o hodnoceném hydrogeologickém rajonu.

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Tab. 1-1. Základní údaje o HGR 6431 (heis.vuv.cz, doplněno)

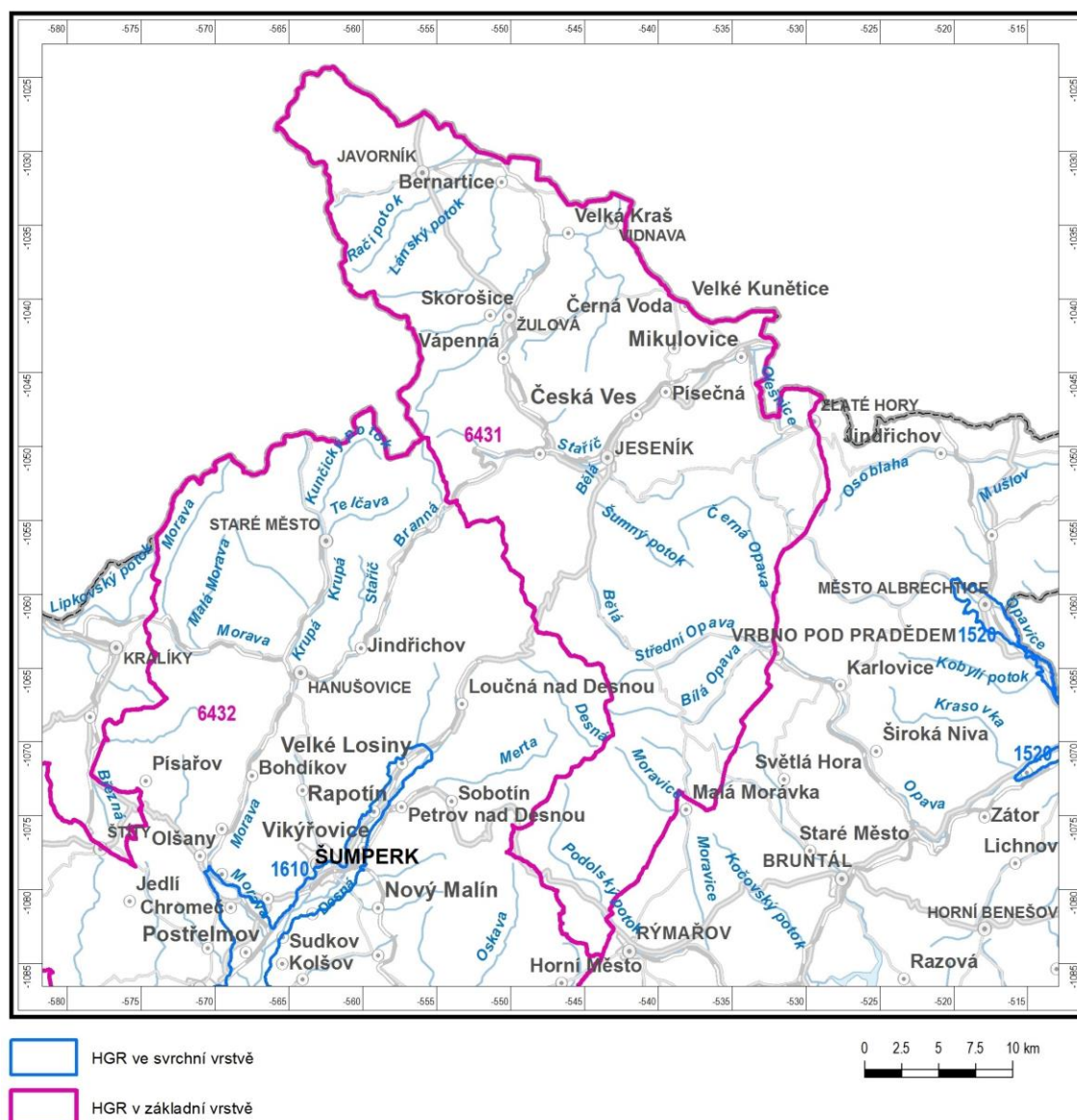
ID hydrogeologického rajonu	6431
název hydrogeologického rajonu	Krystalinikum severní části Východních Sudet
ID útvaru	64311
název útvaru	Krystalinikum severní části Východních Sudet - jihovýchodní část
ID útvaru	64312
název útvaru	Krystalinikum severní části Východních Sudet – severozápadní část
plocha, km ²	922,876
pozice	rajon základní vrstvy
geologická jednotka	horniny krystalinika, proterozoika a paleozoika
dílčí povodí	Odra
povodí	Horní Odra
bilancovaný kolektor	horniny krystalinika
kraje	Olomoucký, Moravskoslezský

Platný dle vyhlášky č. 5/2011 Sb.

2. VYMEZENÍ RAJONU

HGR 6431 Krystalinikum severní části Východních Sudet je vymezen jako rajon základní vrstvy ve smyslu vyhlášky č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod. Jeho celková plocha činí 922,876 km². Vyčleňují se v něm dva útvary podzemních vod, 64311 Krystalinikum severní části Východních Sudet – jihovýchodní část a 64312 Krystalinikum severní části Východních Sudet – severozápadní část. Hranice HGR 6431 v jeho s. polovině je tvořena státní hranicí s Polskem, jz. část hranice je dána hydrologickou rozvodnicí I. řádu a v. geologickou hranicí s kulmskými horninami Nízkého Jeseníku.

Jihovýchodní polovina území HGR 6431 je pro své přírodní podmínky součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Jeseníky vyhlášené Nařízením vlády ČR č. 40/1978Sb.



Obr. 2-1. Situace hydrogeologického rajonu 6431

3. VSTUPNÍ INFORMACE

3.1. GEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

Geologii zájmového území se zabývala celá řada autorů, přičemž se velmi často se jedná o práce týkající se širšího území. Výsledky mapování řady badatelů na začátku 20. století vyšly jako tištěná geologická mapa až dlouho po první světové válce (Rosiwal et al. 1931). Významně do výzkumu tektonické stavby Jeseníků zasáhl Suess (1912), jeho představy o tektonice moravsko-slezské zóny jsou v podstatě platné dodnes. Variské tektonice, vztahu prekambria a devonu a stáří regionální metamorfózy se věnoval Bederke (1935). Kölbl (1929) odlišil starší předdevonskou metamorfózu od mladší variské. Z roku 1939 pochází geologická mapa Jeseníků v měřítku 1 : 75 000 (Wilchowitz 1939). V období 1945–1960 bylo provedeno nové mapování různých měřítek, zčásti šlo o reambulace pro list přehledné geologické mapy 1 : 200 000, M-33-XVII Jeseník (Pouba et al. 1962), na kterém se podílela řada badatelů. Ucelený pohled na podrobnější geologickou stavbu celého území Rychlebských hor a Žulovska podal Skácel (1981). Další výzkumy v této oblasti, zejména průzkumové práce v kontaktní aureole Žulovského masivu (Mikuš 1963), byly z velké části využity pro sestavení prvních podrobných map v měřítku 1 : 25 000 (používaném jako meziměřítka pro tehdy připravovanou edici 1 : 50 000), nejprve v jeho v. části (základní geologická mapa 1 : 50 000 M-33-71-B Zlaté Hory, Bussinov et al. 1972), později také v z. části (základní geologická mapa M-33-71-A Jeseník, Skácel a kol. 1978). Celkový přehled geologické situace v měřítku 1 : 50 000 podal Žáček et al. (1995). Další informace o geologii Žulovska a nejbližšího okolí přináší práce Cháb a Žáček 1994, Cháb et al. 1994a, b, Žáček 1994, aj. Čtyři regionální studie prezentované tištěnou geologickou mapou (Skácelová – Skácel – Sekyra red. 1992a, b, Skácel 1995 a Don – Skácel – Gotowala 2003) představují v podstatě shrnutí výsledků staršího geologického mapování vyjádřených v edici map ČGS 1 : 50 000 vydaných v letech 1992–1998.

Miocénní sedimenty včetně uhelných slojek v okolí Uhelné a v širším okolí Žulové byly studovány mnoha autory. Mazancová (1958, 1962) provedla palynologický výzkum ložiska miocénního hnědého uhlí jv. od Uhelné. Zhodnocení vrtných prací v okolí ložiska provedl Ondra (1968). Kaolinické zvětraliny a sedimenty v podloží fosiliferního miocénu zhodnotila Frejková (1968). Gabriel et al. (1982) komplexně dokumentovali hluboký vrt Z-1 v sv. části území.

Kvartérní pokryv, rozsah předkvartérních reziduí a charakter morfologie byl ve velkém rozsahu zkoumán Prosovou a Sekyrou (Prosová 1981). Množství prací o petrologii ledovcových souvků a jejich aplikaci pro kvartérní geologii a paleogeografii publikoval Gába (mj. Gába 1974, 1976, Gába - Pek 1999). Sedimentárně-petrologickou práci o tillech publikovali Kopečný a Pek (1974). Nověji se subglaciálními sedimenty Hanáček (2012), Hanáček et al. (2007, 2013) a Hanáček – Nývlt (2009). Projevem aktivity sudetského zlomu v kvartérních sedimentech se zabývala Štěpančíková et al. (2010).

Z přehledných mineralogických prací je třeba jmenovat Burkarta (1953) a Kruťu (1966, 1973).

K dispozici jsou výsledky řady mapovacích akcí na průzkum stavebních surovin z 60. a 70. let. Oblast žulovského masivu byla podrobně zmapována v měřítku 1 : 5 000 Grünnarovou (1973). Detailní jsou rozsáhlé zprávy s popisy vrtů a kopaných rýh Litzmannové (1966), Pelouška (1972) a Grünnarové (1973).

Z regionálních geochemických výzkumů pokrývají nebo zasahují do sledovaného území mapy geochemie povrchových vod (Majer et al. 1997) a šlichové prospekce (Albrechtová et al. 1981).

V zájmovém území HGR 6431 probíhala řada mapovacích akcí. Mapu geologických zajímavostí pro turisty 1 : 100 000 sestavil Aichler et al. (1994). Přehled geologického mapování je vyznačen na geologických mapách ČGS 1 : 50 000 (viz tab. 3-1) V letech 2000–2006 byla značná část území HGR 6431 pokryta mapováním v měřítku 1 : 25 000 (např. Fediuková – Aichler et al. 2004, Fišera a kol. 1987, Cháb et al. 2004, Mixa et al. 2006, Žáček et al. 2004, 2005).

Vrtná prozkoumanost HGR 6431 je velmi nerovnoměrná. Hlubší vrty byly z větší části soustředěny do několika lokalit k ověření možných zdrojů nerostných surovin. K lokalitám s nejvyšší hustotou vrtné prozkoumanosti patří Vápenná, Supíkovice, Vidnava, Bílá Voda a další. Mnohé z ložiskových vrtů, např. v okolí Vápenné, byly hloubeny jako vrty šikmé. Mělké vrty, převážně inženýrsko-geologické jsou soustředěny do oblastí větších aglomerací, jako např. Jeseník.

Tab. 3-1. Geologické a Hydrogeologické mapy 1 : 50 000

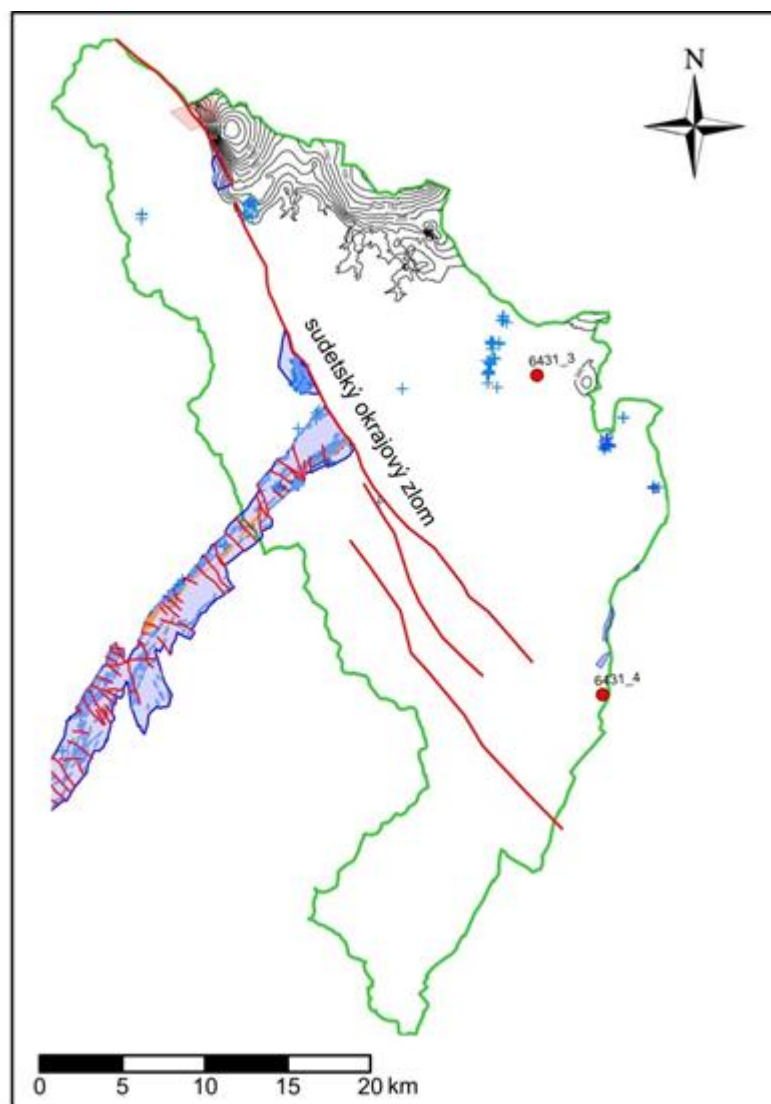
List	název	Geologická mapa	Hydrogeologická mapa	tištěné Vysvětlivky
04-43	Bílý Potok	Skácelová et al. 1992	Čurda 1993	Müller ed. 2004
04-44	Javorník	Skácelová et al. 1997	Čurda 1994	
14-21	Travná	Skácelová et al. 1992	Čurda 1994	
14-22	Jeseník	Žáček et al. 1995	Čurda 1996	
14-24	Bělá pod Pradědem	Opletal et al. 1997	Čurda 1994	
14-42	Rýmařov	Opletal et al. 1996	Čurda 1993	
15-11	Zlaté Hory	Otava et al 1992	Čurda 1994	
15-13	Vrbno pod Pradědem	Otava et al 1992	Čurda 1990	

3.1.1. PRÁCE PROVÁDĚNÉ V RÁMCI PROJEKTU

Zakódovaná vrtná databáze ČGS byla pro projekt Rebilance zásob podzemních vod převedena do softwaru GDBase5, který se územně člení podle jednotlivých rajonů. Tak vznikl komplex geologických, hydrogeologických, hydrochemických a karotážních informací, který byl účelově doplněn o časové řady pozorování ČHMÚ. Využití GDBase5 umožnilo zpracování projektu v prostředí GIS, což bylo významným krokem k modernímu hromadnému zpracování dat, které se v takovém rozsahu v České republice dosud nerealizovalo.

Geofyzikální práce realizované v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod byly zaměřeny především na kenozoickou výplň pánve a na pozici a strukturu sudetského zlomu. Na lokalitě Javorník určil geofyzikální průzkum (Levá et al. 2015a) průběh sudetského okrajového zlomu s poklesem podloží více než 300 m. Propustné sedimenty (šterky a písky) tvoří jednotlivá tělesa s mocností až 100 m, v podloží se nacházejí jíly a eluvium krystalinika.

V rámci projektu byly na území HGR 6431 vyhloubeny dva hydrogeologické nejadrované vrty 6431_3 Mikulovice u Jeseníka a 6431_4 Vrbno pod Pradědem, které přinesly cenné informace o geologické stavbě a hydrogeologických poměrech rajonu. Lokalizace těchto vrtů spolu s plochami realizovaného geofyzikálního průzkumu a archivními vrty, které zastihly struktury krystalických vápenců je znázorněna na obrázku 3-1.



Obr. 3-1. Pozice nových hydrogeologických vrtů, plochy geofyzikálního průzkumu na sudetském okrajovém zlomu (oranžově) a vyhodnocených archivních vrtů, které zastihly krystalické vápence v HGR 6431.

Hydrogeologický vrt 6431_3 Mikulovice u Jesenika zastihl dva hlavní kolektory. Kvartérní kolektor s interpretovanou mocností 21,2 m je zvodnělý, je zřejmě v hydraulické souvislosti s hladinou blízké řeky Bělé. Naražená hladina byla v hloubce 3,2 m, ustálená dle karotáže v 1,96 a 2,37 m (2 měření v rozpětí 5 měsíců). Vrt zastihl v podloží kvartéru horniny krystalinika, reprezentované desenskou skupinou silesika. Ve vrtu bylo identifikováno eluvium biotitické ortoruly. Při sledování proudění podzemní vody ve vrtu se projeví propustné polohy v hloubkách: 4,0 m; 6,5 m; 11,9–12,2 m; 13,3–13,8 m; 17,5 m; 22,8–23,4 m a 25,8–26,4 m. Vyhodnocení čerpací a stoupací zkoušky metodou neustáleného proudění přineslo výslednou hodnotu transmisivity (průtočnosti) $T = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, tj. „nízká“ ve smyslu Krásného (1986). Pro výpočet součinitele hydraulické vodivosti k_f jsme použili redukovanou mocnost kolektoru 18,4 m, odpovídající délce filtrační části výstroje: $k_f = 7,24 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$.

Z hlediska posouzení kvality podzemní vody ve vztahu k chemickým ukazatelům uvedeným ve vyhlášce 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů, voda nevyhovuje požadavkům v parametrech Ca+Mg a tvrdost. Podzemní voda z vrtu 6431_3 nevyžaduje náročnou technologii úpravy

podzemní vody a je vhodná pro vodárenské využití. Řadí se do II. kategorie upravitelnosti. Vzhledem k dobré kvalitě vody by v budoucnosti mohl sloužit jako záložní zdroj pro nouzové zásobování obce.

Základní údaje o geologickém profilu vrtu 6431_3 Mikulovice u Jeseníka a hydrogeologických vlastnostech zastižených hornin jsou uvedeny v Tab. 3-2 a Tab. 3-3.

Tab. 3-2. Zjednodušený profil vrtu 6431_3 Mikulovice u Jeseníka (Černý 2015a)

hloubka (m)		hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologická funkce
od	do			
0	5,2	hlína písčitá až štěrkovitá	kvarter	kolektor
5,2	21,2	písek jílovitý	kvarter (sv. pleistocén)	kolektor
21,2	24,3	jíl písčitý	kvarter (stř. pleistocén)	izolátor
24,3	30,0	biotitická ortorula (eluvium)	proterozoikum	kolektor

Tab. 3-3. Souhrnné hodnocení hydrogeologické funkce zastiženého kolektoru ve vrtu 6431_3 Mikulovice

mocnost kolektoru	zastižená	redukována (dle vstrojení)	zvodněná (celk./red.)
	20 m	18,4 m	20/18,4 m
HPV naražená (m p. t.)	3,2		
HPV ustálená (m p. t.)	1,96 (21. 5. 2015); 2,37 (9. 10. 2015)		
orientační HDZ (3+1 den)	ČZ		SZ
transmisivita T (m ² /s)	1,78.10 ⁻⁵		4,31.10 ⁻⁶
koeficient filtrace k _f (m/s)	1,40.10 ⁻⁶		5,07.10 ⁻⁶
specifická vydatnost q (l/s.m)	0,01 (dle ČZ)		
chemický typ podzemní vody	CaNa-HCO ₃ SO ₄		
celková mineralizace (g/l)	0,11		

Vrt 6431_4 Vrbno pod Pradědem zastihl dva hlavní kolektory. Kvarterní kolektor s interpretovanou mocností 5,7 m je zvodnělý, je zřejmě v hydraulické souvislosti s hladinou blízké řeky Opavy. Naražená hladina byla v hloubce 6,7 m, ustálená dle karotáže v 1,34 m. Vrt zastihl v podloží kvartéru horniny krystalinika, reprezentované desenskou skupinou silesika. Ve vrtu byly identifikovány muskovitické fylity. Do vrtu přitéká voda v hloubce 3,95–5,5 m, voda stékající k bázi vrtu je drénována do puklin ve střední a spodní části vrtu v úsecích: 15–16 m; 19,0–19,7 m; 23,9 m a 28,1–29 m. Mezi kvartérem a krystalinikem není žádná izolační vrstva, oba kolektory jsou přírodně propojeny. Vyhodnocení čerpací a stoupací zkoušky metodou neustáleného proudění přineslo výslednou hodnotu transmisivity (průtočnosti) $T = 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, tj. „vysoká“ ve smyslu Krásného (1986). Pro výpočet součinitele hydraulické vodivosti k_f jsme použili redukovanou mocnost kolektoru 18,4 m, odpovídající délce filtrační části výstroje: $k_f = 2,91 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

Z hlediska posouzení kvality podzemní vody ve vztahu k chemickým ukazatelům uvedeným ve vyhlášce 252/2004 Sb., voda nevyhovuje požadavkům v parametrech Mg a tvrdost. Z hlediska posouzení kvality podzemní vody ve vztahu k chemickým ukazatelům uvedeným ve vyhlášce 307/2002 Sb., o radiační ochraně, voda nevyhovuje požadavkům v parametrech radon Rn. Podzemní voda z vrtu 6431_4 nevyžaduje náročnou technologii úpravy podzemní vody a je vhodná pro vodárenské využití. Řadí se do II. kategorie upravitelnosti. Vzhledem k dobré kvalitě podzemní vody by v budoucnosti mohl sloužit jako záložní zdroj pro nouzové zásobování obce.

Základní údaje o geologickém profilu vrtu 6431_4 Vrbno pod Pradědem a hydrogeologických vlastnostech zastižených hornin jsou uvedeny v

Tab. 3-4 a Tab. 3-5.

Tab. 3-4. Zjednodušený profil vrtu 6431_4 Vrbno pod Pradědem (Černý 2015b)

hloubka (m)		hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologická funkce
od	do			
0	5,7	štěrk	kvartér	kolektor
5,7	30,0	muskovitický fylit	silezikum, desenská skupina	zájmový kolektor

Tab. 3-5. Hodnocení hydrogeologické funkce kolektoru ve vrtu 6431_4 Vrbno pod Pradědem

mocnost kolektoru	zastižená	redukována (dle vystrojení)	zvodněná (celk./red.)
	20 m	18,4 m	20/18,4 m
HPV naražená (m p. t.)	6,7		
HPV ustálená (m p. t.)	1,34		
orientační HDZ (3+1 den)	ČZ		SZ
transmisivita T (m ² /s)	5,12.10 ⁻³		8,20.10 ⁻³
koeficient filtrace k _f (m/s)	2,79.10 ⁻⁴		4,46.10 ⁻⁴
specifická vydatnost q (l/s.m)	1,39 (dle ČZ)		
chemický typ podzemní vody	Ca-HCO ₃		
celková mineralizace (g/l)	0,26		

3.2. HYDROGEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

První souhrn hydrogeologických poměrů celého území podal Hynie (1961). Stručnou obecnou charakteristiku HGR 6431 poskytuje práce Michlíčka et al. (1986) a navazující práce Olmera et al. (2006). Hydrogeologické poměry zájmového území jsou přehledně zpracovány v souhrnné regionální monografii Krásného et al. (2012) v rámci hydrogeologického masivu a jednotlivých kapitol věnovaných význačným minerálním vodám (Karlova Studánka).

Komplexně je zájmové území mapových listů zhodnoceno spolu s širším okolím v kontextu Základní hydrogeologické mapy 1 : 200 000 list 04 Náchod (Jetel 1984a), list 14 Šumperk (Kačura 1985a), list 15 Ostrava (Tišnovská 1976a); Mapy chemismu podzemních vod 1 : 200 000 list 04 Náchod (Jetel 1984b), list 14 Šumperk (Kačura 1985b) a list 15 Ostrava (Tišnovská 1976b) a doprovodných textových vysvětlivek (Jetel et al. 1986, Kačura et al. 1991, Tišnovská et al. 1975). Ve větším detailu jsou hydrogeologické poměry kartograficky zobrazeny na příslušných listech Hydrogeologické mapy ČR 1 : 50 000, z nichž některé jsou doplněny publikovanými textovými vysvětlivkami (viz Tab. 3-1).

Ve větším detailu jsou hydrogeologické poměry území zhodnoceny jednak ve starých hydrogeologických studiích bývalého správního okresu Jeseník (Vosyka 1957, 1961), jednak v regionálních surovinových studiích pro potřeby okresních úřadů v Šumperku (Čabla - Čablová - Schejbalová 1992) a v Bruntále (Galgánek 1992).

Průlinových kolektorů kvartérních sedimentů Vidnavské nížiny podél státní hranice s Polskou republikou se týká regionálně orientovaný hydrogeologický průzkum Ptáčníka (1968). Zásadní informace o kolektorech neogénu na Javornicku přináší závěrečná zpráva regionálního hydrogeologického průzkumu Macešky et al. (1984). Podobný význam pro poznání kolektorů neogénu na Vidnavsku mají lokálně orientované práce Ulahela (1989) nebo Vacka (1979).

Na území krystalinika HGR 6431 zasahuje několik regionálních hydrogeologických průzkumů většího i menšího rozsahu, zpravidla za účelem ověření zdrojů podzemní vody. Podrobný hydrogeologický průzkum prováděl Šeda (1982, 1985a, b, 1986 a 1987). Stopovací zkoušky na ponorných tocích

prováděli např. Panoš (1960) a Kukačka (2004). Řadu lokálních i regionálních hydrogeologických studií týkajících se využitelnosti zdrojů podzemní vody v oblasti ramzovského nasunutí prováděl Řezníček (1978, 1982, 1990) a Tišnovská (1973). Minerálními vodami jímanými v Karlově Studánce se zabývali například Pelikán et al. (1964, 1987), Řezníček – Valeš (1966) a Habrda (2009).

Dále jsou Českou geologickou službou archivovány výsledky četných hydrogeologických průzkumů víceméně lokálního významu, zaměřených na získávání a ověřování zdrojů podzemní vody, sledování případných úniků kontaminantů či sanace znečištění.

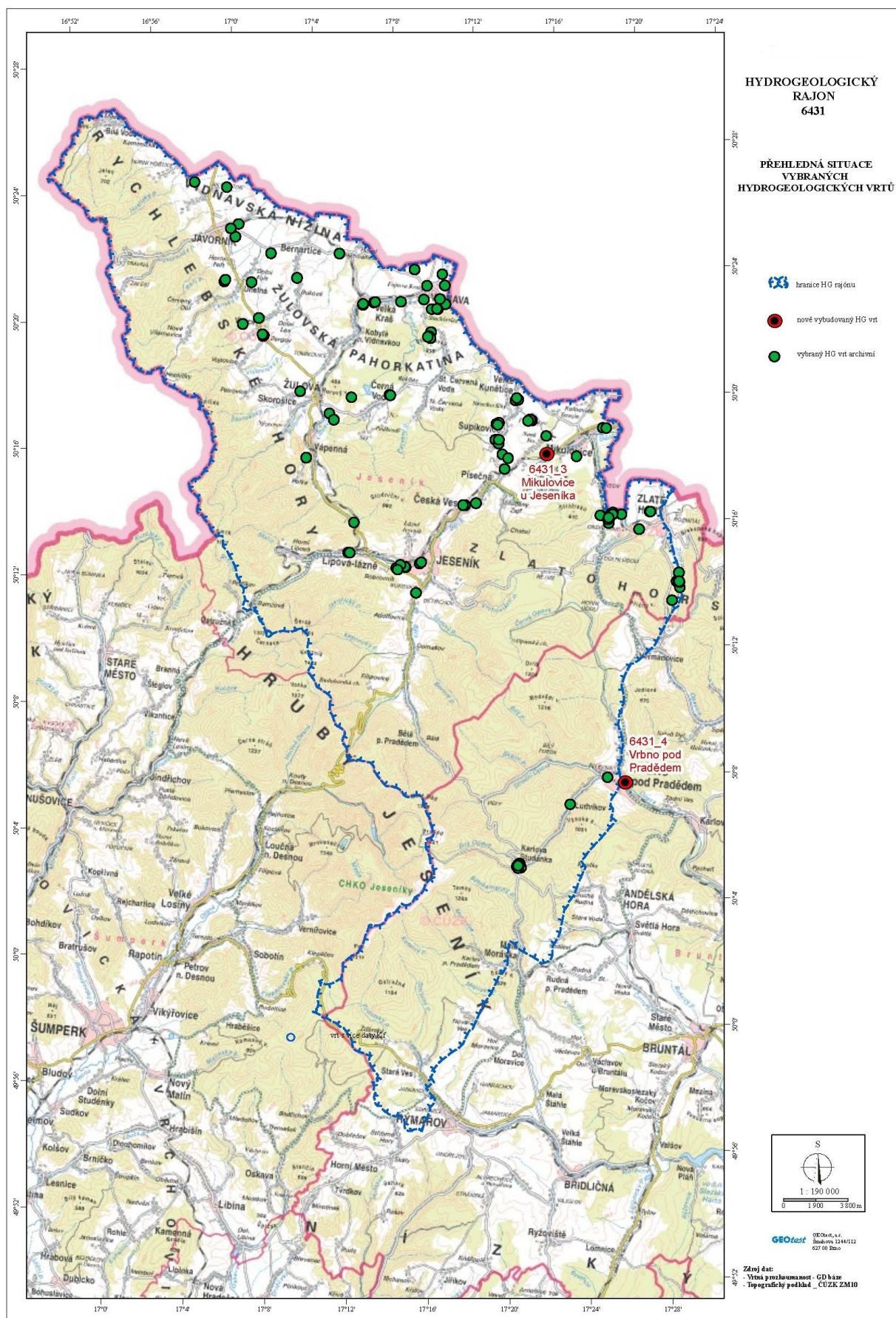
Celkový počet archivních hydrogeologických vrtů v oblasti HGR 6431 udává Tab. 3-6 a k dispozici jsou dále údaje z objektů s dlouhodobým režimním měřením (Tab. 3-7)

Tab. 3-6. Hydrogeologická vrtná prozkoumanost HGR 6431 podle databáze ČGS převedené do GDbase5

HGR	HG objekty		
	celkem	chemická analýza	hydrodynamická zkouška
6431	637	455	322

Tab. 3-7. Objekty ČHMÚ s režimním pozorováním (jen ty s pozorováním minimálně do roku 2010)

Označení ČHMÚ		název	Nadmořská výška [m n.m.]	Číslo hydrologického pořadí	katastr	Sledován od roku
PO0504	Pramen	Ludvíkov (Ludvíkov pod Pradědem), Brandloch	690.00	3-2-02-01-0090	Ludvíkov pod Pradědem	1973-2014
PO0508	Pramen	Vrbno pod Pradědem (Železná p.Prad.), 121 C1	920.00	3-2-02-01-0050	Železná pod Pradědem	1973-2014
PO0509	Pramen	Heřmanovice, Roviny	770.00	3-2-02-01-0380	Heřmanovice	1973-2014
PO1013	Pramen	Rýmařov (Janušov), U kostela	647.00	3-2-02-02-0160	Janušov	1973-2014
PO4003	Pramen	Uhelná (Nové Vilémovice), Pod hraničkami	685.00	3-2-04-04-0270	Nové Vilémovice	1971-2014
PO4004	Pramen	Jeseník (Bukovice u Jeseníka), Na zahradě	565.00	3-2-04-04-0780	Bukovice u Jeseníka	1971-2014
PO4006	Pramen	Velké Kunětice, Strachovičky 1	420.00	3-2-04-04-1000	Velké Kunětice	1971-2014
PO4007	Pramen	Velké Kunětice, Strachovičky 2	420.00	3-2-04-04-1000	Velké Kunětice	1971-2014
PO4008	Pramen	Zlaté Hory (Ondřejovice v Jeseníkách), Bublavý	770.00	3-2-04-04-0930	Ondřejovice v Jeseníkách	1971-2014
PO4009	Pramen	Bělá pod Pradědem (Adolfovice), Salajka	725.00	3-2-04-04-0740	Adolfovice	1971-2014
PO4015	Pramen	Zlaté Hory (Horní Údolí), Pod jeřábem	691.00	3-2-04-04-0920	Horní Údolí	1967-2014
PO4016	Pramen	Zlaté Hory (Horní Údolí), Pod kazem	729.00	3-2-04-04-0920	Horní Údolí	1959-2014
VO0001	Vrt	Jeseník (Bukovice u Jeseníka)	459.38	2-2-04-04-0770	Bukovice u Jeseníka	1962-2014
VO0009	Vrt	Česká Ves	392.64	2-2-04-04-0890	Česká Ves	1962-2010
VO0025	Vrt	Kobylá nad Vidnavkou (Kobylá)	293.28	2-2-04-04-0470	Kobylá	1963-2014
VO0048	Vrt	Mikulovice (Mikulovice u Jeseníka)	337.56	2-2-04-04-0910	Mikulovice u Jeseníka	1963-2014
VO0072	Vrt	Velká Kraš	260.35	2-2-04-04-0570	Velká Kraš	1963-2014
VO0184	Vrt	Mikulovice (Mikulovice u Jeseníka), 6M002b	311.12	2-2-04-04-0950	Mikulovice u Jeseníka	2008-2014
VO0185	Vrt	Česká Ves, 6M005b	393.20	2-2-04-04-0890	Česká Ves	2006-2014
VO0186	Vrt	Lipová Lázně (Dolní Lipová), 6M030b	494.97	2-2-04-04-0860	Dolní Lipová	2006-2014
VP9403	Vrt	Velká Kraš (Fojtova Kraš), 6H001b	237.72	2-2-04-04-0570	Fojtova Kraš	2007-2014



Obr. 3-2. Situace vybraných hydrogeologických vrtů, včetně nově vybudovaných v rámci projektu

4. CHARAKTERISTIKA RAJONU

4.1. GEOLOGICKÁ STAVBA A CHARAKTERISTIKA JEDNOTEK

Na území HGR 6431 leží hranice mezi dvěma velkými geologickými jednotkami Českého masivu – lugika a silezika. Do západní části zasahuje orlicko-sněžnická jednotka, která je nejvíce na severovýchodě položenou částí lugika. Střední a východní část území je tvořena horninami keprnické a desenské jednotky, které jsou řazeny k sileziku. Jednotky mají svrchnoproterozoické až spodnopaleozické stáří. Geologická stavba celého sledovaného území je určena převážně ssv.–jjz. průběhem geologických jednotek a jednotlivých horninových pruhů. Různě intenzívně metamorfované horniny mají šupinovitou stavbu a jsou postiženy vrásovými i střížnými deformacemi. Základním směrně tektonickým rozhraním je ramzovská linie („nasunutí“, ramzovská tektonická zóna), která zasahuje do daného území pouze malou částí při jeho jz. okraji. Geologická mapa HGR 6431 a jeho okolí je znázorněna na obrázku 4-1.

4.1.1. STRATIGRAFIE A LITOLOGIE

LUGIKUM

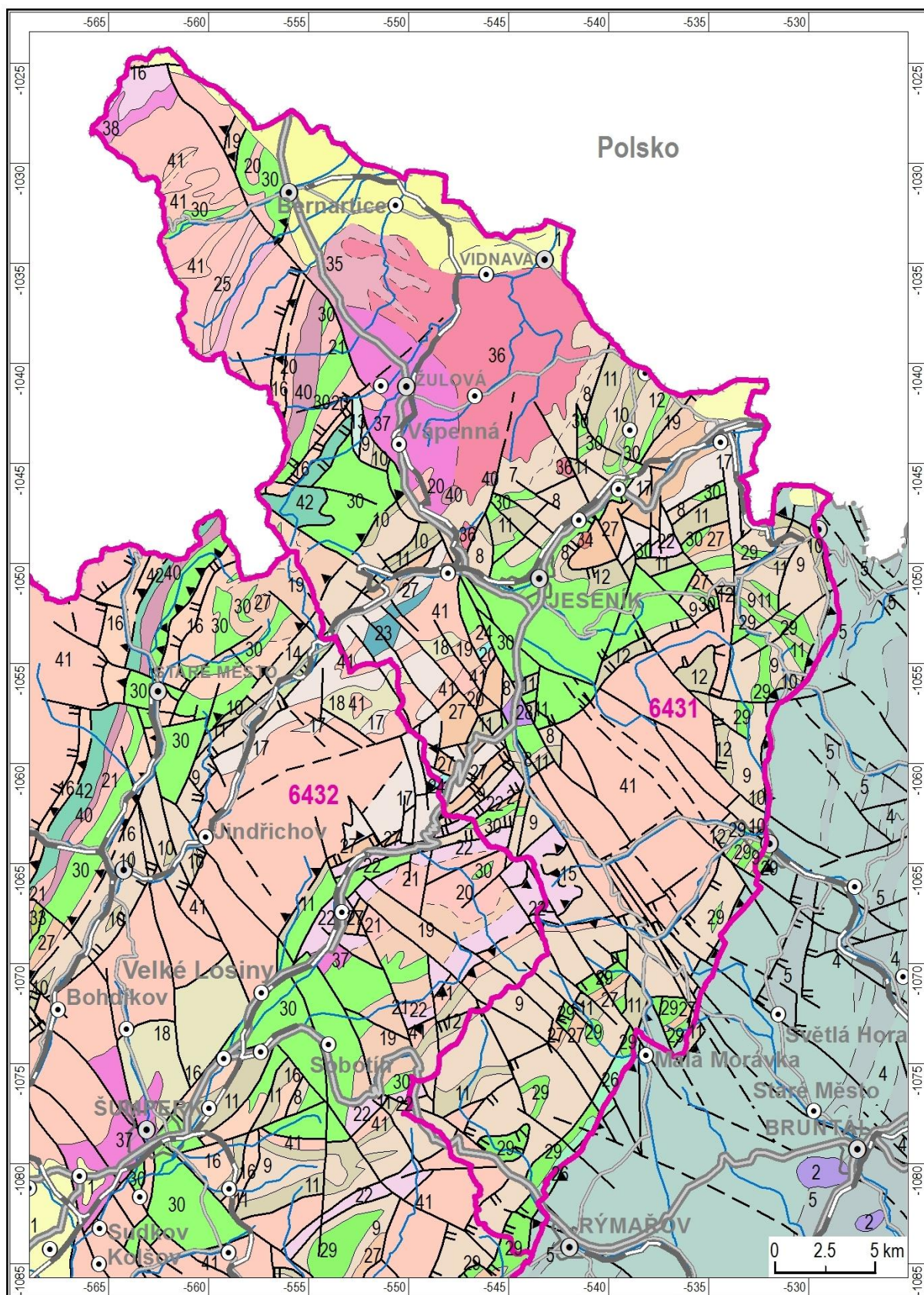
Orlicko-sněžnické krystalinikum

Orlicko-sněžnická jednotka, dříve nazývané též orlicko-kladská klenba, jednotka či krystalinikum, se dělí na jaderné a obalové skupiny. K jádru orlicko-sněžnické jednotky patří sněžnicko-gieraltovská a stróňská skupina, zatímco k obalu patří skupina staroměstská.

Sněžnicko – gieraltovská skupina je tvořena převážně různými typy ortorul, ale část bývá označována jako metagranity, blastomylinity a migmatity. Podrobně se těmito problémy zabývá Opletal (1997). Pro protolity ortorul je udáváno stáří na rozhraní kambrium - ordovik (kolem 500 Ma) - viz např. Gunia (1986), Breemen et al. (1982).

Ke **stróňské skupině** patří obal ortorul, který tvoří úzkou tektonicky omezenou zónu mezi ortorulami jádra klenby a tonality staroměstské skupiny. Převažujícím horninovým typem je muskovitická až dvojslídna rula svorového vzhledu, často jemně páskovaná. Páskování je spjaté s různou koncentrací slíd a světlých minerálů či s deformovanými pásy sekrečního křemene. V rámci těchto rul vystupují ve formě paralelně orientovaných úzkých pruhů a čoček podřadně amfibolity, metagabra, krystalické vápence, erlany a kvarcity. Stáří horninových komplexů orlicko-sněžnické jednotky spadá podle dnes všeobecně přijímaného názoru (např. Gunia 1986, 1990, Gunia a Wierzcholowski 1979) do období svrchního proterozoika (starohor) až spodního kambria (nejspodnější část paleozoika, čili prvohor). Bylo to v době mezi 600 až 550 mil. let.

Staroměstská skupina ležící východně od stróňské skupiny je metamorfně i litologicky velmi pestrá. Vnitřně je možné ji rozdělit na východní tzv. „pestrou“ část a západní tzv. „pásmovitou“ část. Rozhraním těchto dvou částí je tzv. nýznerovské nasunutí, které na rozdíl od linie ramzovské netvoří metamorfně kontrastní rozhraní. Hlavní horninové typy běží jako výrazné pruhy, které mezi sebou mají často tektonické hranice. Mohutná tonalitová žíla intrudovala mezi horniny stróňské skupiny na západě a pásmo amfibolitu a migmatity na východě. Dále k východu potom pokračuje pásmo silně migmatitizovaného amfibolitu s polohami světlého metatektu, dále pásmo silně deformovaných kyanit-staurolitových svorů někdy s granátem a sillimanitem, označovaných jako skorošické svory a dále pásmo metagabra. Stáří metagabra a amfibolitu záp. a již. od Skorošic se pohybuje mezi



Obr. 4-1. Geologická mapa HGR 6431

Terestrický terciér Českého masivu a Karpat

KENOZOIKUM

PLIOCÉN

1 písky, štěrky, jíly

**Terciér Českého masivu
Vulkanity Českého masivu**

TERCIÉR

2 olivínové alkalické bazalty a bazanity, olivínové foidity, limburgity, melilitické olivínové horniny, subvulkanické bazaltické brekcie, alterované olivínové bazaltové horniny, (plio-pleistocénní subaerické efuze)

Terestrický terciér Českého masivu (převážně předpliocení)

NEOGEN

MIOCÉN (nerozlišený)

3 písky, štěrky, jíly, lignitové sloje

Paleozoikum Českého masivu

PALEOZOIKUM

KARBON PŘEDHLUBNĚ (KARBONSKÝ-FLYŠ)

SPODNÍ KARBON (svrchní visé) SVRCHNÍ KARBON (?spodní namur)

4 převážně laminované břidlice

5 droby často masivní, podřízené břidlice

?KAMBRIUMSPODNÍ DEVON, NEROZLIŠENÉ

KAMBRIUM SPODNÍ KARBON

6 slabě metamorfované siliciklastické sedimenty, místy vložky mramoru a metavulkanitů

DEVON

7 migmatit (z devonského rulového protolitu vrbenské skupiny) s vložkami různých hornin

8 biotitická, místy dvojslídlná rula, podřadně vložky kvarcitu, metakonglomerátu, mramoru a různých metavulkanitů

9 fylit, místy s vložkami kvarcitu, metakonglomerátu, mramoru a různých metavulkanitů

10 mramor

11 kvarcit, křemenný metakonglomerát

SPODNÍ DEVON (prag)

12 drakovský kvarcit, kvarcit, křemenný metakonglomerát, vložky fylitu, svoru nebo ruly

Neoproterozoikum a (nebo) kambrium

13 sovoluská skupina, břidlice, droby, slepence, velmi slabě - slabě metamorfované

PREKAMBRIUM A (NEBO) PALEOZOIKUM, NEROZLIŠENÉ

14 fylity (chloritová, biotitová případně i granátová zóna)

15 metaarkózy + metaprachovce, slabě metamorfované (chloritová a biotitová zóna)

16 svory a ruly, granátická a staurolitová zóna, ve vysokotlakých a extrémně vysokotlakých komplexech i ruly s kyanitem (+- sillimanitem)

17 porfyroblastické staurolitické ruly se sillimanitem

18 biotitické ruly s hojnými erlanovými vložkami

19 ruly: nižší a nízký tlak (biotit a sillimanit-biotitické ruly, dílem migmatizované)

20 migmatizované ruly, migmatity, převážně stromatitické a flebitické

21 biotitické oftalmické migmatity (perlové ruly), místy s granátem, sillimanitem a (nebo) cordieritem

22 retrogradně metamorfované ruly a migmatity

Vložky v prekambriu a v paleozoiku

PREKAMBRIUM NEROZLIŠENÉ

23 erlany

24 mramory

25 jemnozrnné křemenno-živcové ruly, obvykle s granátem +- kyanitem (leptynity)

Prekambrické a paleozoické vulkanity a metavulkanity

26 metavulkanity nerozlišené, velmi slabě - slabě metamorfované

27 metaryolity, metadacity (porfyroidy, křemenné keratofyry), jejich metatufy

28 metatrachyty (keratofyry), trachytové metatufy

29 zelené břidlice

30 amfibolity, granátické amfibolity

PREKAMBRIUM (nerozlišené) -spodnokorové a plášťové horniny

31 felzické granulity, nepatrně až velmi silně retrogradně metamorfované

32 eklogity

33 peridotity, slabě až úplně serpentinizované (serpentinity)

VARISKÁ INTRUZIVA

34 alkalickoživcové a muskovitické granity, leukogranity

35 nebulitické - oftalmické migmatity až nehomogenní biotitické nebo dvojslídlné granity, místy s vyrosticemi

36 biotitické granity hrubě (až středně) zrnité

37 biotitické a amfibol-biotitické monzogranity až granodiority a trondhjemit, jemně - středně zrnité

38 amfibol-biotitické a biotiti-amfibolické granodiority

39 porfyrické amfibol-biotitické a biotiti-amfibolické granodiority

40 biotit-amfibolické, amfibol-biotitické a amfibolické (+-biotit) tonality a křemenné diority

**PŘEDVARISKÁ INTRUZIVA A INTRUZIVA NEZNÁMÉHO STÁŘÍ
(ČASTO DEFORMOVANÁ A METAMORFOVANÁ)**

41 muskovit-chloritické, muskovit-chlorit-biotitické, dvojslídlné, a biotitické metagranity až metagranodiority a ortoruly

42 gabra, metagabra

hranice útvarů a hornin známé, předpokládané, litologické a petrografické přechody

zlom známý, předpokládaný

hlavní násunový (přikrovový) zlom známý, předpokládaný

vedlejší násunový (přikrovový) zlom známý, předpokládaný

6431 hranice a číslo rajonu v základní vrstvě

Obr. 4-1a. Legenda ke geologické mapě HGR 6431

500–510 mil. let (Kroener et al. 2000). V pásmu amfibolitů (označovaných někdy také jako leptynit-amfibolitový komplex), vystupují menší či větší tělesa serpentinitů. Tyto horniny, které se vyskytují většinou v blízkosti směřně tektonických rozhraní, byly při tektonických a metamorfních procesech vysunuty z hlubších částí kůry a potvrzují násunový charakter zlomů. Serpentinitová tělesa jsou významná svou geologickou pozicí i petrografickým charakterem. Jsou vázána pouze na oblast lugika (v sileziku se nevyskytují). Mají většinou protáhlé čočkovité tvary. Patří sem známá tělesa u Petrovic, Vlčic a Horních Skorošic.

Jižně a jihovýchodně od Vápenné vystupují v samostatné tektonické šupině horniny svrchní části **skupiny Branné** devonského stáří. Šupina je tvořena prakticky pouze biotitickým tmavým fylitem a mohutným pruhem krystalického vápence (mramoru). Na sv. je oddělena okrajovým sudetským zlomem od žulovského masivu a jeho pláště. Také j. a jz. okraj je tektonický podél obloukovitě zatočeného zlomu, který se na jihu přimyká k okrajovému sudetskému zlomu. Západní okraj tvoří zóna silně deformovaných fylitů směru S–J.

SILEZIKUM

Rozsáhlá střední a východní část širšího okolí Žulovska severovýchodně od okrajového sudetského zlomu je budována horninami silezika. Silezikum je zde reprezentováno keprnickou a desenskou jednotkou a žulovským masivem.

Keprnická jednotka

Nejspodnějším částí celého souboru příkrovů je keprnická jednotka, která je v současnosti interpretována jako příkrovové těleso nasunuté k východu na (para)autochton desenské klenby, viz např. Cháb et al. (1994a, b), Schulmann et al. (1995), Štípská et al. (1996). Generelně lze keprnickou jednotku rozdějit na jadernou a obalovou část, jejíž součástí je i spodní oddíl skupiny Branné.

Jádro keprnické jednotky tvoří komplex keprnických ortorul. Leží v podloží (tektonickém) metasedimentů, ale je o něco mladší; protolity ortorul pronikaly do jejich pláště. Aichler et al. (1999) rozlišili v jaderné části keprnické jednotky celkem 7 typů ortorul, metagranitů a blastomylonitů. Převážnou část jádra tvoří různé typy blastomylonitů, které vznikly převážně silnou deformací granitoidních hornin a zčásti i jejich pláště. Jádro keprnické jednotky tvoří mohutné těleso hrubozrnné keprnické ortoruly (odpovídající granitu) a předdevonský plášť zastoupený dvojslídnu pararulou a svorem s četnými vložkami hlavně leukokrátiných rul a erlánů až mramorů. Dosavadní výsledky radiometrického datování prokázaly dvě hlavní události – neoproterozoickou až kambro-ordovickou, při které intrudovaly protolity dnešních ortorul a variskou, která zformovala krystalinický fundament (Breemen et al 1982, Maluski et al. 1995, Kröner et al. 2000). Podle Opletala a Peciny (2000) musí být metasedimenty starší než 583 Ma.

Skupina Branné je již od práce Květoně (1951) členěna do dvou oddílů, z nichž svrchní je řazen k devonu a spodní obvykle do proterozoika. Spodní oddíl skupiny Branné tvoří vnitřní obal keprnické jednotky a svrchní oddíl vnější obal keprnické jednotky. Území skupiny Branné mapoval v souvislosti s vyhledáváním vápenců Vocilka (mj. 1982). Cháb et al. (1994a, b) považuje skupinu Branné za soubor tektonických těles na vrcholu keprnického příkrovu. Vnitřní stavba je násunová, jednotlivé šupiny jsou někdy zcela tektonicky eliminovány, zatímco jindy mají značnou mocnost. To může být způsobeno i tektonickým opakováním (duplexem). Spodní oddíl je tvořený především dvojslídny svory až břidlicemi. Koverdynský (1993) jej nazývá jako “jindřichovické souvrství“, které je ovšem ve skutečnosti tektonickou šupinou, omezenou násunovými zlomy. “Střední šupina“ vymapovaná Opletalem et al. (1996 i 2000) obsahuje převážně vápnité fylity, popsané Květoněm (1951) u Branné,

vyskytuje se mezi oběma oddíly skupiny Branné a patří k vnitřnímu obalu keprnické jednotky (obr. 4-2).



Obr. 4-2. Schematický geologický řez přes severní konec skupiny Branné (podle Žáček et al. 2005)

Desenská jednotka

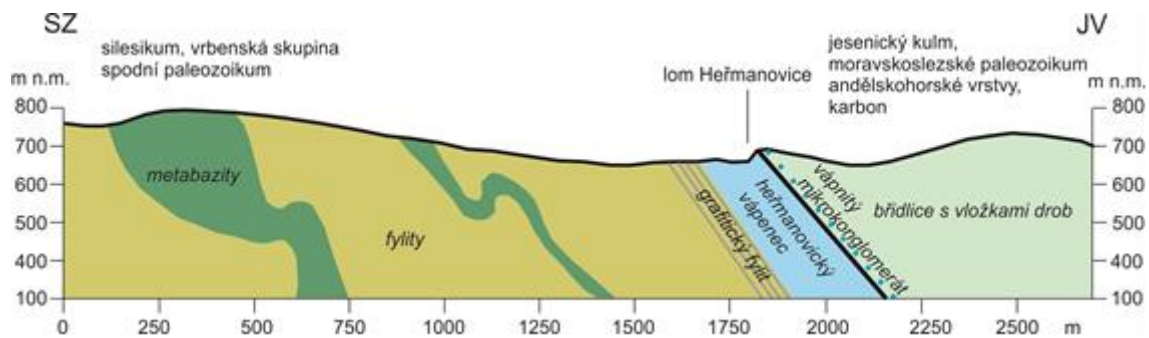
Desenská jednotka se skládá z předdevonského krystalinického fundamentu a devonského obalu. Jádro desenské jednotky je tvořeno hlavně mylonitickými, silně retrográdně postiženými rulami (desenské ruly v širším slova smyslu), které místy přecházejí do fylonitů, porfyroklastickými metagranitoidy (blastomylonity) až ortorulami odpovídající granodioritu až dioritu (Fišera a Patočka, 1989), méně jsou zastoupeny jemnozrné „desenské husté“ a perlové ruly, které představují předdevonský sedimentární obal.

Vrbenská skupina leží diskordantně na desenské jednotce. Jedná se o devonskou vulkanosedimentární sekvenci, částečně jako součást příkrovu Vysoké hole (Opletal et al. 1984).

Na bázi je zastoupená hlavně kvarcicity, křemennými metakonglomeráty a Al-bohatými břidlicemi (fylity a svory). Příslušnost alespoň částí muskovitických kvarcitů k drakovskému kvarcitu (siegenské stáří), potvrdil nález fauny v kvarcitové sutí na sz. svahu Břidličné h. (Chlupáč 1987). Styk vrbenské skupiny v příkrovu Vysoké hole s fundamentem je tektonický.

Výše následuje mohutná sekvence kyselých až bazických vulkanitů s bohatým tufogenním doprovodem (Kretschmer 1911, Fabian 1936, Štelcl 1958, Čabla - Albrechtová 1978, Souček 1978b, René 1983, Fišera 1986). Jedná se o pestré souvrství s četnými metamorfovanými vulkanity (zelené břidlice, keratofyry, křemenné keratofyry), metatufy a metatufity. Minimálně část fylonitů typu Rabštejn, které se nacházejí na styku vrbenské skupiny s fundamentem nebo lemují budiny metagranitoidů, představuje patrně silně fylonitizované a magnetitizované kyselé až intermediální vulkanity.

Bazické vulkanity vytvořily postupně rozsáhlou akumulaci, dnešní jesenický amfibolitový masiv. Jeho nespornou příslušnost k celku vrbenské skupiny ukázali až Cháb a Opletal (1986), Fediuková et al. (1987) a Cháb et al. (1990). Vulkanismus zde probíhal pravděpodobně v mělkém teplém moři, kde jeho produktem byly nejen lávy, ale i tufy, a kde povrch vulkanitů brzy zvětrával a poskytoval materiál pro tvorbu poloh jílovitých usazenin (Cháb 2003). Kromě vulkanitů se v sedimentačním prostoru hromadily jílovité sedimenty, místy vápnité nebo i s vložkami vápenců, a také křemenné a křemenoživcové písky. Vrstevní sled završily vápence. Na kontaktu vrbenské skupiny silezika s jesenickým kulmem jsou tělesa krystalických vápenců, označované jako „heřmanický vápенец“ (viz obr. 4-3).



Obr. 4-3. Schematický profil přes těleso heřmanovického vápence mezi vrbskou skupinou silezika a andělskohorskými vrstvami jeseníckého kulmu.

Variská intruzíva

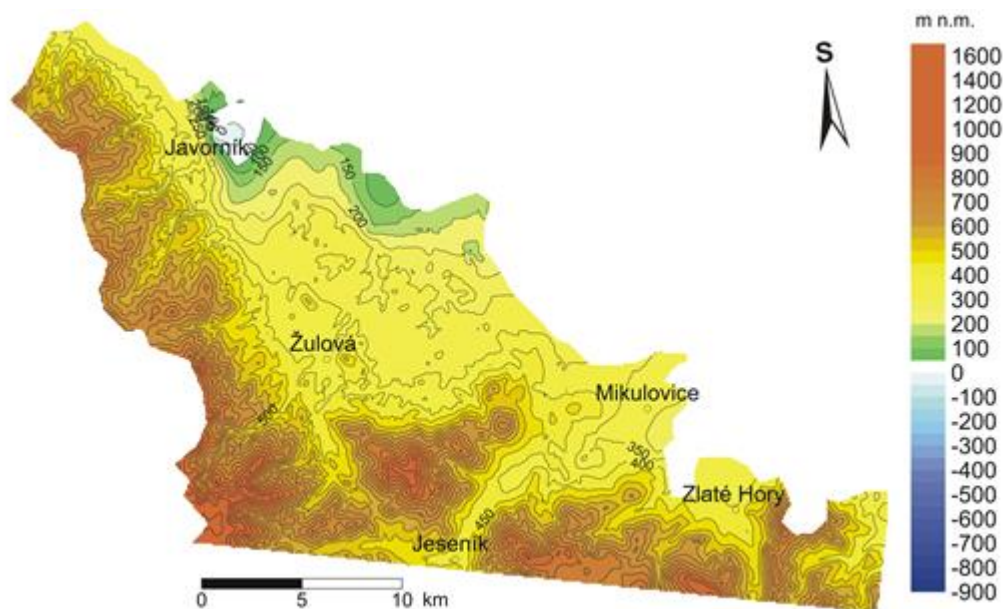
Z rozsáhlejších granitoidních těles vystupují v zájmové oblasti žulovský masiv a javornický granodiorit. Rozlehlá intruze žulovského masivu variského (karbonského) stáří (cca 340–304 mil. let) se rozkládá na ploše přibližně 125 km² (Kopa 1985). Tento masiv je apikální částí rozsáhlejšího diskordantního tělesa, které je na JZ omezeno okrajovým sudetským zlomem vůči horninám lugika, na severu pak pokračuje do Polska, kde je z velké části skryto pod terciárními a kvartérními sedimenty. Hlavní horninou žulovského masivu je drobně až středně všesměrně zrnitý biotitický granit až granodiorit provázený uzavřeními křemenného amfibol-biotitického dioritu. Granodiorit tvoří nepravidelně omezená tělesa nacházející v celé ploše masivu, hlavně ale v jeho centrální a jižní části. Křemenné diority tvoří menší nebo větší tmavé uzavření, které se vyskytují nepravidelně v celé ploše masivu. Tělesa těchto tmavých uzavření dosahujících délky několika set metrů se koncentrují podél východního okraje žulovského masivu. Granit má hrubě balvanitý rozpad, což je dobře vidět na některých lokalitách v okolí Velké Kraše. Granitoidy žulovského masivu uzavírají různé velké uzavření plášťových hornin, zejména migmatitu a mramoru. Největší enklávy plášťových hornin (o rozloze i přes 1 km²) jsou v 1–1,5 km širokém pásmu při okrajovém sudetském zlomu a dále u Starého Podhradí je několik velkých enkláv mramoru. Naopak v migmatitovém a rulovém plášti plutonu vystupuje několik separátních intruzí granitoidů. Pegmatity jsou zastoupeny nediferencovanými biotitickými typy jednoduchého složení. Pegmatitům podobné žíly spjaté s polohami erlanů a mramorů se vzácně vyskytly u Starého Podhradí.

Javornický granodiorit se nachází ve fylonitizované skupině strážské situované jž. od Bílé Vody. Hlavní těleso tvoří konkordantně uložené těleso o mocnosti 1,2 km upadající k SZ. V krystaliniku desenské i keprnické jednotky vystupuje řada pegmatitových žil a tělísek. Jsou vázána pravděpodobně na rozsáhlejší skryté granitoidní těleso, jehož odkryté partie představuje výše zmiňovaný žulovský masiv. Většina velkých pegmatitových žil má však prosté minerální složení.

Odkrytá východní část pláště žulovského masivu je tvořena vulkanosedimentárním komplexem metamorfovaných hornin vrbské skupiny, což je obalová sekvence desenské jednotky. Masiv je lemován pásmem biotitického migmatitu s hojným granátem, sillimanitem a cordieritem (Žáček 2004). Směrem na JV přechází migmatit neostře do biotitické až biotit-sillimanitické parafy. Pestrých vložek je v plášti žulovského masivu málo, jedná se o drobná tělesa kvarcitu, erlanu, mramoru a amfibolitu.

Po skončení variské orogeneze se území stalo na dlouhou dobu souší, kde probíhalo intenzivní zvětrávání a zarovnávaní terénu. Izolinie povrchu krystalinika jsou znázorněny na obrázku 4-4. Došlo

k výrazné kaolinizaci granitoidů žulovského masivu. Kaolinizované granitoidy se zachovaly zejména v tektonicky zakleslé kře u Vidnavy. Povaha reziduí (kaolinicky zvětralý granit u Vidnavy) svědčí o intenzivním chemogenním zvětrávání v tropickém klimatu. Kaolinizace dosahuje hloubky 20 až 40 m, výjimečně až 70 m a její intenzita klesá s hloubkou.



Obr. 4-4. Mapa izolinií povrchu krystalinika v oblasti HGR 6431

MIOCÉN

Během spodního až středního miocénu došlo u Vidnavy a Velké Kraše k vyplnění deprese, vzniklé zaklesnutím podél sudetského zlomu. Na povrch vystupují sedimenty miocénu pouze v malém izolovaném území vjv. Uhelné. V dalších částech území se nacházejí mocné akumulace miocénních sedimentů v podloží kvartérních sedimentů (Žáček et al. 2004). Jsou to více než 250 m mocná akumulace fluviálních, deltových až jezerních sedimentů zařazených podle přítomných rostlinných makrozbytků a pylů do časového rozmezí karpát až spodní baden. Střídají se jíly a silty sedimentované v jezerním prostředí s písčitými až štěrkovitými vrstvami prostředí fluviálního až deltového. Maximální mocnost miocénních sedimentů ověřená vrty dosahuje 400 m. V rámci celého souvrství, především však v jezerních vrstvách, se vyskytují hojné vložky uhelných jílu a slojek lignitu, které dosahují mocnosti až 10–12 m a byly těženy na ložisku vjv. od Uhelné (Litzmanová 1966).

Pozici a úroveň písčitých a štěrkovitých kolektorů v okolí Javorníku a Bílé Vody vymezil geofyzikální průzkum (Levá et al. 2015).

KVARTÉR

Nejvýznamnější událostí pro současnou tvářnost reliéfu Žulovska byl zásah kontinentálního ledovce, který na toto území postoupil z Polska. Přítomnost, popřípadě blízkost, ledovce během chladných výkyvů středního pleistocénu měla značný vliv na způsob sedimentace v širší oblasti. Vrch Hrouda představuje rozsáhlý drumlin (akumulace klastického materiálu unášeného ledovcem uloženého v

podobě valů nebo pahorků), který vznikl během druhého zalednění. Postup ledovce svojí glacitektonickou činností v subglaciální zóně přeměnil tilly (klastický materiál morén) staršího zalednění tvořící dnešní jádro drumlinu do podoby glacitektonitů a deformačních tillů. Na tyto subglaciální tilly nasedá poměrně málo mocná vrstva glacifluviálních písků až štěrků postupové fáze druhého zalednění. Následující zalednění je představováno jednak tilly, které vycházejí na povrch především v okolí Velké Kraše, Bernartic a Černé Vody a z vrtů jsou známy i od Skorošic a Žulové. Na mnoha místech jsou však překryty různě mocnými glacifluviálními akumulacemi ústupové fáze zalednění, hlinitokamenitými sedimenty výplavových kuželů nebo též sprašemi svrchního pleistocénu. Lze předpokládat, že ledovcové akumulace v širším území Jesenicka jsou elsterského stáří, s největší pravděpodobností se jedná o druhý elsterský glaciál – OIS 12 (srv. Nývlt 2003, Pecina et al., 2006).

V chladných a relativně suchých obdobích pleistocénu (glaciálech, stadiálech) docházelo k intenzivním periglaciálním procesům způsobujícím mechanické zvětrávání hornin a různé typy jejich transportu. Značné množství zvětralin a starších sedimentů bylo transportováno a následně uloženo na úpatí a v údolích v podobě různorodých deluviálních sedimentů. Mocné akumulace svahovin jsou vázány na úpatí Rychlebských hor. Největší rozsahy jsou mezi Skorošicemi, Žulovou a Vápennou a jsou vázány na tektonicky podmíněné sv. úpatí Rychlebských hor, které pokračuje dále proti toku Vidnavky. V akumulacích se vyskytují jak litologicky pestré horniny Rychlebských hor, tak i granity žulovského masivu. Na konec pozdního glaciálu jsou vázané bazální písky a štěrky vyššího nivního stupně řeky Vidnavky, zachované v okolí Vápenné.

Na holocén je vázána sedimentace rozlivových fluviálních sedimentů (overbank facies) – nivních hlín, jejich rozsah názorně ukazuje na oblast zaplavovanou během posledních zhruba 10000 let jednotlivými toky. V nejmladším kvartérním období došlo k zalesnění oblasti, ve vlhkých a poněkud teplejších obdobích než dnes vzniku rašelin (Rejvíz, Skřítek), níže i slatin. V údolních nivách velkých vodních toků se střídala převaha eroze a akumulace, přičemž se zde uložily redeponované svrchně pleistocénní písčité štěrky spočívající buď na předkvartérním podloží, nebo na svrchně pleistocénní, eventuálně tzv. hlavní (středně pleistocénní) terase. Tato sedimentace končí fluviálními náplavy, jejichž redepozice a akumulace pokračuje dodnes.

4.1.2. STRUKTURNÍ STAVBA

Území při styku lugika a silezika patří k nejsložitějším územím Českého masivu. V ssv.-jjz. směru probíhá tektonické rozhraní prvního řádu – ramzovská tektonická zóna či linie, (nebo nasunutí dle Suesse 1912), oddělující litologicky, strukturně i metamorfne odlišné silezikum a lugikum. Obě jednotky prodělaly složitý polyfázový tektonometamorfni vývoj a do značné míry se liší jak charakterem protolitů, tak posloupností a tlakově - teplotními parametry metamorfních událostí. V lugiku jsou časté reliktů vysokotlakých a vysokoteplotních metamorfítů (eklogity) a útržků svrchního pláště (serpentinizovaná a rodingitizovaná plášťová ultrabazika), zatímco minerální asociace silesika utvářely metamorfni procesy nízko až vysokoteplotní, ale jen nízko až střednětlaké, a reliktů vysokotlakých hornin se tu nevyskytují.

Na hranici leží nízko metamorfované horniny skupiny Branné (facie zelených břidlic), na západ od ní pak metamorfity staroměstského pásma (vysoká amfibolitová a eklogitová facie). Původně ramzovské nasunutí představovalo nízkoúhlový násunový zlom (či pásmo) ukloněný k ZSZ, jehož primární stavba byla setřena při extenzních procesech. Dnes má charakter nízce temperované křehké kataklazové a brekciovité zóny, která má šířku mylonitů ve vyšších desítkách metrů (Opletal - Pecina

2004). Brekcie vznikly především z metamorfitů staroměstské jednotky, zčásti i skupiny Branné, které jsou většinou impregnovány grafitem.

Litologické pruhy staroměstské skupiny jsou obecně uspořádány ve směru SV–JZ. Nejběžnějším duktilním strukturním prvkem je foliace, která je v metamorfních horninách definována především uspořádáním slíd, případně střídáním litologicky odlišných pásků. Foliace je generelně rovnoběžná s průběhem hlavních pruhů a má střední úklony k západu. Směrem k západu se výrazně zestrmuje a v ortorulách jádra orlicko-sněžnické jednotky je až svislá, nebo protiklonná s úklonem na V. Plošně paralelní stavba je vyvinuta i v tonalitech, kde místy kopíruje tvar tělesa a její charakter indikuje postmagmatický vývoj. Lineární prvky jsou reprezentovány lineacemi a vrásovými osami. Lineace jsou zpravidla minerální, definované minerálními agregáty. Převažují lineace subhorizontální. V jaderných skupinách orlicko-sněžnické jednotky převažují s.–j. směry lineárních prvků. Ve staroměstské skupině jsou obvyklé směry s orientací V–Z a SV–JZ. Nehojné vrásky jsou zpravidla dm rozměrů, výjimečně větších. Jsou to šikmé až ležaté vrásky s vz. orientací osy.

Horninové pruhy keprnické jednotky mají převažující směr SSV–JJZ. Metamorfní foliace mají značně proměnlivý směr i sklon a v řadě případů jsou kosé k průběhu horninových pruhů. Mnoho foliací má střední až strmé sklony, většinou se však jedná o mladé foliace, které překrývají původní plochou stavbu. Rozmístění horninových těles v této oblasti nejlépe odpovídá velkým sevřeným ležatým vrásám s amplitudami několika stovek metrů s osami zapadající pod nízkými úhly k JJZ a s osními rovinami ukloněnými pod úhly cca 20° k SZ. Podobný tektonický styl je možné považovat za charakteristický pro mocné obalové sekvence této části východního okraje keprnické jednotky. Výrazná mylonitizace při okrajích velkých těles biotitické ortoruly a jejich sešupinatění s pararulami svědčí pro tektonickou povahu jejich styku podle nízkoúhlových zlomů. Sjednocujícím prvkem keprnické a desenské jednotky (jakož i převážné části celého silesika) je pozdně variská deformace spjatá s poklesy nadloží k JZ podle velmi výrazné lineace směru cca 230–240° (L₃) s převažujícími mírnými sklony k JZ (viz Cháb et al. 1994 a,b).

Krystalinikum desenské jednotky má velmi komplikovanou stavbu. Základními stavebními prvky řádu kilometrů a desítek kilometrů jsou kerné příkrovy a jejich digitace, z dřívějších strukturních výzkumů v oblasti i ze současného geologického mapování je zřejmé, že stavbu je možno charakterizovat jako vrásově-šupinovou. Z rulových sekvencí vlastní desenské jednotky bývá někdy vyčleňován tzv. sobotínský amfibolitový masiv. Toto rozlehlé a členité těleso představuje velkou akumulaci bazických, méně ultrabazických intruzív pravděpodobně předdevonského stáří. Na krystalinickém fundamentu spočívá diskordantně pestrá sekvence vrbenské skupiny devonského stáří, která je v rajonu zastoupena jen svou bazální částí. Podobně jako v keprnické jednotce, horninové pruhy mají i zde generelní směr SV–JZ až SSV–JJZ. Směr metamorfních foliací je variabilní, výrazně však převažují foliace směru SV–JZ, které se místy stácejí až do S–J a dokonce SSZ–JJV směru a sledují omezení horninových těles. Většina metamorfních lineací má směr SV–JZ a indikuje výrazný přetisk pozdně variskou extenzní tektonikou (Žáček et al. 2000).

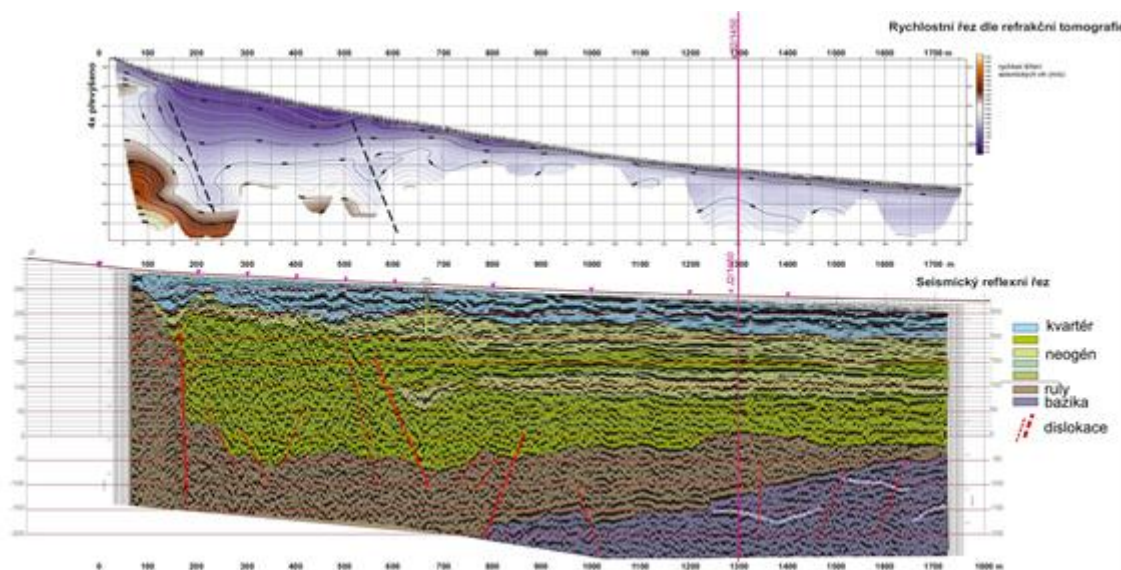
Krystalinikum desenské jednotky je segmentováno do řady dílčích šupin až příkrovů, z nichž nejrozsáhlejší je příkrov Vysoké Hole vyčleněný Opletalem et al. (1984), tvořený granitickým fundamentem proterozoického stáří s allochtonním obalem vrbenské skupiny. Násunová plocha upadá pod mírnými úhly na jz. a je tak v protiklonu ke stavbě západního okraje desenské jednotky. Fundament příkrovu tvoří obdobné horniny, jako se vyskytují v desenské jednotce, je tu však vyšší podíl metagranitoidů (blastomylonitů) se zachovanými primárními stavbami.

V oblasti desenské jednotky sehrály významnou roli procesy spjaté s variskou extenzní tektonikou, které probíhaly v podmínkách poklesu intenzity metamorfózy z facie amfibolitové do facie zelených

břidlic. Mylonitizace byla lokálně provázána silnou chloritizací, muskovitizací, epidotizací a dalšími alteracemi. Takto přepracované horniny vystupují jako nízkoteplotní mylonitové zóny směru SV–JZ s patrnými poklesy nadloží k JZ, které modifikují starší foliační systémy a dotvářejí převažující lineaci směru SV–JZ (L_3). Smysl pohybu podle těchto lineací je indikován asymetrickými strukturami, jako jsou například střížné pásy (shear bands), foliační ryby, asymetrické stíny kolem sekrečních čoček, porfyroblastů či porfyroklastů, aj. Intenzivní extenzní deformace vedly k překrytí části primárních násunových staveb, reaktivaci původně násunových zlomů na nízkoúhlové poklesové zlomy. V nejjižnější části silezika, v rámci HGR 6431, pak mají tyto extenzní, již velmi „chladné“ deformace penetrativní charakter a vedly k intenzivní mylonitizaci až fylonitizaci téměř veškerých horninových těles (Aichler et al. 1999).

ZLOMOVÁ TEKTONIKA

Celé území hydrogeologického rajonu je velmi silně porušeno četnými zlomy. Nejvýznamnějšími zlomy vedle starších a spíše ojedinělých zlomů směru VSV–ZJZ jsou dislokace sudetského směru, které příčně porušují geologická tělesa a zřetelně se projevují i ve velké geologické stavbě. Na jejich význam upozornili Pouba - Misař (1961), později se jimi zabývali např. Buday et al. (1995) a Skácel (1989a, b). Jde o strmé poklesové dislokace s významnou horizontální složkou. Koncem mesozoika vznikly nebo se obnovily významné příčné zlomy (SV–JZ) a obnovily se zejména zlomy sudetského směru (SZ–JV), které pak dotvářely morfologii terénu, jako např. bělský, které se zřetelně projevují na geologické stavbě.



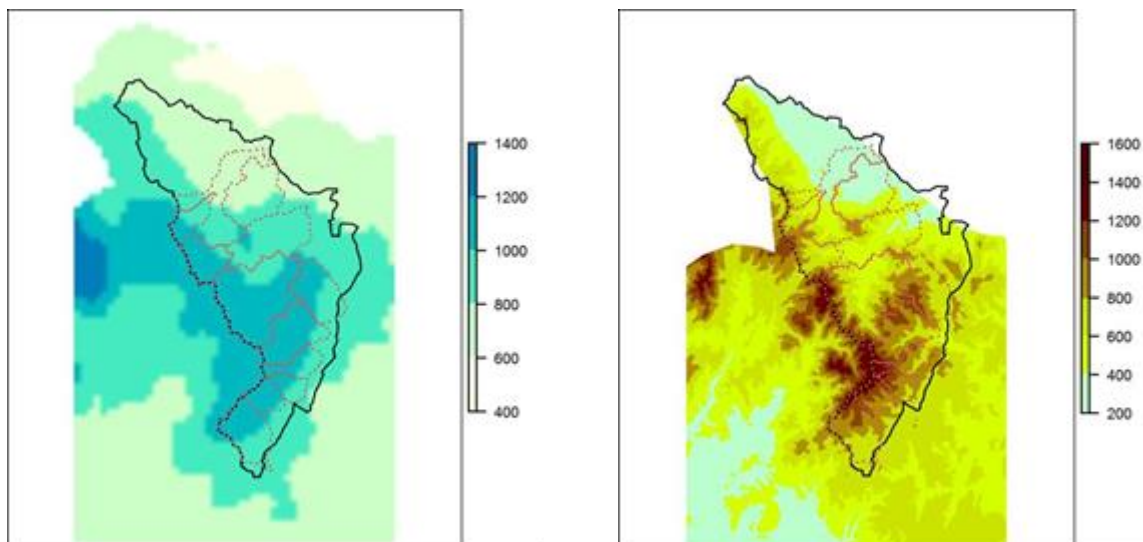
Obr. 4-5. Refrakční a reflexní seismický řez přes okrajový sudetský zlom a relikt neogénu v HGR 6431 na profilu J1, mezi Bílým potokem a státní hranicí (Levá et al. 2015).

Okrajový sudetský zlom směru SZ–JV je tektonické, morfologicky výrazné rozhraní prvního řádu, které odděluje litologicky, strukturně i metamorfně odlišné jednotky. Je to strmá struktura, jejíž význam daleko přesahuje i rámec území státu. Odděluje celý sudetský blok od miocénní pánve a polských nížin. Na mapách většího měřítka se jeví jako mohutný horizontální posun s výraznou vertikální složkou (Opletal a Pecina 2004). Směrově je shodný s Teisseyrer-Torquistovou linií oddělující kontinentální bloky.

Geofyzikální průzkum (Levá et al. 2015) upřesnil lokalizaci okrajového sudetského zlomu v okolí Javorníku a Bílé Vody, který je hlavní hydrogeologickou strukturou rajonu (obr. 4-5). Výšku skoku ověřili na kolem 300 m vůči okraji pánve a dno pánve pak na úroveň kolem 0 m n. m. Byla zjištěna existence hřebetu kolmého ke zlomu, která ovlivňuje proudění podzemních vod a tvoří hranici mezi vsakovou oblastí na severu (Bílá Voda) a na jihu (od Žulové po Javorník). Nepřímo doložili existenci pravděpodobného porušení okrajového sudetského zlomu příčnou tektonikou.

4.2. HYDROLOGIE

Pro stanovení srážko-odtokových vztahů HGR 6431 byla převzata archivní data o srážkách a odtocích. Rozložení srážek v ploše rajonu v závislosti na nadmořské výšce znázorňuje obrázek 4-5. Patrný je výrazný nárůst srážkových úhrnů směrem do vrcholových partií Jeseníků v j. polovině rajonu. Roční srážkové úhrny se pohybují od zhruba 750 mm (Velká Kraš) do 1100 mm (Železná), což řadí zájmové území mezi srážkově nadprůměrné oblasti České republiky.



Obr. 4-6. Průměrné roční srážkové úhrny na ploše HGR 6431 v letech 1981–2010 (mm/rok) a jejich závislost na nadmořské výšce

Tab. 4-1. Základní údaje o vodoměrných stanicích a výsledky měření

vodní tok	stanice (m n. m.)	plocha povodí (km ²)	průměrný srážkový úhrn 1981–2010 (mm)	průměrný průtok 1980–2010 (m ³ /s)
Vidnávká	Vidnava (500,1)	70,31	828,18	0,726
Černý potok	Velká Kraš (420,2)	62,48	768,50	0,568
Bělá	Jeseník (805,2)	118,03	1071,52	2,336
Střední Opava	Železná (970,1)	54,23	1098,67	1,031
Moravice	Karlov (1055,8)	20,68	1088,79	0,471

Hydrologické poměry na území HGR 6431 jsou značně variabilní, což je odrazem značné morfologické členitosti terénu. Údaje o průtocích na vybraných vodních tocích doplněné o srážkové úhrny uvádí tabulka 4-1.

V tabulkách 4-2 až 4-4 jsou uvedeny průměry srážek, teploty vzduchu a odtoku za období 1981–2010, porovnané s průměry za období 2001–2010 a 1961–1980 pomocí poměrů hodnot (u teplot vzduchu rozdílů hodnot). Lze konstatovat, že na území HGR 6431 nebyl indikován statisticky významný trend v časových řadách srážkových úhrnů. Byl indikován statisticky významný trend teploty s gradientem 0,02°C za rok.

Tab. 4-2. Vývoj srážkových úhrnů.

	1961–1980 (mm)	1981–2010		2001–2010	
		(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	915,36	914,33	1,00	970,66	1,06

Tab. 4-3. Vývoj teploty vzduchu

	1961–1980 (°C)	1981–2010		2001–2010	
		(°C)	dif. (°C)	(°C)	dif. (°C)
HGR 6431	6,24	6,72	0,48	6,91	0,19

Tab. 4-4. Vývoj odtoku (odhad modelu BILAN)

	1961–1980 (mm)	1981–2010		2001–2010	
		(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	417,66	414,11	0,99	450,75	1,09

HYDROLOGICKÁ MĚŘENÍ VYBRANÝCH PROFILŮ NA POVRCHOVÝCH TOCÍCH

Hydrologická měření byla realizována v období nízkých vodních stavů po prakticky bezsrážkovém zimním a jarním období (26. až 29. 3. 2014). Protože oblast HGR 6431 má mimořádný význam jako infiltrační oblast srážkových vod pro okolní rajony a z hlediska hydrologické bilance je významná znalost povrchového odtoku z rajonu do okolních převážně pánevních struktur, byly jako body pro hydrometrická měření vybrány profily na vodních tocích při hranicích HGR 6431 (s výjimkou hranice s HGR 6432, tvořené hydrologickou rozvodnicí). Měřeny byly všechny významnější vodní toky s výjimkou hlavních vodních toků začleněných do monitorovací sítě vodoměrných stanic ČHMÚ a VÚV. Výsledky hydrometrického měření včetně lokalizace jednotlivých profilů jsou přehledně znázorněny v tabulce 4-5, lokalizace profilů v mapě na obrázku 4-7.

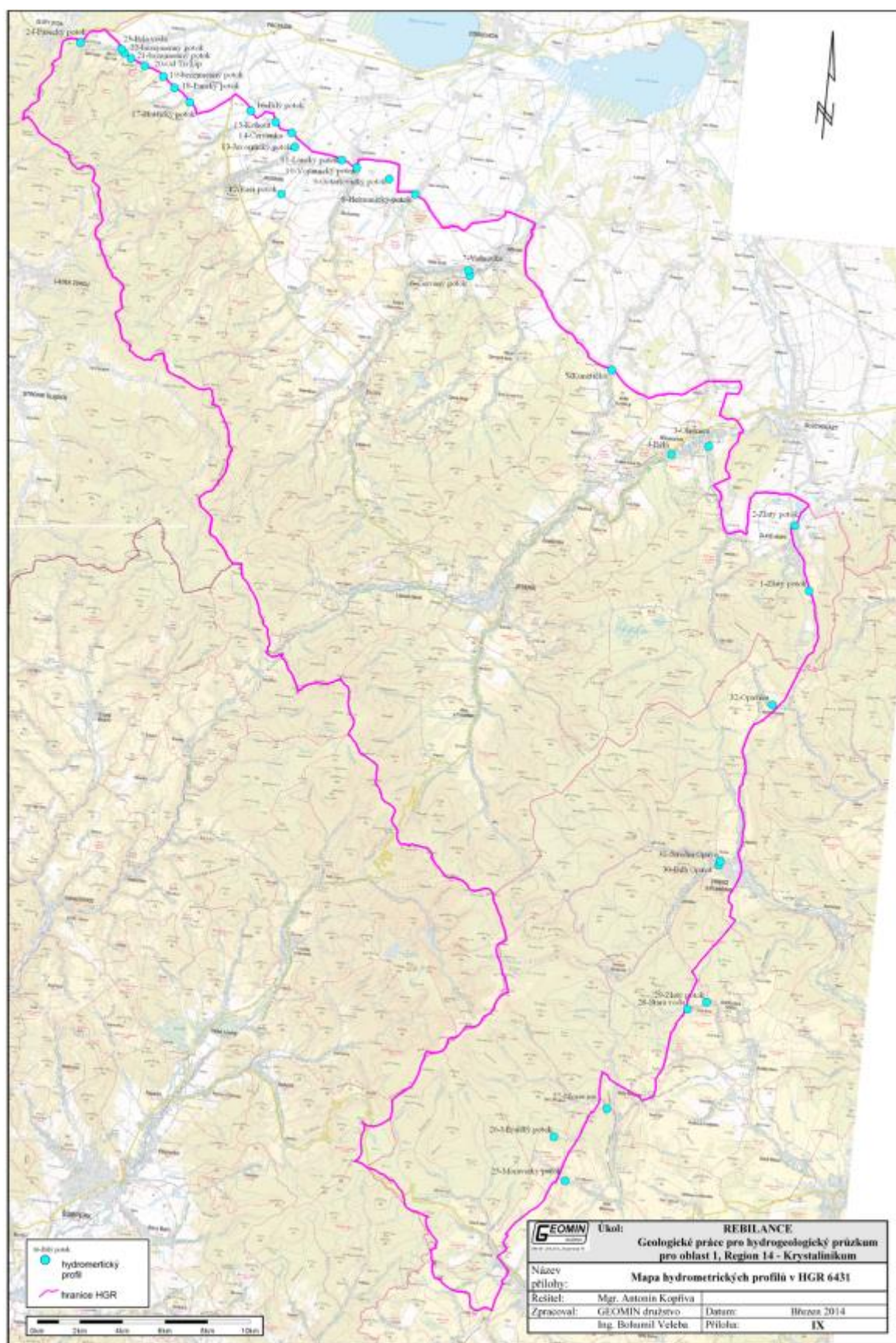
Z výsledků hydrometrických měření vyplývá, že množství povrchové vody odtékající z území HGR 6431 drobnými toky nižších řádů dosahuje i při nejnižších vodních stavech sumárně až vyšších jednotek m³/s, což je z hlediska hydrologické bilance nezanedbatelný objem. Rajon není odvodňován žádným významným tokem vyššího řádu a společně s několika vodnatějšími toky nižších řádů (Moravice, Opava, Zlatohorský potok, Bělá) se tak drobné vodoteče podstatně podílí na povrchovém odtoku.

V rámci hydrometrování oblasti HGR 6431 byly zřízeny tři dočasné stanice s kontinuálním záznamem hladiny povrchového toku. Jejich lokalizaci spolu s výsledky měření uvádí obrázek 4-8.

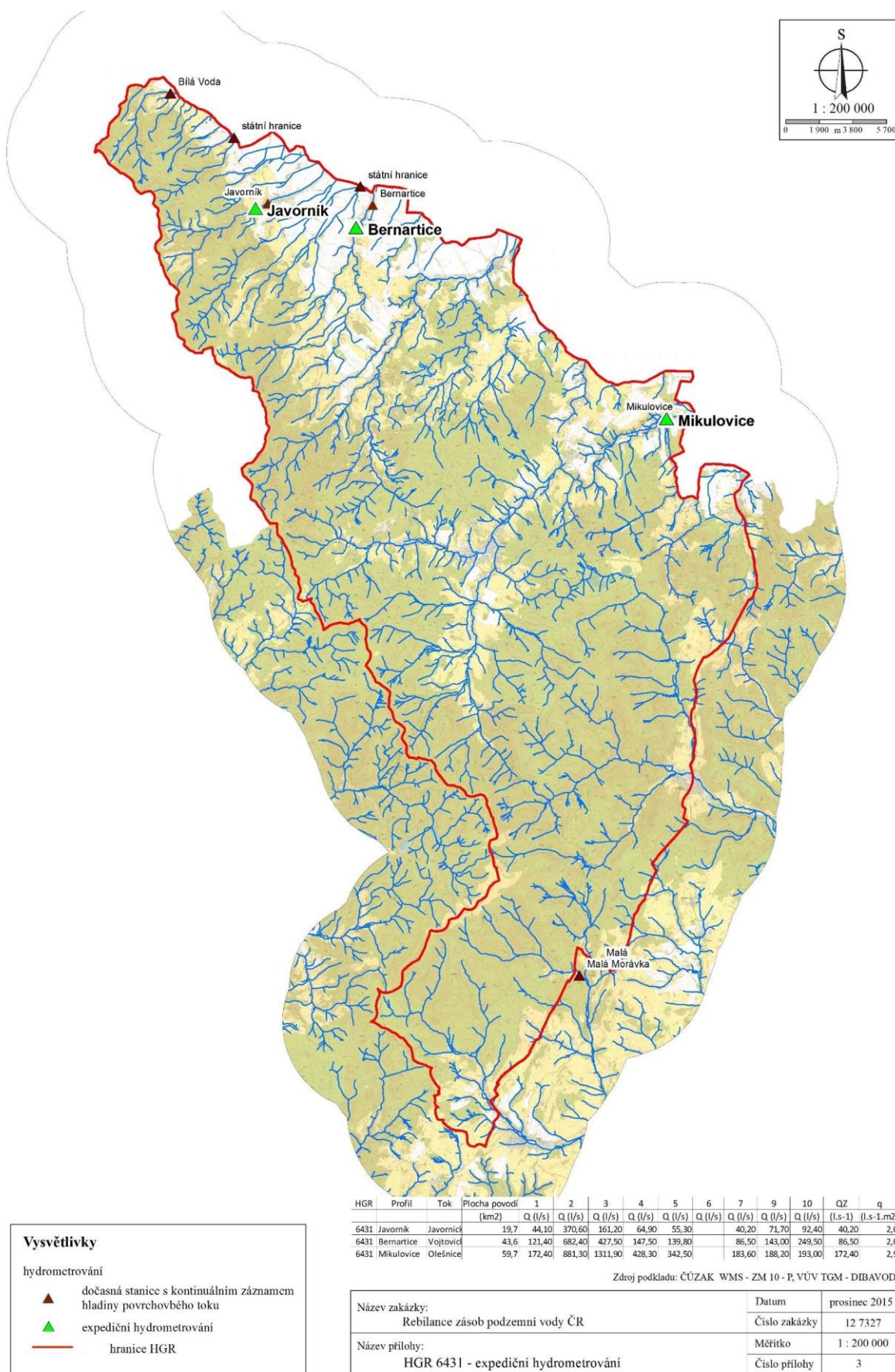
Realizovaná měření potvrdila předpokládanou složitou vazbu mezi povrchovými a podzemními vodami v rajonech krystalinika. Na kontaktu hornin krystalinika a fluviálních sedimentů dochází zpravidla ke ztrátám vody v tocích. Při vstupu na území tvořené karbonátovými horninami dochází k infiltraci povrchových toků do horninového prostředí.

Tab. 4-5. Výsledky hydrometrického měření v oblasti HGR 6431

číslo - název	tok	X	Y	průtok (m ³ /s)
1 - Zlaté Hory - mostek nad městem	Zlatý potok	1050711	528918,6	0,1710
2 - Zlaté Hory mezi silnicí a státní hranicí	Zlatý potok	1047630	529574,7	0,2723
3 - Mikulovice - Olešnice před soutokem s Bělou	Olešnice	1043920	533632,7	0,2815
4 - Mikulovice - Bělá nad soutokem s Olešnicí	Bělá	1044291	535378,4	0,0377
5 - Velké Kunětice - státní hranice	Kunětička	1040320	538184,1	0,0496
6 - Červený potok před soutokem s Vidnávkou	Červený potok	1035895	544851,3	0,3390
7 - Vidávka nad soutokem s Červeným potokem	Vidávka	1035647	544922,1	1,1282
8 - Horní Heřmanice - státní hranice	Heřmanický potok	1032068	547408,7	0,0431
9 - Gotartovický potok - státní hranice	Gotartovický potok	1031338	548629,1	0,0020
10 - Bernartice - státní hranice	Vojtenický potok	1030809	550154	0,3134
11 - Lánský potok - státní hranice	Lánský potok	1030446	550858,2	0,1402
12 - Račí potok - silnice č. 457	Račí potok	1032043	553695,6	0,0460
13 - Javorník - státní hranice	Javornický potok	1029828	553062,4	0,1878
14 - Červenka - státní hranice	Červenka	1029174	553206,4	0,0922
15 - Kohout - státní hranice	Kohout	1028671	553966,1	0,0570
16 - Bílý potok - státní hranice	Bílý potok	1028132	555143,7	0,0036
17 - Horní Hoštice - státní hranice	Hoštický potok	1027726	557993,9	0,0576
18 - Panský potok - státní hranice	Panský potok	1027051	558715,1	0,0190
19 - bezejmenný potok - státní hranice	bezejmenný potok	1026522	559232,4	0,0040
20 - Od Tří lip - státní hranice	Od Tří Lip	1026017	560116,9	0,0350
21 - bezejmenný potok - státní hranice	bezejmenný potok	1025668	560769,5	0,0090
22 - bezejmenný potok u Bílé vody - státní hranice	bezejmenný potok	1025414	561077,5	0,0130
23 - Bílá voda - státní hranice	Bílá voda	1025238	561206,8	0,2293
24 - Pasecký potok - státní hranice	Pasecký potok	1024920	563139,6	0,0370
25 - Moravický potok - Nová Ves	Moravický potok	1078433	540364	0,0609
26 - Mlýnský potok nad Novou vsí	Mlýnský potok	1076355	540907,8	0,0200
27 - Moravice - Malá Morávka u hřiště	Moravice	1075036	538416,8	1,8066
28 - Suchá Rudná nad obcí - Stará voda	Stará voda	1070362	534627,3	0,0334
29 - Suchá Rudná pod obcí - Zlatý potok	Zlatý potok	1070036	533716,5	0,0685
30 - Vrbno pod Pradědem - Bílá Opava	Bílá Opava	1063618	533166,2	0,7397
31 - Vrbno pod Pradědem - Střední Opava	Střední Opava	1063444	533087,2	1,6061
32 - Heřmanovice - Opavice	Opavice	1056063	530645,6	0,0335



Obr. 4-7. Lokalizace hydrometrických profilů v HGR 6431



Obr. 4-8. Dočasné hydrometrické stanice v HGR 6431

4.3. HYDROGEOLOGIE

HGR 6431 je v převážné většině svého území budován hydrogeologickým masivem vázaným na horniny krystalinika. Pro hydrogeologický masiv je charakteristický regionálně rozšířený nespojitý kolektor přípovrchové zóny zvětrání a rozvolnění hornin, svahových sedimentů a rozevřených puklin sahající do hloubek 30 až 40 m. Jeho mocnost a charakter převládající porozity se lokálně mění jak v závislosti na petrografickém složení hornin, tak na stupni tektonického porušení masivu a na morfologii území. V dotčeném území se v hojné míře vyskytují krasovo-puklinové až puklinovo-krasové kolektory vyvinuté v krystalických vápencích ve struktuře ramzovského nasunutí, převážně ve svrchním oddílu skupiny Branné. Pro pohyb vody a její akumulaci mají v rajonu zásadní význam tektonické poruchy, většinou krystalických vápenců a kvarcitů, proluviální štěrky a kvartérní štěrkovité výplně údolí, které představují oblasti lokální akumulace podzemních vod. Drenáž podzemní vody probíhá jak na sever, tak na jihovýchod do povodí Odry.

RAMZOVSKÉ NASUNUTÍ

Ramzovské nasunutí představuje výrazný rupturní zlom SSV-JJZ směru, doprovázený drcením, mylonitizací a s ní spojeným slabým prokřemeněním, limonitizací a ankeritizací či chalkopyritizací. Ramzovské nasunutí má strmý úklon (mezi 60 až 80°) a kose ustříhává horninové pruhy staroměstské skupiny. Všechny tyto vlastnosti ramzovského nasunutí podtrhují jeho hydrogeologický význam, který je umocněn existencí nejmladších otevřených příčných zlomů sudetských směrů SZ-JV (např. zlomy petříkovský a klepáčovský), na nichž dochází často k načepování povrchových vod do horninového prostředí (pseudokrasové ponory) a vykazují výrazný drenážní účinek na tělesa kavernózních krystalických vápenců. Ve srovnání s tektonicky neporušeným hydrogeologickým masivem vykazují větší úspěšnost hydrogeologické vrty situované právě do těchto poruchových pásem zejména v jižní části krystalinika. Příčná tektonika v hydrogeologické struktuře ramzovského nasunutí vymezuje několik substruktur. Z rozmístění a kumulace pramenů vyplývá, že nejčastěji vznikají prameny právě na křížení těchto příčných zlomů s linií ramzovského nebo nýznerovského nasunutí.

Vlastní ramzovská násunová zóna je v terénu doprovázena vznikem celé řady drobných rozptýlených pramenních vývěrů a zamokřených míst, které pravděpodobně mohou souviset s vývěry podzemní vody z tektonicky poddrcených hornin v čele přesunované velkovrbenské jednotky. Je však také dost pravděpodobné, že násunová plocha ramzovského nasunutí může být tvořená polohou jen velmi slabě propustného mylonitu vzniklého z grafitických fylitů, která vystupuje v roli nepropustné bariéry v puklinovém prostředí velkovrbenské jednotky v komplexu hornin tvořících svahy z. nad linií ramzovského nasunutí.

Generelně lze v oblasti Ramzovského nasunutí vyčlenit tzv. I. zvoď, s volnou, poměrně značně kolísající hladinou podzemní vody, a tzv. II. zvoď projevující se subartéským až artéským režimem s jen velmi omezeným kolísáním statické hladiny podzemní vody.

Vrtný průzkum ve Vápenné – Lesní čtvrti dokazuje, že v této dílčí substruktuře hydrogeologické struktury ramzovského nasunutí těsně vedle sebe koexistují dva krasové kolektory s hydraulicky oddělenými režimy, přičemž hlubší zvodněný krasový kolektor zachycený vrtem reprezentuje značné statické zásoby podzemních vod, které nejsou zapojeny do přímého odvodnění na povrch. Při vzájemném propojení hlubokého a mělkého oběhu, pro který je příznačná úzká závislost na atmosférických srážkách, představují prameny místa přírodního odvodnění části dynamických zásob.

Vzájemnou hydraulickou komunikaci I. a II. zvodně lze dokumentovat i na příkladu sousedních vrtů v Ramzové.

Odvodnění podzemní vody hlouběji založeného oběhu tektonických pásem všech směrů se pravděpodobně realizuje v mnohem níže položených drenážních bázích. Extrémní případ hluboko založeného transferu podzemních vod představuje celá skupina Branné podél zóny ramzovského nasunutí. Odvodnění hluboko založeného puklinového systému podél ramzovského nasunutí se prostřednictvím fluviálních sedimentů děje pouze ve zcela zanedbatelné míře.

Jako infiltrační oblasti a mimořádně zranitelná místa hydrogeologické struktury ramzovského nasunutí z hlediska průniku kontaminantů do horninového prostředí nutno označit především ta území, kde přímo na povrch nebo v podloží fluviálních či deluviálních sedimentů vycházejí tektonicky porušené a zkrasovělé krystalické vápence vnějšího obalu keprnické jednotky.

VÁPENCOVÉ STRUKTURY

Staříč představuje místní drenážní bázi pro vápencové území substruktury Na Pomezí způsobující infiltrací podzemní vody do povrchového toku částečné odvodňování struktury. Obdobnou roli plní i tok Vidnavky pro substrukturu drénovanou tělesem krystalických vápenců u Vápenné. Kromě běžné skryté infiltrace podzemních vody do povrchových toků v hlavních drenážních bázích dochází i ke zjevnému odvodnění struktury soustředěnými pramenními vývěry – vyvěračkami. Další způsob odvodnění reprezentují skryté i zřetelné vývěry podzemní vody jen do bočních údolíček, která příčně protínají polohy krystalických vápenců.

Velmi důležitými hydrogeologickými krasovými fenomény jsou – kromě četných embryonálních krasových dutin a jeskyní korozního charakteru v opuštěných vápencových lomech – trvalé nebo periodické ponory toků a krasové prameny – vyvěračky. Nejvýznamnější ponory jsou dokumentovány z oblasti mezi Ramzovou a Ostružnou. Krasové vývěry jsou známe z Vápenné, sedla Na Pomezí, i z okolí Horní Lipové, kde jsou drénovány Staříčem po té, co v zakončení nejmocnějšího pruhu vápenců probíhajícího přes kótu 715 m n. m. Mramorový vrch podzemní voda vyvěrá ve vyvěračkách nedaleko říčené vrstevní Koňakové jeskyně s doloženými primárními krasovými jevy. Velmi důležitými hydrogeologickými krasovými fenomény jsou ve skupině Branné také trvalé nebo periodické ponory toků (např. Obloučník ve Ztraceném údolí, Polka neboli Ztracený potok u Vápenné či bezejmenný levostranný přítok Vidnavky nad nádražím ve Vápenné).

Specifickým rysem v krasovém hydrogeologickém prostředí krystalických vápenců skupiny Branné je nesoulad mezi hydrologickými (orografickými) a hydrogeologickými povodími, protože prostřednictvím rozpukáných a zkrasovělých vápenců dochází k regionálně založenému proudění podzemní vody napříč orografických rozvodnic. Danou skutečnost dokumentuje například právě vodárensky exploatovaná vyvěračka Na Pomezí, jejíž hydrologické povodí je velmi malé s plochou nepřesahující 25 ha, zatímco hydrogeologické povodí bude s ohledem na minimální známé vydatnosti vyvěračky činit nejméně 2 km².

Stopovací zkouškou provedenou v sedle Na Pomezí bylo zjištěno, že infiltrační oblast krasového kolektoru vápenců leží na plošinách mezi kótami Smrčnick, Kopřivný vrch a Prosečný. Vody infiltrované v této oblasti směřují k SSV do údolí horního toku Vidnavky a směrem k SSZ do Ztraceného údolí. Drenáž zajišťují krasové vyvěračky pod jeskyněmi Na Pomezí (ta odvodňuje i spodní patro veřejně přístupných jeskyní Na Pomezí a je vývěrem bezejmenného epizodického povrchového toku tekoucího od turistické chaty Na Smrčniku) a v Lesní čtvrti. Ani jeden z těchto krasových vývěrů není ovlivněn povrchovými vodami z blízkého toku Vidnavky. Stopovacími

zkouškami na Ztraceném potoce u osady Polka bylo prokázáno vějířovité proudění podzemní vody jednak k původním vyvěračkám v údolí Vidnavky mezi j. okrajem Vápenné a jejím centrem a jednak k pramenní jámkou podchycené vyvěračce jjz. od nádraží ve Vápenné, která je rovněž vývěrem bezejmenného ponorného toku tekoucího k nádraží od ZJZ. Poloha všech krasových vývěrů podzemních vod mezi sedlem Na Pomezí a Vápennou je vázána na tektonické pásmo okrajového zlomu lugika (Panoš 1960, Čurda 1997).

Druhou krasovou oblastí na území rajonu je oblast Supíkovická budovaná ssv.-jjz. protaženými pruhy šedobílých až šedomodrých jemno- i hrubozrnných krystalických vápenců (tzv. supíkovický mramor). Oproti klasickému krasovo-puklinovému hydrogeologickému prostředí krystalických vápenců skupiny Branné se liší v tom, že je podstatně méně tektonicky postižena a také tím, že pod kvartérními sedimenty se v původní podobě zachovaly formy tropického krasovění, které nebyly setřeny ani neogenní planací ani periglaciálními procesy v pleistocénu. Všechny deprese původního reliéfu byly zaplněny morénou, sandry nebo glaciakustrinními sedimenty, které se podílejí na částečném utěsnění možných krasových oběhových cest podzemní vody, což má za následek pouze střední transmisivitu tohoto hydrogeologického prostředí..

Na hydrologickém rozvodí mezi Bělou na J a Kunětičkou na S se nachází jeskyně Na Špičáku tvořená na systémech kolmo se protínajících puklin směru SV-JZ a SZ-JV. Na existenci otevřených krasových dutin s turbulentním prouděním podzemní vody ukazují stopovací zkoušky (Panoš 1960), při nichž bylo obarvením podzemních vod ve spodním patře jeskyně Na Špičáku zjištěno, že podzemní vody překračují hydrologickou rozvodnici a proudí z vrcholové části levého svahu údolí řeky Bělé ve dvou hlavních směrech, velmi rychle k S do povodí Kunětičky.

V oblasti při j. okraji Supíkovice byly prokázány dva hydraulicky samostatné puklinovo-krasové kolektory, částečně odvodňované vyvěračkami ve Velkých Kuněticích, které spolu s dalšími vyvěračkami již na polském státním území drénují větší část této hydrogeologické struktury směrem k S. Odtok podzemní vody z oblasti jeskyně Na Špičáku k S je mnohem výraznější než směrem na J.

Kromě příznivých litologických a tektonických poměrů jsou navíc vytvořeny **téměř ideální podmínky pro tvorbu zdrojů podzemních vod**, spočívající ve vysokých průměrných ročních srážkových úhrnech, časovém rozložení srážek i v nízkých průměrných ročních teplotách vzduchu potlačujících výpar. Z hlediska tvorby zásob podzemních vod se jako ideální jeví pozvolné odtávání sněhové pokrývky na konci zimního a začátku jarního období.

K odvodnění podzemní vody hlouběji založeného oběhu tektonických pásem všech směrů dochází pravděpodobně v mnohem níže položených regionálních drenážních bázích. Bělský zlom je např. povrchově odvodňován v údolí Javoříckého a Bystrého potoka a sz. od Videlského sedla. Extrémní případ představuje zóna ramzovského nasunutí, jejíž regionální odvodnění je možné prokázat až v údolí Moravy u Olšan na J nebo u Vápenné na S (Řezníček et al. 1990).

Též drakovské kvarcity tvoří významné kolektory směru SV-JZ v oblasti sz. od Rejvízu mezi Bílými skalami, Bílým kamenem a Zadním vrchem. Podél jejich kontaktu s horninami okolního krystalinika je soustředěna celá řada vývěrů podzemních vod, které indikují styk kvarcitů s amfibolity jesenického amfibolitového masivu (např. tzv. Bublavý pramen). Zvětraliny a hrubé klastické sutě kvarcitů vytvářejí poměrně mocné polohy se silnou až velmi silnou propustností, které umožňují velmi dobrou infiltraci srážkových vod. Rovněž v kvarcitovém pruhu v sz. části pláště žulovského masivu byla prokázána existence řady pramenů, které jsou dokladem intenzivního zvodnění kvarcitů. Výdatnost

pramenů se pohybuje kolem 0,5 až 1,2 l/s, přičemž některé jsou podchyceny staršími pramenními jámkami pro supíkovický vodovod.

Kvantitativní ocenění **hydraulických parametrů** velké části puklinového kolektoru hydrogeologického masivu muselo být vzhledem k absenci hydrogeologických vrtných prací na většině území HGR 6431 provedeno na základě kvalifikovaného odhadu. Při použití klasifikace Krásného (1986) lze většinu takto vrtně hydrogeologicky neprozkoumaného hydrogeologického masivu označit za prostředí s nízkou transmisivitou, vytvářející předpoklady pro menší odběry pro místní zásobování. V místech rozšíření kvartérních sedimentů na sv. úpatí Rychlebských hor lze očekávat výskyt prostředí se střední transmisivitou, které by teoreticky mohlo vytvářet vhodné podmínky pro uskutečňování větších odběrů pro místní zásobování menších obcí.

Z dostupných výsledků hydrogeologických vrtů lze vyvodit, že ruly, migmatity i amfibolity mají většinou nižší propustnost než kvarcity, erlany a kvarcitické ruly. Většinou samostatný hydrogeologický režim vykazují křemenné či pegmatitové žíly. Značná nerovnoměrnost zvodnění grafitických rul je dána zatěsněním četných puklin a mylonitizovaných zón grafitem a biotitem.

Zvlášť významně se na propustnosti hydrogeologického masivu podílí tektonické porušení hornin, především průběh některých puklinových nebo mylonitizovaných zón doprovázejících zlomová pásma směřů SZ-JV. Hydrogeologicky jsou významná i některá násunová pásma a kontakty drakovských kvarcitů s okolními horninami. Z hlediska hydrogeologie je možno za nejvýznamnější považovat poruchové pásmo okrajového zlomu lugika, směřující od Javorníka přes Vápennou a Lipovou do údolí Bělé a dále k JV, a zónu ramzovského nasunutí. Na nejednoznačnou hydrogeologickou roli nejen těchto zlomových pásem ukazují výsledky některých hydrogeologických vrtů situovaných právě na tektonických zónách: průzkumný hydrogeologický vrt H-14 situovaný z. od Uhelné v místě pravděpodobného průběhu okrajového zlomu lugika vykázal jednotkovou specifickou vydatnost vyšší než 1 l/s.m, zatímco jednotková specifická vydatnost 3,5 km vzdáleného jímacího vrtu BE-2, situovaného na stejném poruchovém pásmu jv. od Bergova, nepřesáhla 0,03 l/s.m.

Ve srovnání s tektonicky neporušeným hydrogeologickým masivem vykazují větší úspěšnost hydrogeologické vrty situované do poruchových pásem: např. jímací vrt HL-1 Horní Lipová situovaný na výrazné tektonické poruše probíhající údolím horního toku Staříče dosáhl jednotkové specifické vydatnosti přes 3 l/s.m, aniž by se na přítoku podzemní vody do vrtu podílel kolektor štěrku údolní nivy Staříče nebo průzkumný vrt HV-103 v Homí Lipové na křížení téže tektonické zóny s ramzovským nasunutím s jednotkovou specifickou vydatností 2,5 l/s.m.

Filtrační vlastnosti většiny nekarbonátových hornin skupiny Branné jsou z vodohospodářského hlediska neperspektivní a ve smyslu klasifikace hornin podle transmisivity (Krásný 1986) spadají do IV. až V. třídy s nízkou až velmi nízkou transmisivitou. Pouze vápencová tělesa tvořící výrazný směrný stavební prvek mohou být zkrasovělá a jejich transmisivita může být vysoká až velmi vysoká, charakterizovatelná možnými soustředěnými odběry středního až regionálního vodohospodářského významu.

Mimořádný hydrogeologický význam krystalických vápenců skupiny Branné dokumentují výsledky vrtu HV-102 Vápenná-Lesní čtvrť (Řezníček et al. 1990). Vrt, který byl situován v místě přírodní drenáže podzemních vod hlubšího oběhu při vyústění Ztraceného údolí do údolí horního toku Vidnavky poblíž krasové vyvěračky Lesní čtvrť, prošel do konečné hloubky 33 m krystalickými silně tektonicky porušenými vápenci. Při hloubení vrtu HV-102 a následné čerpací zkoušce došlo k výraznému poklesu vydatnosti (ze 7,9 l/s na 2,1 l/s) nedaleko ležící krasové vyvěračky. S ohledem na

vysokou specifickou vydatnost vrtu, který slouží k jímání podzemní vody pro Vápennou, je možno s touto oblastí, počítat pro další vodohospodářské využití.

Extrémní filtrační nehomogenitu hydrogeologického prostředí krystalických vápenců skupiny Branné dokládá porovnání výsledků výše zmíněného vrtu HV-102 s výsledky vrtu HV-101, který je situován jen několik metrů od vrtu HV-102. Vrt HV-101 zastihl do hloubky 76,1 m tektonicky neporušené krystalické vápence, které bylo možné v etáži pod 26 m pokládat za nepropustné.

Hydrogeologicky významné poruchové pásmo směřuje od Adolfovic údolím Šumného potoka kolem kóty 1022 Ostruha do údolí Bílého potoka a Střední Opavy a dále k JV do údolí Opavy u Nových Heřmínov. Neméně významné je i pásmo bělského zlomu probíhající od Domášovského kopce (kóta 663 m n.m.) přes Filipovice a Bělou do Karlovy Studánky a dále k JV. Na nejednoznačnou roli nejen těchto zlomových pásem ukazují výsledky některých hydrogeologických vrtů situovaných na tektonických zónách vysoká vydatnost a zastižené výstupní cesty CO₂ u vrtů S-5 a S-2A v Karlově Studánce (Pelikán et al. 1962) oproti jílovitou hmotou zatěsněné tektonické zóně téhož zlomového pásma zastižené vrtem S-6 v Karlově Studánce. Ve srovnání s tektonicky neporušeným hydrogeologickým masívem vykazují větší úspěšnost hydrogeologické vrtu situované do poruchových pásem: např. vrt HVĚ-1 na parkovišti Hvězda nad Karlovu Studánkou nebo vrt HG-2 Ovčárna, který na rozdíl od předešlých negativních vrtů HG-1 a HG-1a prošel tektonickým kontaktem desenské a vrbenské skupiny.

Na východním okraji HGR 6431 horniny desenské a vrbenské skupiny a rejvízské série silezika nemají s výjimkou heřmanovických vápenců i přes značnou petrografickou odlišnost zastoupených typů velké rozdíly v propustnosti. Mechanické vlastnosti hornin nejsou z hydrogeologického hlediska příznivé, a tak případné zvodnění sleduje především systémy tektonických poruch. Určitou anomálii představuje styčná zóna vrbenské skupiny a andělskohorského souvrství, významná z hydrogeologického hlediska vyšším stupněm tektonického porušení, které umožňuje hlubší dosah připovrchové zóny rozpukání a rozvolnění hornin, a výskytem krystalických a písčitých heřmanovických vápenců, u nichž se projevují rovněž prvky krasovo-puklinové porozity. Dosah zkrasování byl prokázán až do hloubek kolem 400 m (s. od příčného zlomu oddělující ložisko Zlaté Hory Jih od ložiska Kozlín).

PÁNEVNÍ ZVODNĚLÝ SYSTÉM

Do HGR 6431 jsou v jeho s. části začleněny i glacigenní sedimenty Žulovské pahorkatiny a Zlatohorské vrchoviny, které tvoří pánevní vícekolektorový systém. Zřejmě se jedná o jeden vzájemně komunikující systém nepravidelně rozšířených průlinových kolektorů a izolátorů.

V podloží kvartérních sedimentů sv. od okrajového zlomu lugika se v okolí Uhelné, na Vidnavsku a Javornicku vyskytuje až 250 m mocný komplex nepravidelně se střídajících průlinových kolektorů a mezilehlých izolátorů neogénu (střídání písků a jílu).

Terciární sedimentace ve vidnavské pánvi se vyznačuje marinním pelitickým vývojem. Dosahuje mocností od několika desítek metrů do více než 250 m a sedimenty neogénu jsou s výjimkou Pelnářova lomu v Uhelné známy pouze z vrtů.

Nejúplnější informace o kvantitativních hydrogeologických parametrech neogénu v podloží kvartérních sedimentů pocházejí z území mezi státní hranicí a Bernarticemi sv. od okrajového zlomu lugika, neboť do této oblasti byla soustředěna pozornost průzkumu vedeného Maceškou et al. (1984).

Hydrogeologický strukturální jímací vrt HV-6 hluboký 230 m zastihl pod 10 m mocnými kvartérními štěrky komplex nepravidelně se střídajících štěrkopísčitých a jílovitých poloh a ani v konečné hloubce spolehlivě neověřil krystalinické podloží. Po vystrojení vrtu s perforovanými úseky v neogénu (včetně odtěsnění do hloubky 60 m) byla provedena čerpací zkouška, při níž bylo maximální vydatnosti 1,13 l/s docíleno při snížení hladiny podzemní vody o 49,2 m a která tedy prokázala relativně nepříznivé hydraulické vlastnosti neogénu - koeficient filtrace (k_f) $1,3 \cdot 10^{-7}$ m/s, koeficient transmisivity (T) $2,2 \cdot 10^{-5}$ m²/s. O řád příznivější hydraulické parametry byly zjištěny na sousedním 30 m hlubokém vrtu HV-6a, Jeho profil a výsledek čerpací zkoušky prokázaly, že zajišťování svrchních poloh neogénu je podstatně menší než v hlubších polohách.

Vrt HV-5 s. od osady Dolní Fořt byl vystrojen pro exploataci kolektorů v neogenních sedimentech (včetně zapažnicové cementace kvartéru). Jako jediný z hydrogeologických vrtů v okolí Javorníka měl pozitivní výtlačnou výšku hladiny podzemní vody 2,5 m nad terénem. Zjištěné hodnoty $k_f = 4,5 \cdot 10^{-7}$ m/s a $T = 2,8 \cdot 10^{-5}$ m²/s dávají předpoklady pro využití vrtu k vodovodnímu zásobování. Mělký vrt - dvojče HV-5a s otevřeným úsekem 21 až 27 m (písky a štěrky kvartéru) - ověřil poloviční vydatnost (0,56 l/s) oproti vrtu HV-5.

Vrt HV-8 Bílý Potok hluboký 88 m měl velmi nepříznivé hydraulické vlastnosti neogénu - $k_f = 1,56 \cdot 10^{-8}$ m/s, $T = 1,33 \cdot 10^{-7}$ m²/s.

Naopak vrt HV-3 hluboký 200 m prokázal relativně příznivé hydraulické vlastnosti neogénu - $k_f = 5,7 \cdot 10^{-7}$ m/s, $T = 8,2 \cdot 10^{-5}$ m²/s. O řád nižší hydraulické parametry byly zjištěny na sousedním 30 m hlubokém vrtu HV-3a.

Celou mocnost neogénu provrtal vrt HV-7. Pod 29 m mocným pokryvem kvartérních písčitých štěrků ověřil až do hloubky 272 m střídající se polohy jílu a písků, v jejichž podloží se až do konečné hloubky vrtu 284,9 m nalézá kvarcit. Vrt byl vystrojen pro exploataci zvodně v neogenních sedimentech. Zjištěné hodnoty $k_f = 3,9 \cdot 10^{-7}$ m/s a $T = 9,2 \cdot 10^{-5}$ m²/s dávají předpoklady pro využití pro vodovodní zásobování. Mělký vrt - dvojče HV-7a s otevřeným úsekem 23 až 27 m (písky, štěrky) nebyl pro řádově nižší hodnoty hydraulických parametrů doporučen k využití.

Při převládajícím subhorizontálním uložení sedimentů neogénu je vertikální složka infiltrace značně omezena mezilehlými polohami pelitů. Dotace z krystalinika přes okrajový zlom lugika je vlivem jeho částečného zatěsnění rovněž redukována, a tak specifické vydatnosti hlubokých hydrogeologických vrtů v javomickém výběžku nepřesahují desetiny l/s.m. Nárůst podílu pelitické složky směrem k bázi neogenní sedimentace a absence bazálních klastických sedimentů má za následek i to, že se na styku s kaolinizovaným podložním žulovským masivem nevytváří kolektor. Hladina podzemní vody jednotlivých navzájem oddělených kolektorů je mírně napjatá s převažující negativní výtlačnou úrovní.

Kolektory v neogenních sedimentech jsou vrtně ověřeny i na ssv. okraji Vidnavy v jímacím území Krasov. Mezi skupinou jímacích vrtů s hloubkami do 40 m dominuje 250 m hluboký vrt VH-1 (Ulahel 1989), který ani nedosáhl krystalinického podloží. Vrtem byla v mnohonásobně se střídajících písčitých a štěrkovitých kolektorech neogénu ověřena napjatá hladina podzemní vody s pozitivní výtlačnou úrovní - přetok podzemní vody pro neogenní kolektory typického chemismu Na-HCO₃Cl typu dosahoval v úrovni terénu 0,2 l/s.

Přibližně stejně početné skupiny vrtů (11 vrtů z Javornicka a 13 vrtů z Vidnavska) vykazují nápadně velkou odlišnost v průměrném indexu transmisivity Y. Ta dosahuje na Javornicku hodnoty $Y=4,47$, zatímco na Vidnavsku $Y=5,96$. Při detailním hodnocení geologických profilů vrtů z okolí Vidnavy

však nelze u několika nejvydatnějších vrtů vyloučit přítok podzemní vody do jímacích vrtů z kolektoru nadložních pleistocenních sedimentů.

V místech rozšíření **kvartérních sedimentů** na sv. úpatí Rychlebských hor a Žulovské pahorkatiny (hlinité, písčité až balvanité štěrky) lze očekávat výskyt hydrogeologického prostředí s nízkou (průměrná hodnota indexu transmisivity $Y=4,9$ Čurda 1992) až střední transmisivitou, které by teoreticky mohlo vytvářet vhodné podmínky pro uskutečňování odběrů podzemní vody pro místní zásobování skupin usedlostí nebo malých obcí. Nejpriznivější hydraulické parametry kvartérních sedimentech ověřil 10 m hluboký vrt H-14 sz. od Uhelné, jehož specifická vydatnost přesáhla 1 l/s.m. Pozice tohoto vrtu v zóně okrajového zlomu lugika by spolu s uvedenou specifickou vydatností mohla dokládat dotaci z této tektonické zóny. Příznivé hydraulické parametry kolektoru v kvartérních sedimentech ověřil též 25 m hluboký vrt v areálu Osevy v. od Bernartic (Kliment 1990a), jehož specifická vydatnost je 0,3 až 0,4 i/s.nr. Naopak převážně nízkou transmisivitou je možno klasifikovat prostředí ověřené vrty H-9 Bernartice a H-10 Pavlínka (50 m štěrku). Nízkou transmisivitu má hydrogeologické prostředí glaciálních sedimentů z. od Mikulovic ověřené např. vrtem H-2 Mikulovice (ca 56 m štěrku). Hlinité a prachovité písky až písčité hlíny zastižené vrtem H-11 u osady Chlum v mocnosti kolem 20 m vykazují velmi nízkou transmisivitu ($Y=3,95$).

Kolektory v kvartérních sedimentech komunikují v přírodním stavu s podložími kolektory neogénu pouze v ojedinělých případech (vrty HV-7 a HV-7a s. od Javorníka, Maceška et al. 1984), jinak se nevytváří souvislá zvědeň v kolektorech neogénu a kvartéru. Hladina podzemní vody většiny kolektorů kvartérních sedimentů je volná.

Průlinové kolektory ve fluvialních sedimentech Vidnavky, Vápenného potoka, Staříče a Ondřejovického potoka jsou z regionálního hlediska nevýznamné. Výrazně širší údolní niva je vyvinuta pouze v údolí řeky Bělé.

Předpokládaný příznivý hydrologický vliv rejvízského rašeliniště na regulaci průtoků v Černé Opavě nebyl výzkumem prováděným v letech 1962 až 1967 potvrzen (Galgánek 1987). Hynie (1948) předpokládá, že rašeliniště vzniklo v místě ploché deprese po vyklizení glaciálních sedimentů. Hloubku jezírka udává na 16,8 m a podle radioaktivity kolem 40 Bq/l soudí, že rašeliniště je dotováno podzemní vodou z podložních drakovských kvarcitů.

MINERÁLNÍ VODY

Na Bělském zlomovém pásmu, které ve svém jihovýchodním prodloužení směřuje až do oblasti mladovulkanického centra Roudného, dochází k oběhu a posléze i výstupu pramenů studených prostých kyslíků i více mineralizovaných vod využívaných od 18. století k lázeňským účelům pro léčbu chorob cest dýchacích, léčbu nemocí cévních, srdečních a léčbu pohybového aparátu v lázních Karlova Studánka. Mimo oblast Karlovy studánky nacházíme vývěry uhličitých vod též v obcích Dolní Moravice, Ludvíkov, Karlov a Suchá Rudná. Od mladovulkanického centra Roudného přiváděn plynný CO_2 , který sytí podzemní vody infiltrované ze srážek. K výstupu minerálních vod dochází jak po této tektonické linii, tak i po rozptylových cestách tvořených žilami metabazitových hornin (diabasů), které mají podstatně vyšší propustnost než okolní fylity. Podzemní vody mělkého oběhu mají celkovou mineralizaci do 100 mg/l, vody z větších hloubek až 1500 mg/l. Minerální voda jímáná v této oblasti je v podstatě jednoho hydrochemického typu, a to kalcium-hydrogenkarbonátová. Rozdílná je celková mineralizace, obsah volného CO_2 a Fe^{2+} .

Minerální vody v **Karlově Studánce** (z hlediska dříve platné ČSN 86 8000 jde o uhličitě, hydrogenuhlíčitanové, vápenato-hořečnaté, slabě mineralizované, železnaté, studené, hypotonické minerální vody) jsou známy již několik století, ale větší popularitu získaly až ve století osmnáctém.

Tab. 4-6. Přehled hydrogeologických objektů ve zřidelní oblasti Karlova Studánka

Objekt	Hloubka m	CO ₂ mg/l	Fe ²⁺ mg/l	celková mineralizace mg/l	Jiné informace
		maximální hodnoty			
Maxmilián	1,35	2500	11,5	520	nejstarší pramenní jímka - likvidována
Vilém	3,30	2000	34,0	292	likvidovaná pramenní jímka
Karel					pramenní jímka bez údajů
Bezejmenný	2,02	2900	4,7	440	likvidovaná pramenní jímka
Antonín	1,70	2000	27,0	359	likvidovaná pramenní jímka
Trubkový pramen	?	1000	9,46	257	likvidovaná pramenní jímka, původně s přetokem
Norbert	10,0	3000	12,5	499	pramenní jímka po rekonstrukvi, tč. nevyužita
S-1	70,0	2500	14,5	745	likvidovaný vrt
S-2	80,0	2500	14,5	994	likvidovaný vrt r.1964
S-3	20,0	2500	73,0	336	likvidovaný vrt r.1964
S-1A	101,5	2500	53,0	837	původní jímací vrt, likvidován
S-4	76,5	1860	280,0	336	likvidovaný vrt
S-5	122,5	3300	49,5	1359	likvidovaný šikmý vrt
S-6	151,8	1051	17,6	398	likvidovaný vrt r.1964
S-2A	126,0	2732	11,76	1045	jímací vrt, přetok 20 m ³ za den
S-7	117,0	3340	10,17	1008	jímací vrt Vladimír, přetok 40 m ³ za den
Hg-1 až Hg-11	9,0 až 31,0	3000 (Hg-1)	179,2 (Hg-9)	1540 (Hg-1)	Zlikvidované průzkumné vrty zjišťující rozsah rozptylu minerálních vod v kvartérních sedimentech

Komplexní rešeršní zhodnocení celé zřidelní struktury v rámci prací na sestavení Informačního systému minerálních vod obsahuje zpráva Pelikána et al. (1987). Původní jímací objekty Maxmilián, Vilém, Bezejmenný, Antonín, Karel, Trubkový a Norbert byly vybudovány v 19. a začátkem 20. století. Zachycovaly mělkými pramenními jímkami v kvartérních sedimentech rozptýlené minerální vody. Uvedené původní jímací objekty s výjimkou zdroje Norbert nebyly pro zřidelní oblast po odvtání hlubokých jímácích vrtů významné a proto byly likvidovány.

Celkový režim minerálních vod zřidelní oblasti Karlovy Studánky lze souhrnně charakterizovat těmito zákonitostmi:

1. Veškerá voda je atmosférického původu, infiltruje na svazích Hrubého Jeseníku a proudí směrem do údolí Bílé Opavy.
2. Cyklické změny úrovní hladin (vydatností) a obsahu CO₂ jsou závislé na velikosti atmosférických srážek. Nejvyšších úrovní hladin, resp. vydatností je dosahováno v období březen - květen po jarním tání.
3. Minerální voda nemá přesně vymezené pásmo tvoření vzhledem k tomu, že je zde značný nadbytek CO₂ oproti množství vody. Minerální vody se tvoří ve větších hloubkách, kde se plyn dostává do styku s vodou. Část minerálních vod pak vzniká při bázi kvartérních sedimentů.
4. V hydrogeologické struktuře lze rozlišit:
 - A) Hlavní výstupní zónu, kterou představuje tektonická zóna bělského zlomu (směr SSZ-JJV) nejméně 20-30 m široká, která ovlivnila velmi významně geomorfologii údolí. (Nejhlubší část

údolí se nachází pod pravým svahem, kde suti dosahují mocnosti přes 50 m). Její silná propustnost byla ověřena vrtem S-5.

B) Hlavní rozptylové cesty, tvořené žilami metabazitových hornin (diabasů), které probíhají směrem SV-JZ pod úklonem 45° k JV, tj. téměř kolmo na směr hlavní tektonické linie. Tyto horniny mají podstatně vyšší propustnost než okolní fylity. Jejich původní puklinová porozita byla ještě zvýšená rozkladem a hydrolyzou některých minerálů.

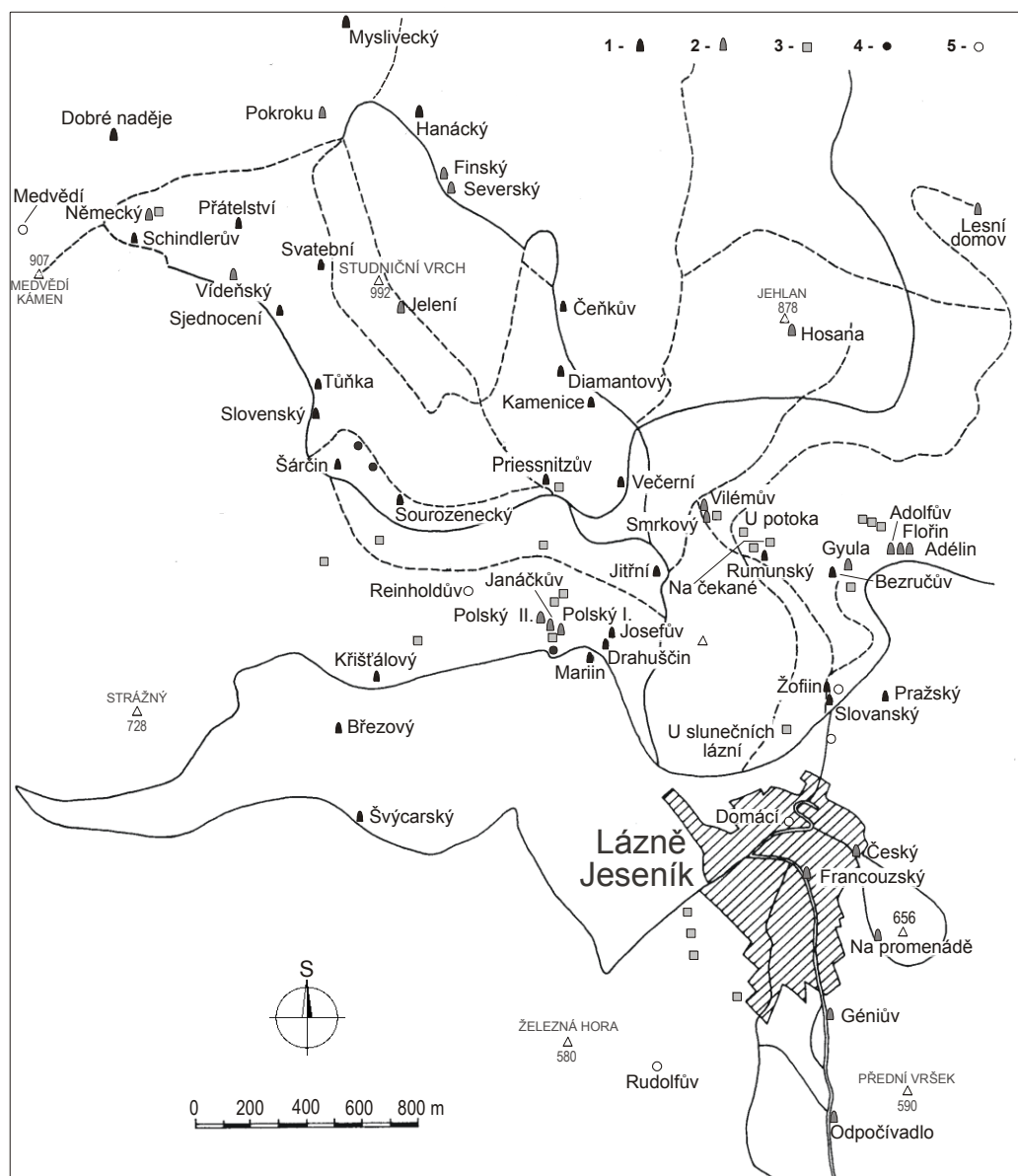
C) Podružné rozptylové cesty, jimiž jsou kvartérní sedimenty. V důsledku nadbytku CO₂ uniká suchý plyn až do sutí, kde sytí prosté vody.

5. Minerální i prosté podzemní vody jsou ve vzájemné hydraulické spojitosti.

Při hodnocení chemismu podzemní vody zřidelní struktury Karlovy Studánky byl kladen důraz především na hodnoty celkové mineralizace, obsahu CO₂ a Fe²⁺. Tyto parametry patří k důležitým kritériím chemických vlastností uhličitých minerálních vod. Jejich hodnoty jsou v úzké souvislosti s hydrogeologickou pozicí každého zdroje kyselky. Nejvyšší hodnoty celkové mineralizace je možné sledovat u všech jímacích objektů, které zastihly hlavní výstupní nebo hlavní rozptylovou cestu. K těmto objektům patří vrty Hg-1, S-5, S-7 a S-1, S-1A, S-2, S-2A a zdroj Norbert. Celková mineralizace jejich vody se pohybovala většinou v rozmezí 1000-1500 mg/l. Je zřejmé, že tyto vrty jímaly a jímají podzemní vodu hlubokého oběhu. Vrty na hlavní výstupní cestě dosahují průměrně ještě vyšších hodnot celkové mineralizace než vrty na rozptylových cestách. Lze předpokládat, že vrty na hlavní tektonické zóně bělského zlomu jímají vodu s nejhlubším oběhem. Většina starých původních zdrojů, které zachycovaly vodu na podružných rozptylových cestách v kvartérních sedimentech, měla hodnotu celkové mineralizace minerální vody v rozmezí 300-600 mg/l. Podzemní voda mělkého oběhu zachycená již mimo oblast rozptylu minerálních vod (vrty Hg-2, Hg-6, Hg-8 a Hg-10) je charakteristická nízkou celkovou mineralizací 100 mg/l.

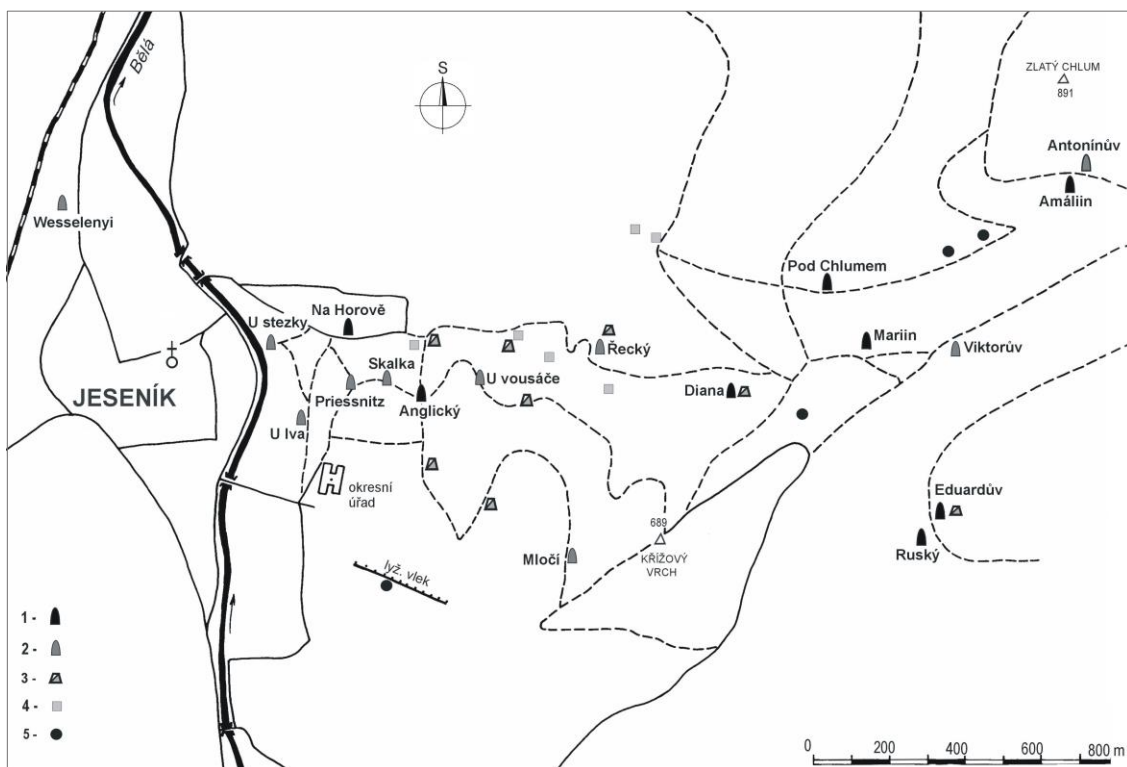
Na území HGR 6431 se nalézají (nalézaly) další dvě **místa s lázeňským statutem**, Lázně Jeseník a Lipová-lázně, kde se však - kromě jiného - balneologické procedury opírají pouze o využití prostých podzemních vod.

Lázně Jeseník založil kolem roku 1820 Vincenz Priessnitz, který objevil léčebné účinky **studené prosté podzemní vody**. Tato prostá podzemní voda v minulosti vyvěrala v přibližně padesáti upravených pramenních vývěrech na svazích Studničního vrchu a Jehlanu (Obr. 4-9) a ve dvaceti pramenech na úbočích Křížového vrchu a Zlatého Chlumu (Obr. 4-10). Tyto romantické, často i umělecky cenné pramenní pomníčky vytvářejí v bezprostředním jesenickém okolí unikátní soubor staveb, které svou početností nemají v České republice obdoby. K zachycení pramenních vývěrů a stavbě pomníků byl využíván především místní materiál - krystalické vápence ze supíkovické oblasti a tzv. slezská žula, popř. symetrické neopracované bloky kvarcitů. Mnozí význační lázeňští hosté pokládali za čest, když mohli zachycení pramene financovat, případně svůj dík za úspěšnou léčbu vyjadřovali i stavbou pomníků nad pramenním vývěrem (např. prameny Český, Polský, Francouzský, Slovenský, Rumunský aj.). Podle genetického typu možno označit většinu pramenů v okruhu lázní za suťové prameny kombinované s prameny puklinovými. Zvyšující se podíl přítoku podzemní vody z průlinového kolektoru deluviálních, převážně hlinitokamenitých sedimentů, uloženého mělce pod povrchem, se projevuje rostoucí rozkolísaností vydatnosti a teploty podzemní vody příslušného pramene.



Obr. 4-9 Významné prameny prosté podzemní vody v oblasti Lázní Jeseník

(1 – pramenní pomníček s výtokem podzemní vody; 2 – pramenní pomníček bez výtokem podzemní vody; 3 – vodárenská pramenní jímka; 4 – jiným způsobem podchycený pramenní vývěr s výtokem podzemní vody; 5 – jiným způsobem podchycený pramenní vývěr bez výtokem podzemní vody) (Čurda in Müller ed. 2004).



Obr. 4-10. Významné prameny prosté podzemní vody v oblasti Křížového vrchu a Zlatého Chlumu

(1 – pramenní pomníček s výtokem podzemní vody; 2 – pramenní pomníček bez výtokem podzemní vody; 3 – vodárenská pramenní jímka; 4 – vodárenská štola/jímací zářez; 5 – soustředěný nepodchycený vývěr podzemní vody) (Čurda in Müller ed. 2004).

4.4. HYDROCHEMIE

Nízká hustota osídlení a malý stupeň antropogenního využití krajiny se dosud příznivě promítají do kvality infiltrujících vod, které až na nepatrné výjimky nejsou bodově kontaminovány.

Podzemní vody na většině území HGR 6431 mají obsahy nejdůležitějších nežádoucích složek hluboko pod limitními kritérii a lze je pro účely veřejného zásobování pitnou vodou využívat bez předchozí technologické úpravy pouze po hygienickém zabezpečení. Jejich předností jsou velmi nízké hmotnostní koncentrace iontů silných anorganických kyselin, což je zvláště důležité u obsahů dusičnanů nepřevyšujících 15 mg/l. V krystalinických horninách dominují podzemní vody kalcium-hydrogenuhličitanového (Ca-HCO_3) chemického typu. Lokálně se vyskytují vody s podílem hořčíku nebo síranů (Mg-HCO_3 , Ca-SO_4 a Mg-SO_4), výjimečně pak i typ natrium-sulfátový (Na-SO_4). Celková mineralizace je převážně nízká a kolísá v rozmezí 70–280 mg/l, jen zřídka přesahuje hodnoty 500 mg/l.

Poněkud odlišný chemismus se projevuje u podzemní vody některých krasových vyvěraček. Pokud odvodňuje krasovo-puklinový kolektor chemicky čistých krystalických vápenců, jako např. vyvěračka v sedle Na Pomezí, má to za následek zvýšenou celkovou mineralizaci podzemní vody (až 300 mg/l) a výrazně dominantní postavení vápníku v kationtové části. V hlubších zónách se zvyšuje obsah železa, manganu, síranů i celkové mineralizace v důsledku komunikace podzemních vod s horninami krystalinika, kde se vyskytují různé typy zrudnění.

Podzemní vody hlouběji uložených puklinových kolektorů nekarbonátového hydrogeologického masivu, ověřené hlubokými hydrogeologickými vrtly v okolí Bobrovníka (Řezníček - Kuklová - Aichler 1994), mají většinou napjatý režim proudění s pozitivní piezometrickou úrovní (např. u 400 m hlubokého vrtu BVJ-303 až 290 kPa). Jejich teplota nepřevyšuje 11,5 °C, což dokumentuje hloubku založení jejich oběhu do 200 m pod terénem, která je potvrzena výskytem volných puklin v hlubokých průzkumných vrtech přibližně do této hloubkové úrovně. Zastižené podzemní vody náleží k silikátogenním podzemním vodám, jejichž chemismus prodělává s narůstající hloubkou výraznou metamorfózu. V závislosti na době zdržení podzemní vody v hydrogeologickém prostředí se mění poměr zastoupení Na/Ca přičemž se formují vody Na-HCO₃ typu s celkovou mineralizací nepřevyšující 0,3 g/l.

V chemickém složení podzemních vod nekarbonátového hydrogeologického masivu se výrazně projevuje vliv jejich oběhu v mělkém kolektoru připovrchové zóny rozpukání a rozvolnění hornin bez výrazných vazeb k jednotlivým petrografickým typům hornin. Jde o podzemní vody rychlého oběhu, chemismem blízké složení vod atmosférických srážek. Typická je velmi nízká celková mineralizace (okolo 50 mg/l) vody jsou měkké (tvrdost do 1,5 mval/l) s nízkými koncentracemi hydrogenuhličitánů. Podzemní vody kolektoru vyvinutého v drakovských kvarcitech jsou mimořádně nízké celkově mineralizované a extrémně měkké, což svědčí o jejich velmi rychlém oběhu. Směrem do podhůří pod úroveň ca 750 m n. m. mírně roste celková mineralizace i tvrdost podzemní vody, delší dobu oběhu signalizují i zvýšené koncentrace hydrogenuhličitánů. Podzemní vody kolektorů jesenického amfibolitového masivu se projevují zvýšenými koncentracemi železa, manganu a hořčíku a rovněž zásaditým pH.

Pro většinu oblasti rozšíření nekarbonátového hydrogeologického masivu je typický deficitní obsah vápníku, hořčíku a hydrogenkarbonátů v podzemních vodách, které je třeba před případným využíváním pro pitné účely alkalizovat a obohacovat vápníkem a hořčíkem (např. využitím filtrů z vápencové drti).

Podzemní vody hlouběji uložených neogenních kolektorů jsou většinou charakteristického typu Na-HCO₃Cl s celkovou mineralizací od 0,15 do 0,4 g/l. S výjimkou zvýšených koncentrací manganu (od 0,14 do 1,9 mg/l) a nízkých obsahů vápníku a hořčíku (Ca+Mg <1 mmol/l) ve všech vrtech a ojediněle vyšších obsahů železa (max. 15,7 mg/l) vyhovují podzemní vody kolektorů neogénu kritériím Vyhlášky 252/2004 Sb. a tudíž je možná jejich exploatace pro účely vodárenského zásobování po nenáročných úpravárenských procesech.

Monotónní chemismus se projevuje i u podzemních vod kolektorů kvartéru s dominantním typem Ca-HCO₃. Kromě vyšších obsahů železa a manganu jsou u mělkých kolektorů dokumentovány zvýšené obsahy dusičnanů (vrt HV-1 v Javorníku až 58,5 mg/l, Paučková 1984) nebo NH₄ (vrt v Bernarticích - areál Osevy 0,27 mg/l, Kliment 1990a).

MAPY HYDROCHEMICKÝCH TYPŮ

Pro potřeby regionálního hodnocení bilancovaných hydrogeologických rajonů, případně oblastí byly jako vstupní informace využity existující výsledky chemických analýz převážně z jednorázových odběrů podzemní vody z archivu ČGS do roku 2013, dále analýzy z pramenů ČHMÚ, výsledky analýz z pramenů a nových vrtů provedených v rámci projektu za období 2013 a 2015. Mapy byly konstruovány na základě hydrochemického typu, který vyjadřuje kationty a anionty přesahující 35 mval%. Hranice 35 mval% byla zvolena pro jednoduchost chemického typu, který obsahuje jeden, nanejvýš pak dva kationty a anionty. Nižší hranice (např. 20 mval%) by pro zobrazení na mapě byla

složitá a nepřehledná. Navíc hranice 35 mval% nejlépe odpovídá Alekinovu typu, který byl použit k hodnocení chemismu na starších mapách 1 : 200 000 vydávaných Ústředním ústavem geologickým v 80. letech 20. století.

V rámci projektu byl ke všem vrtům dostupným z databáze projektu a obsahujícím chemickou analýzu podzemní vody, přiřazen reprezentující hydrogeologický kolektor (či izolátor) V rajonech základní vrstvy došlo k vyřazení vrtů s hloubkou menší než 10 m, analýz s analytickou chybou větší než 10 % a analýz s chybějící analýzou některé z makrosložek (mimo K a NO_3). Z hodnocení chemismu podzemních vod v bilancovaných rajonech byly vyřazeny všechny analýzy starší roku 1960.

Podle tohoto hodnocení v HGR 6431 převládají podzemní vody základního chemického typu Ca- HCO_3 , které v některých oblastech přecházejí k chemickým typům Ca- HCO_3SO_4 , Mg- HCO_3 případně Mg- HCO_3SO_4 . Proměnlivost chemických typů je znázorněna v Obr. 4-11.



Obr. 4-11. Chemický typ (35 meq%) podzemní vody v HGR 6431

4.5. GEOCHEMICKÝ MODEL

PRŮMĚRNÁ DOBA ZDRŽENÍ PODZEMNÍ VODY V HORNINOVÉM PROSTŘEDÍ

Hydrogeologie tradičně využívá především hydraulické metody (čerpací zkoušky, analýzu poklesu vydatnosti pramenů či průtoku povrchových toků v čase, numerické modelování „proudění vody“ kalibrované na úrovně hladin ve vrtech a průtoky). Tyto metody umožňují dobře určit hydraulickou vodivost/transmisivitu prostředí a hydraulické reakce na různé vlivy (nadměrné čerpání apod.). S výjimkou litologicky homogenních, nebo detailně litologicky charakterizovaných kolektorů však tyto metody neumožňují hodnověrný odhad rychlosti proudění podzemní vody, protože neumožňují určit efektivní pórovitost kolektorů (např. preferenčních puklinových zón). Efektivní porozita spolu s intenzitou doplňování podzemní vody ze srážek rozhoduje o rychlostech proudění podzemní vody nebo doby zdržení vody pod zemským povrchem. Střední doba zdržení (Mean residence time, Yurtsever 1983) je čas, který voda setrvává ve zvodni. V případě tritia (^3H) a ^{18}O je časem $t=0$ okamžik, kdy voda proniká pod zemský povrch. V případě plynných stopovačů se jedná o okamžik, kdy voda dosáhne nasycené zóny (v nenasyčené zóně dochází obvykle ke komunikaci s atmosférickými freony anebo SF_6). Znalost střední doby zdržení je nezbytná pro předpověď budoucího vývoje plošné kontaminace podzemní vody (např. vývoj koncentrace NO_3^- v závislosti na čase; Katz a kol., 2004). Pro zjednodušení bude v dalším textu používán termín „moderní“ voda pro vodu infiltrovanou po roce 1950 a tedy s dobou zdržení v řádu několika desítek let (např. Tykva a Berg 2004). V silně heterogenním puklinovém prostředí, kde dobu zdržení podzemní vody nelze ani zhruba odhadnout z hydraulických vlastností kolektoru je nutné použít pro určení doby zdržení stopovačů, které se pohybují spolu s vodou podzemním prostředím (např. ^3H , ^{18}O , CFC, SF_6 , ^{14}C , atd.). V projektu byly tyto stopovače použity pro určení střední doby zdržení a výsledky byly srovnány se staršími údaji.

V HGR 6431 byla koncentrace freonů 11, 12, 113 a SF_6 stanovena na pramenech Horní Lipová (R36) a Lesní Čtvrť (R37; Tab. 4-7). Střední doba zdržení zde dosahuje 10-20 let (Tab. 4-8).

Tab. 4-7. Koncentrace freonů a SF_6 změřené v Spurenstofflabor $\pm$ směrodatná odchylka

vzorek	CFC 12 (pmol/l)	CFC 11 (pmol/l)	CFC 113 (pmol/l)	SF_6 (fmol/l)
R36	4,6 $\pm$ 0,3	8,3 $\pm$ 0,9	0,51 $\pm$ 0,05	1,6 $\pm$ 0,2
R37	3,3 $\pm$ 0,2	6,4 $\pm$ 0,7	0,58 $\pm$ 0,05	2,4 $\pm$ 0,3

Tab. 4-8. Rozsah středních dob zdržení (roky) za předpokladu exponenciálního modelu podle 4 různých stopovačů

vzorek	freon 11	freon 12	freon 113	SF_6
R36	kontaminace	kontaminace	15–25	23–31
R37	< 8	< 12	< 16	11–18

Střední doby zdržení v HGR 6431 dosahují podle studovaných pramenů 10–20 let, ve vyšších polohách Jeseníků pak lze očekávat doby zdržení pod 10 let. Vyhlazený průběh hodnot ^{18}O a ^2H v pramenech v čase ukázal, že zastoupení vody s dobou zdržení pod 5 let na vodě pramenů je velmi nízké (Bruthans et al. 2006).

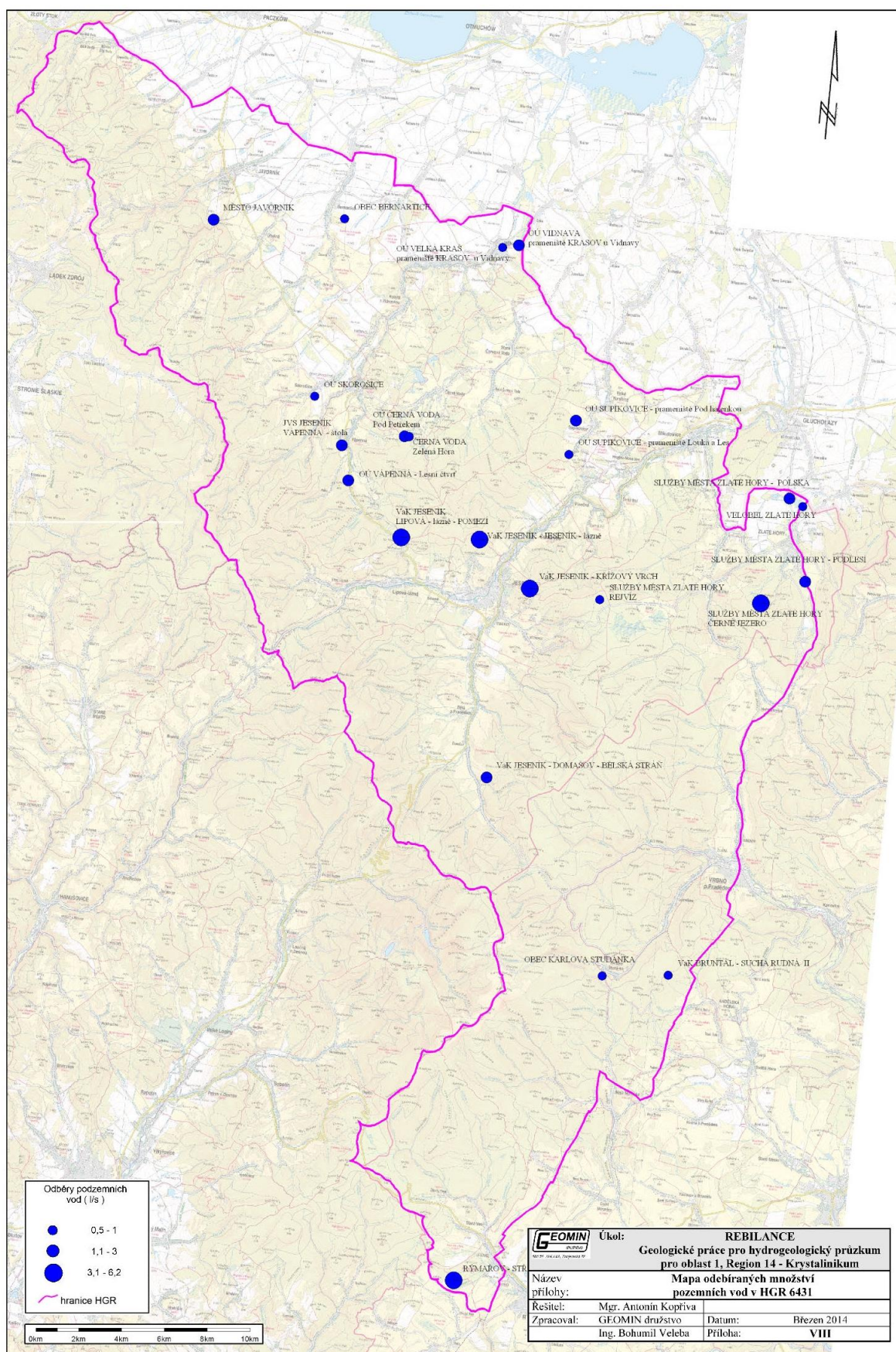
4.6. ODBĚRY PODZEMNÍCH VOD

Hodnoty čerpání podzemních vod mají zásadní význam pro hodnocení využitelných zásob, ale také pro hodnocení jejich prostorového vývoje a hodnocení výsledků PPP. Skutečný odběr byl porovnáván s povoleným odběrem tak, aby se dal zohlednit tento údaj při následujících výpočtech a jeho variantách. Toto hodnocení umožní upřesnit bilanční výpočty a podíl přetékání mezi kolektory. Zvýšená pozornost byla věnována odběrům ze zdrojů pro hromadné zásobování ve vlastnictví obcí nebo jiných soukromých subjektů. Pokud byly nalezeny nové odběrné objekty, byly doplněny do databáze.

ODBĚRY PODZEMNÍCH VOD

V oblasti HGR 6431 byly vyhodnoceny nejvýznamnější odběry podzemních vod, které byly rozčleněny do jednotlivých kategorií na základě množství odebíraných podzemních vod (průměrný odběr v l/s vypočítaný na základě odebíraných množství za rok 2012). Následně byla hlavní odběrná místa zakreslena do topografické mapy, a to včetně názvu subjektu jímajícího podzemní vody. V případě HGR 6431 byly hranice jednotlivých kategorií zvoleny v intervalech 0,5–1,0 l/s; 1,1–3,0 l/s a 3,1–6,2 l/s. Informace o povolených odebíraných množstvích nebyly pro rajon k dispozici, proto tyto nejsou vyhodnoceny.

Z aktuálních vodárenských odběrů v HGR 6431 k nejvýznamnějším patří zejména odběry podzemní vody z jímacího území Jeseník – Křížový vrch, kde z tamních objektů bylo v roce 2012 odebíráno 7,40 l/s, dále odběry z objektů jímacích území Lipová – lázně (5,61 l/s), Jeseník – lázně (5,39 l/s), Javorník – les (3,27 l/s). Relativně významné odběry podzemní vody pro zásobování obyvatel pitnou vodou v rámci rajonu jsou zaznamenávány ve Vápenné, Vidnavě, Domašově či Stříbrných horách u Rýmařova. Mapa s vyznačením jímacích území a odebíraných množství podzemních vod pro HGR 6431 je uvedena na Obr. 4-12.



Obr. 4-12. Odběry podzemních vod v HGR 6431 v roce 2012

5. KONCEPČNÍ HYDROGEOLOGICKÝ MODEL

5.1. ÚČEL KONCEPČNÍHO MODELU

Koncepční hydrogeologický model byl pro rajon zpracován s cílem formulovat základní představu o geometrii a vlastnostech kolektoru, jeho napájení a drenáži a interakci s vodním tokem. Model vychází z přiměřené generalizace geologických a hydrogeologických dat, kterou lze graficky vyjádřit. Koncepční model byl sestavován v interakci s výsledky hydrologických měření a zpracovateli hydrogeologických matematických modelů.

SESTAVENÍ MAP GEOMETRIE KOLEKTORŮ A IZOLÁTORŮ

Proběhlo sestavení map geometrie kolektorů a izolátorů, hydraulických, fyzikálních a ostatních parametrů kolektorů a hydrochemickým vlastnostem podzemní vody.

Digitální aktualizované mapy geometrie kolektorů a seznamy vrtů použitých na jejich konstrukci se nachází v datovém skladu ČGS a sloužily pro zpracování jednotlivých hydraulických modelů.

SESTAVENÍ MAP HYDRAULICKÝCH, FYZIKÁLNÍCH A DALŠÍCH PARAMETRŮ

S využitím dostupných údajů o charakteristikách horninového prostředí zájmového území z archivních vrtů byly vytvořeny mapy velikostí hodnot jednotlivých parametrů, tj. hydraulická vodivost, porozita, rychlosti proudění podzemní vody, mocnost zvodnění. Tyto mapy byly využity jako podklad pro naplňování matematického modelu. Na základě dosavadních zkušeností byly pro konstrukci map využity jen vrty, které mají jednoznačné údaje o výstroji, jinými slovy jen takové, které prokazatelně nepropojují více kolektorů a reprezentují vlastnosti popisovaného kolektoru (viz Obr. 5-1, 5-2).

ODVOZENÍ SPECIFICKÉ VYDATNOSTI A NÁSLEDNĚ TRANSMISIVITY T_1

V databázi se pro většinu vrtů nachází 1 až 5 snížení pro dané čerpané množství, resp. 1 až 5 hloubek hladin podzemní vody pro dané čerpané množství a hloubka hladiny podzemní vody před počátkem čerpací zkoušky. Z těchto dat je možné odvodit 1 až 5 specifických vydatností.

Pokud je specifických vydatností více než 1, maximální specifická vydatnost $q_{\max}$ charakterizuje daný vrt.

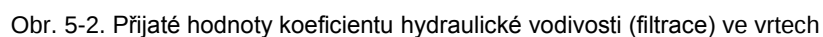
Pokud je však maximální specifická vydatnost zjištěna v „první depresi“ a zároveň je specifických vydatností více než 1 a zároveň je snížení v „první depresi“ menší než 1 m, tato specifická vydatnost z „první deprese“ nebyla uvažována jako charakteristická a byla nahrazena druhou nejvyšší hodnotou specifické vydatnosti pro daný vrt.

Pokud je hladina podzemní vody před čerpacím pokusem záporná (čili vrt je přetokový) a zároveň chybí údaj o hladině podzemní vody pro první depresi, prázdné pole bylo nahrazeno nulou (předpokládá se, že v případě přetokového vrtu hloubka hladiny podzemní vody v „první depresi“ je nula).

Transmisivita T_1 se pak vypočte:

$$T_1 [m^2 / d] = q_{\max} / 1000 * 86400$$





Koncepční model proudění podzemní vody v HGR 6431 lze shrnout v následujících bodech:

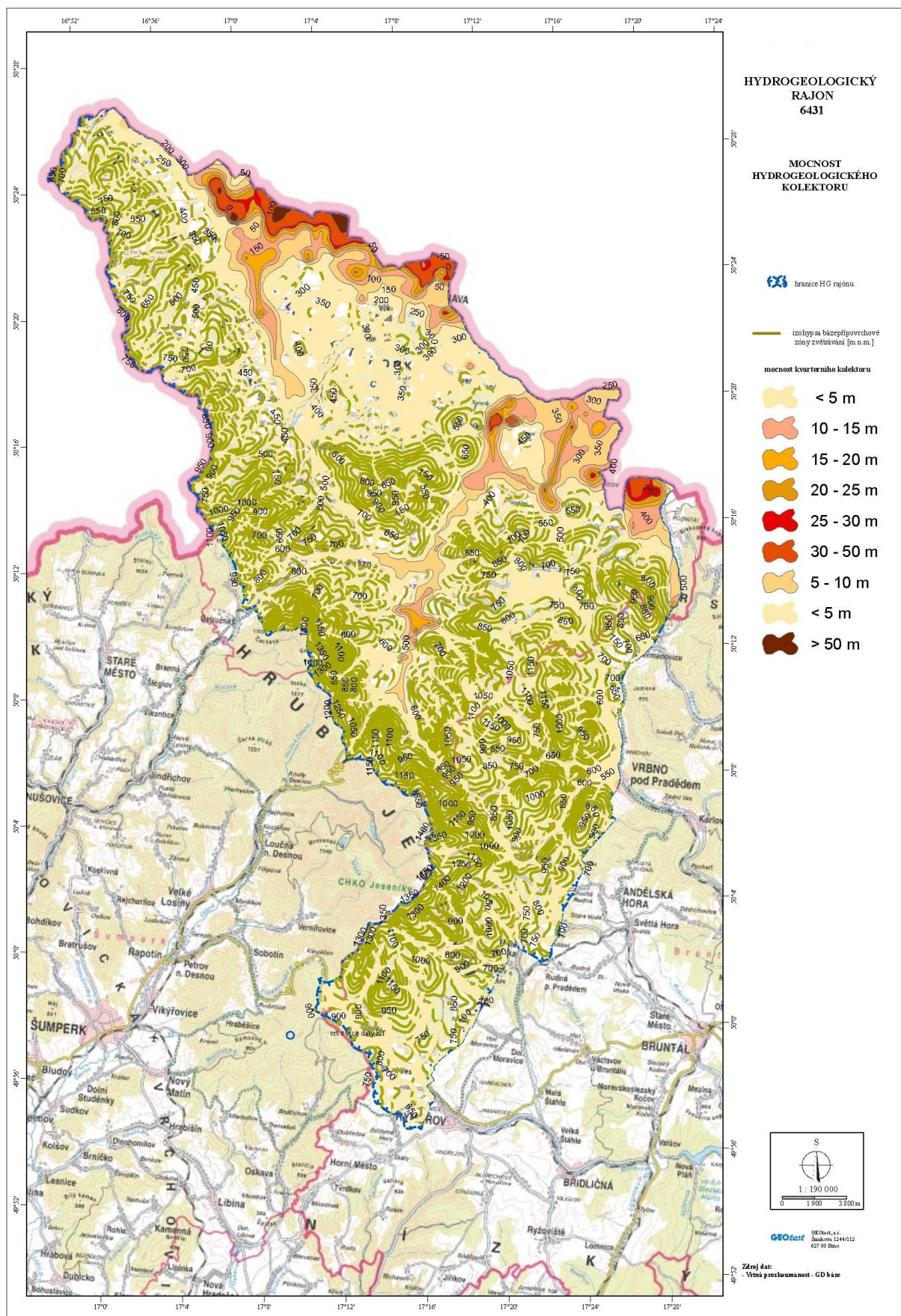
- Území HGR 6431 představuje hydrogeologický masiv s převládající puklinovou porozitou a proměnlivým průlinové porozity v připovrchové zóně.
- Hydrogeologický masiv představuje složité, heterogenní a anizotropní hydrogeologické prostředí s velmi nepravidelným rozdělením cest proudění podzemní vody a s nespojitým zvodněním.
- Plošně omezená část HGR 6431 při jeho s. hranici představuje vícekolektorový pánevní systém.
- Hodnoty koeficientu filtrace se pohybují v rozmezí $n \cdot 10^{-6}$ – $n \cdot 10^{-5}$ m/s, hodnoty koeficientu transmisivity v řádu $n \cdot 10^{-5}$ m²/s.
- Povodí povrchových toků nebo i jednotlivých malých údolí představují téměř vždy samostatné zvodnělé systémy.
- Hlavním zdrojem dotace v HGR 6431 jsou atmosférické srážky, které se výrazně podílejí na podzemním odtoku. Jejich průměrné množství pro hodnocený rajon je 914,4 mm za rok.
- K odvodnění nejčastěji v úrovni místních drenážních bází skrytě do vodních toků prostřednictvím kvartérních sedimentů.
- Bilančně významné odběry jsou soustředěny jímacích územích (JÚ) Lipová – Lázně, Jeseník – Lázně, Jeseník – Křížový vrch, Zlaté Hory – Černé jezero, Rýmařov – Stříbrné hory.

5.2. SYSTÉMOVÁ ANALÝZA OBĚHU PODZEMNÍ VODY

V území HGR 6431 je velmi složité s ohledem na jeho specifickou geologickou a hydrogeologickou charakteristiku, jakož i jeho aktuální plošné rozšíření (do rajonu jsou začleněny i glacigenní sedimenty Žulovské pahorkatiny a Zlatohorské vrchoviny) vyhodnotit klíčové faktory, nezbytné k vytvoření koncepčního hydrogeologického modelu. Jde především o interpretaci geometrie zvodněné vrstvy – její mocnost, litologické, resp. tektonické omezení, hydraulické funkce aj.

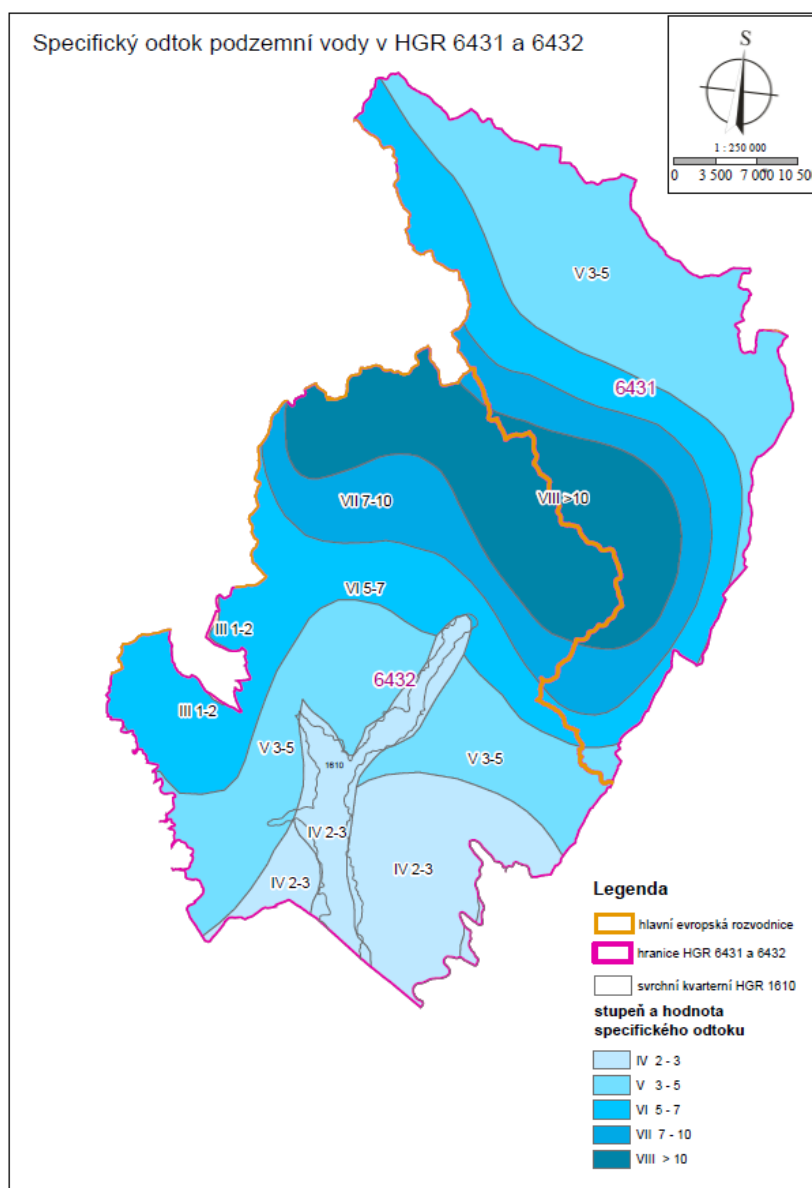
HGR 6431 v rozhodující míře zahrnuje hydrogeologický masiv vázaný na horniny krystalinika. Hydrogeologický masiv představuje oblast infiltrace a stoku, tedy oblast primární dotace pro sousední pánevní rajony. Dotace podzemní vody probíhá přímou infiltrací srážek do horninového prostředí. V horninách krystalinika se převážně uplatňuje puklinová propustnost. V místech výskytů zkrasovělých poloh krystalických vápenců převládá propustnost puklinově-krasová. Příznivější podmínky pro oběh podzemní vody v krystalinických horninách HGR 6431 jsou většinou v zóně zvětrání, v pásnu podpovrchového rozpojení hornin a v tektonicky porušených zónách a zvláště pak ve zkrasovělých polohách krystalických vápenců. Živější oběh podzemní vody s její lokální akumulací se uplatňuje v proluvialních a kvartérních štěrkopísčitých výplních údolí.

V nejsevernější části HGR 6431 vystupují glacigenní sedimenty, které tvoří pánevní systém vícekolektorový systém. Pravděpodobně jedná o jediný vzájemně komunikující korektorský systém s dílčím propojením a bez přítomnosti regionálních kolektorů či izolátorů. Mocnost pánevního vícekolektorového systému, kolektorů ve fluvialních sedimentech v údolích vodních toků a izolinie báze připovrchové zóny jsou vyjádřeny v Obr. 5-3.



Obr. 5-3. Mocnost hydrogeologického kolektoru

Podzemní odtok pro HGR 6431 byl hodnocen v rámci zpracování hydrologického modelu. Jeho průměrná hodnota pro území rajonu činí $8,66 \text{ l/s.km}^2$ (na základě hydrologického modelu). Znamená to, že pro celou plochu posuzovaného rajonu, která činí $922,9 \text{ km}^2$, celkový podzemní odtok odpovídá hodnotě $7992,3 \text{ l/s}$. Zjištěná hodnota ve srovnání s pojetím Krásného (1982), kde průměrný podzemní odtok se pohybuje v rozmezí $6,5$ až $7,5 \text{ l/s.km}^2$, je poněkud vyšší. Přitom velikosti podzemního odtoku dle Krásného (1982) v horských oblastech Hrubého Jeseníku dosahuje extrémních hodnot, v některých případech přesahuje hodnoty 12 l/s.km^2 . Nadprůměrné hodnoty podzemního odtoku jsou zaznamenávány v horninovém prostředí působícím jako významný puklinový, (silně porušené krystalinické horniny v pásnu podpovrchového rozpojení hornin a v tektonických zónách), eventuelně puklinově krasový kolektoru (krystalické vápence), v oblastech s vysokými úhrny spadlých atmosférických srážek, kde dochází ke snadnější infiltraci srážkových vod do horninového prostředí. Stupeň a hodnota specifického odtoku jsou schematicky znázorněny na obrázku 5-4.



Obr. 5-4. Schematické znázornění stupně a hodnoty specifického odtoku

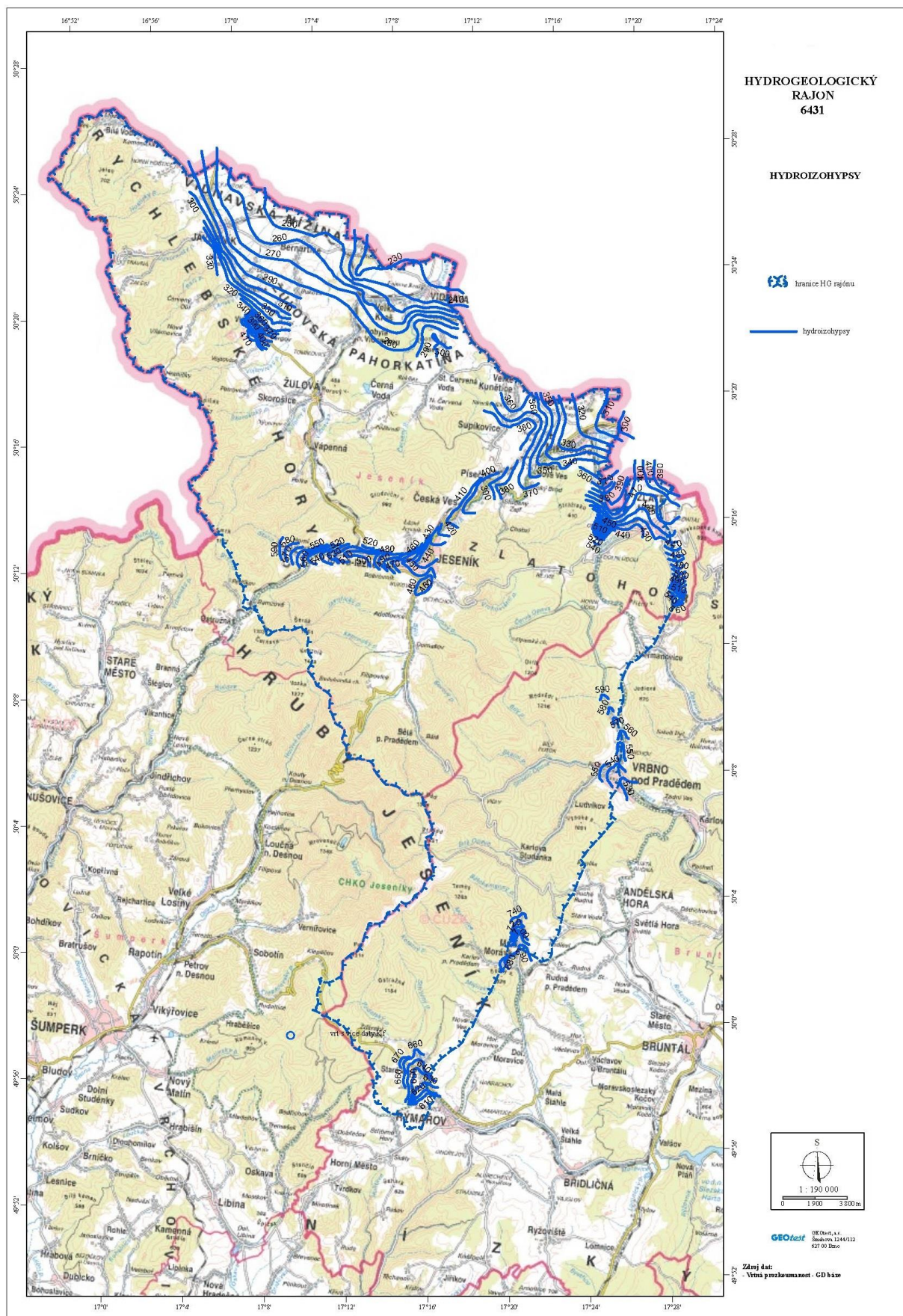
V HGR 6431 je vodohospodářsky velmi důležitý prostor s. od Ramzové, kam se od jihu (od bušínského zlomu) směrem k severu táhnou úzké paralelní pruhy krystalických vápenců a to až do oblasti mezi Vápennou a Lázněmi Lipová, po okrajový sudetský zlom, přecházející od severozápadu z Polska na území České republiky. V popisované oblasti se vyskytují jeskyně Na Pomezí, další krasové jevy a prameny o vydatnosti v hodnotách několika desítek sekundových litrů. Z hydrogeologického hlediska je významnou rozvodnicí v prostoru Ramzové určující hlavní směry proudění podzemní vody, v případě HGR 6431 k S respektive SV. Na vápence v okolí Lázní Lipové nepřímo, za okrajovým sudetským zlomem, navazují dále k severovýchodu karbonátové výskyty v severním okolí města Jeseníku, jako tzv. Supíkovický kras v plášti žulovského plutonu s jeskyněmi Na Špičáku.

Kritickým faktorem pro konstrukci hydroizohyps byl značný nedostatek dat (údajů o úrovni hladin podzemní vody), který se projevil zejména v oblastech s vyšší nadmořskou výškou a s ní souvisejícím značným morfologickým členěním. Konstrukce hydroizohyps tak byla možná výhradně v oblastech přechodu hydrogeologického masivu do pánevního systému kvartérních sedimentů s průlinovou propustností a rovněž v údolích významnějších vodních toků, kde je díky vyššímu osídlení dostatečný počet hydrogeologických monitorovacích objektů.

V HGR 6431 tak byl průběh hydroizohyps vykreslen v jeho s. části, představující bývalý rajon vázaný na glacienní sedimenty Žulovské pahorkatiny a Zlatohorské vrchoviny. Nedostatek relevantních hydrogeologických objektů v uvedené oblasti byl zjištěn pouze v prostoru mezi obcemi Stará Červená Voda a Velké Kunětice, kde interpolace dat ze vzdáleností převyšujících 5 km vykazovala značné nejistoty a proto zde nebyl průběh hydroizohyps vykreslován. Průběh hydroizohyps je patrný z Obr. 5-5.

V oblasti reálného výskytu hydrogeologického masivu se zcela převažující puklinovou propustností a minimálním kvartérním pokryvem umožnila data vykreslit průběh hydroizohyps pouze v blízkosti vodních toků. Jedná se zejména o horní toky Zlatohorského potoka a Olejnice v blízkosti Zlatých Hor, tok Staříče přes Lipovou-Lázně až po Jeseník a dále tok Bělé z Jeseníka po Hradec-Novou Ves, tok Mlýnského potoka a Studené vody u Vlčice a tok Černé Opavy včetně jejího soutoku se Střední a Bílou Opavou ve Vrbně pod Pradědem. Vodní toky zde bez výjimky představují místní erozní báze proudění podzemních vod. Hydraulický gradient dosahuje podle očekávání značných hodnot, kdy pokles piezometrické úrovně dosahuje často více než 100 m na vzdálenost 5 km.

Naproti tomu pánevní systém při s. části HGR 6431 má charakter vícekolektorového systému s nízkým hydraulickým gradientem. Místně (zvláště u hlubokých vrtů) se projevuje značná piezometrická napjatost podzemních vod pánevního systému, konstrukce hydroizopiez definujících hydraulický režim hlubších kolektorů však neumožňuje nízká hustota dat. Pravděpodobně se však jedná o jediný vzájemně komunikující korektní systém s dílčím propojením a bez přítomnosti regionálních kolektorů či izolátorů.



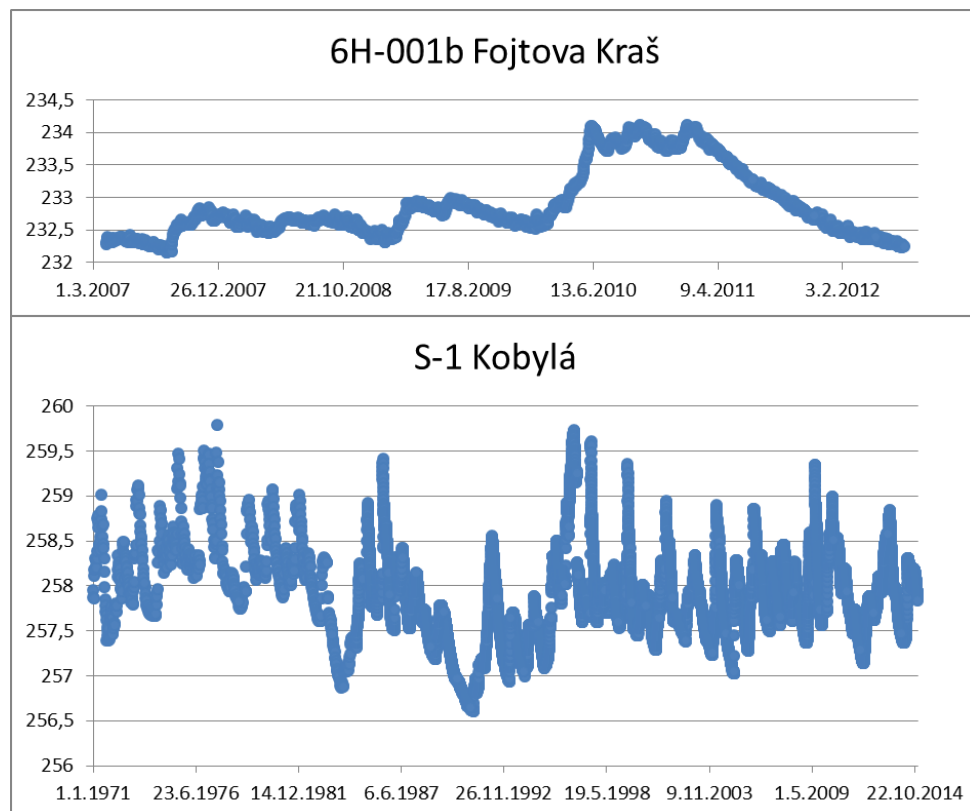
Obr. 5-5. Průběh hydroizohyps

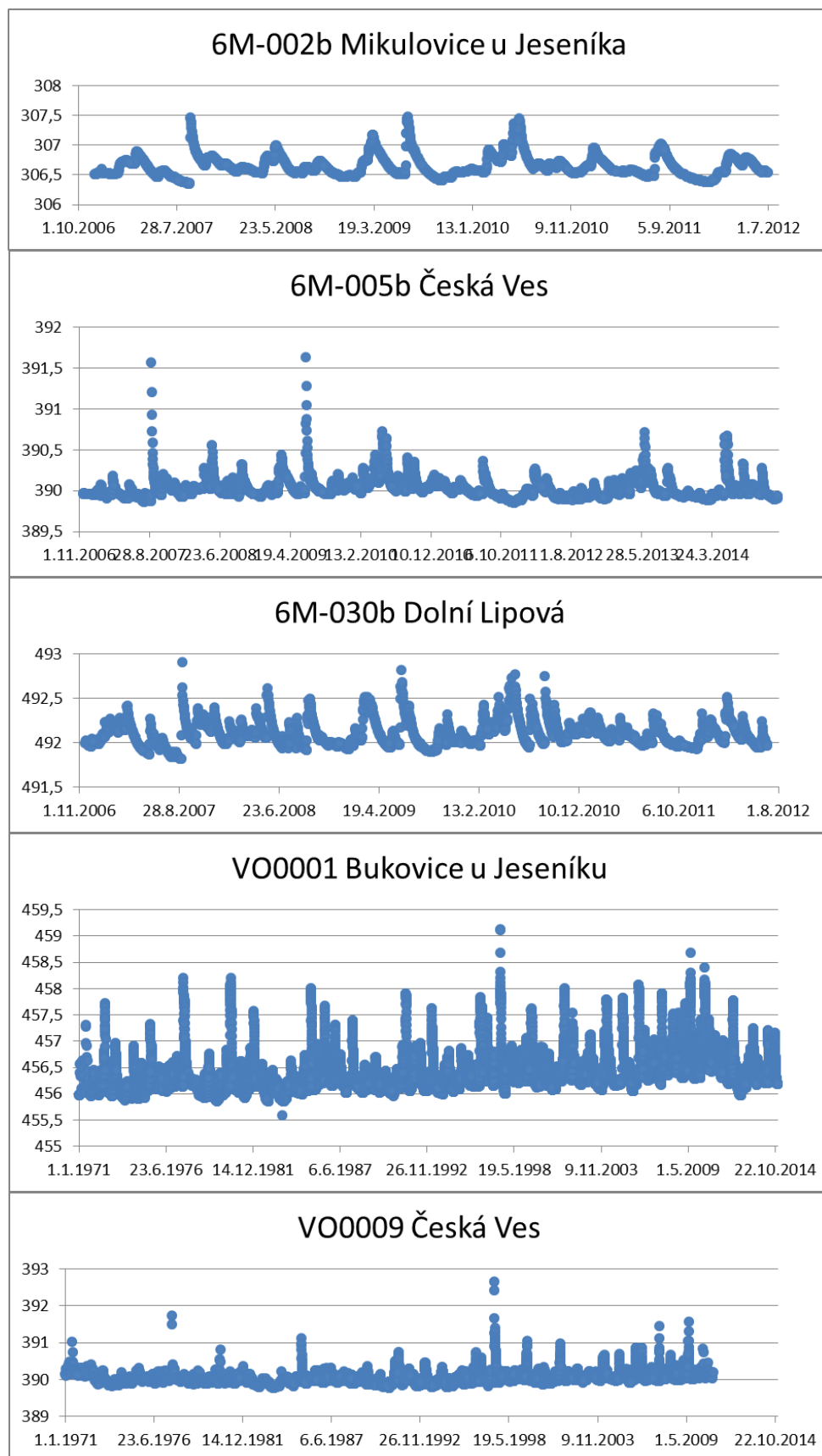
ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD KOLÍSÁNÍ HLADINY PODZEMNÍCH VOD

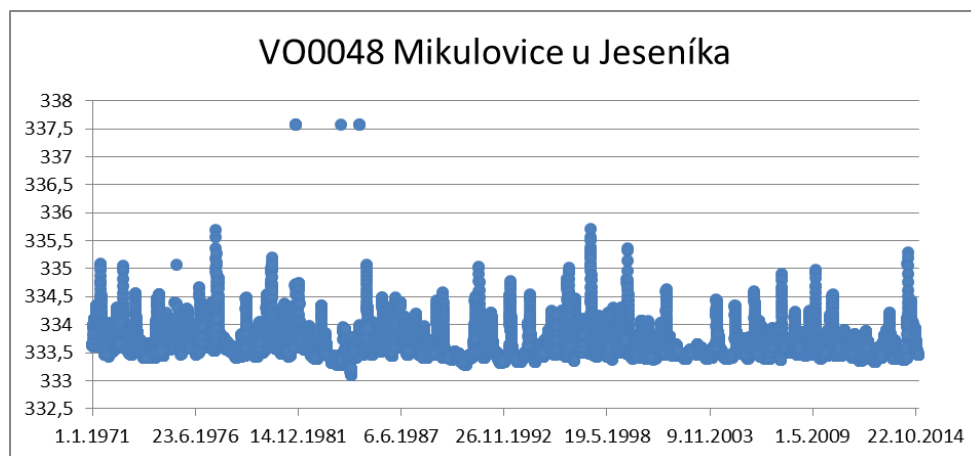
Analýza doplňování a vyprazdňování kolektoru vycházela z režimního vývoje, resp. kolísání hladiny podzemní vody na vrtech pozorovaných ČHMÚ. Z provedených srovnání vyplývá, že odtok podzemní vody je, obdobně jako celkový odtok z hydrogeologických rajonů, proměnný nejen v průběhu roku (roční, sezónní chod) a v měřítku let, ale kolísá i v měřítku desetiletí (1981–2010). Přitom se ukázalo, že zejména dlouhodobé změny podzemního odtoku i dlouhodobé přirozené změny výšky hladin podzemní vody lze z valné části vysvětlit odpovídajícím kolísáním klimatických veličin, zejména atmosférických srážek. U vrtů v HGR 6431 je velmi dobře patrné minimum z přelomu 80. a 90. let minulého století, které bylo zaznamenáno i v jiných oblastech. Seznam vrtů použitých pro analýzu je uveden v Tab. 5-1, kolísání hladin na těchto vrtech ukazují grafy na Obr. 5-6.

Tab. 5-1. Přehled objektů s časovými řadami pozorování hladiny podzemní vody

číslo vrtu	lokalita	X	Y	Z	hloubka	dokončení vrtu	GDO
6H-001b	Fojtova Kraš	1034197,92	544051,13	236,73	25,5	2007	692234
S-1	Kobylá	1035689	546638	259,96	8,7	1962	629630
6M-002b	Mikulovice u Jesenika	1043092,19	532918,31	310,13	15,7	2006	680679
6M-005b	Česká Ves	1047513,22	540616,78	392,23	10,4	2006	684637
6M-030b	Dolní Lipová	1050432,66	548065,72	494,08	10,23	2006	698214
VO0001	Bukovice u Jeseníku	1052775	543982	458,98	5,5	1962	715875
VO0009	Česká Ves	1047514	540616	392,22	8	1962	715876
VO0048	Mikulovice u Jesenika	1044641	536137	337,11	11,4	1963	715878
VUV_T-1	Javorník	1031714	556785	313,31	0,1	2012	900607

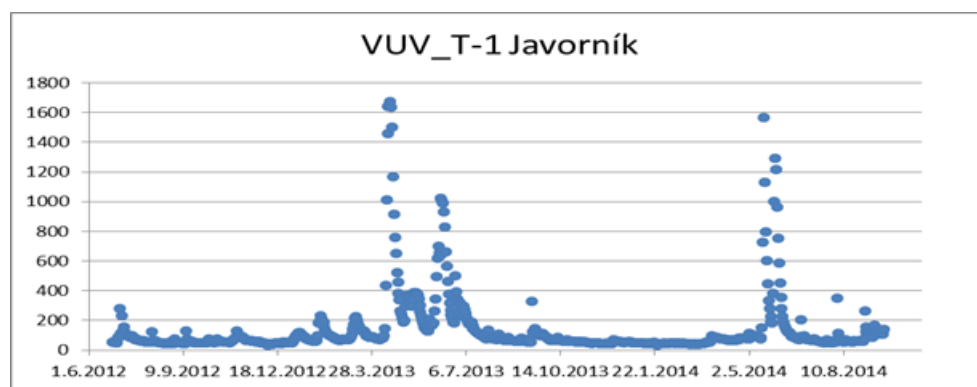






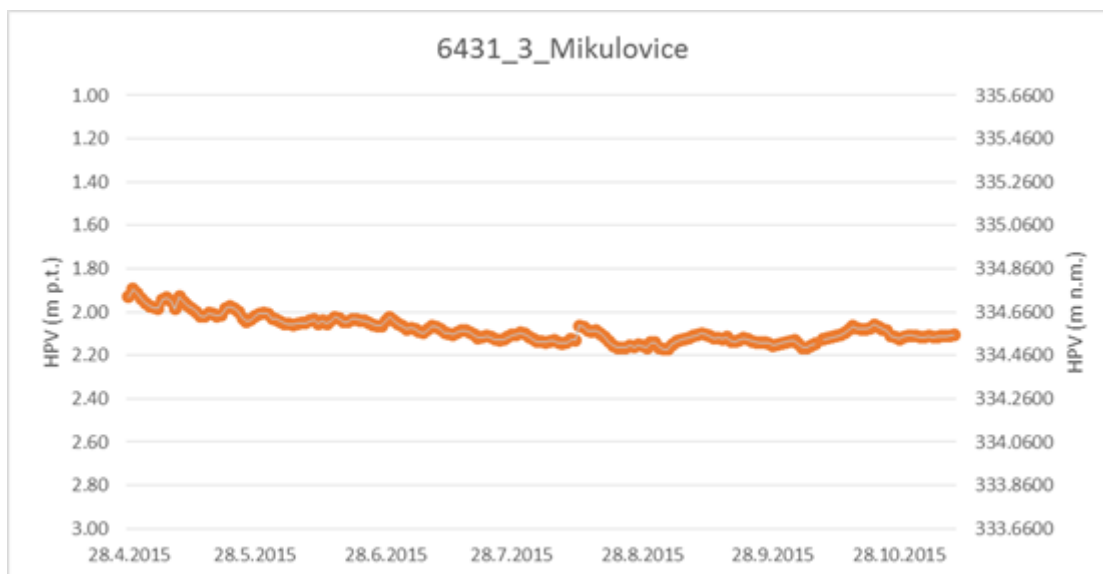
Obr. 5-6. Časové řady kolísání hladiny ve vrtech ČHMÚ v HGR 6431

Kolísání průtoků v dočasně zřízené stanici T-1 Javornický potok (Javorník) je graficky znázorněno na Obr. 5-7

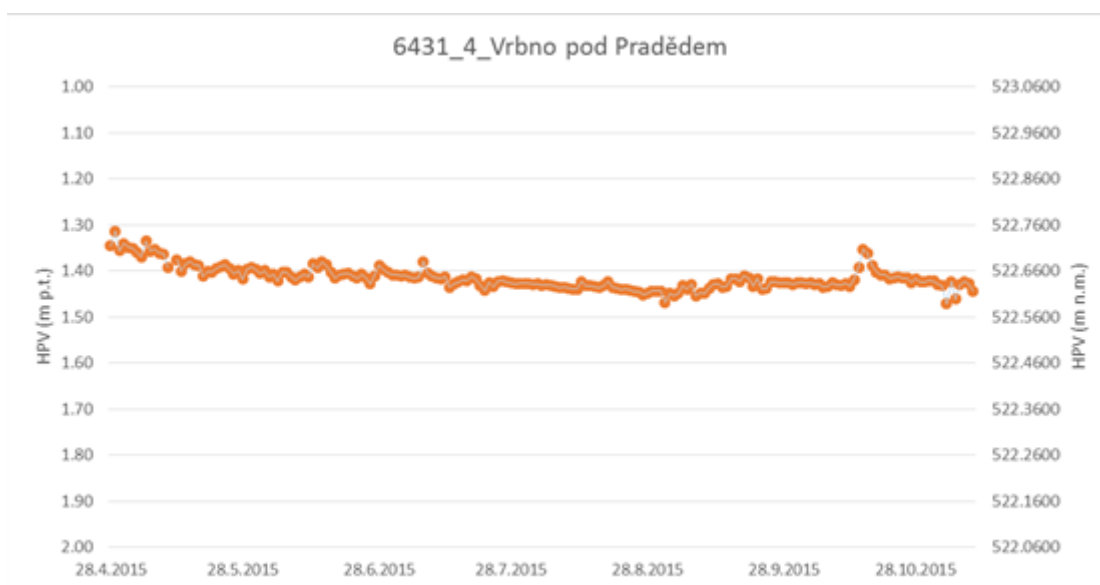


Obr. 5-7 Průtok povrchové vody ve stanici T-1 Javornický potok

Pro pořízení dat při režimním měření hladin podzemních vod v nově vybudovaných hydrogeologických vrtech 6431_3 Mikulovice u Jeseníka a 6431_4 Vrbno pod Pradědem byla použita čidla s automatickým záznamem (dataloggery) po dobu 6 měsíců od dubna 2015. Průběh úrovně hladiny podzemní vody v obou vrtech je obdobný. Od začátku sledování v dubnu 2015 je patrný mírný pokles úrovně hladiny podzemní vody, který má od června v obou vrtech prakticky lineární průběh. Od konce srpna pokračoval již s menší intenzitou vzestupný trend, který v říjnu vrcholil. Pokles hladiny za celé sledované období (duben–říjen) byl ve vrtu 6431_3 Mikulovice u Jeseníka 0,20 m a ve vrtu 6431_4 Vrbno pod Pradědem 0,10 m. Grafický průběh hladin podzemní vody ve vrtu 6431_3 je znázorněn v grafu na Obr. 5-8, ve vrtu 6431_4 v grafu na Obr. 5-9.



Obr. 5-8. Průběh hladiny podzemní vody ve vrtu 6431_3 Mikulovice u Jeseníka



Obr. 5-9. Průběh hladiny podzemní vody ve vrtu 6431_4 Vrbno pod Pradědem

5.3. NÁVRH NA DOPLNĚNÍ POZOROVACÍ SÍTĚ PODZEMNÍCH VOD

Po vyhodnocení pětiletého monitoringu bude možné posoudit zařazení nově vyhloubených vrtů 6431_3 Mikulovice u Jeseníka a 6431_4 Vrbno pod Pradědem do státní monitorovací sítě (Tab. 5-2).

Tab. 5-2. Hydrogeologický vrt navržený pro monitoring hladiny podzemní vody v HGR 6431

číslo vrtu	lokalita	X	Y	Z terén (m n.m.)	Z odměrný bod (m n.m.)	hloubka (m)	hladina pod terénem (m)
6431_3	Mikulovice u Jeseníka	1044598	536452,8	336,66	337,72	30	2,93
6431_4	Vrbno pod Pradědem	1063953	531811,6	524,06	525,04	30	2,33

Pro hodnocení aktuální roční tvorby přírodních zdrojů podzemních vod byly navrženy stávající vrty ČHMÚ, uvedené v Tab. 5-3.

Tab. 5-3. Referenční vrty navržené k monitorování v HGR 6431

označení objektu	název objektu	monitorovaný kolektor	hloubka	odměrný bod	signální hladina
			(m)	(m n. m.)	(m n. m.)
VP9403 (6H-001b)	Fojtova Kraš	krystalinikum	25,50	236,73	232,20
VO0072 (S-1)	Kobylá (Velká Kraš)	krystalinikum	8,70	259,96	257,00
VO0184 (6M-002b)	Mikulovice u Jeseníka	krystalinikum	15,70	310,13	306,40
VO0185 (6M-005b)	Česká Ves	krystalinikum	10,40	392,23	389,40
VO0186 (6M-030b)	Dolní Lipová	krystalinikum	10,23	494,08	491,90
VO0001	Bukovice u Jeseníku	krystalinikum	5,50	458,98	455,90
VO0009	Česká Ves	krystalinikum	8,00	392,22	389,80
VO0048	Mikulovice u Jeseníka	krystalinikum	11,40	337,11	333,30

6. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOb PODZEMNÍCH VOD

6.1. HYDROLOGICKÝ MODEL

6.1.1. DOTACE PODZEMNÍCH VOD

POPIS SADY POVODÍ A DOSTUPNÝCH DAT

Rozsáhlý HGR 6431 je pokryt 10 povodími a 2 mezipovodími, jejichž odtok je sledován vodoměrnými stanicemi a která tvoří 65 % plochy rajonu:

- povodí Černé Opavy po profil Mnichov (2581);
- povodí Střední Opavy po profil Železná (2590);
- povodí Bílé Opavy po profil Ludvíkov (2600);
- povodí Moravice po profil Karlov (2670);
- povodí Bělokamenného potoka po profil Malá Morávka (2680);
- povodí Podolského potoka po profil Rýmařov (2690);
- povodí Stříbrného potoka po profil Žulová (3070);
- povodí Černého potoka po profil Velká Kraš (3080);
- povodí Bělé po profil Jeseník (3110);
- povodí Staříče po profil Lipová (3120);
- mezipovodí Vidnávky s dolním profilem Vidnava (3090) a horními profily Velká Kraš na Černém potoce (3080) a Žulová na Stříbrném potoce (3070);
- mezipovodí Bělé s dolním profilem Mikulovice (3130) a horními profily Lipová na Staříči (3120) a Jeseník na Bělé (3110).

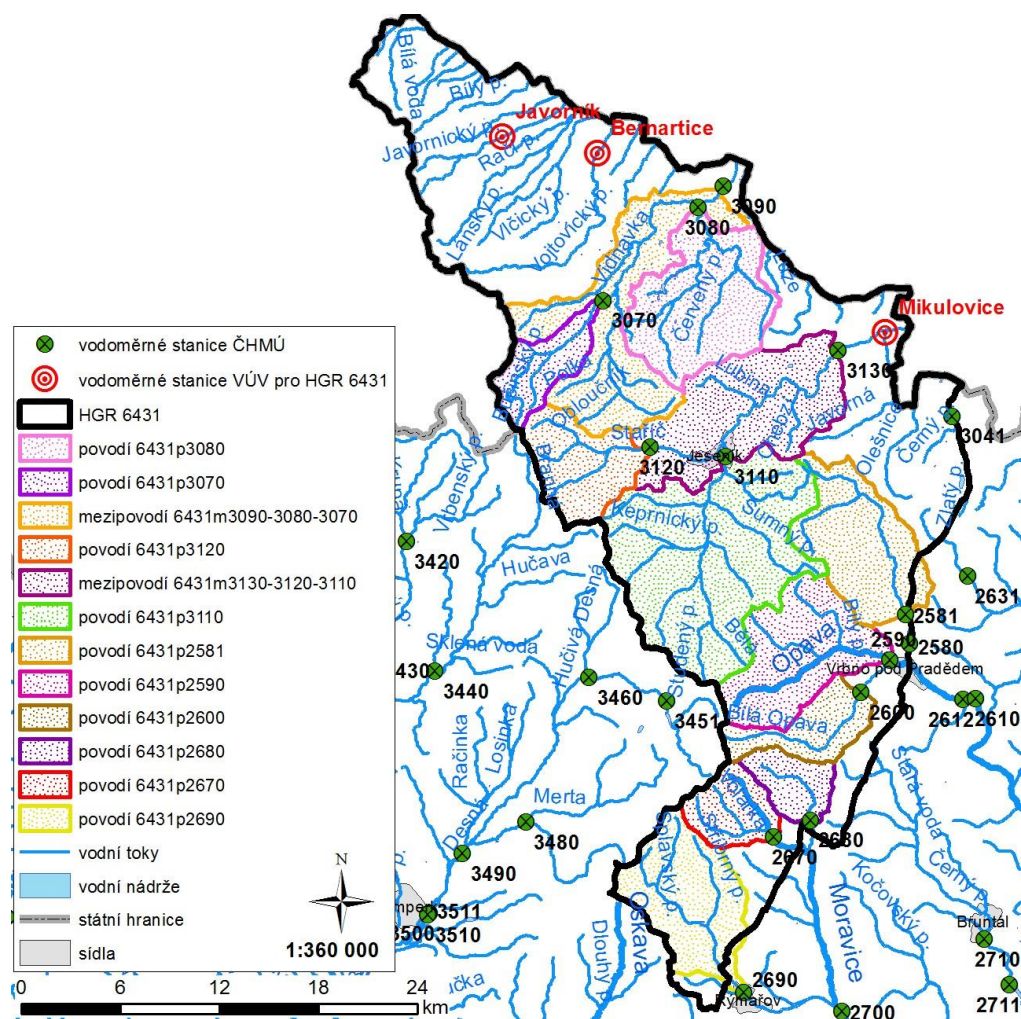
Průtoky ve všech jmenovaných profilech jsou nebo byly dlouhodobě pozorované vodoměrnými stanicemi ČHMÚ. Poloha povodí a mezipovodí v HGR 6431 je znázorněna na obrázku 6-1, základní charakteristiky a informace o dostupných datech obsahuje tabulka 6-1.

V rámci projektu Rebalance zásob podzemních vod byla v oblasti HGR 6431 zřízena následující pozorování:

- T-1 (6431) Javornický potok (Javorník);
- T-2 (6431) Vojtovický potok (Bernartice);
- T-8 (6431) Olešnice (Mikulovice).

Nadprůměrné množství vodoměrných stanic ČHMÚ je odrazem velké variability hydrologických poměrů a velké plochy HGR 6431. Přes tuto skutečnost některé části rajonu nejsou dostatečně pokryty daty, především jeho severní část. V HGR 6431 tvořeném krystalickými horninami jsou vodoměrná pozorování základním zdrojem informací, zvolené profily zahušťují síť stanic ČHMÚ zejména v

severozápadní části, kde absentují pozorovací vodoměrné stanice ČHMÚ. Instalované stanice také přispěly k lepšímu pokrytí nižších nadmořských výšek v této severní části rajonu, kde mají srážky i podzemní odtok jiné hodnoty než v sousedících horských oblastech.



Obr. 6-1. Lokalizace zájmové oblasti s polohou relevantních vodoměrných stanic ČHMÚ.

Tab. 6-1. Přehled povodí v HGR 6431 – základní charakteristiky a dostupná data

ID		DBC	ANALOG	P (mm)	Qa (m ³ /s ⁻¹)	NV (m n.m.)	A (km ²)	IA (km ²)	KALIB
6431m 3090- 3080- 3070	mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	3090- 3080- 3070		828,18	0,726	500,06	70,31	70,30	1979– 2010
6431m 3130- 3120- 3110	mezipovodí Bělá (Mikulovice)	3130- 3120- 3110		930,39	0,882	548,74	71,01	71,01	1979– 2010
6431p 2581	povodí Černá Opava (Mnichov)	2581		1008,17	0,856	827,52	51,00	48,16	1982– 2010
6431p 2590	povodí Střední Opava (Železná)	2590		1098,67	1,031	946,48	54,23	54,23	1979– 1997
6431p 2600	povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	2600		1038,80	0,461	970,10	23,82	23,82	1979– 1997
6431p 2670	povodí Moravice (Karlovy)	2670		1088,79	0,471	1055,08	20,68	20,68	1979– 1997
6431p 2680	povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	2680		988,46	0,318	954,47	16,58	16,58	1979– 2002
6431p 2690	povodí Podolský p. (Rýmařov)	2690		1020,06	0,941	866,01	50,70	48,47	1979– 2010
6431p 3070	povodí Stříbrný p. (Žulová)	3070		973,20	0,377	718,95	21,45	21,45	1979– 2010
6431p 3080	povodí Černý p. (Velká Kraš)	3080		768,50	0,568	420,16	62,48	62,48	1979– 2010
6431p 3110	povodí Bělá (Jeseník)	3110		1071,52	2,336	805,02	118,03	118,03	1979– 2010
6431p 3120	povodí Staříč (Lipová-Lázně)	3120		1058,14	0,711	784,86	33,58	33,58	1979– 2010
HGR	HGR 6431	-	TRANS	914,37	-	659,39	922,88	922,88	NE

ID – identifikace povodí nebo části HGR; DBC – databankové číslo povodí/postup odvození mezipovodí; ANALOG – ID vodoměrné stanice, použité jako analogon(SYN/TRANS pro HGR indikuje metodu odvození hydrologické bilance pro celý hydrogeologický rajon); P – průměrná dlouhodobá výška srážek mm/rok za období 1981 – 2010; Qa – průměrný dlouhodobý roční průtok za pozorované období; NV – průměrná nadmořská výška; A – plocha povodí nebo části HGR; IA – plocha z dílčího povodí ležící v HGR; KALIB – období, z kterého byla použita data pro kalibraci hydrologického modelu.

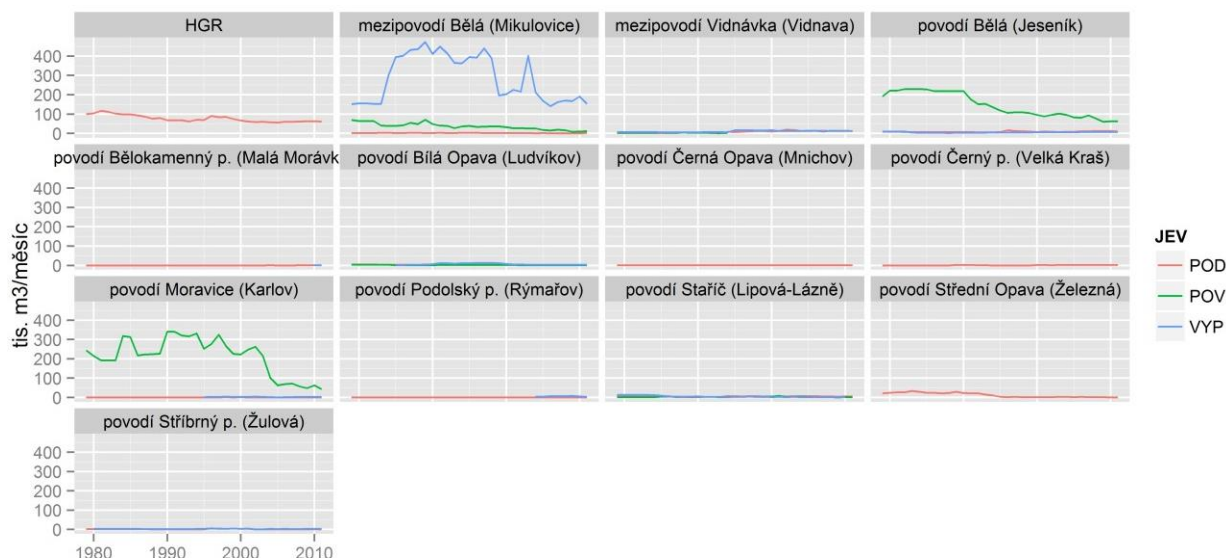
INFORMACE O MÍŘE OPRAV PRŮTOKŮ O UŽÍVÁNÍ VOD

Průtokové řady použité pro kalibraci hydrologických modelů dílčích povodí i pro separaci základního odtoku byly opraveny o užívání vod z důvodu vyšší relativní míry ovlivnění. Obr. 6-2 poskytuje informace o souhrnném užívání vod v dílčích povodích. Míru ovlivnění vyjádřenou v procentech celkového odtoku obsahuje Tab. 6-2.

**Tab. 6-2. Míra ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích
v % celkového odtoku, v tis. m³ / rok a v mm / rok pro jednotlivá období.**

JEV		% (1981-2010)	% (2001-2010)	tis. m ³ /měsíc (1981-2010)	tis. m ³ /měsíc (2001-2010)	mm/rok (1981-2010)	mm/rok (2001-2010)
POD	HGR 6431	NaN	NaN	74,00	59,78	0,96	0,78
POD	mezipovodí Bělá (Mikulovice)	0,16	0,09	1,57	0,87	0,27	0,15
POD	mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	1,06	1,64	7,78	13,91	1,33	2,37
POD	povodí Bělá (Jeseník)	0,37	0,42	8,36	9,69	0,85	0,99
POD	povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	0,01	0,02	0,02	0,06	0,01	0,05
POD	povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	0,83	NaN	3,69	2,24	1,86	1,13
POD	povodí Černá Opava (Mnichov)	0,06	0,06	0,52	0,51	0,12	0,12
POD	povodí Černý p. (Velká Kraš)	0,17	0,28	0,95	1,83	0,18	0,35
POD	povodí Moravice (Karlov)	0,05	NaN	0,20	0,20	0,11	0,11
POD	povodí Podolský p. (Rýmařov)	0,02	0,03	0,16	0,26	0,04	0,06
POD	povodí Staříč (Lipová- Lázně)	0,75	0,82	4,97	5,70	1,78	2,04
POD	povodí Střední Opava (Železná)	1,15	NaN	11,15	1,53	2,47	0,34
POD	povodí Stříbrný p. (Žulová)	0,35	0,08	1,26	0,00	0,70	0,00
POV	mezipovodí Bělá (Mikulovice)	3,63	1,85	33,86	17,96	5,72	3,03
POV	mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	0,42	NaN	2,99	NaN	0,51	NaN
POV	povodí Bělá (Jeseník)	6,37	3,65	141,30	83,11	14,37	8,45
POV	povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	0,34	NaN	1,50	0,66	0,76	0,33
POV	povodí Moravice (Karlov)	59,86	NaN	217,49	105,30	126,20	61,10
POV	povodí Staříč (Lipová- Lázně)	0,39	0,36	2,70	1,95	0,96	0,70
VYP	HGR 6431	NaN	NaN	0,42	0,42	0,01	0,01
VYP	mezipovodí Bělá (Mikulovice)	31,11	20,15	303,43	202,77	51,28	34,27
VYP	mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	1,40	1,44	10,03	11,98	1,71	2,05
VYP	povodí Bělá (Jeseník)	0,20	0,28	4,02	6,33	0,41	0,64
VYP	povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	0,10	0,09	0,32	0,32	0,24	0,24
VYP	povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	1,40	NaN	6,34	3,37	3,20	1,70
VYP	povodí Moravice (Karlov)	0,70	NaN	2,55	2,23	1,48	1,29
VYP	povodí Podolský p. (Rýmařov)	0,65	0,67	6,01	6,01	1,42	1,42
VYP	povodí Staříč (Lipová-Lázně)	0,59	0,21	3,75	1,33	1,34	0,48
VYP	povodí Stříbrný p. (Žulová)	0,73	0,62	2,72	2,26	1,52	1,26

POV: povrchový odběr; POD: podzemní odběr; VYP: vypouštění; NaN: žádné evidované užívání.



Obr. 6-2. Souhrnné užívání vod v dílčích povodích. POV: povrchový odběr, POD: podzemní odběr, VYP: vypouštění

POSTUP A VÝSLEDKY STANOVENÍ PODZEMNÍHO ODTOKU A DOTACE PODZEMNÍCH VOD

V případě hydrogeologických rajonů s menším počtem pozorovaných dat, což je případ HGR 6431 bylo nutno volit tento postup:

- Pro všechna dílčí povodí a pro celý rajon byly vypočteny řady průměrných srážek a průměrných teplot v období 1981–2010.
- Pro povodí s měsíčním pozorováním byl kalibrován model BILAN, s využitím pozorovaného odtoku.
- Hydrologická bilance pro HGR 6431 byla modelována pomocí meteorologických dat pro rajon.

Výsledky pro HGR 6431 dle této metodiky jsou dále označovány HGR_TRANS..

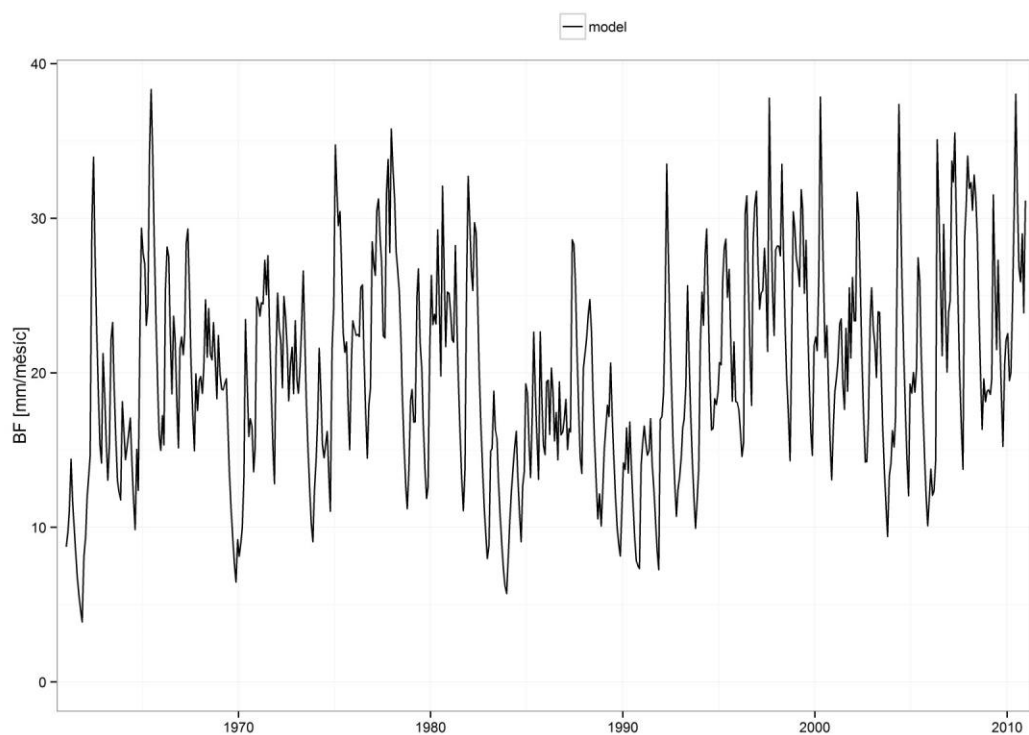
Pro rámcové posouzení dílčích i finálních výsledků uvádíme na Obr. 6-3 průběh základního odtoku stanovený modelováním.

Hodnota koeficientu Nash-Sutcliffe pro vyjádření shody průtoku simulovaného modelem Bilan a měřeného průtoku je pro mezipovodí Vidnávká (Vidnava) 0.42, mezipovodí Bělá (Mikulovice) 0.3, povodí Černá Opava (Mnichov) 0.5, povodí Střední Opava (Železná) 0.77, povodí Bílá Opava (Ludvíkov) 0.39, povodí Moravice (Karlovy) 0.12, povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka) 0.6, povodí Podolský potok (Rýmařov) 0.48, povodí Stříbrný potok (Žulová) 0.06, povodí Černý potok (Velká Kraš) -0.02, povodí Bělá (Jeseník) 0.58, povodí Staříč (Lipová-Lázně) 0.18.

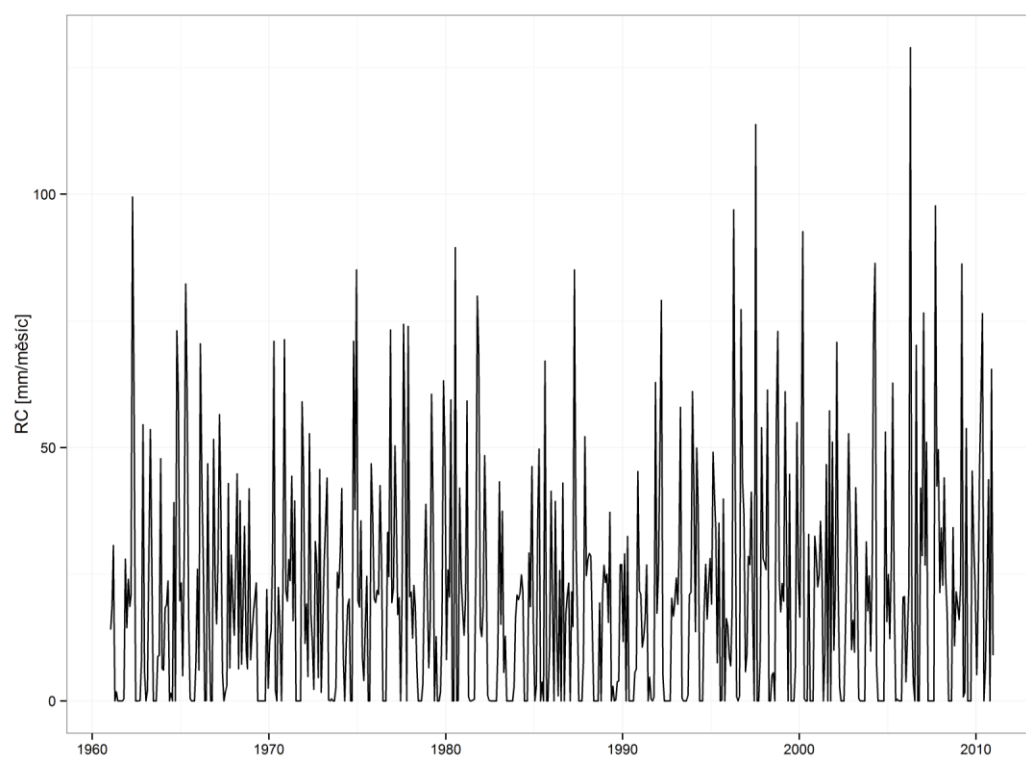
Na Obr. 6-4 jsou pro HGR 6431 jako celek vyneseny řady měsíčních dotací zásob podzemní vody.

Sezónní průběh základního odtoku ve formě pravděpodobnostních polí, vyjádřený pro zužující se rozmezí kvantilů od nejširšího 10-90% po nejúžší 40-60%, stanovený pro období 1981-2010 a 2001-2010 je na Obr. 6-5. Stejně charakteristiky jsou na Obr. 6-6 pro dotace podzemní vody.

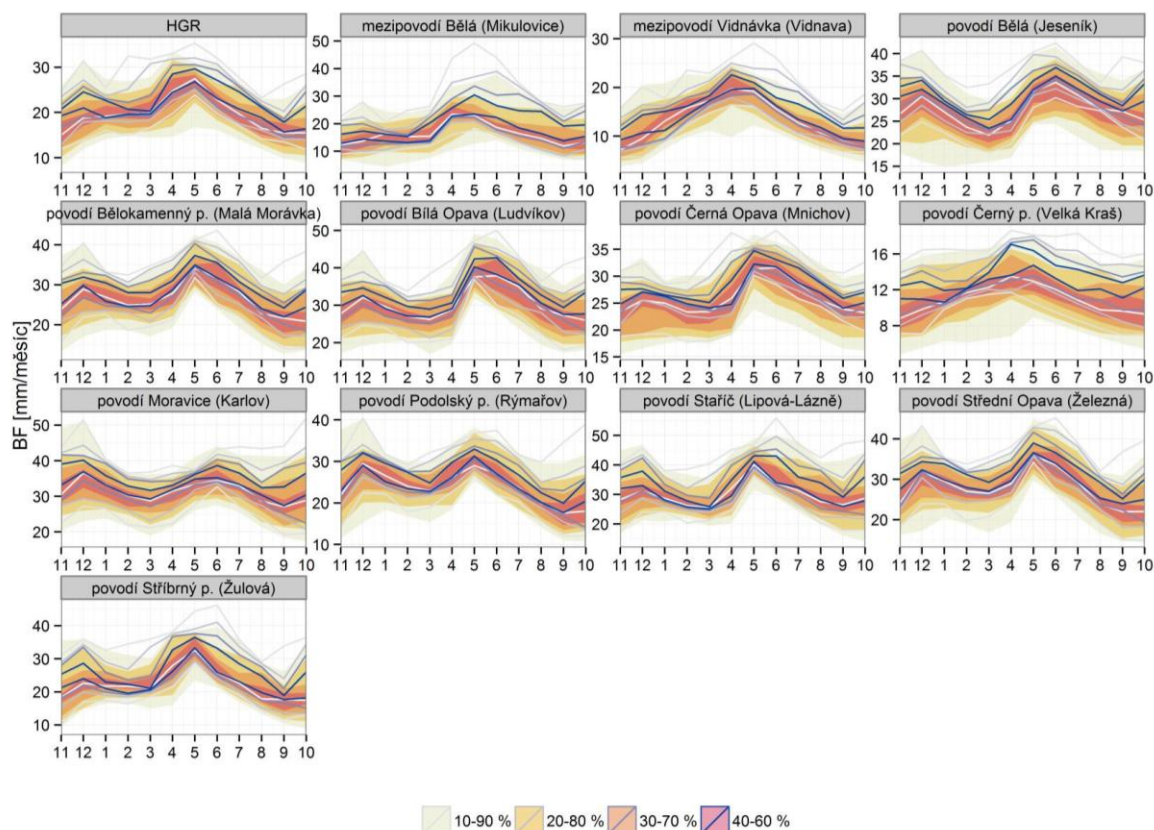
Na Obr. 6-7 pro základní odtok, na Obr. 6-8 pro dotace podzemní vody jsou čáry překročení zpracované z chronologických řad, tj. ze všech měsíců období 1981-2010 a 2001-2010.



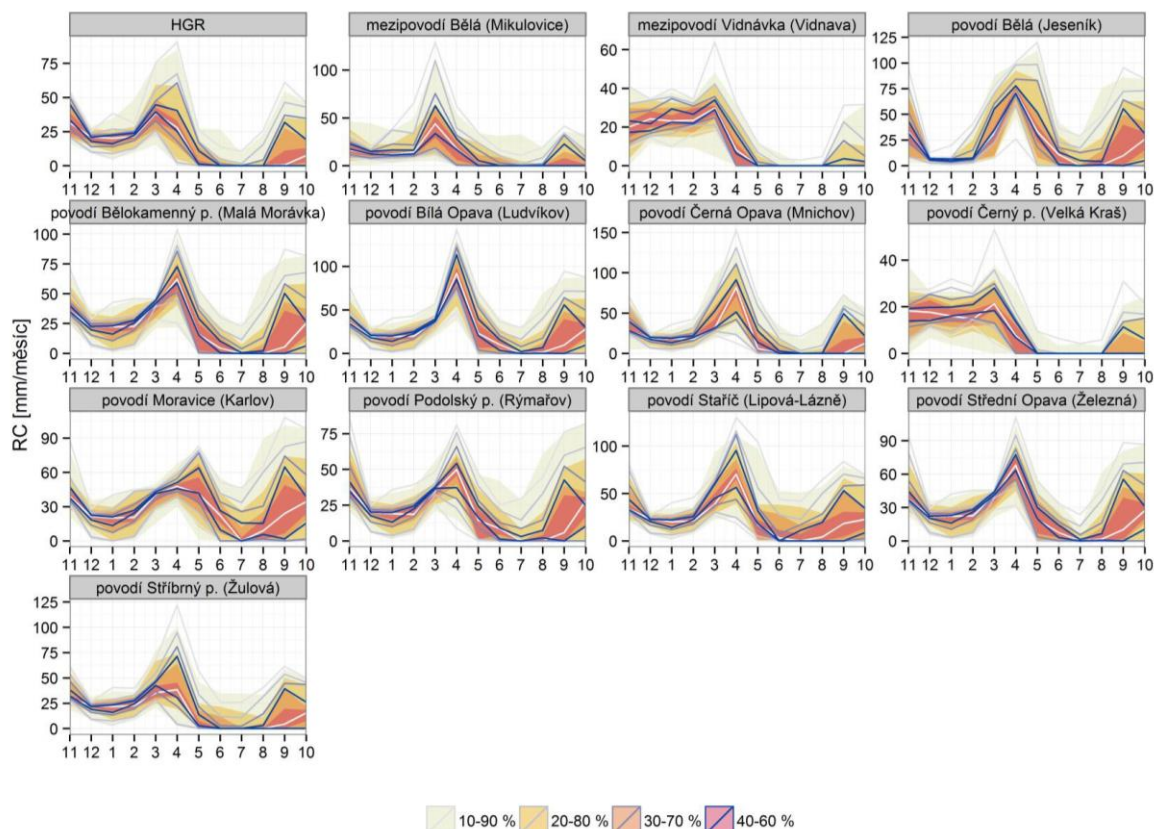
Obr. 6-3. HGR 6431. Základní odtok [mm/měsíc].



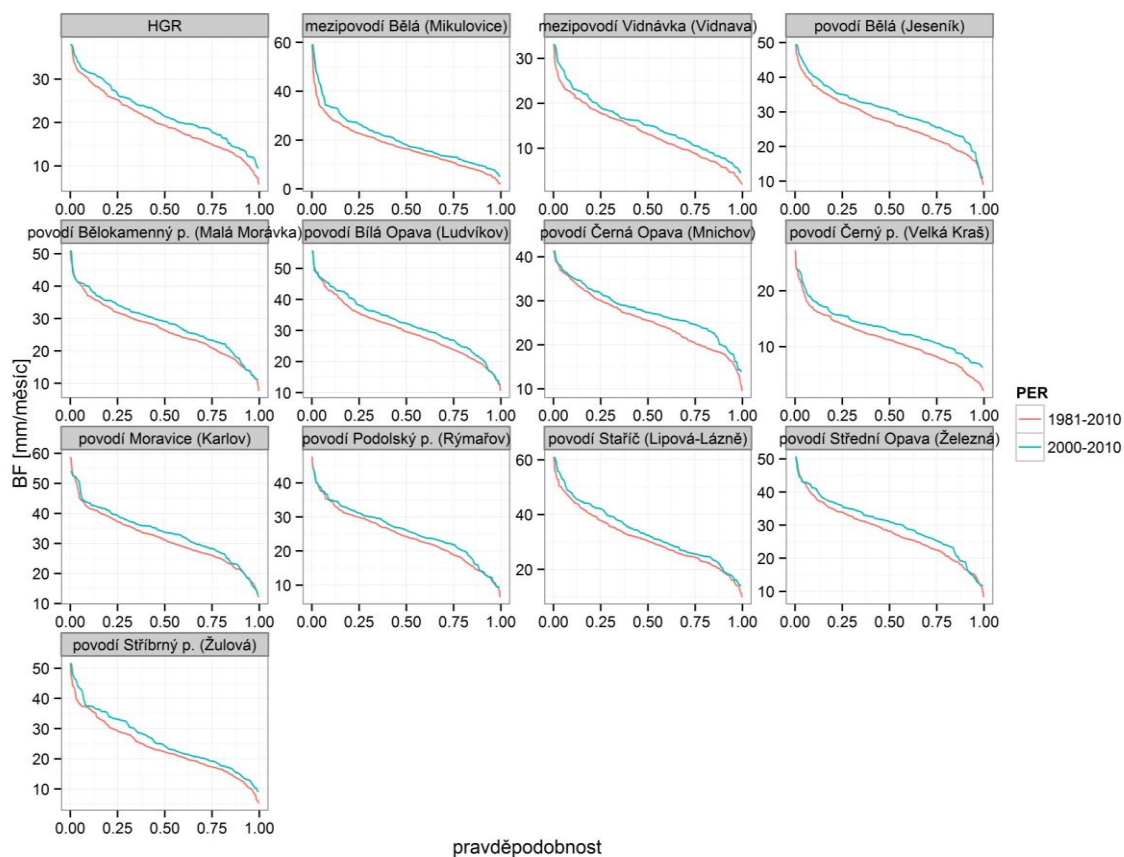
Obr. 6-4. HGR. Modelovaná dotace podzemních vod [mm/měsíc].



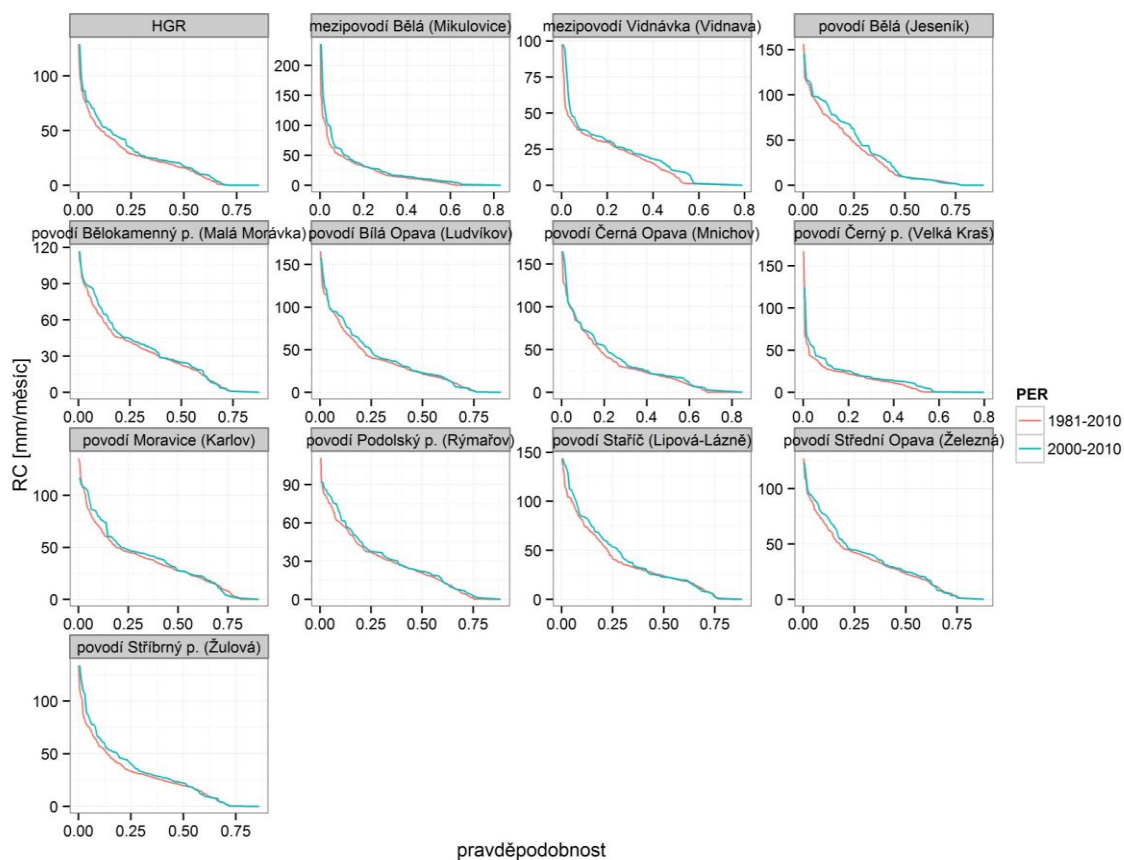
Obr. 6-5 Pravděpodobnostní pole – základní odtok [mm/měsíc]. Plné plochy odpovídají období 1981-2010, čáry období 2001-2010.



Obr. 6-6. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody. Plné plochy odpovídají období 1981-2010, čáry období 2001-2010.



Obr. 6-7. Čára překročení měsíčního základního odtoku [mm/měsíc].



Obr. 6-8. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody [mm/měsíc].

Vyčlenění základního odtoku na základě režimu hladin podzemních vod – metoda Kliner – Kněžek

Tab. 6-3. Korelace povrchového odtoku a hladin podzemní vody v pozorovacích vrtech

DBC	ID	COR
6431m3090-3080-3070	692234	0.478
6431m3090-3080-3070	629630	0.541
6431m3130-3120-3110	715876	0.56
6431m3130-3120-3110	684637	0.598
6431m3130-3120-3110	698214	0.609
6431m3130-3120-3110	680679	0.615
6431m3130-3120-3110	715878	0.681
6431p3110	715875	0.701

Tab. 6-4. Poměr základního odtoku k celkovému (BFI) dle různých metod

DBC	6431m3090-3080-3070	6431m3130-3120-3110	6431p3110
BILAN	0.5295704	0.5611406	0.5565356
Kliner-Knezek	0.2661406	0.3103246	0.4746710

V podmínkách krystalinického rajonu, pro který není charakteristické souvislé zvodnění, je problematické najít vrt, který má předpoklady uspokojivě reprezentovat charakter základního odtoku na HGR 6431. Korelační koeficient mezi kolísáním hladiny a základním odtokem se pro vybrané vrty pohybuje v rozmezí 0,48 až 0,7, takže výsledky této metody jsou značně nejisté.

SOUHRNNÉ CHARAKTERISTIKY HYDROLOGICKÉ BILANCE

Podle hydrologického modelování na území HGR 6431 činí za období 1981 až 2010 specifická dotace podzemních vod 7,66 l/s.km², celková dotace je pak 241,75 mm/rok. Souhrnné charakteristiky hydrologické bilance za jednotlivá modelovaná mezipovodí a celý rajon jsou uvedeny v Tab. 6-5 a Tab. 6-6.

Vypočtená specifická dotace podzemních vod pro HGR 6431 vyšla 7,66 l/s.km². Na nově zřízených vodoměrných stanicích byla stanovena dotace podzemních vod: Javornický potok (Javorník) 3,12 l/s.km², Vojtovický potok (Bernartice) 2,53 l/s.km², Olešnice (Mikulovice) 9,06 l/s.km². Výsledky z Javorníku a Bernartic prokazují podstatně menší základní odtok ze s. části rajonu. Rozkolísané hodnoty jsou projevem velké vertikální zonality terénu a tím i klimatických a odtokových charakteristik.

Tab. 6-5: Shrnutí hydrologické bilance (1981–2010)

	P [mm]	R [mm]	RM [mm]	P-R [mm]	ET [mm]	RC [mm]	RC [l/s/km ²]
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	828,14	316,28	306,5	511,87	519,62	163,52	5,18
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	930,34	377,87	371,08	552,47	556,51	210,73	6,68
povodí Černá Opava (Mnichov)	1008,12	529,79*	517,49	483,03*	486,4	309,24	9,8
povodí Střední Opava (Železná)	1098,62	590,08*	645,87	460,62*	449,18	338,74	10,73
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	1038,75	600,32*	595,83	372,16*	439,47	364,57	11,55
povodí Moravice (Karlov)	1088,74	704,26*	661,04	315,03*	424,32	380,9	12,07
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	988,42	594,41*	548,44	379,23*	436,7	320,75	10,16
povodí Podolský p. (Rýmařov)	1020,01	576,73	558,52	443,28	458,12	294,01	9,32
povodí Stříbrný p. (Žulová)	973,16	551,79	492,38	421,37	477,85	282,77	8,96
povodí Černý p. (Velká Kraš)	768,47	280,29	247,96	488,18	519,16	135,63	4,3
povodí Bělá (Jeseník)	1071,47	616,1	587,71	455,37	479,19	332,44	10,53
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	1058,09	666,97	576,77	391,12	478,15	375,63	11,9
HGR 6431	914,33	NA	414,11	500,22	497,35	241,75	7,66

*nejsou k dispozici data pro celé období P - Měsíční srážkový úhrn, R - Měsíční odtoková výška (pozorovaná), RM Měsíční odtoková výška (modelovaná), ET – evapotranspirace, RC - Dotace zásob podzemní vody

Tab. 6-6: Shrnutí hydrologické bilance (2001–2010)

	P [mm]	R [mm]	RM [mm]	P-R [mm]	ET [mm]	RC [mm]	RC [l/s/km ²]
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	883,36	374,75	344,01	508,61	528,31	191,34	6,06
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	998,98	406,58	419,43	592,39	567,47	251,67	7,97
povodí Černá Opava (Mnichov)	1067,31	543,75	554,89	523,56	496,71	339,63	10,76
povodí Střední Opava (Železná)	1158,46	NA	687,37	NA	459,21	364,66	11,56
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	1095,33	NA	632,83	NA	450,01	391,91	12,42
povodí Moravice (Karlov)	1148,04	NA	701,28	NA	433,86	404,52	12,82
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	1042,25	713,95*	584,1	467,78*	446,81	344,85	10,93
povodí Podolský p. (Rýmařov)	1073,81	563,15	590,87	510,66	471,56	313,04	9,92
povodí Stříbrný p. (Žulová)	1032,34	586,59	530,81	445,75	488,11	316,69	10,04
povodí Černý p. (Velká Kraš)	825,19	329,42	288,13	495,77	527,8	163,58	5,18
povodí Bělá (Jeseník)	1132,52	637,93	628,68	494,59	488,21	374,04	11,85
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	1116,23	673,8	611,46	442,43	489,43	408,93	12,96
HGR 6431	970,66	NA	450,75	519,91	507,59	273,35	8,66

V HGR 6431 byl zpracován samostatný materiál Stanovení velikosti využitelného množství podzemních vod u hydrogeologických rajonů s nesouvislým zvodněním, kde jsou vypuštěny oblasti s nejvyšší nadmořskou výškou. Hodnoty přírodních zdrojů podzemních vod jsou uvedeny v Tab. 6-7.

Tab. 6-7: Stanovení přírodních zdrojů podzemních vod v HGR 6431

nadmořská výška (m n. m.)	plocha (km ²)	dotace – průměr (l/s.km ²)	sklonem redukováná dotace – průměr (l/s.km ²)	přírodní zdroje 90 % kvantil (l l/s.km ²)	přírodní zdroje 90 % kvantil (l/s)
celý HGR	922,88	7,78	6,05	4,48	-
223–385	180	3,22	2,99	2,21	398
386–549	180	5,88	4,95	3,66	660
celkem	-	-	-	-	1058

POSOUZENÍ VÝVOJE PRŮMĚRNÝCH VELIČIN HYDROLOGICKÉ BILANCE

V Tab. 6-8 až 6-13 jsou uvedeny průměry srážek, teploty vzduchu, odtoku, aktuální evapotranspirace, dotace zásob podzemních vod a základního odtoku v HGR 6431 za období 1981–2010, porovnané s průměry za období 2001–2010 a 1961–1980 pomocí poměrů hodnot (u teplot vzduchu rozdílů hodnot). Vývoj srážkových úhrnů a teplot je uveden i v kapitole 4.2 Hydrologie.

Tab. 6-8: Vývoj srážkových úhrnů

	1961–1980 (mm)	1981–2010		2001–2010	
		(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	915,36	914,33	1,00	970,66	1,06
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	1037,20	930,34	0,90	998,98	1,07
mezipovodí Vidnávka (Vidnava)	858,84	828,14	0,96	883,36	1,07
povodí Bělá (Jeseník)	1030,45	1071,47	1,04	1132,52	1,06
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	927,90	988,42	1,07	1042,25	1,05
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	975,15	1038,75	1,07	1095,33	1,05
povodí Černá Opava (Mnichov)	985,45	1008,12	1,02	1067,31	1,06
povodí Černý p. (Velká Kraš)	856,98	768,47	0,90	825,19	1,07
povodí Moravice (Karlovy)	1022,08	1088,74	1,07	1148,04	1,05
povodí Podolský p. (Rýmařov)	965,03	1020,01	1,06	1073,81	1,05
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	1040,70	1058,09	1,02	1116,23	1,05
povodí Střední Opava (Železná)	1031,36	1098,62	1,07	1158,46	1,05
povodí Stříbrný p. (Žulová)	946,79	973,16	1,03	1032,34	1,06

Tab. 6-9: Vývoj teploty

	1961–1980	1981–2010		2001–2010	
	(°C)	(°C)	dif. (°C)	(°C)	dif. (°C)
HGR 6431	6,24	6,72	0,48	6,91	0,19
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	7,41	7,97	0,56	8,14	0,17
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	7,24	7,79	0,55	7,99	0,20
povodí Bělá (Jeseník)	5,32	5,72	0,40	5,89	0,17
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	4,27	4,63	0,36	4,80	0,17
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	4,17	4,53	0,36	4,70	0,17
povodí Černá Opava (Mnichov)	5,23	5,65	0,42	5,82	0,17
povodí Černý p. (Velká Kraš)	8,24	8,80	0,56	8,98	0,18
povodí Moravice (Karlovy)	3,61	3,97	0,36	4,15	0,18
povodí Podolský p. (Rýmařov)	4,70	5,11	0,41	5,33	0,22
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	5,19	5,75	0,56	5,97	0,22
povodí Střední Opava (Železná)	4,32	4,68	0,36	4,85	0,17
povodí Stříbrný p. (Žulová)	5,38	5,92	0,54	6,14	0,22

Tab. 6-10: Vývoj odtoku (odhad modelu BILAN)

	1961–1980	1981–2010		2001–2010	
	(mm)	(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	417,66	414,11	0,99	450,75	1,09
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	487,34	371,08	0,76	419,43	1,13
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	334,59	306,50	0,92	344,01	1,12
povodí Bělá (Jeseník)	553,00	587,71	1,06	628,68	1,07
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	497,39	548,44	1,10	584,10	1,07
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	539,21	595,83	1,11	632,83	1,06
povodí Černá Opava (Mnichov)	501,17	517,49	1,03	554,89	1,07
povodí Černý p. (Velká Kraš)	316,87	247,96	0,78	288,13	1,16
povodí Moravice (Karlovy)	600,88	661,04	1,10	701,28	1,06
povodí Podolský p. (Rýmařov)	510,94	558,52	1,09	590,87	1,06
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	567,83	576,77	1,02	611,46	1,06
povodí Střední Opava (Železná)	588,34	645,87	1,10	687,37	1,06
povodí Stříbrný p. (Žulová)	472,82	492,38	1,04	530,81	1,08

Tab. 6-11: Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad modelu BILAN)

	1961–1980	1981–2010		2001–2010	
	(mm)	(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	492,48	497,35	1,01	507,59	1,02
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	548,16	556,51	1,02	567,47	1,02
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	522,30	519,62	0,99	528,31	1,02
povodí Bělá (Jeseník)	466,84	479,19	1,03	488,21	1,02
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	424,44	436,70	1,03	446,81	1,02
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	427,60	439,47	1,03	450,01	1,02
povodí Černá Opava (Mnichov)	472,92	486,40	1,03	496,71	1,02
povodí Černý p. (Velká Kraš)	534,79	519,16	0,97	527,80	1,02
povodí Moravice (Karlovy)	412,07	424,32	1,03	433,86	1,02
povodí Podolský p. (Rýmařov)	449,64	458,12	1,02	471,56	1,03
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	466,34	478,15	1,03	489,43	1,02
povodí Střední Opava (Železná)	436,36	449,18	1,03	459,21	1,02
povodí Stříbrný p. (Žulová)	470,47	477,85	1,02	488,11	1,02

Tab. 6-12: Vývoj dotace zásob podzemní vody (odhad modelu BILAN)

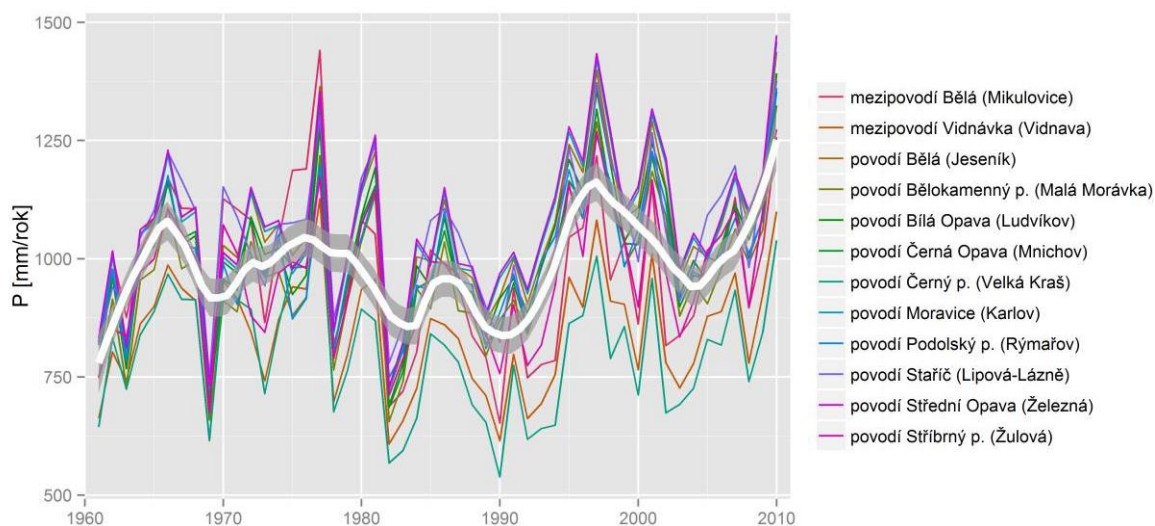
	1961–1980 (mm)	1981–2010		2001–2010	
		(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	244,07	241,75	0,99	273,35	1,13
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	272,32	210,73	0,77	251,67	1,19
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	172,89	163,52	0,95	191,34	1,17
povodí Bělá (Jeseník)	315,17	332,44	1,05	374,04	1,13
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	294,10	320,75	1,09	344,85	1,08
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	334,02	364,57	1,09	391,91	1,07
povodí Černá Opava (Mnichov)	305,32	309,24	1,01	339,63	1,10
povodí Černý p. (Velká Kraš)	158,70	135,63	0,85	163,58	1,21
povodí Moravice (Karlovy)	348,66	380,90	1,09	404,52	1,06
povodí Podolský p. (Rýmařov)	271,14	294,01	1,08	313,04	1,06
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	374,54	375,63	1,00	408,93	1,09
povodí Střední Opava (Železná)	311,37	338,74	1,09	364,66	1,08
povodí Stříbrný p. (Žulová)	273,92	282,77	1,03	316,69	1,12

Tab. 6-13: Vývoj základního odtoku (odhad modelu BILAN)

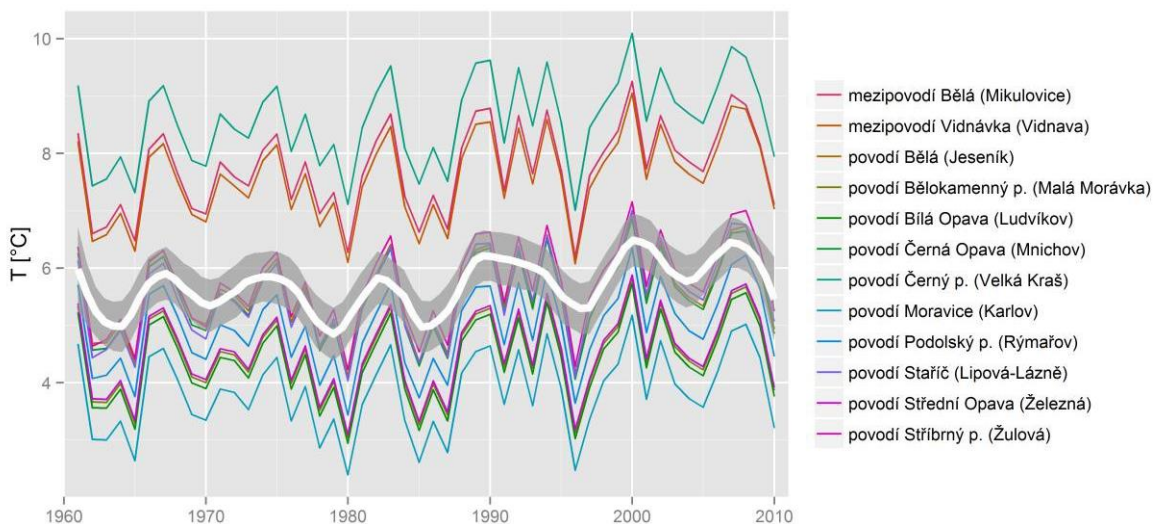
	1961–1980 (mm)	1981–2010		2001–2010	
		(mm)	dif. (-)	(mm)	dif. (-)
HGR 6431	239,20	241,04	1,01	268,22	1,11
mezipovodí Bělá (Mikulovice)	270,62	210,01	0,78	245,69	1,17
mezipovodí Vidnávká (Vidnava)	170,94	163,36	0,96	185,89	1,14
povodí Bělá (Jeseník)	307,42	329,28	1,07	365,93	1,11
povodí Bělokamenný p. (Malá Morávka)	288,97	319,87	1,11	342,56	1,07
povodí Bílá Opava (Ludvíkov)	327,35	363,25	1,11	388,65	1,07
povodí Černá Opava (Mnichov)	295,32	307,07	1,04	332,17	1,08
povodí Černý p. (Velká Kraš)	153,38	135,79	0,89	158,81	1,17
povodí Moravice (Karlovy)	341,36	379,83	1,11	401,76	1,06
povodí Podolský p. (Rýmařov)	267,24	293,28	1,10	310,59	1,06
povodí Staříč (Lipová-Lázně)	368,82	375,01	1,02	402,86	1,07
povodí Střední Opava (Železná)	306,10	337,62	1,10	362,82	1,07
povodí Stříbrný p. (Žulová)	270,65	282,42	1,04	311,48	1,10

Obr. 6-9 až Obr. 6-11 znázorňují průběhy ročních řad základních veličin hydrologické bilance za období 1961–2010 v jednotlivých dílčích povodích a částech HGR 6431. Silnou čarou je vyznačen průměr vyhlazený lokální regresí (každý bod je stanoven na základě váženého lineárního modelu, váhy jsou kubickou funkcí převrácené hodnoty vzdálenosti), šedivý pás odpovídá 95% intervalu spolehlivosti odhadu průměru.

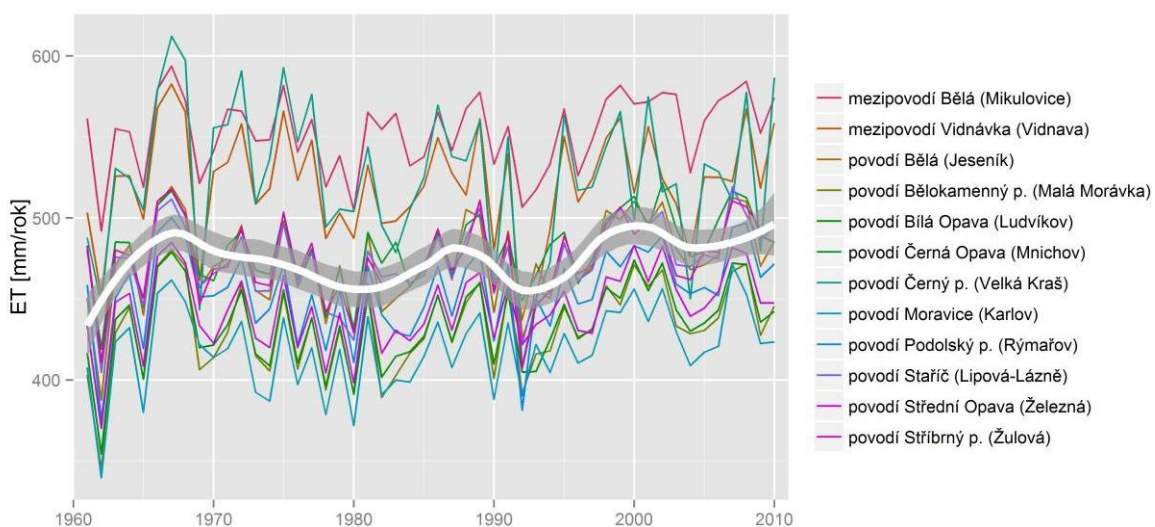
Grafické znázornění průběhu ročních řad dotace zásob podzemní vody a základního odtoku podávají Obr. 6-12 a Obr. 6-13.



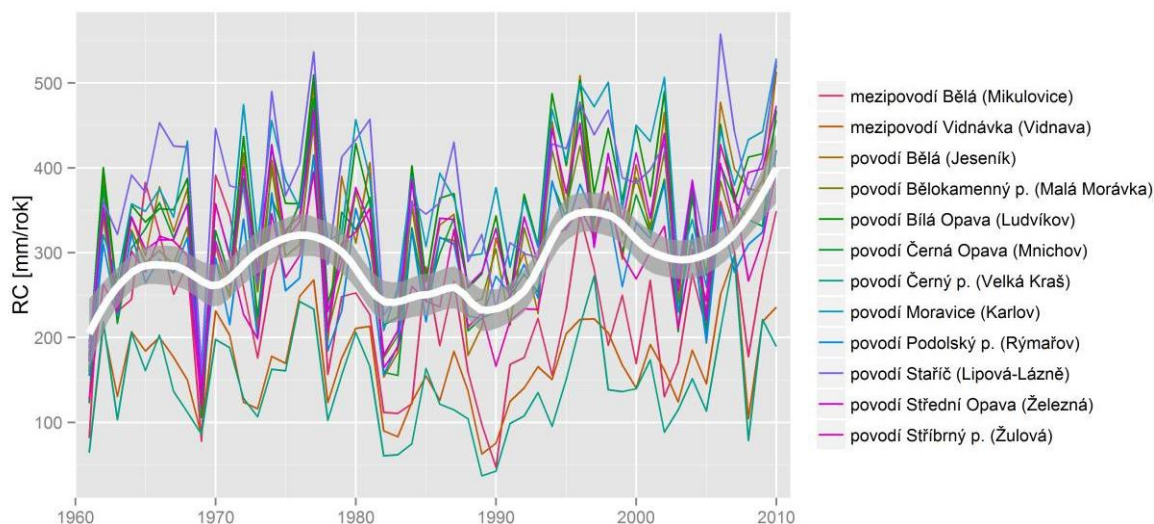
Obr. 6-9. Vývoj průměrných ročních srážek.



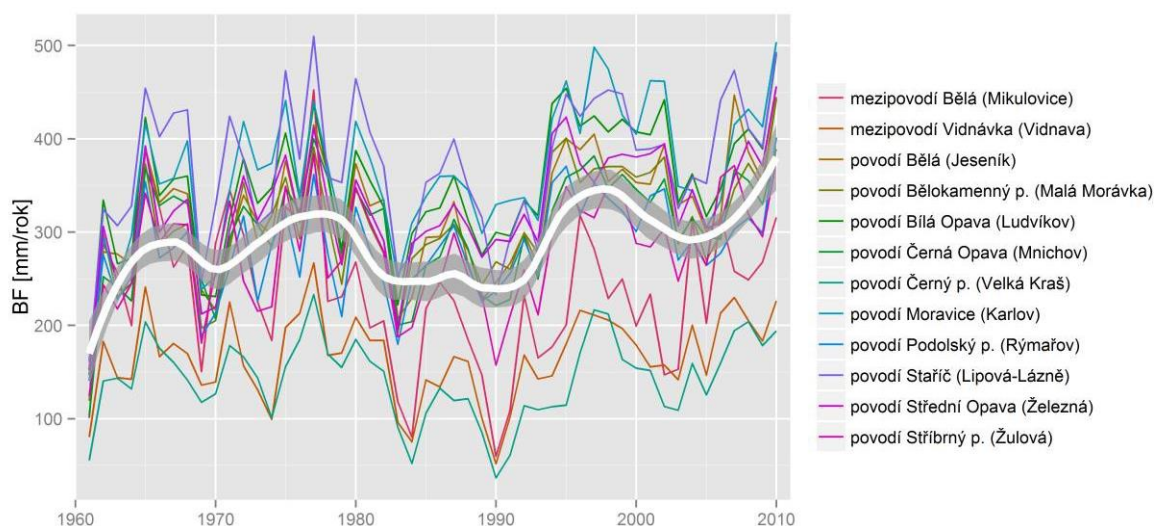
Obr. 6-10. Vývoj průměrné roční teploty.



Obr. 6-11. Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad z modelu BILAN).



Obr. 6-12. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN).



Obr. 6-13. Vývoj průměrného ročního základního odtoku (odhad z modelu BILAN).

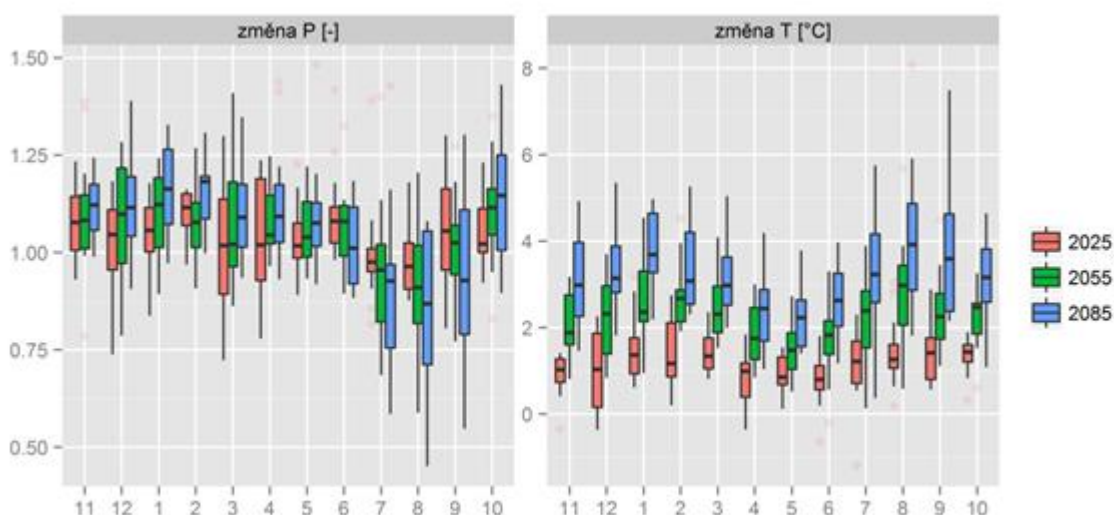
Při vyhodnocení trendů srážek, teploty vzduchu a výšky hladiny podzemní vody ve vrtu byly posuzovány průměrné roční hodnoty z hlediska výskytu trendu za období 1961–2010. Hladina významnosti testů byla zvolena 0,05. Na území HGR 6431 nebyl indikován statisticky významný trend v časových řadách srážkových úhrnů. Byl indikován statisticky významný trend teploty s gradientem 0,02 °C za rok.

6.1.2. POSOUZENÍ MOŽNÝCH DOPADŮ ZMĚN KLIMATU

Posouzení možných dopadů klimatické změny bylo provedeno na základě simulací 15 regionálních klimatických modelů pro časové horizonty 2025 (2011–2040), 2055 (2041–2070) a 2085 (2071–2100). Vzhledem k dostupným datům jsou uvažovány změny oproti období 1961–1990, které je standardně uvažováno pro referenční klima ve studiích dopadů změn klimatu.

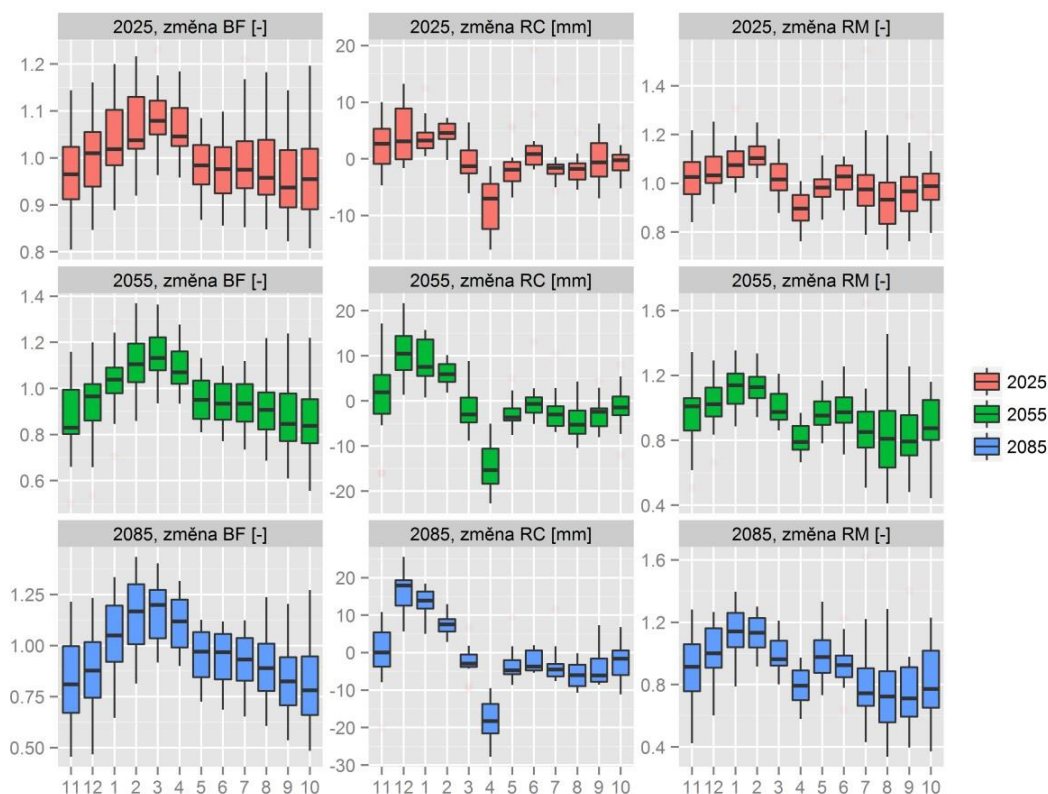
Uvažované změny srážek i teploty udává Obr. 6-14. Pro srážky předpokládají klimatické modely pokles v letních měsících (dle časového horizontu 5–25 %), po zbytek roku spíše růst. Teplota roste pro všechny tři časové horizonty po celý rok, v průměru cca o 1,5; 2,2 a 3,5 °C.

Dopady uvedených změn meteorologických veličin na základní odtok, dotaci podzemních vod a celkový odtok ukazuje Obr. 6-15. Z hlediska možných využití podzemních vod je podstatné, že zejména v časově vzdálenějších časových úrovních se základní odtok od května až do listopadu zmenšuje.



Obr. 6-14. Měsíční změny srážek (poměr) a teploty (rozdíl) dle RCM simulací pro jednotlivé měsíce.

Krabicové grafy indikují 5%, 25%, 50%, 75% a 95% kvantil rozdělení měsíčních změn v souboru klimatických modelů.



Obr. 6-15. Měsíční změny základního odtoku (-), dotace zásob podzemní vody (mm) a odtoku dle RCM simulací pro jednotlivé měsíce.

Krabicové grafy indikují 5%, 25%, 50%, 75% a 95% kvantil rozdělení měsíčních změn v souboru klimatických modelů.

ZHODNOCENÍ MONITORINGU A NÁVRH ÚPRAVY POZOROVACÍ SÍTĚ.

Stávající síť vodoměrných stanic postačuje pro sledování hydrologických poměrů v HGR 6431, její rozšíření není navrhováno.

6.2. HYDRAULICKÝ MODEL PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

Hydraulický model proudění podzemní vody pro HGR 6431 nebyl v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod realizován.

7. KVALITATIVNÍ STAV ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD

7.1. ÚPRAVÁRENSKÁ HLEDISKA VYUŽITÍ PODZEMNÍCH VOD

UPRAVITELNOST PODZEMNÍ VODY NA VODU PITNOU

Znalost kvality vody a její upravitelnosti je nedílnou součástí výpočtu využitelných zásob podzemní vody. Upravitelností vody se rozumí úprava podzemní vody takovým způsobem, aby byla využitelná pro zásobování obyvatel pitnou vodou.

Pro potřeby regionálního hodnocení bilancovaných hydrogeologických rajonů byly jako vstupní informace využity existující výsledky chemických analýz převážně jednorázových odběrů podzemní vody, archivované Českou geologickou službou a dále výsledky chemických analýz vzorků podzemní vody z nových vrtů provedených v rámci projektu. Hodnocení upravitelnosti podzemní vody na vodu pitnou bylo zpracováno podle vyhlášky č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Jednotlivé kategorie upravitelnosti podzemní vody a případné úpravy ve smyslu této vyhlášky uvádí tabulka 7-1.

Tab. 7-1. Kategorie upravitelnosti podzemní vody dle vyhlášky č. 120/2011 Sb.

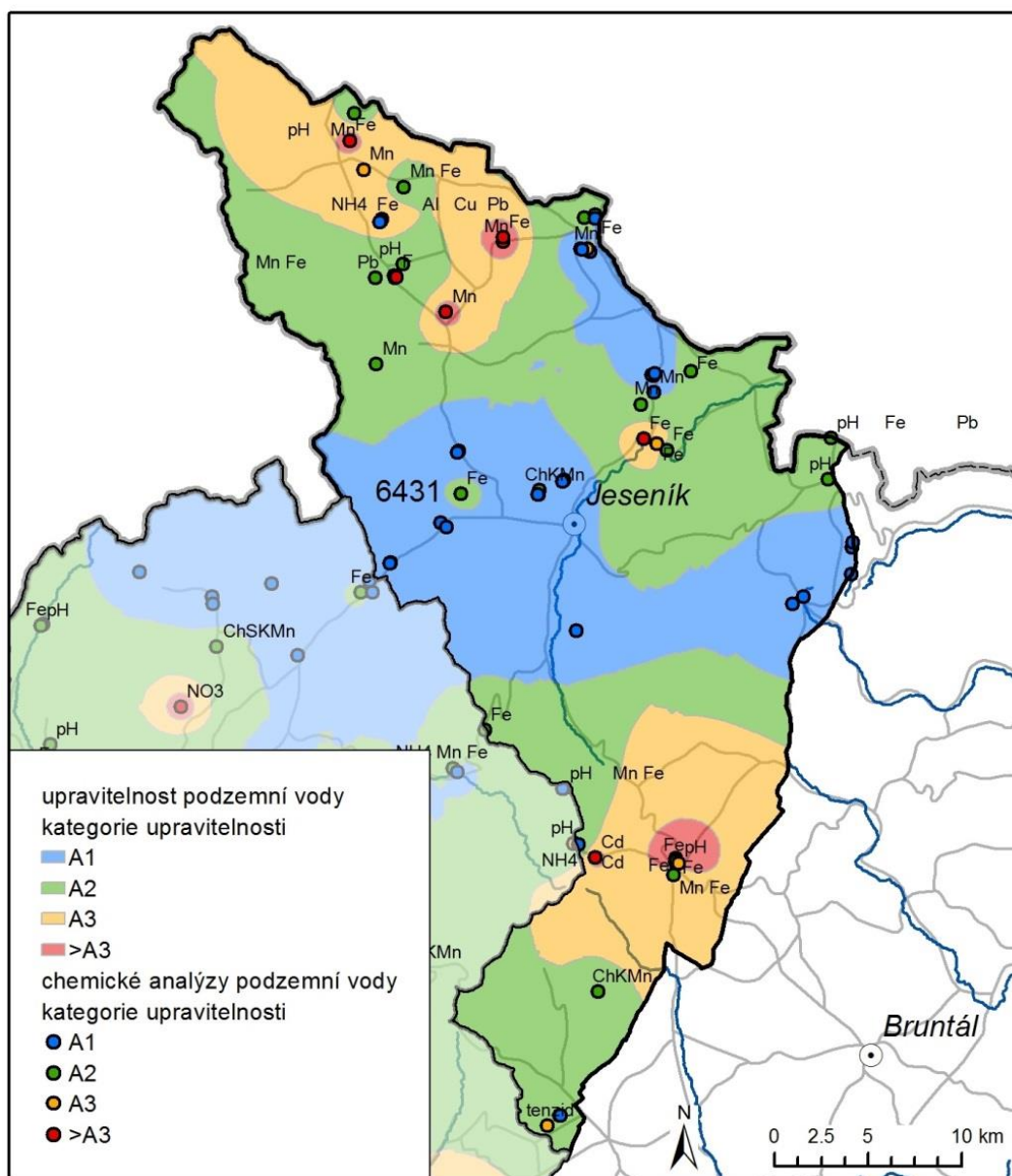
Kategorie upravitelnosti	Typy úprav
A1	Úprava surové vody s koncovou dezinfekcí pro odstranění sloučenin a prvků, které mohou mít vliv na její další použití a to zvláště snížení agresivity vůči materiálům rozvodného systému včetně domovních instalací (chemické nebo mechanické odkyselení), dále odstranění pachu a plyných složek provzdušňováním. Prostá filtrace pro odstranění nerozpuštěných látek a zvýšení jakosti.
A2	Surová voda vyžaduje jednodušší úpravu, např. koagulační filtraci, jednostupňové odželezňování, odmanganování nebo infiltraci, pomalou biologickou filtraci, úpravu v horninovém prostředí a to vše s koncovou dezinfekcí. Pro zlepšení vlastností je vhodná stabilizace vody.
A3	Úprava surové vody vyžaduje dvou či více stupňovou úpravu čiřením, oxidací, odželezňováním a odmanganováním s koncovou dezinfekcí popř. jejich kombinací. Mezi další vhodné procesy se řadí např. využívání ozónu, aktivního uhlí, pomocných flokulantů, flotace. Ekonomicky náročnější postupy technicky zdůvodněné (např. sorpce na speciálních materiálech, iontová výměna, membránové postupy) se použijí mimořádně.
> A3	Vodu této jakosti lze výjimečně odebírat pro výrobu pitné vody s udělením výjimky příslušným krajským úřadem. Pro úpravu na vodu pitnou se musí použít technologicky náročné postupy spočívající v kombinaci typů úprav uvedených pro kategorii A3, při čemž je nutné zajistit stabilní kvalitu vyráběné pitné vody podle vyhlášky č. 252/2004 Sb. Přednostním řešením v těchto případech je však eliminace příčin znečištění anebo vyhledání nového zdroje vody.

Při hodnocení upravitelnosti podzemních vod v HGR 6431 bylo použito celkem 314 výsledků chemických analýz, z toho 74 bylo vyčleněno jako bodové zdroje znečištění a do vlastního výpočtu kategorie upravitelnosti nebyly zahrnuty. Zkonstruována byla účelová mapa upravitelnosti podzemních vod jednak pro vlastní puklinové kolektory v hydrogeologickém masivu krystalinika a jednak pro přípoверхovou zónu. Přípoверхová zóna do 30 m byla vymezena jako antropogenními vlivy nejsnáze ovlivnitelná část hodnoceného území. Pro konstrukci mapy upravitelnosti přípoверхové zóny byly použity všechny vrty do hloubky 30 m bez ohledu na zastižený kolektor. Z hodnocení upravitelnosti podzemních vod v bilancovaných hydrogeologických rajonech byly vyřazeny všechny analýzy starší roku 1960.

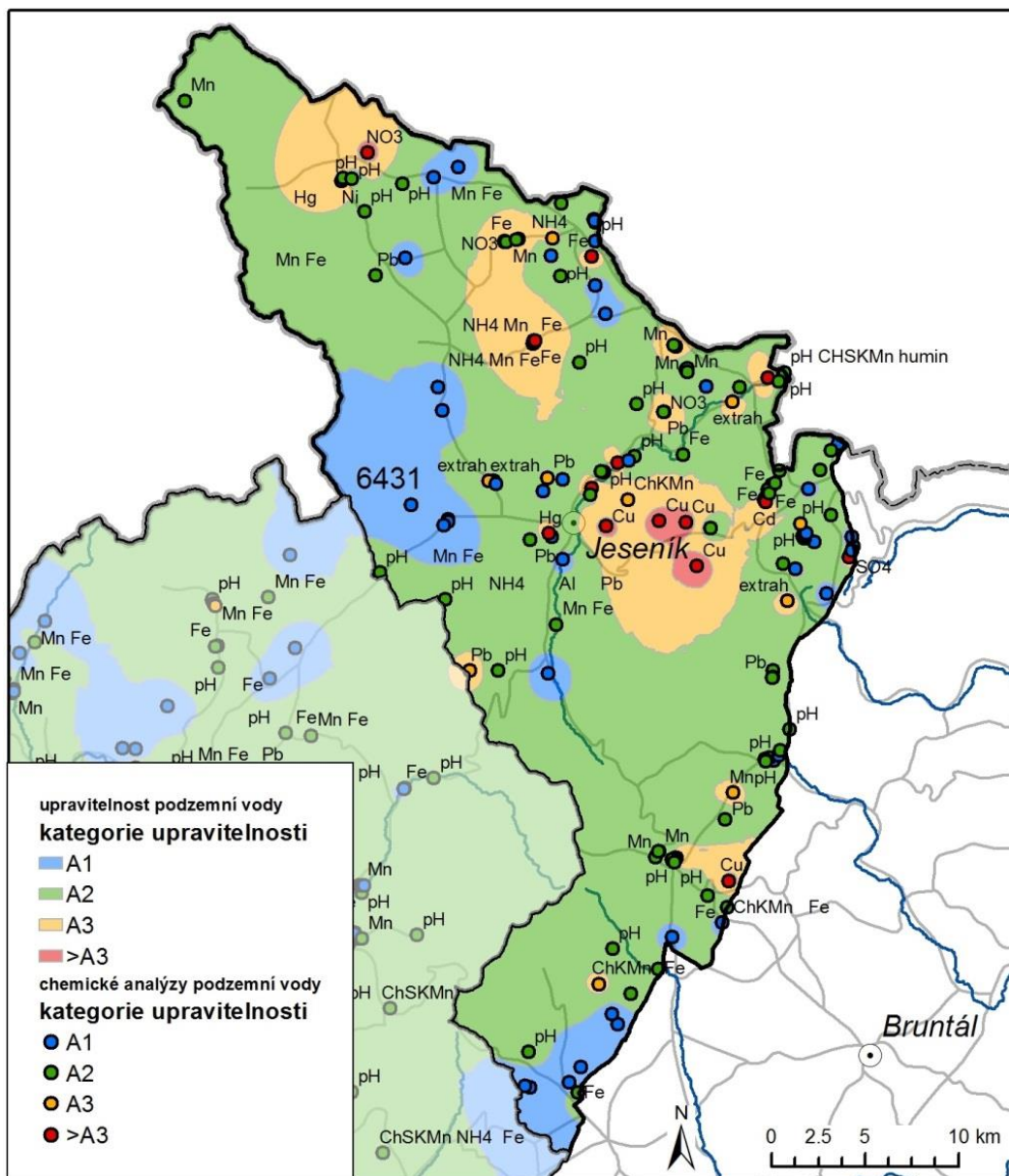
V přípovrchové zóně HGR 6431 vázané na kvartérní pokryv a intenzivně rozpukané a zvětralé svrchní partie hydrogeologického masivu převažuje poměrně dobrá kvalita podzemní vody v rámci kategorií upravitelnosti A1 a A2. Posun do zhoršených kategorií může být způsoben vyššími obsahy amonných iontů, železa a manganu, některých kovů (mědi), vyššími hodnotami chemické spotřeby kyslíku nebo nevyhovujícím pH.

V hlubších částech hydrogeologického masivu rovněž převažují kategorie A1 a A2, posun do nepříznivých kategorií A3 a spíše ojedinělé kategorie >A3 bývá způsoben zvýšenými obsahy železa, manganu, výjimečně dusičnany nebo kovy.

Rozsah kategorií upravitelnosti podzemní vody v hlubších kolektorech hydrogeologického masivu a v přípovrchové zóně v rozsahu HGR 6431 je znázorněn na Obr. 7-1 a Obr. 7-2.



Obr. 7-1. Upravitelnost podzemní vody hlubšího kolektoru v rozsahu HGR 6431



Obr. 7-2. Upravitelnost podzemní vody přípoверхové zóny v rozsahu HGR 6431

7.2. VÝVOJ KVALITY PODZEMNÍ VODY

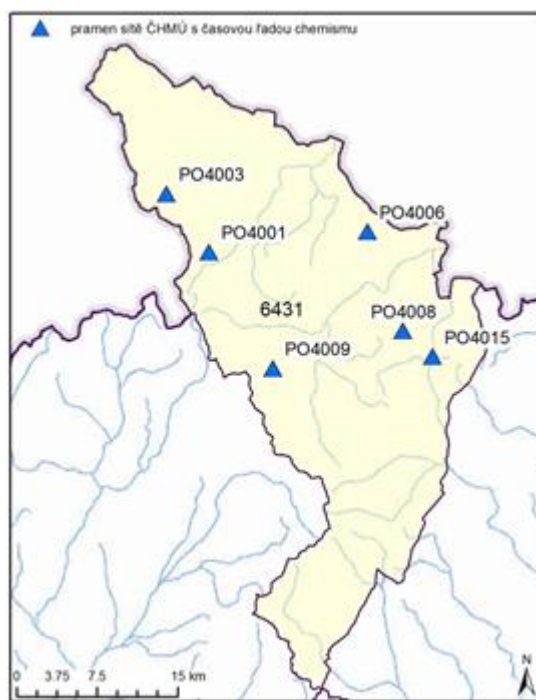
V HGR 6431 je v prostředí GDBase k dispozici 6 pramenů s časovými řadami fyzikálně-chemických analýz podzemní vody v různém časovém rozsahu, které jsou uvedené v Tab. 7-2 a na Obr. 7-4. Vzorky podzemních vod k chemickým analýzám jsou odebírány dvakrát ročně (na jaře a na podzim), přičemž rozsah analýz jarních a podzimních odběrů je trvale odlišný. Ve vzorcích z jarního odběrového období se provádí základní a doplňkový fyzikálně-chemický rozbor, stanovení obsahů těžkých kovů a specifických organických látek. Na podzim probíhá pouze základní fyzikálně-chemický rozbor, stanovení ropných látek a alfa aktivity.

Pro účely posouzení vývoje kvality podzemní vody byly hodnoceny obsahy těch složek, které z hlediska vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a

rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů, velmi často způsobují zhoršenou kvalitu podzemní vody – dusičnanů, chloridů a síranů, a také výše celkové mineralizace. Prameny s velmi krátkou časovou řadou chemismu podzemní vody v rozsahu let 2009-2011 (PO4001 a PO4003) nebyly pro posouzení vývoje kvality podzemní vody použity. Průběh časových řad vybraných makrosložek a výše celkové mineralizace je uveden na Obr. 7-4.

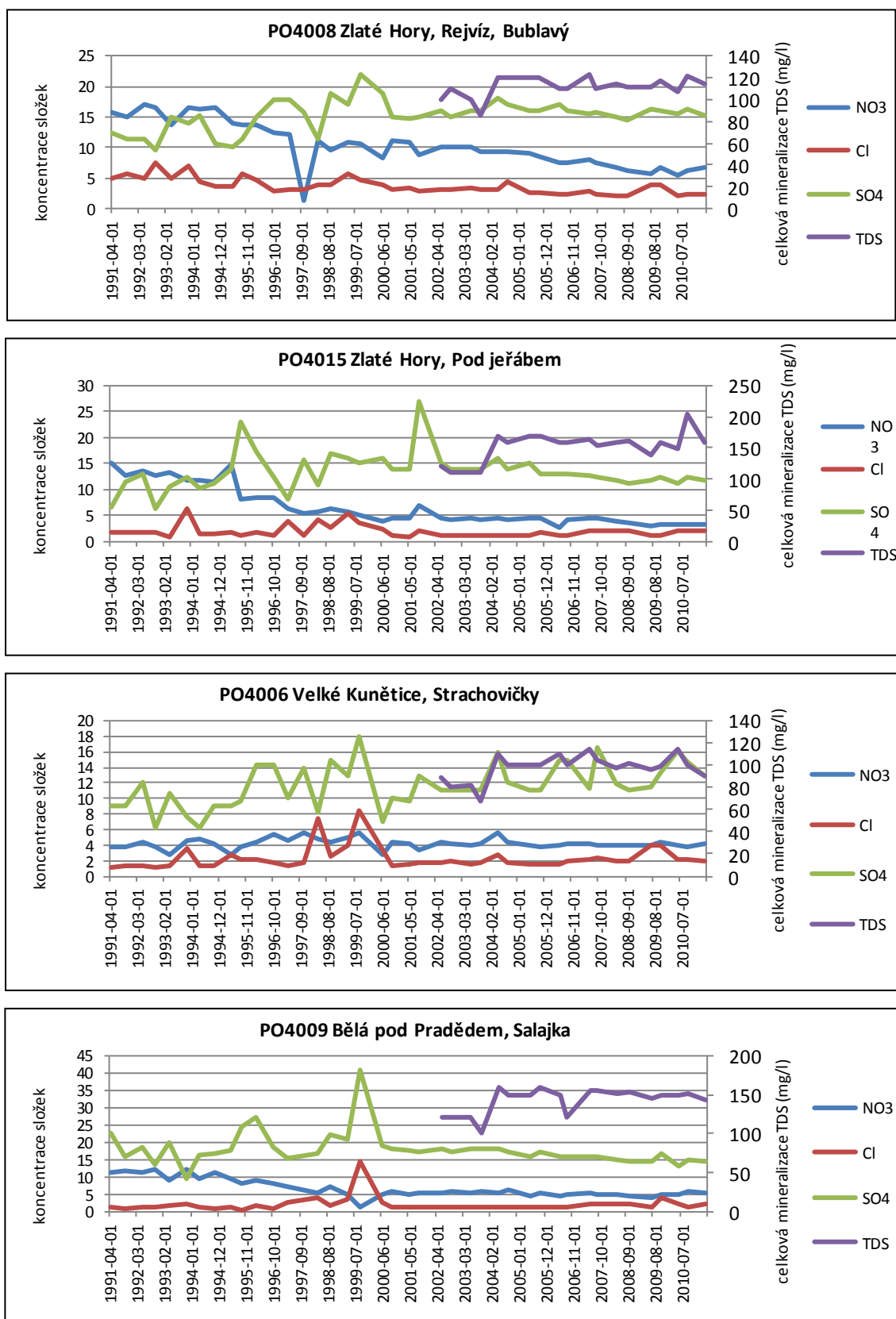
Tab. 7-2. Přehled objektů s časovými řadami chemických analýz v HGR 6431

Klíč GDO	X	Y	Z (m n. m.)	ČHMÚ	lokalizace	název	období
654665	-536214	-1051114	747	PO4008	Zlaté Hory, Rejvív	Bublavý	1991–2011
715952	-533453	-1053505	691	PO4015	Zlaté Hory	Pod jeřábem	1991–2011
718497	-554302	-1043716	650	PO4001	Skorošice	Nad kravínem	2009–2011
718498	-558270	-1038292	682	PO4003	Uhelná, Nové Vilémovice	Pod hraničkami	2009–2011
718499	-539519	-1041834	412	PO4006	Velké Kunětice	Strachovičky	1991–2011
718500	-548360	-1054594	735	PO4009	Bělá pod Pradědem	Salajka	1991–2011



Obr. 7-3. Lokalizace objektů s časovými řadami chemických analýz v HGR 6431

Všechny posuzované prameny v HGR 6431 mají nízkou celkovou mineralizaci do 200 mg/l. Ve všech sledovaných pramenech jsou obsahy nežádoucích složek poměrně hluboko pod limitem stanoveným vyhláškou č. 252/2004 Sb. V pramenech s čísly ČHMÚ PO4008, PO4015 a PO4009 je patrný mírný pokles koncentrací NO_3 . Koncentrace ostatních hodnocených makrosložek dosahují přes jistou rozkolísanost víceméně setrvalých hodnot, podobně jako výše celkové mineralizace.

Obr. 7-4. Časové řady koncentrací Cl, NO₃ a SO₄ a celkové mineralizace (TDS) v HGR 6431

8. OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Agentura ochrany přírody a krajiny (AOPK) ČR poskytla „Vrstvy biotopů s vazbou na vodu v rozsahu detailně hodnocených rajonů + buffer 500 m včetně výběru prioritních území s cennými ekosystémy“ na základě metodiky Lustyka – Gutha (2014).

Materiál se skládá z pěti dílčích částí zahrnujících vrstvu biotopů vázaných na vodu, vrstvu všech maloplošných zvláště chráněných území (MZCHÚ) a tabulku citací předmětů ochrany, vrstvu evropsky významných lokalit (EVL) a ptačích oblastí (PO) včetně identifikace těch s předmětem ochrany vázaným na vodu, vrstvu MZCHÚ s vazbou na podzemní vodu, a prioritní území v péči AOPK ČR s cennými ekosystémy k podrobnějšímu zpracování.

Prioritní maloplošná zvláště chráněná území ve správě AOPK ČR s vazbou na podzemní vodu

Všechny lokality s vazbou na podzemní vodu jsou potenciálně ohroženy změnami vodního režimu a je nutné je v hydrogeologických modelech zohlednit. Obecně lze konstatovat, že rizikový rozsah změny vodního režimu je různý pro jednotlivé biotopy. Komplexní studii, v jakém rozsahu se mají pohybovat optimální parametry vodního režimu jednotlivých biotopů, nemá AOPK ČR k dispozici a vznik takové studie by byl velmi žádoucí.

Vybrané prioritní lokality jsou takové, u kterých je známé nebo předpokládané výraznější přímé ohrožení vodního režimu antropogenními činnostmi. Na těchto lokalitách by bylo vhodné zpracovat detailnější hydrogeologický průzkum, resp. je podrobit hlubším hydrogeologickým analýzám, zjistit optimální parametry vodního režimu konkrétně pro tato území. MZCHÚ byla vybrána jednotlivými regionálními pracovišti AOPK ČR v rámci jejich územní působnosti. Platí, že MZCHÚ kategorií přírodní rezervace (PR) a přírodní památka (PP) jsou prioritní z regionálního hlediska, zatímco z národního hlediska jsou prioritní MZCHÚ kategorií národní přírodní rezervace (NPR) a národní přírodní památka (NPP).

HGR 6431 neobsahuje vybrané lokality, které byly identifikovány jako prioritní s cennými ekosystémy z hlediska jejich vazby na podzemní vodu.

Pro posouzení souběhu vlivů vodárenských jímání a zájmů ochrany přírody jsou na Obr. 8-1, Tab. 8-1, Tab. 8-2 znázorněna veškerá zvláště chráněná území dle zákonných norem ČR – CHOPAV, a dále území chráněná podle evropských norem v rámci soustavy Natura 2000 (Ptačí oblasti, Evropsky významné lokality).

Tab. 8-1: Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 6431

KOD	KAT	Název	Rozloha (ha)	Rozloha biotopu (ha)	% vodních ekosystémů	Orgán ochrany přírody
268	NPP	Na Špičáku	6.64	0.0046	0.07	AOPK ČR
649	NPP	Jeskyňe Na Pomezí	20.5993	0.0126	0.06	AOPK ČR
650	PP	Vodopády Stříbrného potoka	1.73	0	0	krajský úřad
945	OP	Vysoký vodopád	25.9964	0.0101	0.04	AOPK ČR
945	PR	Vysoký vodopád	141.4132	0.727	0.51	AOPK ČR
545	NPP	Venušiny misky	3.85	0	0	AOPK ČR
367	NPR	Rašeliniště Skřítek	165.1344	103.6933	62.79	AOPK ČR
371	NPR	Rejvíz	328.5605	240.4171	73.17	AOPK ČR
371	OP	Rejvíz	68.3107	1.82	2.72	AOPK ČR
432	NPR	Šerák-Keprník	794.1935	55.9629	7.5	AOPK ČR
432	OP	Šerák-Keprník	375.6346	24.682	6.57	AOPK ČR
1952	OP	Sněžná kotlina	26.2989	0.0171	0.07	AOPK ČR
1952	PR	Sněžná kotlina	104.7242	0.0199	0.02	AOPK ČR
1953	OP	Šumárník	2.96	0	0	AOPK ČR
1953	PR	Šumárník	0.7444	0	0	AOPK ČR
2244	OP	Morgenland	3.86	1.0016	26.79	AOPK ČR
2244	PP	Morgenland	1.04	1.0827	59.15	AOPK ČR
2245	OP	Růžová	23.0979	1.43	5.26	AOPK ČR
2245	PR	Růžová	24.8138	5.71	23.64	AOPK ČR
2246	OP	U Slatinného potoka	7.1106	1.71	18.24	AOPK ČR
2246	PR	U Slatinného potoka	5.27	3.38	70.18	AOPK ČR
1964	PR	Račí údolí	62.9515	2.1592	3.43	krajský úřad
5654	PP	Písečná-mokřad	8.1129	5.82	70.11	krajský úřad
5656	PP	Štola Marie Pomocná	3.17	0	0	krajský úřad
2131	OP	Černé jezero	206.2756	0.0805	0.04	krajský úřad
2131	PP	Černé jezero	5.39	1.1566	21.56	krajský úřad
2136	OP	Skalní potok	40.995	0.1683	0.41	AOPK ČR
2136	PR	Skalní potok	198.9782	3.37	1.79	AOPK ČR
2153	OP	Chebzí	0.7842	0.0019	0.24	AOPK ČR
2153	PP	Chebzí	2.59	0.0044	0.15	AOPK ČR
3408	OP	Břidličná	38.1284	0	0	AOPK ČR
3408	PR	Břidličná	652.0862	3.0244	0.46	AOPK ČR
5326	NPP	Javorový vrch	84.1529	0.1346	0.16	AOPK ČR
5843	PP	Černá Voda - kulturní dům	0.0606	0	0	krajský úřad
5849	PP	Rašeliniště na Smrku	7.358	1.08	26.24	krajský úřad
5853	OP	Zlaté jezero	8.609	0.1131	1.31	krajský úřad
5853	PP	Zlaté jezero	24.4741	1.64	6.52	krajský úřad
5843	OP	Černá Voda - kulturní dům	0.2495	0	0	krajský úřad
5694	OP	Louka Na Miroslavi	3.64	0.0259	0.76	AOPK ČR
5694	PP	Louka Na Miroslavi	0.846	0.4483	52.99	AOPK ČR
1815	OP	Vidnavské mokřiny	41.0233	2.0615	5.3	krajský úřad
1815	PR	Vidnavské mokřiny	32.0296	24.5495	76.65	krajský úřad
1305	PR	Suchý vrch	48.8626	0	0	AOPK ČR
1306	PR	Jelení bučina	45.8438	0	0	AOPK ČR
1307	NPR	Praděd	2029.6273	98.4483	4.85	AOPK ČR
1089	PP	Skalka pod Kaní horou	0.1175	0	0	krajský úřad
1090	NPP	Borový	34.961	0.0065	0.02	AOPK ČR
1091	PP	Pišťala	15.9786	0.1454	0.91	krajský úřad
1524	OP	Borek u Domašova	11.29	0.0845	0.72	AOPK ČR
1524	PR	Borek u Domašova	13.5251	0.047	0.35	AOPK ČR
1527	OP	Filipovické louky	2.805	0.5614	20.1	AOPK ČR
1527	PR	Filipovické louky	2.21	0.8574	39.11	AOPK ČR
1357	OP	Pod Jelení studánkou	306.6092	0.4183	0.14	AOPK ČR
1357	PR	Pod Jelení studánkou	144.7291	0	0	AOPK ČR
1358	OP	Pstruží potok	15.8935	0.0041	0.03	AOPK ČR
1358	PR	Pstruží potok	23.0452	1.688	7.32	AOPK ČR

KOD – číselný kód, pod kterým je MZCHÚ vedeno v ÚSOP (Digitálním registru Ústředního seznamu ochrany přírody);

KAT – kategorie MZCHÚ: OP-ochranné pásmo, PR-přírodní rezervace, NPR-národní přírodní rezervace, NPP-národní přírodní památka, PP-přírodní památka; Rozloha biotopu - uvádí souhrnné rozlohy biotopů s vazbou na podzemní vodu v hektarech, procento - jejich souhrnné plošné procentuální zastoupení v daném území.

Tab. 8-2: Seznam evropsky významných lokalit a ptačích oblastí v HGR 6431

KOD	SITECODE	KAT	Název	Rozloha (ha)	BIOREG	PO_vodni	PO_habitat	PO_druh
3299	CZ0813468	EVL	Sokolí potok	49.9616	c	ano		4014
3281	CZ0813763	EVL	Javorový vrch	83.0551	c			
3283	CZ0813450	EVL	Karlova Studánka	24.6851	c	ano		2001
3277	CZ0813445	EVL	Heřmanovice	18.6922	c	ano		2001
3209	CZ0713724	EVL	Černá Voda - kostel	0.0395	c			
3210	CZ0713725	EVL	Černá Voda - kulturní dům	0.078	c			
3223	CZ0714075	EVL	Keprník	2542.9958	c	ano	6430, 7110, 91D0, 9410	4014
3229	CZ0713735	EVL	Lipová-lázně - mateřská školka	0.0389	c			
3236	CZ0713385	EVL	Písečná - mokřad	7.29	c	ano		1193
3239	CZ0714077	EVL	Praděd	6070.7695	c	ano	6430, 7110, 7140, 91D0, 9410	4014
3243	CZ0714081	EVL	Rejvíz	591.3971	c	ano	6430, 7110, 7140, 91D0, 9410	4014
3245	CZ0710183	EVL	Rychlebské hory - Račí údolí	1191.6215	c	ano	9,10E+01	
3246	CZ0714086	EVL	Rychlebské hory - Sokolský hřbet	8045.7786	c	ano	6430, 7110, 8310, 91E0, 9410	
3251	CZ0713742	EVL	Štola Marie Pomocná	0.0398	c			
3253	CZ0715024	EVL	Šumárník	0.8578	c			
3263	CZ0713395	EVL	Vidnava	39.3392	c	ano		1061
3267	CZ0713397	EVL	Zlaté Hory - Černé jezero	235.0636	c	ano		2001
3268	CZ0713398	EVL	Zlaté Hory - Zlaté jezero	25.758	c	ano		1193
5575	CZ0710034	EVL	Lánský luh	32.1388	c			
5576	CZ0713730	EVL	Na Špičáku	7.685	c			
5585	CZ0810014	EVL	Pstruží potok	39.6586	c	ano	7140, 91E0	
2282	CZ0711017	PO	Jeseníky	52164.54				

SITECODE – mezinárodní kód EVL či PO používaný v rámci soustavy NATURA 2000

BIOREG – biogeografická oblast: c = kontinentální, p = panonská

PO – ptačí oblast

PO_vodni – uvádí, zda je v dané EVL předmět ochrany vázaný na vodu

PO_habitat – uvádí, které habitaty jsou předmětem ochrany EVL

PO_druh – uvádí, které druhy jsou předmětem ochrany EVL či PO

Velká část HGR 6431 je součástí CHKO Jeseníky. Mezi MZCHÚ a EVL na území rajonu, v nichž tvoří předmět ochrany biotopy vázané na vodu, patří např. NPR Rejvíz (podmáčené a rašelinné smrčiny, blatkové bory, vrchovištní šlenky), NPR Šerák-Keprník (rašelinné smrčiny, vrchovištní šlenky, lesní prameniště), NPR Praděd (podmáčené a rašelinné smrčiny, lesní prameniště, otevřená vrchoviště), PR Skalní potok (údolní jasanovo-olšové luhy), EVL Račí údolí (makrofytní vegetace vodních toků, údolní jasanovo-olšové luhy).

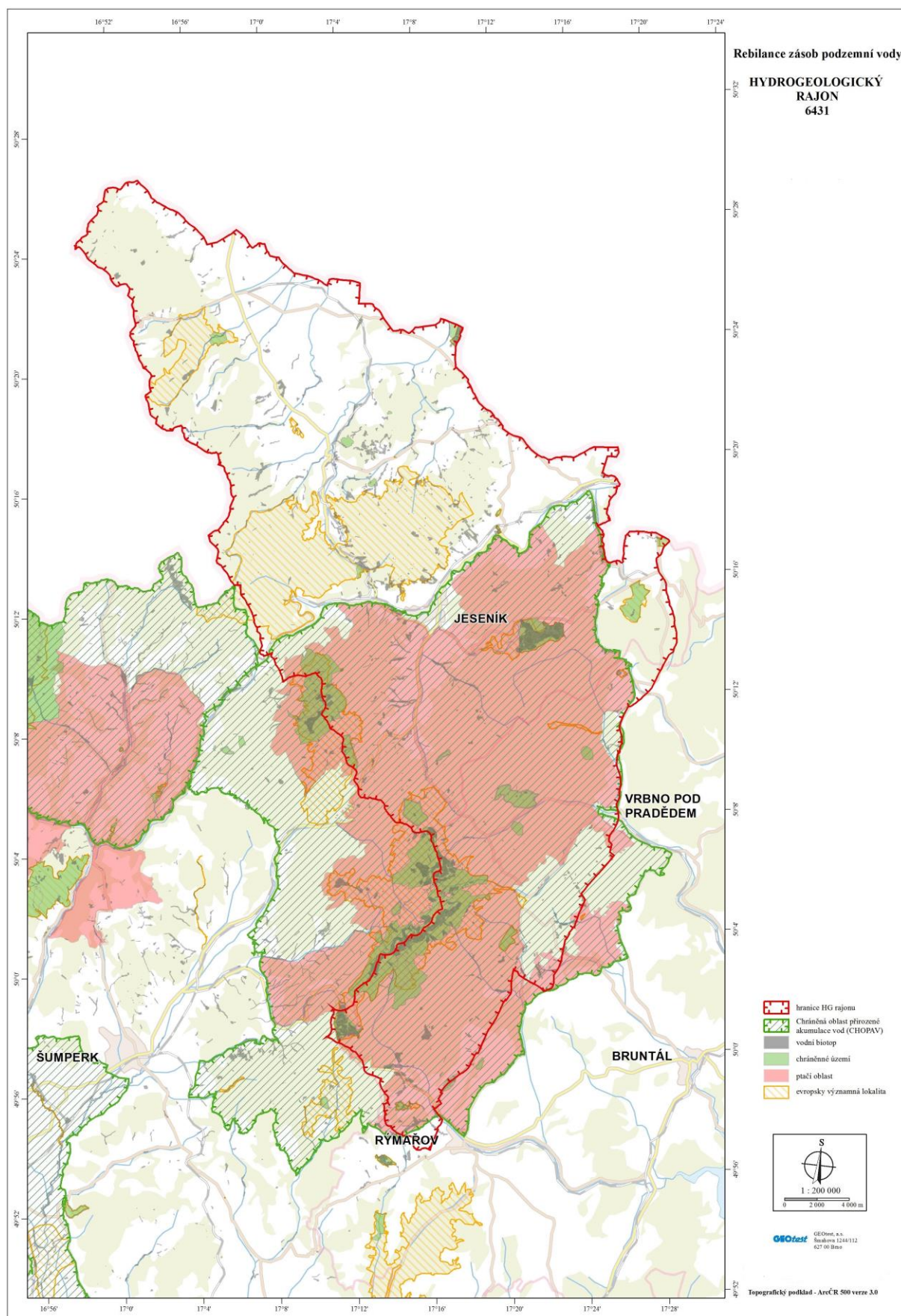
Významným ekologickým problémem na území rajonu je změna odtokových poměrů v důsledku lesního hospodaření, která může vést ke druhotným změnám rostlinných společenstev a celých biotopů, k vysoušení rašelinišť a mokřadů, rýhové i plošné erozi a dalším nežádoucím jevům.

Řeka Bělá tvoří sz. hranici rozsáhlého území Chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Tato CHKO byla vyhlášena v roce 1969, má rozlohu 740 km² a jejím posláním je zachování krajinného rázu lesnatého a morfologicky členitého masivu Hrubého Jeseníku s historickou strukturou osídlení. Nacházejí se zde některé rostlinné a živočišné druhy arktické a alpské, pronikají sem také prvky květeny karpatské i

některé druhy teplomilné. Unikátní společenstva rostlin a živočichů jsou ještě zvláště chráněna v maloplošných chráněných územích. Je to především Národní přírodní rezervace Rejvíz s největším moravským rašeliništěm, zařazená podle Ramsarské smlouvy jako význačný mokřad. V území jsou vyvinuta dvě jezírka vzájemně propojená laggem; břehy pokrývají přirozené porosty borovice blatky (*Pinus rotundatá*) s břízou karpatskou, rojovníkem bahenním (*Ledum palustre*), bradáčkem srdčitým (*Li ster a cordata*) a vzácnou rosnatkou okrouhlolistou (*Drosera rotundifoliá*). Na obvodových rašelinných loukách roste kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*), mečík střežovitý (*Gladiolus imbricatus*) nebo lilie cibulkonosná (*Lilium bulbiferum*). Národní přírodní rezervace Rejvíz je také řazena mezi unikátní nadregionální biocentra. Druhým maloplošným chráněným územím v rámci CHKO Jeseníky je přírodní památka Chebží, vyhlášená v roce 2001 na katastrálním území Studený Zejf, sv. od města Jeseník. Jejím posláním je ochrana suché kulturní louky s výskytem prstnatce bezového (*Dactylorhiza sambucina*), vstavače mužského (*Orchis maculata*), vemeníku dvoulistého (*Platanthera bifoliá*) aj.

Z hlediska ochrany krajiny a životního prostředí mají také nemalý význam přechodně chráněné plochy a významné krajinné prvky. K těm prvním patří Louka na Pomezí s jedinečným výskytem orchidejovitých rostlin, plocha s ohroženým taxonem bledule jarní (*Leucojum vernalum*) u Lipové a společenstvo kriticky ohroženého druhu - raka říčního (*Asclacus fluvialis*) - v Arcibiskupském lomu u Vápenné. Park ve Vlčicích, opuštěný vápencový kamenolom s neobvyklými rostlinnými druhy Kukačka u Bílé Vody nebo vícedruhová alej na lázeňské kolonádě v Lázních Jeseníku jsou přírodní prvky, které dotvářejí celkový obraz kulturní krajiny. K přírodním zajímavostem lze také přiřadit dva mrtvé stromy - sochy, které byly vytvořeny z odumřelých jilmů v Lázních Jeseníku.

.



Obr. 8-1. Lokalizace chráněných území v HGR 6431

VIDNAVSKÉ MOKŘINY

Obr. 8-2. Vidnavské mokřiny (foto M. Vavřík, [CC BY-SA 3.0](#))

Přírodní rezervace Vidnavské mokřiny byla vyhlášena 10.4. 1996. Stejně území je také Evropsky významnou lokalitou Vidnava. Rezervace i EVL se rozkládá na ploše 32 ha v nejnižším místě okresu Jeseník, 222 m nad mořem. Součástí mokřadů jsou také rašelinové louky ležící mezi melioračním příkopem a řekou Vidnávkou po levé straně silnice ke státní hranici. Ve společenství bažinných olšin, vrbin, rákosin a ostřic se vyskytují vzácné druhy vodních rostlin: vachta třílistá, žebratka bahenní, blešník obyčejný, všivec bahenní a lesní, poměrně vzácný ďáblík bahenní, bezkolenec modrý, tolíje bahenní a chráněná rosnatka okrouhloolistá. Vlivem poklesu spodních vod v posledních padesáti letech dochází v celém ekosystému ke zmenšování plochy původních rašelinových luk a jejich zarůstání rákosem a náletovými dřevinami. Z tohoto důvodu se provádí každoročně na lukách postupná likvidace rákosu a keřových porostů.

Údaje zpracované Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR potvrzují mimořádnou pestrost živočišných druhů, zejména v oblasti ornitofauny. V mokřinách bylo pozorováno 90 hnízdicích a 60 protahujících druhů ptáků. Z chráněných hnízdních druhů lze uvést s jistotou například tyto: čírka obecná, jestřáb lesní, pochop rákosní, koroptev polní, chřástal vodní i polní, holub doupňák, sova pálená, rorýs obecný, ledňáček říční, skřivan lesní, rákosník velký, lejsek šedý, bramborníček hnědý, slavík obecný, žluva hajní, volavka popelavá, konipas luční i dudek chocholatý.

K vidění jsou velmi často také ptáci zaletující za potravou: rackové, čejky a čáp bílý. Z plazů se zde hojně vyskytuje ještěrka živorodá a užovka obojková. Jsou uváděny i nálezy krunýřů želvy bahenní (stav populace však nebyl zjištěn). Z chráněných druhů obojživelníků se vyskytuje hojně ropucha obecná i ropucha zelená, skokan zelený a čolek obecný. Jedinečnost a původnost mokřadu dokládá i výskyt vzácného drobného savce hraboše mokřadního a rejska černého. V tůních Vidnavských mokřin žije kromě původních druhů ryb (kapr, karas, štika, okoun, cejn, atd.) také uměle vysazená ryba - amur, která se živí výhonky rákosů a tak pomáhá udržovat volnou plochu vodní hladiny.

Celá lokalita je řízena samostatným plánem péče na jehož dodržování dbá správce rezervace. Vidnavské mokřiny představují jedinečnou přírodní lokalitu, která svým významem daleko přesahuje rámec Jesenicka.

(<http://www.jeseniky.net>, www.nature.cz)

SKALKA POD KANÍ HOROU

Obr. 8-3. Skalka pod Kaní horou (foto P. Gürtlerová, <http://fotoarchiv.geology.cz>)

PP Skalka pod Kaní horou (0,14 ha) chrání žulovou skalku asi 1,1 km západně od Tomíkovic, asi 100 m od jihovýchodního úpatí Kaní hory. Skalka se nachází uprostřed zemědělské půdy v izolovaném remízku. Žulová skalka max. 8 m dlouhá je protažena SZ.-JV. směrem. Je tvořena biotitickým granodioritem žulovského plutonu. Protažení skály souhlasí se směrem puklin a se směrem transgrese pevninského ledovce. Je na ní patrná pravidelná lavicovitá odlučnost žuly podle tří systémů puklin a typické žokovité zvětrávání lavic. Leží v terénu překrytém v pleistocénu pevninským ledovcem, který v blízkém okolí zanechal uložení bazální morény.

Skalka se nachází uprostřed zemědělské půdy v izolovaném remízku tvořeném lípou malolistou, javorem mléčem a dubem letním, s vtroušenou břízou bělokorou, habrem obecným, javorem klenem a třešní ptačí. V podrostu převládá lipnice hajní.

(<http://www.vrbatky.cz>, <http://lokality.geology.cz>, <http://www.rychleby.cz>)

LÁNSKÝ LUH

Obr. 8-4. Lánský luh (foto <https://mapy.cz>)

EVL se nachází na mírně ukloněné plošině s rozmezím nadmořské výšky 373 až 392 m n. m. Chrání zachovalé různověké porosty polonských dubohabřin a olšin v Žulovské pahorkatině. Podloží tvoří biotitické až amfibolicko-biotitické granodiority a křemenné diority, překryté vrstvou fluvio-glaciálních štěrkopísků. Půdní podklad tvoří pseudogleje modální.

Lánský luh tvoří zachovalé různověké porosty polonských dubohabřin as. *Tilio-Carpinetum*. Malou plochu zabírají údolní jasanovo-olšové luhy, vzniklé jako výsadby olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) na částečně odvodněných mokřadech.

Stromové patro porostů Lánského luhu tvoří lípa srdčitá (*Tilia cordata*), doprovázená habrem (*Carpinus betulus*) a dubem letním (*Quercus robur*). V menší míře se zde vyskytují i další dřeviny: javor klen (*Acer pseudoplatanus*), třešeň ptačí (*Prunus avium*), jedle bělokorá (*Abies alba*), vzácně jilm vaz (*Ulmus laevis*). Vbylíném patře jsou přítomny druhy: lipnice hajní (*Poa nemoralis*), mařinka vonná (*Galium odoratum*), kokořík mnohokvětý (*Polygonatum multiflorum*), bika bělavá (*Luzula luzuloides*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*), violka lesní (*Viola reichenbachiana*), jestřábník zední (*Hieracium murorum*), zvonek broskvolistý (*Campanula persicifolia*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), strdivka níci (*Melica nutans*), pitulník horský (*Galeobdolon montanum*), ostřice lesní (*Carex sylvatica*), břečťan popínavý (*Hedera helix*) a prvosenka vyšší (*Primula elatior*). Vyskytuje se zde také kýchavice bílá Lobelova (*Veratrum album* ssp. *lobelianum*) a v depresích na okraji lesního komplexu též mečík střežovitý (*Gladiolus imbricatus*).

(www.nature.cz)

VENUŠINY MISKY



Obr. 8-5. Venušiny misky (foto Z. Patzelt, <http://www.cittadella.cz>)

Vrchol kopce Smolný (404 m n. m.) s ostrohem žulových skalisek zvaných „Venušiny misky“ se nachází 2 km jihovýchodně od obce Kobylá nad Vidnávkou, v souvislém lesním celku Bažantnice. Území je chráněno od roku 1970, jeho výměra činí 3,9 ha.

NPP se nachází v centrální partii žulovského masívu, který je tvořen tzv. hlavní žulou (Hauptgranit) s mísovitými a polokulovitými útvary konkávního charakteru, způsobenými kulovitou odlučností granodioritů. Jedná se o vysokou exfoliační klenbu neboli ostrovní horu. Skalní útvary při vrcholu Smolného vznikly v době pevninského zalednění v pleistocénu, kdy vrchol Smolného vyčníval jako nunatak nad povrch ledovce. Na skalách jsou vyvinuty četné tvary zvětrávání žul velikosti až několik

metrů (skalní mísy, výklenky, křesla a tafoni...). Největší skalní mísa má objem asi 65 litrů a je naplněna vodou.

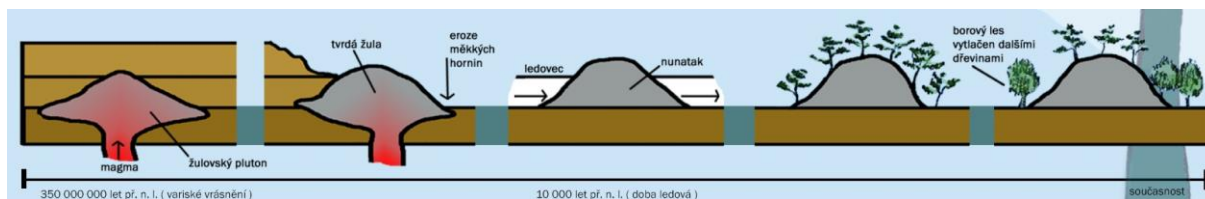
Na skalních útvarech vznikly v pozdním pleistocénu a v holocénu v důsledku zvětrávání a odnosu žuly pozoruhodné tvary, které se z části vyvíjejí ještě dnes. Jejich vznik byl nejspíš podmíněn erozními účinky srážkové vody a jejím chemickým působením, dále pak vlastnostmi žuly (kulovitá odlučnost). Jedná se o tzv. exfoliační tvary - skalní mísy, křesla, sedadla, výklenky, tafoni aj., dosahující velikosti až několika metrů.

V okolí skal a na vrcholu Smolného vrchu roste smíšený les s převahou borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a buku lesního (*Fagus sylvatica*). Jádrem chráněného území tvoří fragment reliktního acidofilního boru sv. *Dicrano-Pinion*. Na skaliscích jsou časté zakrslé formy dřevin. Temeno Smolného s mělkou kamenitou půdou je porostlé kyselou bučinou s příměsí dubu zimního a borovice (as. *Luzulo-Fagetum*), les na sz. svazích náleží ke květnatým bučinám (podsv. *Eu-Fagenion*) s výrazným jarním aspektem, tvořeným zejména česnekem medvědí. Pro avifaunu území jsou typickými druhy lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), strakapoud velký (*Dendrocopos major*). Přírodě blízký charakter lesa indikuje střevlík *Cychrus attenuatus*.

(<http://www.cittadella.cz>, <http://lokality.geology.cz>)

BOROVÝ

Jedna z nejpozoruhodnějších geologických lokalit v Českém masivu dokumentující zvětrávání žuly pokud jde o hrubé i drobné útvary zvětrávání. Geologicky patří území k žulovskému plutonu. Převažující horninou je zde biotitický granodiorit. Skupina skal a skalek na vrchlu a na J. a JZ. svahu se sklonem 11-16° se slupkovitou odlučností, svědčí o tom, že Borový vrch je tvořen vysokou exfoliační klenbou (ostrovní horou). Její vznik se klade do teplého podnebí třetihor. Jsou zde vyvinuty četné drobné tvary zvětrávání žuly: tafoni, výklenky, voštiny, skalní mísy a sedadla. Největší mísa má rozměry 112,5 x 78,5 x 93,5 cm. Zda byl povrch překryt v pleistocénu pevninským ledovcem není jisté. Pravděpodobnější je, že byl vrchol nunatakem.



Obr. 8-6. Vznik Borového vrchu (<http://www.ochranaprirody.cz>)

Menší skalky a kameny jsou hojně roztroušené po celém území rezervace. Na severním okraji rezervace je malý, starý lom, v lesním porostu na sz. okraji jsou navršené kamenné valy. V západním svahu kousek pod vrcholem jsou patrné stopy nelegální těžební a sběratelské činnosti zřejmě amatérských mineralogů. Převládajícím půdním typem jsou oligotrofní rankery.

Na skalách a v jejich nejbližším okolí roste smíšený les s převahou borovice lesní a buku lesního, s příměsí modřínu opadavého a s vtroušeným dubem letním, břízou bělokorou, smrkem ztepilým a habrem obecným. Na východní straně území jsou smrkové monokultury s provedenými náseky, ve kterých již dominují listnaté a stanovištně odpovídající druhy stromů.

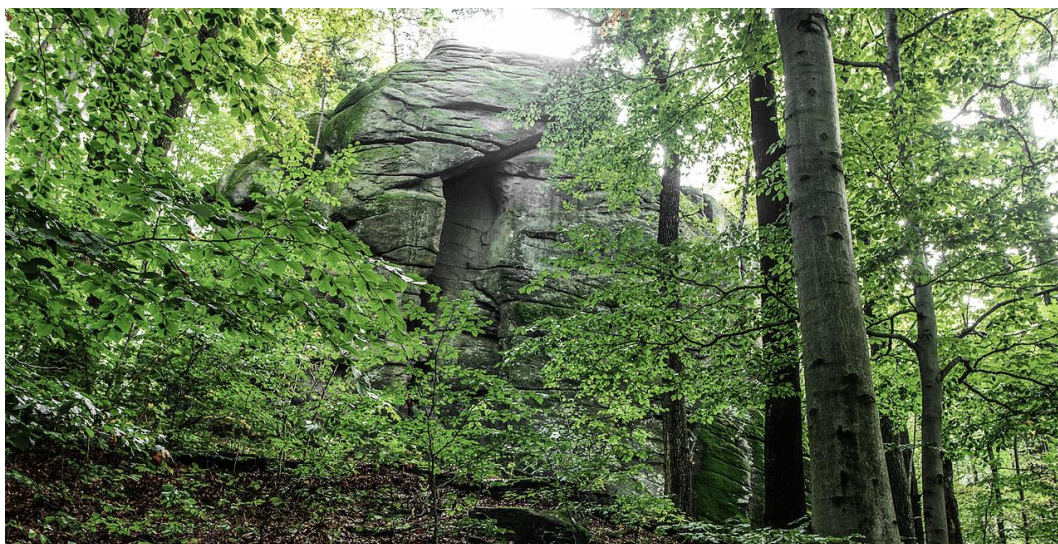
Častý je bělomech sivý a lišejníky. V podrostu převládá bika bělavá, vřes obecný, hasivka orličí. Ve štěrbinách skal roste sleziník severní a v NPP byl také zjištěn ostružiník velkolistý.

Při mykologickém průzkumu bylo nalezeno 266 druhů hub, z toho 130 mykorrhizních druhů, 98 dřevních saprofytů nebo saproparazitů a 36 terestrických (pozemních) saprotrofních druhů. Celkem 26 druhů hub je vedeno v Červeném seznamu. Nejvýznamnějším druhem je na listnáče vázaný lošákovec tuhý (*Hydnellum compactum*), jehož bohaté zdejší naleziště je teprve druhé známé v ČR. Také krásnoporka chlupatá (*Jahnoporus hirtus*) rostoucí na mrtvém dřevě jehličnanů byla v ČR dosud známa pouze ze dvou lokalit.

Z NPP je uváděn nález tesaříka *Pedostrangalia revestita*, což je vzácný a jednotlivě se vyskytující druh. V území byl v roce 2004 prováděn inventarizační průzkum letounů (zjištěn výskyt 10 druhů). Z dalších obratlovců stojí za zmínku lejsek bělokrký, zástupci šplhavců a ze savců např. veverka obecná.

(<http://www.ochranaprirody.cz>, <http://lokality.geology.cz>)

PÍŠŤALA



Obr. 8-7. PP Píšťala (foto L. Ferenc, [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/))

PP Píšťala se nachází na zalesněném kopci jihozápadně od obce Černá Voda a asi 1 km západně od zříceniny hradu Kaltenštejn. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 385 – 447 m. Vrcholová skála je z biotitického granodioritu („světlé slezské žuly“) a je na ní patrné pravidelné rozpukání žuly. Na horizontálních plochách jsou vytvořeny pozoruhodné geologické jevy – čtyři skalní mísy, jedna dvojitá mísa a skalní sedadlo. Svahy jsou porostlé smíšenými lesy s převahou buku lesního (*Fagus silvatica*) a s příměsí borovice lesní (*Pinus silvestris*), dubu letního (*Quercus robur*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*). Chráněným územím neprochází žádná významnější komunikace. Rezervace je odvodňována Černým potokem a Mariánským potokem, vně hranice PP.

Obecně lze území charakterizovat jako zalesněné návrší s porosty z části s příznivou druhovou skladbou, z části pozměněnou (bučiny, smrčiny, bory). Botanicky hodnotné jsou především starší zachovalé porosty bučin ve vrcholové části. Na lokalitě byla zaznamenána velmi bohatá populace hniláku smrkového (*Monotropa hypopitys*) čítající stovky rostlin. Tento druh se v roce 2009 vyskytoval i na dalších lokalitách na Jesenicku v hojnějších počtech. Dle bryologického průzkumu z roku 2009 jsou z hlediska výskytu mechorostů zajímavé především věkově staré bučiny s letitými

buky, přirozené skalní výchozy a kameny, ale taky staré lomy a jejich okolí. Právě v lomech a jejich okolí byla nalezena většina taxonů mechorostů.

Fauna brouků na lokalitě je typickou ukázkou lesního společenstva, bez významnějších či ochranných cenných druhů. Jednotliví zástupci představují běžné druhy, přítomné i v nejrůznějších smíšených lesních porostech. Zejména jsou zastoupeny druhy xylofágní, či saproxylických, několik málo zjištěných druhů je mykofágních.

(Horváth - Bečvářová 2017)

ČERNÁ VODA - KULTURNÍ DŮM

PP a EVL byla zřízena k ochraně letní kolonie netopýra brvitého (*Myotis emarginatus*). Nachází se v půdním prostoru kulturního domu v obci Černá Voda v sousedství obecního úřadu. Obec leží v Žulovské pahorkatině asi 10 km severozápadně od Jeseníku a 4 km východně od Žulové.

(<https://portal.gov.cz>)

ČERNÁ VODA – KOSTEL

Obec Černá Voda leží v Žulovské pahorkatině asi 10 km severoseverozápadně od Jeseníku a 4 km východně od Žulové. Na půdě katolického kostela Panny Marie vedle obecního úřadu se nachází letní kolonie vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*). Na lokalitě byl zjištěn i vyšší počet netopýrů dlouhouchých (*Plecotus austriacus*) - při kontrole v roce 2001 až 8 kusů.

(www.nature.cz)

ZLATÉ JEZERO



Obr. 8-8. Zlaté jezero u Zlatých Hor (foto A. Urbánek, <https://mapy.cz>)

Nádrž a okolní louky severně od Zlatých Hor a severně od Zlatého potoka byly vyhlášeny přírodní památkou a zároveň Evropsky významnou lokalitou. Zvodněné deprese v loukách po pojezdech nákladních automobilů, zarůstající sítinou (*Juncus* sp.). Lokalita komunikuje s podobným typem prostředí v Polsku. Rybník zatím bez litorálu. Bohatá lokalita kuňky žlutobřiché (*Bombina variegata*) izolované sudetské části populace. Dále zde žijí čolek obecný (*Triturus vulgaris*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), s. zelený (*R. kl. esculenta*), s. skřehotavý (*R. ridibunda*), rosnička zelená (*Hyla arborea*), ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*) a užovka obojková (*Natrix natrix*). Ve Skřivánkovském potoce je stabilní populace raka říčního (*Astacus fluviatilis*) a

mihule potoční (*Lampetra planeri*). Na hladině vodní nádrže se pravidelně zdržuje potápka roháč (*Podiceps cristatus*), p. malá (*P. ruficollis*), labuť velká (*Cygnus olor*) a zaznamenána byla i čírka modrá (*Anas querquedula*) a pravděpodobně hnízdící ledňáček říční (*Alcedo atthis*).

(www.nature.cz)

ČERNÉ JEZERO

Přírodní památku a jádro a EVL s větším rozsahem tvoří dvě vodní nádrže vybudované na Černém potoce, označované souhrnně jako Černé jezero, a několik menších tůní. Tyto vodní plochy jsou využívány k rozmnožování několika druhů obojživelníků; z hlediska ochrany přírody nejvýznamnější je výskyt čolka karpatského (*Triturus montandoni* syn. *Lissotriton montandoni*). Kromě něj se zde vyskytuje početná populace čolka horského (*Mesotriton alpestris*) a skokana hnědého (*Rana temporaria*), méně početně či ojediněle zde byly zaznamenány další druhy - čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), čolek velký (*Triturus cristatus*), mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), skokan štíhlý (*Rana dalmatina*), skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*), skokan zelený (*Pelophylax esculentus*) a rosnička zelená (*Hyla arborea*).



Obr. 8-9. Černé jezero u Zlatých Hor (foto www.kr-olomoucky.cz)

Dvě větší vodní nádrže mají litorál vyvinutý v horní části, navíc je zde vyvinut i sublitorál s dominancí hvězdoše podzimního (*Callitriche hermafrditica*). V podmáčených plochách okolo nádrží a tůní se vytvořila mozaika mladých olšin s dominantní olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a mokřadní vegetace se skřípinou lesní (*Scirpus sylvaticus*), sítinou rozkladitou (*Juncus effusus*), přesličkou lesní (*Equisetum sylvaticum*), chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*), někde také s orobincem širokolistým (*Typha latifolia*) a s porosty vysokých ostřic, s ostřicí měchýřkatou (*Carex vesicaria*), méně s ostřicí zobánkatou (*Carex rostrata*). Olše se rychle šíří do bezlesých částí mokřadu a litorálních porostů horní nádrže. Většinu lokality pak tvoří lesní porosty, z velké části silně ovlivněné lesnickým hospodařením. Převažují zde smrkové monokulturní porosty, jen místy se zachovaly přírodě blízké porosty s převahou buku a dalších listnatých dřevin (zejména v okolí horní nádrže). Maloplošně jsou zde v podmáčených plochách nivy Černého potoka, který protéká lokalitou od jihozápadu k severovýchodu, vyvinuty také olšiny a jasanovo-olšové luhy.

(www.nature.cz)

RYCHLEBSKÉ HORY - SOKOLSKÝ HŘBET

EVL zahrnuje rozsáhlé území Sokolského hřbetu a Petříkovské hornatiny v jižní části Rychlebských hor, severozápadně od města Jeseník. Rozsáhlý komplex zachovalých lesních porostů, mozaika přírodě blízkých listnatých a jehličnatých lesů montánního až submontánního stupně. Součástí území jsou dvě zvláště chráněná území: NPP Jeskyně na Pomezí a část území PP Vodopády Stříbrného potoka.

Geologický podklad Sokolského hřbetu je budován v západní části granitoidy žulovského plutonu, východní část je tvořena převážně z rul a kvarcitů obalu keprnické klenby. Oblast Petříkovské hornatiny je tvořena metamorfovanými horninami série staroměstské, velkovrbenské klenby a série Branné, převážně svory, fylity, ruly, krystalickými vápenci a grafity. V nejvyšších částech se vyskytují kryoplaneční terasy, izolované skály, kamenná moře a mrazové sruby. V místech výskytu krystalických vápenců se vyvinuly krasové tvary (NPP Jeskyně Na Pomezí), které tvoří komplikovaný systém puklinových chodeb s bohatou krápníkovou výzdobou, nepřístupné jsou jeskyně Roušarova a Rasovna. V půdním pokryvu převažují kambizemě, místně podzoly.

Význam území spočívá v zachovalosti unikátních lesních porostů, často pralesovitého charakteru. K nejcenějším porostům patří rozsáhlé acidofilní bučiny na nejstrmějších svazích, které zde tvoří nejzachovalejší porosty svého typu v rámci celé republiky. Velmi cenné jsou také společenstva montánního a submontánního stupně, které jsou v území poměrně hojné. Především zbytky horských smrčín s fragmenty rašelinných a podmáčených smrčín v hraničním pásmu Travná hora-Smrk, na jehož náhorní plošině se zachoval i zbytek horského vrchoviště s výskytem vzácných druhů jako bradáček srdčitý (*Listera cordata*), vložchyně (*Vaccinium uliginosum*), suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*), ostřice mokřadní (*Carex limosa*) či prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii*).

K dalším cenným biotopům bezesporu patří lesní a skalní společenstva na vápencích, část z nich je již chráněna v rámci NPP Jeskyně Na Pomezí, i tak ostatní často velmi cenné společenstva zůstávají bez jakékoliv územní ochrany. Tu by si zasloužila především lokalita tisa a klokoče ve vápnomilném suťovém lese nad Vápennou či malé opuštěné lomy s výskytem vápnomilných druhů jako tařice kališní (*Alyssum alyssoides*) či hořec brvitý (*Gentiana ciliata*). Díky své zachovalosti a pestrosti abiotických podmínek je území velmi bohaté na vzácné druhy rostlin a živočichů. K nejcenějším patří tařice kališní (*Alyssum alyssoides*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), vratička měsíční (*Botrychium lunaria*), ostřice mokřadní (*Carex limosa*), okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*), o. červená (*C. rubra*), prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii*), prstnatec májový (*D. majalis*), kyčelnice devílistá (*Dentaria enneaphyllos*), kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*), vrbovka žabincolistá (*Epilobium alsinifolium*), suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*), pětiprstka žežulník (*Gymnadenia conopsea*), vranec jedlový (*Huperzia selago*), lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*), bradáček vejčitý (*Listera ovata*), b. srdčitý (*L. cordata*), měsíčnice vytrvalá (*Lunaria rediviva*), vemeník dvoulistý (*Platanthera bifolia*), mečík střečovitý (*Gladiolus imbricatus*), kapradina laločnatá (*Polystichum aculeatum*), klokoč speřený (*Staphylea pinnata*), tis červený (*Taxus baccata*), violka dvoukvětá (*Viola biflora*) atd. Výskyt orchidejovitých je soustředěn v lučních porostech v rámci navrhovaného rozšíření NPP Jeskyně Na Pomezí a na louku Pod Smrčníkem.

Z živočichů za pozornost stojí především početné zimní kolonie letounů v jeskyních Na Pomezí, celkově zde bylo zaznamenáno 11 druhů, k nejvzácnějším patří vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*) a netopýr velký (*Myotis myotis*). Dále zde byl zaznamenán výskyt rysa ostrovida (*Lynx lynx*) a vydry říční (*Lutra lutra*).

(<http://www.nature.cz>)

NA ŠPIČÁKU

Nevelké území Velkého Špičáku tvoří zalesněný vápencový masiv uprostřed zemědělské krajiny mezi obcemi Písečná a Supíkovice. Lokalita s výměrou 7,05 ha je chráněna od roku 1970, důvodem pro vyhlášení byly dobře vyvinuté povrchové i podpovrchové krasové jevy v šedých krystalických vápencích devonského stáří.

Jeskynní systém je tvořen soustavou horizontálních chodeb ve dvou úrovních. Chodby se srdčitým až vejčitým tvarem jsou ve zpřístupněných jeskyních světovým unikátem. Byly vymodelovány dlouhodobým působením podzemních jezer a následným prouděním tavných vod pevninského pleistocenního ledovce. Místy se rozšiřují do dómu s velmi chudou nebo zničenou krápníkovou výzdobou. Na skalnatém hřebeni Velkého Špičáku se vyskytují vrstevnaté a jamkovité škrapy. Podzemní labyrint pravoúhle se křížících chodeb je vázán na bílý a šedě pravidelně šmouhovatý vápenec devonského stáří (supíkovský mramor). Mramor je součástí horninotvorného sledu, řazeného k obalu desenské jednotky (vrbenské skupině). Podle systému puklin došlo k rozvoji krasových procesů, jejichž výsledkem je soustava nízkých, puklinových chodeb o celkové délce 400 m. Zpřístupněno je 250 m. Krasový proces probíhal ve starších čtvrtohorách a krasový proces byl pravděpodobně ovlivněn tavnými vodami pevninského ledovce, jehož čelo sem zasáhlo (viz glaciofluviální písky v Písečné). V mladších čtvrtohorách krasový proces ustal následkem celkového prohloubení okolních údolí. Kdysi bohatá krápníková výzdoba byla za staletí návštěvníky zničena.

V lesním porostu převládá buk lesní (*Fagus sylvatica*) s vtroušeným tisem červeným (*Taxus baccata*), který zde vytváří přirozenou stabilní populaci. Dalšími přimíšenými dřevinami jsou borovice lesní (*Pinus sylvestris*), modřín opadavý (*Larix decidua*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanoides*) a na vrcholových skalách i jalovec obecný (*Juniperus communis*).



Obr. 8-10. Jeskyně na Špičáku (foto Bílá vrána, [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/))

V podrostu lesa bylo nalezeno více než 110 druhů vyšších rostlin, např. lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*), okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*) nebo kruštík širolistý (*Epipactis helleborine*).

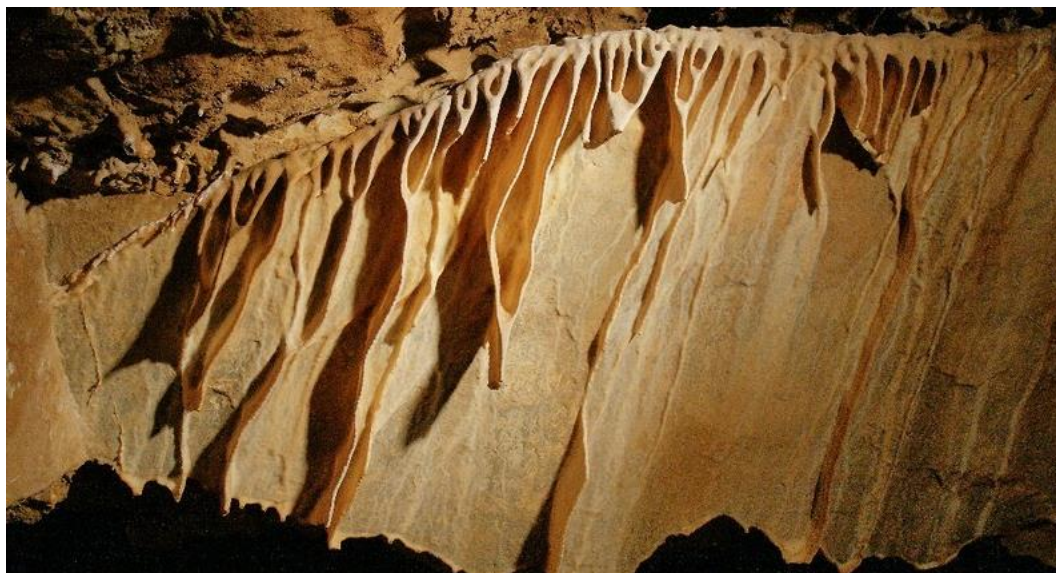
V jeskyni zimuje několik druhů letounů, nejpočetnější je vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*), díky kterému je území vyhlášeno jako evropsky významná lokalita., dále zde zimuje například netopýr velký (*Myotis myotis*) a netopýr brvitý (*Myotis emarginatus*).

Podzemí masivu Velkého Špičáku představuje nejstarší písemně doložené jeskyně ve střední Evropě. První zmínka pochází již z roku 1430. Nejstarší nápisy na stěnách jeskyně jsou datovány do roku 1519. Jeskyně byla zpřístupněna již v letech 1884 – 1885, současné zpřístupnění je z roku 1955.

(<http://www.cittadella.cz>, <http://www.nature.cz>, <http://lokality.geology.cz>)

JESKYNĚ NA POMEZÍ

NPP Jeskyně Na Pomezí je zalesněný svah po levé straně silnice z Lipové-lázní do Vápenné. Chráněné území o výměře 11,74 ha leží v nadmořské výšce 520 - 590 m. Jedná se o krasové území s bohatě rozvinutými podzemními i povrchovými krasovými jevy a typickou vegetací. Na malém území jsou vyvinuty výrazné povrchové krasové jevy (škrapy, závrtý, paleoponory, aktivní ponor a vývěr) a mnohem významnější podzemní krasové jevy. V jeskyni je bohatá krápníková výzdoba, zejména stalaktity, stalagmity a nátekové formy. Soustava krasových jeskyní Na Pomezí prostupuje polohou bílého krystalického vápence střednodevonského stáří, vázanou na sled skupiny Branné. Okolní horniny jsou představovány fylity, kvarcity a směrem k SV. za okrajovým sudetským zlomem granitoidy a rulami pláště žulovského plutonu. Vápence jsou silně rozpukané, což umožnilo jejich silné krasovění prostupujícími vodami. Jeskynní chodby jsou položeny ve dvou výškových úrovních, které odpovídají závislosti na zahlubování říčky Vidnávky v povrchovém údolí. Dno jeskyní je vyplněno jeskynními hlínami, splavovanými sem pronikajícími povrchovými vodami.



Obr. 8-11. Jeskyně na Pomezí (foto I. Balák, <http://www.cittadella.cz>)

Většinu území pokrývá nepůvodní smrkový les, jen ve východní skalnaté části roste bučina s příměsí javoru kleny (*Acer pseudoplatanus*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a smrku ztepilého (*Picea*

abies). Botanicky nejzajímavější je nevelký zbytek vápnomilné bučiny s výstupy vápencových skal a navazující pramenišní druhově bohatá louka s výskytem vstavačovitých, která byla do NPP zahrnuta při rozšíření chráněného území v roce 2009. Ze vzácných a ohrožených druhů rostlin lze uvést například sleziník zelený (*Asplenium viride*), vratičku měsíční (*Botrychium lunaria*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), vstavač mužský (*Orchis mascula*).

Jeskyně jsou významným zimovištěm letounů, zejména vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*) a netopýra velkého (*Myotis myotis*). Dosud bylo zaznamenáno 11 zimujících druhů. V prostoru vlhké louky bylo zjištěno charakteristické společenstvo denních motýlů – například perleťovec kopřivový (*Brenthis ino*) a ohniváček modrolelý (*Lycaena hippothoe*).

(<http://www.cittadella.cz>, <http://lokality.geology.cz>)

LIPOVÁ-LÁZNĚ - MATEŘSKÁ ŠKOLKA

Letní kolonie vrápence malého, čítající desítky jedinců, sídlí na půdě mateřské školy v obci Lipová-lázně. Obec leží v údolí říčky Staříče asi 7 km západně od Jeseníku. Je to horská obec, čemuž odpovídá i značně široké rozpětí nadmořských výšek. Nejnižším bodem je místo, kde Staříč opouští obec v nadmořské výšce 458 m n. m. a naopak nejvyšším bodem je vrchol Šeráku (1 350,8 m n. m.). V obci se nachází známé lázně se zaměřením na léčbu kožních chorob, poruch metabolismu a obezity, založené v roce 1829 Johannem Schrothem. Budova mateřské školy stojí poblíž železniční zastávky, severně od hlavní místní komunikace. Budova byla postavena pravděpodobně v roce 1919 a sloužila jako obecná škola. Po sloučení obcí Horní Lipová a Dolní Lipová v roce 1960 (nyní Lipová-lázně) byla škola zrušena a místo ní byla zřízena škola mateřská.

(<https://www.kr-olomoucky.cz>)

VODOPÁDY STŘÍBRNÉHO POTOKA



Obr. 8-12. Vodopády Stříbrného potoka (foto Stok, wikimedia commons)

PP Vodopády Stříbrného potoka, nebo také Nýznerovské vodopády, jsou geomorfologicky významným územím Rychlebských hor a okresu Jeseník, které v těchto místech nemají obdoby. Tok Stříbrného potoka zde v podloží krystalických břidlic vytvořil soustavu kaskád s velkými erozními a evorzními vlivy, které jsou předmětem ochrany celého území. Délka soutěsky je asi 110 m a výškový rozdíl je 14 m. Nejvyšší vodní stupeň má výšku asi 3 m.

Stříbrný potok (dříve Šlipa) zdolává práh odolných hornin přecházejících kose z jednoho břehu údolí na druhý. Je to soubor bazických hornin (amfibolit, epidotizovaný amfibolit, metagabro), lemující v šíři několika desítek metrů východní okraj nýznerovské dislokační zóny a nasunující se na méně odolné fylony, svory a pararuly nejvyšší části svrchního oddílu velkovrbenské klenby (pravý břeh potoka mezi vodopády a osadou Nýznerov). Vodopády sestávají z horního úseku (vyhlídkový bod značené turistické stezky), kde potok vytvořil evorzní kotl a z dolního úseku, který je systémem malých kaskád. Sklon metagabra je strmý k Z, tj. sklon břidličnatosti je vůči toku Stříbrného potoka protiklonný. V nadloží jsou blastomylonitové svory skorošické, tvořící hlavní výplň nýznerovské dislokační zóny. Asi ve 300 m dlouhém úseku, kde Stříbrný potok protíná skorošické svory, jsou v nivě potoka četná rýžoviska. Šlichovou prospekci byla konstatována přítomnost zlatinek v přítocích, protékajících horninovým prostředím svorů.

Porost lokality tvoří převážně smrky (*Picea abies*), buky (*Fagus sylvatica*), javory (*Acer pseudoplatanus*). Lokalita je také zajímavá výskytem zajímavých druhů mechorostů, jako je hřebenitka měkkounká (*Ctenidium molluscum*), krčanka listnatá (*Diphyscium foliosum*) a mnoho dalších.

Z bezobratlých živočichů zde můžeme spatřit modranku karpatskou (*Bielzia coerulans*), ohrožený druh dvoukřídlého hmyzu (*Diptera*) číhalku pospolitou (*Atherix ibis*) a různé druhy jepic, pošvatek a chrostíků. Z obratlovců jsou to pak druhy jako pstruh obecný (*Salmo trutta*), který byl pozorován i nad vodopádem, mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), skorec vodní (*Cinclus cinclus*), konipas horský (*Motacilla cinerea*) a ledňáček říční (*Alcedo atthis*).

Lokalita je v současné době ohrožena hojným turismem, k čemuž napomáhá i její lehká dostupnost. Již v 90. letech 19. století byla totiž lokalita zpřístupněna kamenným schodištěm.

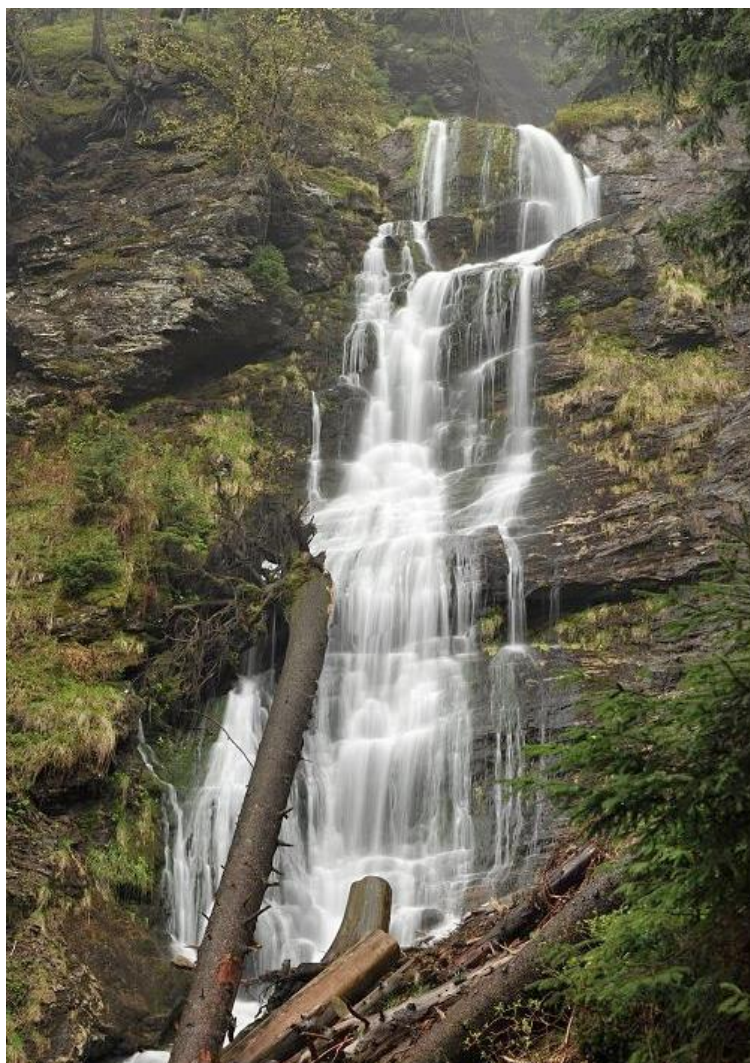
(<http://www.naturabohemica.cz>, <http://lokality.geology.cz>)

VYSOKÝ VODOPÁD

Vysoký vodopád na Studeném potoce je nejvyšší vodopád (soubor kaskád) Jeseníků. Jeho výška byla původně 45 metrů. V roce 1880 se snížila kvůli sesuvu do paty vodopádu na současných 28 metrů. Vodopád má dva stupně. Horní stupeň je vysoký přibližně 5 metrů a voda na něm padá bez dotyku se skalním podložím.

Vodopád je vázán na skalní hradbu tvořenou biotitickými a muskovit-biotitickými retrográdně metamorfovanými rulami, místy s granátem, desenské jednotky. V okolí vodopádu je řada skal bizarních tvarů. Okolí vodopádu je tvořeno horninami vrbenské skupiny (plagioklasové fylity s vložkami bazických metatufů, ev. kvarcitů), které jsou dobře vidět ve výchozech v blízkosti a v řečišti střední části toku Studeného potoka (již mimo PR při turistické stezce). V korytě Studeného potoka pod vysokým vodopádem jsou rovněž četné erozní a evorzní tvary.

Oblast Vysokého vodopádu byla na ploše 15 ha vyhlášena za chráněný přírodní výtvar, ležící v zóně klidu. Pokrývá jej přirozená horská smrčina místy pralesového charakteru na extrémně skalnatém stanovišti. Významná je vegetace pramenišť, kapáných a oplachovaných skal.



Obr. 8-13. Vysoký vodopád na Studeném potoce (foto R. Chlebek, <http://www.vodopady.info>)
(<http://www.jeseniky.net>, <http://www.vodopady.info>, <http://lokality.geology.cz>)

RAŠELINIŠTĚ SKŘÍTEK



Obr. 8-14. Rašeliniště Skřítek (foto Š. Koval, <http://www.cittadella.cz>)

Rašeliniště Skřítek je s rozlohou asi 166 ha nejmenší národní přírodní rezervací CHKO Jeseníky. Leží v sedle Skřítek přímo u silnice spojující obce Sobotín a Stará Ves u Rýmařova v nadmořské výšce 830-876 m n. m. Území bylo vyhlášeno jako státní přírodní rezervace již v roce 1955.

Rašeliniště na Skřítku představuje přechodové rašeliniště prameništěního typu. Centrální část rezervace má tundrový ráz připomínající parkovou krajinu, kde se vlhká místa střídají s malými tůňkami a prameništi, s prvky smrkového rašelinného lesa *Sphagno-Piceetum* a rašelinných luk. Vznik rašeliniště je zde podmíněn vývěrem pramenišť v severní části území NPR se ztíženým odtokem vody na plochem sedle. Okrajové lemy se svým charakterem blíží kulturní smrčtině. Borovice kleč (*Pinus mugo*), která byla vysazena uměle při jižním okraji rezervace, je zde nepůvodní dřevinou a jako taková by měla být odstraněna. Přestože je území druhově relativně chudé (v současnosti je potvrzeno necelých 200 taxonů cévnatých rostlin) a vegetačně jednotvárné, představuje mozaiku cenných typů vegetace, které jsou závislé na vysoké hladině podzemní vody a rašelinění, s výskytem vzácných a ohrožených druhů rostlin. Ostrůvky se zvýšenou druhovou rozmanitostí představují především lesní prameniště, ostricové porosty s prakticky chybějící stromovou vegetací, v minulosti obhospodařovaná louka na jižním okraji rezervace a paradoxně i přičestní partie se synantropními druhy.

Z významnějších druhů bylinného patra lze uvést např. krozenáč vytrvalý (*Swertia perennis*), kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*), oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*), kýchavici bílou (*Veratrum album* ssp. *lobelianum*), klikvu bahenní (*Oxycoccus palustris*), suchopýr pochvatý a úzkolistý (*Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*), bradáček srdčitý (*Listera cordata*), prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii* ssp. *fuchsii*) a prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*).

Z hlediska faunisticky - ekologického je významně hodnocena entomofauna - výskyt mravenců rodu *Formica*, boreální druhy pavouků *Latithorax faustus* a *Mengea warburtonii*, *Wideria nodosa*, *boreoalpinní Trochosa spinipalpis* a zástupci rodu *Pirata* či vážky *Somatochlora arctica* a *Sympetrum danae*, které jsou řazeny mezi glaciální relikty. V území se vyskytují i obojživelníci čolek horský (*Triturus alpestris*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), v posledních letech byla pozorována ropucha obecná (*Bufo bufo*), poměrně hojný výskyt zde má ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*). Kromě běžných zástupců avifauny se zde vyskytuje a hnízdí sýc rousný (*Aegolius funereus*) a čáp černý (*Ciconia nigra*). Opakovaně byl pozorován jeřábek lesní (*Bonasa bonasia*).

Z porovnání starších a aktuálních map, leteckých snímků a fotografií vyplývá, že volná plocha rašeliniště se poměrně rychle zmenšuje. Protože důležitým předmětem ochrany území je právě hodnotné sukcesní stadium hostící vyhraněnou skupinu druhů, které jsou na něj vázány, je nezbytná citlivá redukce náletu.

(<http://www.cittadella.cz>)

REJVÍZ

Smyslem vyhlášení Národní přírodní rezervace Rejvíz je ochrana největšího komplexu vrchovištního rašeliniště, rašelinných lesů a rašelinných luk na severní Moravě a ve Slezsku. Mokřadní lokalita Rejvíz byla oceněna zařazením do Natury 2000 díky cenným a zachovalým rašelinným a podmáčeným smrčtinám, blatkovým borům s rojovníkem bahenním a kyhankou sivolistou, otevřeným rašeliništím s bohatou populací rosnatky okrouhlohlísté a vlhkým loukám. Lokalita patří k nejvýznamnějším lokalitám mechorostu šikouška zeleného v ČR. Národní přírodní rezervace Rejvíz představuje jádrové území Evropsky významné lokality Rejvíz, je první zónou CHKO Jeseníky a nadregionálním biocentrem ÚSES.



Obr. 8-15. Malé mechové jezírko (foto J. Chlapek, <http://www.cittadella.cz>)

Rezervace byla vyhlášena v roce 1955, její současné výměra činí 329 ha, plocha vyhlášeného ochranného pásma je 69 ha. Rezervace se nachází v severovýchodní části Hrubého Jeseníku jižně od osady Rejvíz v ploché pánvi v nadmořské výšce 731 – 804 metrů.

Pro rezervaci jsou charakteristické dobře vyvinuté prakticky všechny fáze a typy rašelinných biotopů typické pro tuto oblast. V západní části se nachází téměř tři metry hluboké rašelinné jezírko, obklopené blatkovým borem *Pino rotundatae-Sphagnetum* pralesovitého charakteru s vtroušeným smrkem ztepilým (*Picea abies*) a břízou karpatskou (*Betula carpatica*). Obdobně je blatkový bor dobře vyvinut při východním okraji rezervace v okolí druhého jezírka, které se však nachází v pokročilé fázi zazemňování a představuje místo výskytu poměrně bohaté populace blatnice bahenní (*Scheuchzeria palustris*). Mocnost rašeliny zde dosahuje asi šest a půl metru. V podrostu blatkového lesa jsou časté rojovník bahenní (*Ledum palustre*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), borůvka bažinná (*Vaccinium uliginosum*), prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii*) a suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*). Mezi těmito porosty se nachází komplex přechodových rašeliníšť *Sphagno recurvi-Caricion canescentis* a vrchovišť *Sphagnion medii* s četnými rašeliníky a druhy, jako rosnatka bahenní (*Drosera rotundifolia*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*) či suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*). V rašelinných tůňích a jezírkách se vyvíjejí vážky, z nichž nejvýznamnější jsou reliktní šídlo rašelinné (*Aeshna subarctica*) a lesklice severská (*Somatoclora arctica*).

Na otevřená vrchoviště a blatkové bory navazují rašelinné smrčiny *Sphagno-Piceetum* a podmáčené smrčiny *Mastigobryo-Piceetum* s ojedinělým výskytem jedle bělokoré (*Abies alba*). Významným antropogenním biotopem jsou slatinné louky *Caricion fuscae* a podmáčené louky *Calthion* s ostrůvky krátkostébelných relativně suchých smilkových trávníků. Na loukách rostou hojně prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*), violka bahenní (*Viola palustris*), méně často pak bazanovec kytkokvětý (*Naumburgia thyrsiflora*), vrba rozmarýnolistá (*Salix rosmarinifolia*) nebo ostřice odchylná (*Carex appropinquata*), na sušších místech pak v červnu rozkvétá všivec ladní (*Pedicularis sylvatica*).

Tůňe na loukách jsou místem rozmnožování obojživelníků, z nichž nejzajímavější je výskyt stabilní populace čolka karpatského (*Triturus montadoni*). Z plazů zde žije zmije obecná (*Vipera berus*). Žluťásek borůvkový (*Colias paleana*), druh typický pro podmáčené a slatinné louky, z rejvízké rezervace, podobně jako tetřívek obecný (*Tetrao tetrix*), udávaný zde před dvaceti lety, již vymizel.

V porostech keřových vrb (*Salix cinerea*, *S. aurita*) vzácně roste nezelená orchidej korállice trojklanná (*Coralorhiza trifida*). V okrajových částech rezervace rostou mečík střechovitý (*Gladiolus imbricatus*)

a lilie cibulkonosná (*Lilium bulbiferum*). Na mokřích loukách v rezervaci i v jejím okolí pravidelně hnízdí chřástal polní (*Crex crex*).

Péče o území je zaměřena na úpravu druhové skladby lesů zejména v okrajových, vodou tolik neovlivněných, partiích, kosení části podmáčených luk, obnovu a vytváření tůní a vyřezávání některých, na loukách se rozrůstajících, keřových vrb.

(<http://www.cittadella.cz>, <http://www.natura2000jeseniky.cz>)

HEŘMANOVICE



Obr. 8-16. Čolek karpatský (foto: M. Pabijan, [CC BY-SA 2.5](#))

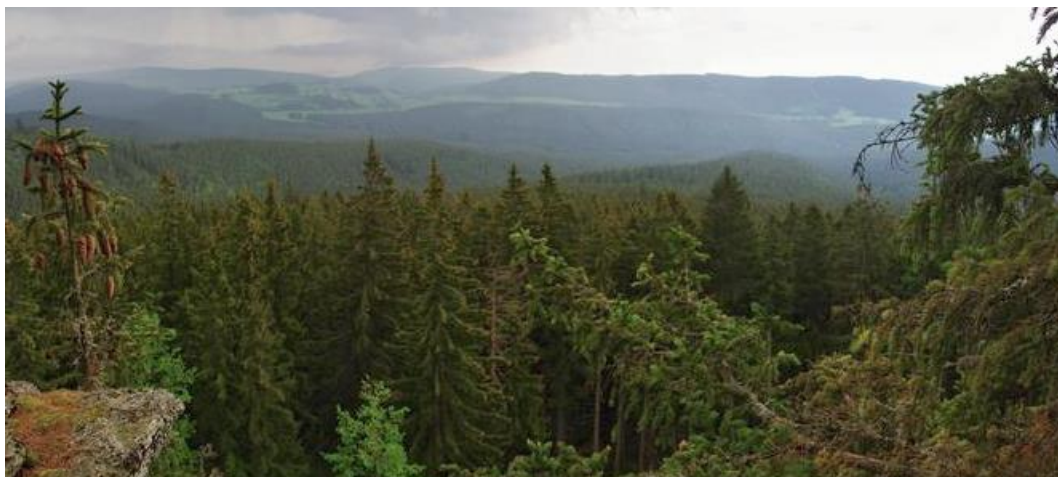
Lokalita se nachází cca 600 m západně od severního okraje obce Heřmanovice, asi 10 km severně od Vrbna pod Pradědem. Jedná se o systém tůněk vytvořený přirozeně zvěří, v 90. letech rozšířený člověkem. Je to prameniště v podmáčené pcháčové louce, místy zarůstající náletem olší, jív a dalších druhů vrb. Některé tůňky jsou zarostlé litorální vegetací. Je to jedna ze tří nejvýznamnějších lokalit čolka karpatského v Sudetech. Lokalita je ohrožena změnou vodního režimu, hlavně vysycháním a odvodněním, poškozením zvěří, případně zanesením tůněk. V intervalu cca 3 let je doporučeno provádět citlivé odbahňování tůní. Vždy však ponechat část tůní bez zásahu, v intervalu cca 5 let provádět vyřezání křovin, udržovat oplocení lokality a zvážit možnost tvorby nových tůní.

(<http://jeseniky.ochranaprirody.cz>)

SOKOLÍ POTOK

EVL v údolí Sokolího potoka, 5 km jz. od Heřmanovic. Podhorská lesní vegetace tvořená převážně smrkem, upravené koryto podhorského potoka. Typická lokalita střevlíka hrboletého. Lokalita je především ohrožena změnou vodních poměrů, případnými nešetrnými úpravami koryta či aplikací insekticidů. Potřeba zachování příznivého vodního režimu, zejména na podmáčených plochách. Ochrana prameniště a drobných vodních toků před disturbancí lesní technikou a chemizací.

(<http://jeseniky.ochranaprirody.cz>)



Obr. 8-17. Údolí Sokolího potoka (foto: P. Prokopec, <https://mapy.cz>)

RAŠELINIŠTĚ NA SMRKU



Obr. 8-18. Rašeliniště na Smrku (foto Maoman, wikimedia commons public domain)

Pod vrcholem hory Smrk v Rychlebských horách se nachází vrchovištní rašeliniště, které bylo vyhlášené přírodní památkou. Rozkládá se v Olomouckém kraji, v katastrálním území Horní Lipová a Petříkov u Branné. Předmětem ochrany je maloplošné vrchovištní rašeliniště s fragmenty podmáčených a rašelinných smrčín, na které je vázán výskyt zvláště chráněných a ohrožených druhů organismů. Cílem ochrany je zachovat vrchovištní rašeliniště s fragmenty podmáčených a rašelinných smrčín. Zachovat a podpořit druhovou pestrost lokality, zvýšit početnost populací zvláště chráněných a ohrožených druhů organismů.

(<http://portal.gov.cz>)

LOUKA NA MIROSLAVI

Obr. 8-19. PP Louka na Miroslavi (foto <http://www.ochranaprirody.cz>)

Předmětem ochrany přírodní památky je nevelké luční prameniště, podmáčená a mezofilní louka. Na lokalitě se v mimořádné koncentraci nachází populace silně ohrožených mečíků střecholistých (*Gladiolus imbricatus*), kterých díky pravidelnému pozdnímu kosení vykvetlo v roce 2010 1693 ks v roce 2011 2171 ks a v roce 2012 zde kvetlo více než 4000 jedinců. Dalším významným druhem zde je ohrožený prstnatec májový, kterých zde vykvétá kolem 500 jedinců.

Spektrum chráněných a významných druhů doplňují další rostliny z čeledi vstavačovitých prstnatec fuchsův, vemeník dvoulistý, bradáček vejčitý a krušík široolistý.

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

ŠERÁK-KEPRNÍK

Obr. 8-20. Vrchoviště pod Vozkou (foto M. Ulrych, <http://www.cittadella.cz>)

Národní přírodní rezervace Šerák - Keprník je se současnou rozlohou asi 1170 ha druhou největší rezervací CHKO Jeseníky. Území se nachází v severním výběžku Hrubého Jeseníku, zaujímá vrcholové partie keprnické hornatiny - hřeben kolem Vozky, Keprníku a východní a severní svahy Šeráku. Jde o nejstarší rezervaci na Moravě. Snahy zachovat hřebenové porosty smrčín v hlavním masívu Šeráku, Keprníku a Vozky spadají do počátku 20. století, kdy se při hospodářském vylišení v roce 1904 majitel panství kníže Jan II. z Lichtensteina rozhodl nechat vyčlenit některé porosty z běžného hospodaření a 172 ha lesů bylo zahrnuto do tzv. rezervace (pralesa), kde měly být vyloučeny jakékoliv lidské zásahy. Evropsky významná lokalita Keprník chrání populaci střevlika hrbolatého a zejména horské třtinové smrčiny, paprkatkové smrčiny, podmáčené a rašelinné smrčiny.

Převládajícími typy porostů NPR jsou v současnosti třtinové smrčiny pralesovitého charakteru a lokálně podmáčené rašelinné smrčiny s několika sedlovými rašeliništi. Z přirozených porostů bikových bučin zůstaly zbytky v nižších polohách, bučiny byly většinou nahrazeny smrčinami

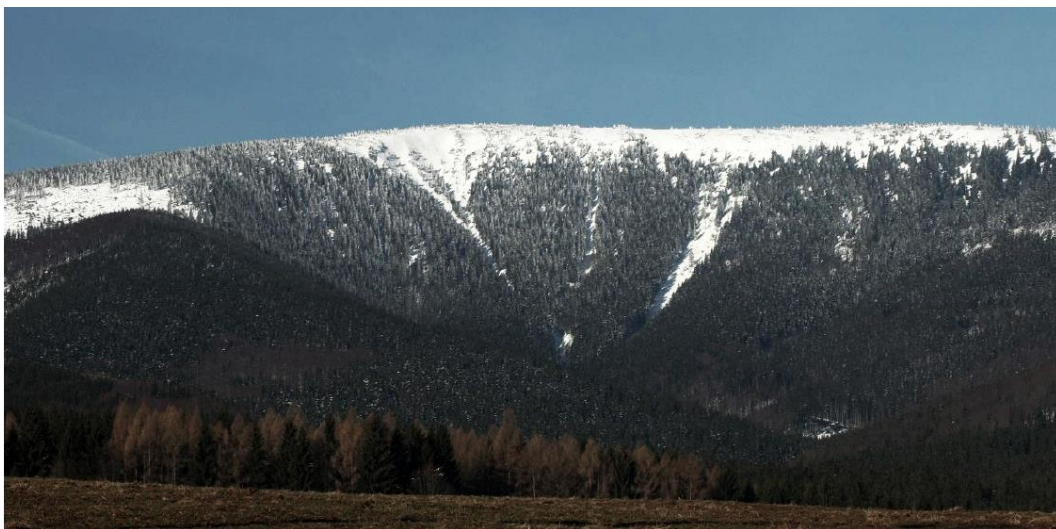
Konfigurace reliéfu a klimatické poměry předurčily působení anemo-orografických systémů. V oblasti NPR Šerák - Keprník se jedná o systémy Branné a Klepáčského potoka a slabě vyvinutý systém Hučivé Desné. Díky tomuto fenoménu dochází mj. v zimních a brze jarních měsících k akumulaci sněhové masy v karoidech Šeráku a Keprníku a k výrazné větrné deflaci ve vrcholových partiích.

Na přirozené alpinské bezlesí jsou vázána společenstva alpských holí svazů *Juncion trifidi* a *Nardo – Caricion rigidae*, která byla v minulosti závažně poškozena uměle vysazeným porostem borovice kleče (*Pinus mugo*). Ta se rozrostla a zapojila natolik, že společenstva holí zůstala zachována pouze na vrcholech Keprníku, Vozky a Šeráku. Sítinové thufury s aktivní recentní regelací jsou v Hrubém Jeseníku známy jen na vrcholu Keprníku. I tyto unikátní reliktní periglaciální jevy akutně ohrožuje rozrůstající se borovice kleč (*Pinus mugo*), která působí jako tepelný izolátor, ovlivňuje působení A-O systémů, mění rozložení sněhové pokrývky a její kořenový systém degraduje mrazové kopečky.

Z vrcholu Keprníku byla popsána asociace *Carici rigidae - Juncetum trifidi*, která se jinak v ČR vyskytuje již jen na vrcholu Vozky. V oblasti alpského bezlesí na Keprníku se vyskytují např. jestřábník alpský (*Hieracium alpinum*), (*Carex bigelowii*), (*Juncus trifidus*), sasanka narcisokvětá (*Anemone narcissiflora*), (*Festuca supina*), (*Huperzia selago*), (*Juniperus communis* subsp. *alpina*), (*Viola lutea* subsp. *sudetica*), (*Ligusticum mutellina*) aj. Ve štěrbinách vrcholových skalek se vyskytují (*Campanula rotundifolia* subsp. *sudetica*), (*Cardamine resedifolia*), (*Juncus trifidus*), (*Empetrum hermaphroditum*) aj. Z vrcholu Vozky je známa typová lokalita asociace *Empetro hermaphroditi - Juncetum trifidi*, která je jinak v Jeseníkách velmi vzácná. V závětrných prostorech A-O systémů se vyskytují vysokobylinné nivy svazu *Adenostylion* s (*Aconitum plicatum*), (*Adenostyles alliariae*), hořcem tečkovaným (*Gentiana punctata*), lýkovicem jedovatým (*Daphne mezereum*) atd.

Vrcholové oblasti Vozky a zčásti i Keprníku jsou přirozeným akumulacním územím srážkových vod. Vyskytují se zde menší vrchoviště s (*Carex limosa*), (*Eriophorum vaginatum*), (*Andromeda polifolia*), (*Vaccinium uliginosum*), (*Oxycoccus palustris*), (*Empetrum hermaphroditum*) apod. Na okrajích vrchovišť se vzácně vyskytuje (*Listera cordata*). Botanický průzkum v letech 2004-05 potvrdil v NPR výskyt 381 druhů vyšších rostlin.

(<http://www.cittadella.cz>, <http://www.natura2000jeseniky.cz>)

SNĚŽNÁ KOTLINA

Obr. 8-21. Sněžná kotlina (foto Halfar et. al. 2016)

Přírodní rezervace Sněžná kotlina leží na území CHKO Jeseníky, na severovýchodních svazích Červené hory (1333 m n. m.) asi 4 km jihozápadně od obce Bělá pod Pradědem v nadmořské výšce 980–1320 m.

Území přírodní rezervace Sněžná kotlina je tvořeno převážně svory, biotitickými migmatity a fylity. Cca 100 m široký pruh při horní hranici Sněžné kotliny a severní část PR tvoří série Červenohorského sedla (rovněž označovaná jako velkovrbenská skupina). Je zde pestřejší geologické složení, vyskytují se zde fylity, krystalické vápence a kvarcity, původní stáří hornin je proterozoikum až paleozoikum. Jednotlivé horniny se střídají v pružích uspořádaných od jihozápadu k severovýchodu. Zbylou část PR tvoří fylity až svory obalu desenské skupiny, horninám je přisuzováno spodnopaleozoické stáří. Závěr údolí Hlubokého potoka tvoří metadacity desenské skupiny. Sněžná kotlina představuje někdejší kar pleistocenního firnového ledovce ve stržích jihovýchodních svahů Červené hory. Dnešní podobu terénu utvářela eroze svahových ledovců, mrazové zvětrávání a posun svrchních půdních horizontů po zmrzlém povrchu.

V lokalitě převládá díky horské pozici mechanické zvětrávání hornin. Na vlastním rozpadu hornin se podílejí především tepelné změny, mrznoucí voda a gravitační přemísťování horninové drti. Vzniku zdejšího půdního pokryvu napomohl kromě biologického zvětrávání i systém Hučivé Desné a závětrná poloha Sněžné kotliny.

Díky expozici Sněžné kotliny dochází k poměrně rychlému odtoku vodních srážek. Odtok urychluje i blízkost erozní rýhy ústící do Černého potoka. Díky puklinovému ledu dochází k mechanické destrukci hornin. V zimním období se ve Sněžné kotlině vlivem působení anemo-orografického systému Hučivé Desné ukládá velké množství sněhu a vyvíjí se zde suvné laviny. Jejich pohyb narušuje vegetační kryt, půdní povrch a skalní podloží, čímž modeluje strže kotliny a na některých místech znemožňuje nástup lesa. Území je pramennou oblastí Černého, Sněžného, Pátečního a Hlubokého potoka.

Cílem ochrany je subalpínské (a supramontánní) pásmo a ekosystém horských strží a karoidu bez borovice kleče a olše zelené se zastoupením všech autochtonních druhů rostlin a živočichů v životaschopných populacích a uchování všech významných fenoménů živé i neživé přírody rezervace v dochovaném nebo lepším stavu. Dále také mozaika ekologicky stabilních lesních

ekosystémů, přirozeně věkově, výškově a prostorově diferencovaných, s přirozenou druhovou skladbou dřevin a se zachovaným bohatstvím rostlinných i živočišných druhů ponechaných v co největší míře přirozenému vývoji.

Přirozenými rostlinnými společenstvy jsou zde převážně horské třtinové smrčiny (*Calamagrostio villosae-Piceetum*), v nejnižší části rezervace porosty smrkových bučin (*Calamagrostio villosae-Fagetum*) s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*). Zajímavá a cenná je pak vegetace horských strží (lavinových drah) a pramenišť a vegetace skal při horní hranici lesa. Na skalách ve zhlaví Sněžné kotliny lze nalézt fragmenty vegetace alpských skal se šichou oboupohlavnou (*Empetrum hermaphroditum*) a sítinou trojklannou (*Juncus trifidus*), na skalnatých místech ve stržích roste plavuník alpský (*Diphasiastrum alpinum*), na vlhkých okrajích strží pak bohatá populace hořce tečkovaného (*Gentiana punctata*) a violka dvoukvětá (*Viola biflora*). Už nejméně 20 let se zde udržuje malá populace v Jeseníkách nepůvodního hořce tolitovitého (*Gentiana asclepiadea*). V horských smrčinách je místy hojná žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*). Sněžná kotlina hostí několik vzácných druhů saproxylických brouků. Nejvzácnějším je výskyt tesaříka čtyřpásého (*Cornutus quadrivittatus*), vyvíjející se na smrcích při horní hranici lesa.

(Halfar et. al. 2016, <http://jeseniky.ochranaprirody.cz>)

ŠUMÁRNÍK



Obr. 8-22. Šumárník (foto <http://www.ochranaprirody.cz>)

Geologické podloží umožňuje výskyt vápnomilných druhů jako lomikámen vždyživý, mázdrinec rakouský, prorostlík dlouholistý a sleziník zelený. Dále zde rostou ohrožené druhy šabřina tatarská, lilie zlatohlávek, lněnka alpská, které charakterizují vegetaci subalpínských vysokostébelných trávníků. Nelze nezmínit vratičku měsíční, pětiprstku žežulník a zejména druh játrovky mozolku skalní, která zde má jedinou recentní lokalitu v České republice. V současné době je zde evidováno 220 druhů rostlin, z toho 9 ohrožených. Je evropsky významnou lokalitou jako jediná lokalita výskytu játrovky mozolky skalní v Česku.

(<http://www.ochranaprirody.cz>, <http://www.natura2000jeseniky.cz>)

MORGENLAND

Přírodní památka leží severozápadně od Nové Rudné u Malé Morávky v pramenné oblasti Černého potoka v nadmořské výšce 745 - 760m. Předmětem ochrany jsou luční společenstva (mokřadní a mezofilní), na části území smíšený lesní porost. Struktura vegetace je závislá především na rozdílných hydrologických podmínkách území. Nejvlhčí části území je možné zařadit k podsvazům *Filipendulenion ulmariae*, as. *Chaerophyllo hirsuti* - *Filipendulenion ulmariae* a do podsvazu *Calthenion*. Sušší JZ část území sousedící s lesním porostem lze zařadit do svazu *Arrhenatherion*, as. *Trifolio - Festucetum rubrae*. Ze zvláště chráněné druhy rostlin se zde nacházejí *Orchis mascula* subsp. *signifera* – vstavač mužský znamenáný, *Dactylorhiza majalis* subsp. *majalis* – vstavač májový, *Gymnadenia conopsea* subsp. *conopsea* – pětiprstka žežulník a *Platanthera bifolia* – vemeník dvoulistý.

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

RŮŽOVÁ

Obr. 8-23. PR Růžová (foto <http://www.rymarovsko.cz>)

Předmětem ochrany přírodní rezervace jsou mokřadní ekosystémy podél pramenného úseku Růžového potoka, v nichž se vyskytují zvláště chráněné druhy živočichů a rostlin, zejména: prstnatec májový, ostřice blešní, vachta trojlistá, vrba plazivá rozmarýnolistá ; ropucha obecná, čolek horský, čolek obecný, zmije obecná, chřástal polní.

Dříve zde rostly druhy jako hořec jarní nebo tučnice obecná, dnes zde ještě nalezneme vachtu trojlistou, prstnatec májový nebo vrbu rozmarýnolistou. Zdejší mokré louky představují významnou lokalitu silně ohroženého chřástala polního, zalétá sem lovit čáp černý i čáp bílý, rozmnožují se zde ropucha obecná, skokan hnědý, čolek horský i obecný, z plazů zde žije zmije obecná.

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

U SLATINNÉHO POTOKA

Obr. 8-24. PR U Slatinného potoka (foto <http://www.rymarovsko.cz>)

Přírodní rezervace chrání vlhké slatinné a rašelinné louky s prameništěm v pramenné oblasti přítoků Slatinného potoka. Hostí řadu ohrožených a mizejících druhů rostlin, z nichž lze uvést např. kroupenáč vytrvalý, vachtu trojlistou, všivec lesní, škardu měkkou čertkusolistou, kozlík dvoudomý, violku bahenní, betrám obecný, toliji bahenní nebo zábělník bahenní. V květnu zde vykvétá prstnatec májový a prstnatec Fuchsův - typické druhy orchidejí vlhkých podhorských luk. Ze zvláště chráněných druhů živočichů se zde vyskytuje např. ropucha obecná, čolek horský, čolek obecný, zmije obecná, chrástal polní a bekasina otavní. Louka každoročně ručně kosena se snahou udržet druhovou rozmanitost a vytěsnit rákos, který by jinak celou plochu pravděpodobně během několika let zarostl a vzácné druhy by rychle vymizely.

(<http://www.rymarovsko.cz>)

RAČÍ ÚDOLÍ

Obr. 8-25. PR a EVL Račí údolí

(foto <http://docplayer.cz/41061545-Mapovani-a-monitoring-sikouska-zeleneho-buxbaumia-viridis-ve-vybranych-evl-a-po.html>)

Jádrem území jsou dvě skalnatá sevřená údolí orientovaná ve směru JZ-SV, se strmými svahy různých expozičních a četnými skalními výstupy. Nejvyšších poloh dosahuje území v oblasti kóty Štít (642 m n. m.), údolí potoků leží v nadmořských výškách kolem 350 m n. m. Převládajícím lesním biotopem rozsáhlých lesních porostů jsou acidofilní bučiny. Na minerálně bohatších půdách či na mikroklimaticky ovlivněných stanovištích se vyskytují květnaté bučiny, na skalnatých svazích a na sutích se relativně hojně zachovaly suťové lesy. Maloplošně se na oligotrofních rankerových půdách vyvinuly boreokontinentální bory.

Předmětem ochrany jsou extenzivní sečené louky nížin až podhůří (*Arrhenatherion*, *Brachypodio-Centaureion nemoralis*), chasmofytická vegetace silikátových skalnatých svahů, bučiny asociace *Luzulo-Fagetum*, bučiny asociace *Asperulo-Fagetum*, lesy svazu *Tilio-Acerion* na svazích, sutích a v roklicích, smíšené jasanovo-olšové lužní lesy temperátní a boreální Evropy (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*). Význam území spočívá v zachovalosti unikátních lesních porostů, často pralesovitěho charakteru. K nejcennějším porostům patří suťové lesy a acidofilní bučiny na nejstrmějších svazích v údolích Račího a Javornického potoka. Část z nich je chráněna v rámci PR Račí údolí. Z fytogeografického hlediska je cenný zdejší výskyt acidofilních borů. Pro tyto bory je typická jejich vazba na jižní svahy se skalními výchozy a přítomnost dubu zimního (*Quercus petraea*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*).

Cílem je zachovat, případně obnovit přirozenou dřevinnou skladbu. Dlouhodobě je třeba podporovat přirozené zmlazení, za tím účelem také snížit stavy srnčí zvěře. Ovsíkové louky každoročně kosit.

(<https://www.kr-olomoucky.cz>)

PÍSEČNÁ-MOKŘAD

Lokalita se nachází v obci Písečná za obecním úřadem. Jedná se o významnou lokalitu pro kuňku žlutobřichou. Přírodní památka Písečná - mokřad je v překryvu se stejnojmennou evropsky významnou lokalitou a byla vyhlášena v roce 2010. Území se nachází na levém břehu říčky Bělé, která zde vymodelovala ploché údolí, jehož podloží je tvořeno čtvrtohorními sedimenty. Z geomorfologického hlediska se nacházíme ve Zlatohorské vrchovině, v podcelku Bělská pahorkatina. Jedná se o dosti podmáčené území – bývalé pastviny, na kterých po několik desetiletí docházelo k samovolnému vývoji (tzv. sukcesi), protože o jeho obhospodařování nebyl zájem. Území se stalo útočištěm pro velkou řadu druhů vzácných organismů, které v okolní zemědělsky využívané ani sídelní krajině přežít nemohou. Dnes jsou tyto bývalé pastviny porostlé olšinou a jasanovo-olšovým luhem. Lokalitou protéká několik bezejmenných vodních toků a v nedávné době v jižní části území byla část plochy odlesněna a byly zde vyhloubeny tůňe. Ty jsou domovem nejen pro kuňku žlutobřichou, ale i pro další druhy obojživelníků a živočichů i rostlin, vázaných na vodní a mokřadní prostředí. V této lokalitě byl potvrzen výskyt i dalších zvláště chráněných živočichů. V pramenné a lesem souvisle pokryté severní části jsou dobré životní podmínky pro mloka skvrnitěho (*Salamandra salamandra*) nebo rosničku zelenou (*Hyla arborea*).

(<https://www.kr-olomoucky.cz>)

CHEBZÍ

Nedaleko Písečné, na severním okraji Chráněné krajinné oblasti Jeseníky, u osady Chebzí, se v nadmořské výšce 520–550 m nalézá stejnojmenná přírodní památka.



Obr. 8-26. PP Chebží (foto Stribrohorak, [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))

Předmětem ochrany je několik sušších luk o výměře 2,8 ha s význačným výskytem vstavačovitých rostlin. Z geologického hlediska území leží na rozhraní žulovského plutonu a jesenického amfibolitového masivu. Louky jsou bohaté, z nepřeberného množství květů se zde nachází např. třeslice prostřední (*Briza media*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), zvonek rozkladitý (*Campanula patula*), zvonek broskvolistý (*C. persicifolia*), chrastavec rolní (*Knautia arvensis*), hvozdík kropenatý (*Dianthus deltoides*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*), ptačinec trávovitý (*Stellaria graminea*), mochna nátržník (*Potentilla erecta*), silenka nadmutá (*Silene vulgaris*), černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), kokrhel menší (*Rhinanthus minor*) a pavinec horský (*Jasione montana*). Bohatý je výskyt vstavačovitých rostlin. Populace prstnatce bezového (*Dactylorhiza sambucina*) je označována za nejbohatší v celé CHKO, dále zde roste vstavač mužský (*Orchis mascula* subsp. *signifera*), kruštík širolistý (*Epipactis helleborine*), pětiprstka žežulník (*Gymnadenia conopsea*) a místy hojně vemeník dvoulistý (*Platanthera bifolia*). Nechybí ani krasavice z nejzářivějších a nezpochybnitelná královna jesenických luk lilie cibulkonosná (*Lilium bulbiferum*).

(<http://www.ochranaprirody.cz>, <http://botany.cz>)

ŠTOLA MARIE POMOCNÁ

Lokalitou je důl po těžbě zlatonosných a měděných rud, nacházející se na východním úbočí Příčného vrchu (975 m n. m.), jižně od Zlatých hor. Vstup leží asi 400 m severně od významného poutního kostela Marie Pomocné, uprostřed vysokého smíšeného lesa. Geomorfologicky území náleží do celku Heřmanovických hřbetů. Vchodem do dolu je propadlý strop dobývek v nadmořské výšce asi 690 m n.m. Štoly jsou raženy v prokřemenělých sericitických břidlicích až kvarcitech. Na povrchu je patrný tah šachtic jimiž se těžila zlatonosná žíla. Ve spodní části je patrné zasuté ústí štoly zmáhané naposledy v 50. letech 20. století. Nejcennější je vnitřní část dolu. Jde o úzké dobývky, široké okolo 40 až 80 cm a vysoké i přes 10 m. V podzemí dolu se nacházejí i lichoběžníkové chodby z 15. až 16. století. Celková délka dolu je asi 335 m a hloubka 42 m.



Obr. 8-27. Štola Marie Pomocná, vstup do štoly (foto www.kr-olomoucky.cz)

Předmětem ochrany je netopýr velký, který zde přečkává zimní období v počtu 20 až 40 jedinců. Tato lokalita je zimovištěm pro devět druhů letounů. Dále zde zimují vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*), netopýr řasnatý (*Myotis nattereri*), n. vodní (*M. daubentonii*), n. vousatý (*M. mystacinus*), n. brvitý (*M. emarginatus*), n. severní (*Eptesicus nilssonii*), n. ušatý (*Plecotus auritus*) a n. černý (*Barbastella barbastellus*). Povrchový areál Panny Marie Pomocné III je součástí Zlatohorské naučné stezky a je vyhlášen kulturní památkou.

(www.kr-olomoucky.cz, <http://lokality.geology.cz>)

SKALNÍ POTOK

Skalní potok je levostranným přítokem Střední Opavy. Přírodní rezervace Skalní potok v nadmořské výšce 680 - 950 m o rozloze 198 ha zaujímá spodní část údolí stejnojmenného potoka. Rezervace se nachází 5,5 km západně od města Vrbna, 3,5 km od osady Vidly a cca 28 km severně od Rýmařova. Zvláštní ochrana lesních porostů v 5. a 6. lesním vegetačním stupni, z nichž některé se přibližují přirozené struktuře lesa, nebo mají až pralesovitý charakter. Velmi strmé srázy údolí jsou porostlé květnatými bučinami s kyčelnicí devítilistou a skalními biotopy s řadou vzácných druhů rostlin jako měsíčnice vytrvalá, jednokvítka velkokvětá, nezelená orchidej hlístník hnízdák nebo krtičník jarní. Na četných prameništích se místy hojně vyskytuje prstnatec Fuchsův. Zalétá sem lovit celá řada druhů ptáků jako např. výr velký, čáp černý nebo dokonce sokol stěhovavý, v některých letech jsou zde pozorovány pobytové znaky ryso ostrovida.



Obr. 8-28. Vodopády Skalního potoka (foto I. Gelatka, <https://mapy.cz>)

Na tzv. Skalních schodech roste poslední volně rostoucí exemplář tisu červeného v CHKO Jeseníky. Péče je zaměřena na ponechávání části dřeva samovolnému rozpadu a vysazování stanovištně odpovídajících druhů dřevin jako např. javor klen, jilm horský nebo jedle.

(<http://www.rymarovsko.cz>)

SUCHÝ VRCH



Obr. 8-29. Suchý vrch (foto R. Mikuláš, <http://fotoarchiv.geology.cz>)

Tato rezervace se rozkládá na temeni stejnojmenného vrcholu s nadmořskou výškou 941 m. n. m., cca 1,5 km západně od toku Černé Opavy a severozápadně od místní části Vrbna-Mnichov. Na jihovýchodním svahu Suchého vrchu je obnaženo kamenné moře devonského stáří s nálezy fosilií s převahou hlavonožců a ramenonožců, je to významné paleontologické naleziště. Jedná se o paleontologickou lokalitu v drakovských kvarcitech spodního devonu a zároveň opěrný bod pro

stratigrafii spodního devonu vrbenské skupiny. Údolím Černé Opavy ve směru od Vrbna na Heřmánkovice probíhá výrazná tektonická linie oddělující horniny devonu a kulmu. Bezprostřední styk těchto hornin je překryt svahovými sedimenty. Zajímavostí je plazivá forma smrku, přizpůsobená vegetaci v extrémních podmínkách a dále zvláštní forma borovice lesní, jejíž nejstarší jedinci nevysokého vzrůstu zde dosáhli věku kolem 350 let.

(<http://lokalita.geology.cz>, <https://lesy.cz>)

BOREK U DOMAŠOVA



Obr. 8-30. PR Borek u Domašova (foto <http://www.muzeum.jesenik.net>)

Předmětem ochrany přírodní rezervace je reliktní bor na sutí devonského křemence. Horní část Zaječího potoka je na pravém břehu v délce zhruba 750 m lemována souvislým, 10–15 m vysokým skalním defilé drakovského kvarcitu (pojmenovány podle Drakova, jihovýchodně od Rejvízu). Hlavní masa hornin bílé až šedobílé barvy obsahuje různě mocné (dm až m) polohy s výraznou foliací a temnější, až šedočernou barvou. Tyto polohy jsou tvořeny zavrásněnými vložkami fylitu, svoru nebo plagioklasové ruly. Směrem k SV, k uzávěru potoka, je celá jv. stráž s výjimkou vrcholových partií pokryta až k potoku mohutným suťovým polem rozpadlých kvarcitů (svrchní polohy, stupeň prag). Fauna se vyskytuje poměrně vzácně (ichnofosilie *Tropidoleptus*, brachiopodi *Hysterolites*, mlži *Gammysia* a *Kochia*) a je přibližně určitelná, což je vzhledem k intenzitě metamorfního postižení (staurolitová zóna) unikátní jev v evropském měřítku.

Před 395 miliony lety se rozkládalo území budoucího Českého masívu cca 200 jižně od rovníku a tvořilo součást severovýchodního okraje kontinentu Gondwany. Bylo zalito devonským mořem a z jeho usazenin se v dalším geologickém vývoji (především během hercynské orogeneze - zjednodušeně - při srážce Gondwany se Severoatlantským kontinentem - Laurussii) vytvořily z písků kvarcity a z jílovito-písčitých až jílovitých usazenin svory, plagioklasové ruly a fylity. S hercynskou orogenezi je spjat vznik složitých násunových staveb, jejichž výsledkem je dnešní pozice těchto hornin. Kontinenty putovaly dál, vyvíjely se, až vznikl dnešní geologický obraz skalního podloží Jesenicka. Do něj významně zasáhlo i rozlámání a vytvoření kerné stavby Českého masívu v době alpinského vrásnění,

provázené velmi intenzivním zvětráváním a tvorbou malebného výškově rozčleněného povrchu. Ve starších čtvrtohorách zasáhla naše území chladná a relativně suchá období. Prohloubilo se intenzivní zvětrávání hornin a jejich odnos a mj. vznikaly mnohé skalní tvary, které dodnes obdivujeme a můžeme sledovat i jejich současný vývoj. Údolí Borku (součást údolí Zaječího potoka) je asymetrické. Vzniklo zhruba na průřezu tektonického kontaktu zmíněných devonských kvarcitů s podložními mylonitizovanými (tlakově drcenými) metagranitoidy (metamorfované hlubinné horniny žulového až křemenno-dioritového složení), stáří více než 500 milionů let, pamatujícími assyntskou orogenezi. Oba tyto horninové celky mají obdobný generelní sklon foliačních ploch (systémů paralelních strukturních ploch, podle nichž se hornina lupenitě až břidličnatě rozpadá). Takže zatímco se pravá strana údolí rozšiřuje odlamováním skalních bloků ze skalního defilé a také následným pohybem vzniklých sutí, levá strana údolí je rozšiřována pomaleji sunutím metagranitoidů po foliačních plochách. Údolí je tak postupně překládáno severozápadním směrem a je přímo v terénu zcela zřejmé, jak se bude dále vyvíjet, pochopitelně v měřítkách geologického času.

(<http://www.muzeum.jesenik.net>, <http://lokalita.geology.cz>)

FILIPOVICKÉ LOUKY



Obr. 8-31. PR Filipovické louky (foto J. Kameníček, [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/))

Přírodní rezervace s slouží k ochraně ohrožených druhů rostlin a živočichů vázaných na podmačené prameništění louky a jejich stanoviště. Podloží je tvořené rulami a fylity je překryto podsvahovými sedimenty a v severní části rezervace vrstvou humolitu. Střední část rezervace je tvořená silně podmačenými partiemi tvořenými v horní části vegetací inklinující k pcháčovým loukám, severně a západně od „rybníčku“ pak jde o rašelinné louky s ostřicí obecnou, suchopýrem úzkolistým, violkou bahenní a stovkami jedinců prstnatce májového. V sz části území se nachází potoční olšina s převládající olší šedou a přimísenou olší lepkavou, jasanem a břízou, v podrostu se uplatňuje i javor klen a smrk, v bylinném patře běžné druhy potočních olšin, jednotlivě prstnatec Fuchsův. V jižní části tvoří bariéru mezi zástavbou a loukami porost s převahou vrby popelavé. V území se nepravidelně vyskytuje chřástal polní (*Crex crex*). Naopak pravidelný výskyt zde má užovka obojková (*Natrix natrix*), zmije obecná (*Vipera berus*) a čolek horský (*Mesotriton alpestris*). V minulosti byl zaznamenán i čolek karpatský (*Lissotriton montadoni*).

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

PRADĚD

Obr. 8-32. Petrovy kameny – biotop alpských vyfoukávaných travníků s ostřicí tuhou (foto J. Chlapek, <http://www.cittadella.cz>)

Národní přírodní rezervace Praděd je největší rezervací v CHKO Jeseníky s výměrou 2031 ha. Zahrnuje nejvyšší vrchol Hrubého Jeseníku – Praděd - a jeho hlavní hřeben od Malého Dědu po Jelení hřbet a Jelení studánku. Předmětem ochrany zde jsou především subalpínské a supramontánní biotopy hlavního jeseníckého hřebene s výskytem celé řady významných druhů rostlin a živočichů. Centrální část Jeseníků byla zařazena i mezi evropsky významné lokality zejména pro výskyt vzácných a v rámci Evropské unie velmi ohrožených typů přírodních stanovišť jako jsou smrkové pralesy, bučiny, hučící vodopády a bystřiny, rašeliniště, vysokohorské hole, skály a balvanité sutě nebo ledovcový kar, kde padají laviny.

EVL Praděd ochraňuje i evropsky významné druhy. Patří sem dva jesenícké endemity (druhy, které se nevyskytují nikde jinde na světě) lipnice jesenícká a zvonek jesenícký. Dále mech šikoušek zelený a střevlík hrbolatý, který je dravý a loví ve vodě.

Mezi nejvýznamnější biotopy patří alpské vyfoukávané travníky s ostřicí tuhou (*Carex bigelowii*), kostřavou nízkou (*Festuca supina*), sasankou narcisokvětou (*Anemonastrum narcissiflorum*) nebo zvonkem vousatým (*Campanula barbata*), což je druh, který se v České republice vyskytuje pouze v Hrubém Jeseníku a na Králickém Sněžníku. Dalším významným biotopem je skalní vegetace sudetských karů, dobře vyvinutá zejména v ledovcovém karu Velké kotliny, což je lokalita s největší rozmanitostí vyšších rostlin v člověkem neovlivňovaném prostředí v ČR s více než 400 udávanými druhy. Typickými druhy zde jsou kopyšník tmavý (*Hedysarum hedysaroides*), rozchodnice růžová (*Rhodiola rosea*), hvězdnice alpská (*Aster alpinus*) či endemit hvozdík kartouzek sudetský (*Dianthus carthusianorum* ssp. *sudetica*). Pro partie v okolí horní hranice lesa jsou charakteristické vysokobylinné nivy s dominantní havézí česnáčkovou (*Adenostyles alliariae*) a dalšími druhy, jako např. oměj šalamounek (*Aconitum callibotryon*), mléčivec alpský (*Cicerbita alpina*) nebo kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*).

Floristicky velice zajímavé jsou i štěrbiny skal nad hranicí lesa, hostící vedle zvonku okrouhlolistého sudetského (*Campanula rotundifolia* subsp. *sudetica*), řeřišnice rýtolisté (*Cardamine resedifolia*) či

vrby bylinné (*Salix herbacea*) další jesenický endemit lipnici jesenickou (*Poa riphaea*). Na úpatí skály Petrových kamenů přežívá endemický druh zvonek jesenický (*Campanula gelida*).

Vedle subalpínských biotopů jsou mimořádně dobře zachované horské klimaxové smrčiny, které v některých místech mají pralesovitý charakter. Ve střední Evropě ojedinělá je podoba horní hranice lesa, která v místech, kde nebyla vysazena borovice kleč, představuje postupný přechod od souvislého lesa přes smrkové skupinky až po vysokohorské bezlesí. Tento fenomén, dobře vyvinutý zejména na západních svazích hlavního hřebene, je díky své fyziognomii označován jako parková (difúzní) hranice lesa. Naproti tomu v místech, kde opakovaně sjíždějí laviny, je horní hranice sevřená a ostrá s náhlým přechodem z lesa do subalpínského bezlesí.

Z živočichů jsou zásadní vysokohorští motýli s endemickým okáčem *Erebia sudetica* a několika dalšími reliktními druhy, např. obaleč *Sparganthis rubicundana*. Při svém výškovém maximu se zde vyskytují čolek obecný (*Triturus vulgaris*) a č. horský (*T. alpestris*). Z ptáků je významné pravidelné hnízdění sokola stěhovavého (*Falco peregrinus*) na skalních římsách hlubokých údolí, na horských holích hnízdí linduška horská (*Anthus spinoletta*), vzácně se objevuje pěvuška podhorní (*Prunella collaris*), pozorován byl i kulík hnědý (*Charadrius morinellus*). Při hranici lesa žije kos horský (*Turdus torquatus*), vzácně se donedávna objevoval i tetřev obecný (*Tetrao tetrix*). Ze savců jsou důležité zejména reliktní druhy jako myšivka horská (*Sicista betulina*), rejsek horský (*Sorex alpinus*), vzácně a spíše nahodile bývají pozorovány pobytové znaky rysa ostrovida (*Lynx lynx*). V rezervaci rovněž žije cca 150 kusů nepůvodních kamzíků horských (*Rupicapra rupicapra*) (vysazení r. 1912).

(<http://www.natura2000jeseniky.cz>, <http://www.cittadella.cz>)

KARLOVA STUDÁNKA



Obr. 8-33. Karlova Studánka (foto: V. Štroner, <https://mapy.cz>)

Požární nádrž (z 50. let) a mokřina v údolí Bílé Opavy na jižním okraji obce Karlova Studánka. V mokřině na okraji geologické expozice byla zbudována v 90. letech kaskáda lučních tůňek. Vodní plocha s výrazně vyvinutým litorálem s bahničkou mokřadní. Systém tůňek je ve vlhké pčáčové louce s náletem olše lepkavé. Jedna ze tří nejbohatších lokalit čolka karpatského v Sudetech. Lokality jsou ohroženy zazemňováním. Jejich čištění by se mělo v intervalu 3–5 let opakovat, naposledy provedeno v r. 2011. Při odbahňování ponechat část tůní bez zásahu.

(<http://jeseniky.ochranaprirody.cz>)

JELENÍ BUČINA

Obr. 8-34. PR Jelení bučina (foto J. Wysocki, [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/))

Lesní porosty pralesovitého charakteru ve smrkobukovém vegetačním stupni s výraznou vertikální členitostí svazu *Fagion sylvaticae* s pomístně se projevujícím jarním aspektem s kyčelnicí devítilistou; součástí jsou ostrůvky suťových lesů, pomístně se vyskytující lesní prameniště a křoviny skal a drolin s rybízem alpským

Rezervace je tvořena zbytkem smíšeného lesního porostu s výraznou vertikální členitostí, horní etáž je ve stádiu rozpadu. Dominantní dřevinou je zde buk lesní, dále javor klen a smrk ztepilý s bohatým podrostem buku, pomístně se zde vyskytuje javor mléč, jilm drsný, jedle v důsledku zásahů člověka chybí (v 60. letech minulého století byla na území rezervace zcela vytěžena v rámci těžby „přestárlých“ porostů). Bylo zde nalezeno celkem 97 druhů mechorostů, k nejvýznamnějším a nejvzácnějším patří *Neckera pennata*.

Na území PR byl zjištěn výskyt 2 vzácných druhů brouků (kovařík - *Diacanthous undulatus* a *Dendrophagus crenatus*) vázaných na tlející dřevo, oba jsou uvedeny v Červeném seznamu bezobratlých ČR v kategorii „ohrožený“, celkem bylo nalezeno 38 druhů měkkýšů.

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

BŘIDLIČNÁ

Kryogenní geomorfologické útvary (skály, kamenné proudy, kamenná moře, polygonální půdy), subalpínské a lesní biotopy klimaxových smrčín a (smrkových) bučin s prameništěmi a s výskytem vzácných a silně a kriticky ohrožených druhů rostlin a živočichů. Komplexní soubor periglaciálních tvarů na jedné lokalitě – polygonální půdy, kryoplanační terasy, mrazové sruby a srázy, křemencové balvanové proudy a kamenná moře na Břidličné hoře a na lokalitě Pecný dobře vyvinutý pleistocenní zarovnaný povrch typu kryoplén, soubor skalních útvarů typu tors, náznaky vývoje polygonálních půd patří k nejvýznamnějším důvodům pro vyhlášení PR Břidličná

Volné sítě světlých drakovských kvarcitů v horní části z. svahu Břidličné hory (nad vrstevnicovou pěšinou) obsahují nehojné bloky se zachovalými zbytky makrofauny (*Arenicolites*, pravděpodobní

brachiopodi rodu *Rhenorensseleeria*, schránky mlžů). Jde o případy zachování v silně sericitických kvarcitech značně dynamicky postižených, v nichž je přítomnost makrofosilií zcela výjimečným jevem.

Velice cenný je zejména zachovalý přirozený vegetační gradient od bučin přes smrčiny po alpské trávníky na severozápadních svazích Břidličné hory a západních svazích Jeleního hřbetu.

Z rostlin patří k nejvýznamnějším zejména největší jesenická populace řeřišnice rýtolisté (*Cardamine resedifolia*), bohaté populace zvonku okrouhlolistého sudetského (*Campanula rotundifolia* subsp. *sudetica*) a patrně největší populace jalovce obecného nízkého (*Juniperus communis* subsp. *alpina*) v České republice. K dalším významným druhům patří např. ovsíř dvouřizný (*Helictochloa planiculmis*), zvonek vousatý (*Campanula barbata*), řeřišnice hořká Opizova (*Cardamine amara* subsp. *opicii*), škarda měkká pravá (*Crepis mollis* subsp. *mollis*), hvozdík pyšný alpský (*Dianthus superbus* subsp. *alpestris*), šicha oboupohlavná (*Empetrum hermaphroditum*), hořec tečkovaný (*Gentiana punctata*), lopušík skloněný (*Hackelia deflexa*), jestřábník alpský (*Hieracium alpinum*), meruzalka skalní (*Ribes petraeum*), lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata*), violka žlutá sudetská (*Viola lutea* subsp. *sudetica*) a další. Bylo zaznamenáno celkem 270 druhů makromycetů. Nejzajímavější jsou druhy horských bučin hlavně v okolí Čertovy stěny a přirozených smrčín.



Obr. 8-35. PP Břidličná (foto M. Vavrik, Wikimedia commons public domain)

Z bezobratlých živočichů je pozoruhodný druh pavouka pavučenka suťová (*Wubanoidea uralensis*). Do PR Břidličná zasahuje část populace mravence podhorního (*Formica lugubris*), která tvoří v sousední PR Pod Jelení studánkou rozsáhlý systém mravenišť. Potvrzený je také výskyt saranče horské (*Miramela alpina*), druhu, jehož jedinou významnou lokalitou je v České republice právě Pradědská hornatina. Z dalších bezobratlých, kteří jsou zároveň i zvláště chráněni, se na území PR velmi pravděpodobně vyskytují střevlík hrboletý (*Carabus variolosus*), kovařík *Danosoma fasciatum* a zástupci čmeláků rodu *Bombus*. Doložený je výskyt endemického okáče horského (*Erebia epiphron*), méně častý je okáč menší (*Erebia sudetica*). Z území PR je doložen mimořádný výskyt ropuchy obecné (*Bufo bufo*), pravděpodobnější výskyt však zde má skokan hnědý (*Rana temporaria*). Z významných druhů avifauny se zde vyskytují bělořit šedý (*Oenanthe oenathe*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), linduška horská (*Anthus spinoletta*), kos horský (*Turdus torquatus*) a další.

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

POD JELENÍ STUDÁNKOU

Obr. 8-36. Mraveniště v rezervaci Pod Jelení studánkou (foto M. Vavrik, Wikimedia commons public domain)

Předmětem ochrany PR je mimořádně bohatá populace mravenců druhu *Formica* a jejich biotop. Území leží na jihovýchodním svahu Břidličné (1353 m n. m.) a Jeleního hřbetu (1367 m n. m.). Geologický podklad je tvořen mladšími devonskými sedimenty, minerálně chudšími, jemně břidličnatými tuhými fylity s vložkami křemitých břidlic a kvádrových křemenců. Převažují půdy písčitohlinité a hlinitopísčité s obsahem různě velkého skeletu.

Výrazně jsou zastoupena acidofilní společenstva s dominantními druhy *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, a živná stanoviště s převládajícími druhy *Oxalis acetosella* a *Luzula sylvatica*. Na lokalitě je mimořádně vysoká koncentrace kolonií mravenců rodu *Formica*, zejména druhu *Formica lugubris*. Celkem zde bylo zjištěno 10 druhů mravenců. Pozoruhodná je avifauna. Pozorování zde byli sýc rousný, datel černý, strakapoud velký, budníček menší, králíček obecný, červenka obecná, pěvuška modrá, střízlík obecný, sýkora uhelníček, šoupálek dlouhoprstý, čížek lesní, hýl obecný, křivka obecná, pěnkava obecná, konipas bílý, linduška lesní, kos horský, krkavec velký. Ještě před několika lety byl opakovaně pozorován tetřev hlušec. I když se zde vyskytuje i zvěř černá, k poškozování mravenišť touto zvěří dochází výjimečně.

(<http://www.ochranaprirody.cz>)

JAVOROVÝ VRCH

Komplex bývalého středověkého podpovrchového rudného dolu byl vyhlášen národní přírodní památkou včetně všech jeho podzemních i povrchových částí tvořících významný geologický profil v komplexu hornin vrbenské série a též biotopu společenstva letounů (*Chiroptera*) včetně jejich populací, a fragmentu květnaté bučiny na povrchu ve východní části masivu Hrubého Jeseníku. Součástí komplexu je i důl Simon-Juda, uváděný také jako Štola pod Jelení cestou, známý jako evropsky významné zimoviště netopýrů, pro které byla jiným právním předpisem vyhlášena EVL Javorový vrch na území národní přírodní památky.



Obr. 8-37. Javorový vrch (foto <http://www.ochranaprirody.cz>)

Geologicky je prostor součástí vrbenské série, která na jv. straně hraničí s výstupy andělskohorského souvrství. Vývojem a stavbou patří mezi nejpozoruhodnější geologické oblasti Hrubého Jeseníku. Skalní podklad území tvoří devonsko-spodnokarbonská vrbenská skupina. Ta představuje metamorfovaný, vulkanosedimentární horninový komplex. Tektonicky se stýká se slezským kulmem a sama je součástí základní tektonické jednotky, příkrovu Vysoké Hole, kde tvoří samostatné příkrovné těleso, které je samo rozděleno do několika dílčích tektonických jednotek. Vrbenská skupina je petrograficky velmi rozmanitá a obsahuje řadu méně obvyklých hornin (např. různé typy skalín se stilmenopelánem a biotitem, nebo fylity s valouny až několikadecimetrových rozměrů).

Pozůstatky rozsáhlých železnorudných dolů jsou štoly, komíny, propadliny, pinky a haldy. Ložisko je tvořeno 2-3 paralelními, tektonicky rozposunovanými a kulisovitě se překrývajícími pásmy. Ložiskové partie jsou tvořeny páskovanými jemně zrnitými magnetitovými rudami, místy s křemen - karbonátovou hlušinou nebo litými partiemi hematitové rudy s polohami tmavošedých jaspilitů. Rudy jsou uloženy v zelených břidlicích vrbenské skupiny. Důl ve kterém je evropsky významné zimoviště netopýrů, je tvořen 4 patry, které jsou spojeny komíny. Vstup do štoly je z povrchové dobývky 15 x 20 m a 10 m hluboké.

(<http://www.ochranaprirody.cz>, <http://lokality.geology.cz>)

PSTRUŽÍ POTOK

Přírodní rezervace a evropsky významná lokalita chrání regionálně významný komplex olšových luhů a mokřích a rašelinných luk (přechodová rašeliniště) s výskytem několika zvláště chráněných druhů. Skalní podklad tvoří horniny bedřichovské kry desenské klenby. Převažují drobné okaté až drobnozrnné břidlice. Drobné enklávy kvarcitů a grafitických fylitů jsou torzy devonského pláště. Půdy jsou zde většinou písčitohlinité, silně zamokřené.

Na rašelinné louce rostou druhy typické pro stabilně podmačená stanoviště, mj. ostřice obecná (*Carex nigra*), ostřice zobánkatá (*C. rostrata*), ostřice prosová (*C. panicea*) s rašelínky (*Sphagnum* sp.), klikvou bahenní (*Oxycoccus palustris*), nepočetnou populací rosnatky okrouhlolisté (*Drosera rotundifolia*), vachtou trojlistou (*Menyanthes trifoliata*), prstnatcem májovým (*Dactylorhiza majalis*) a

prstnatcem listenatým (*D. longebracteata*). Ojediněle zde roste vemeník dvoulistý (*Platanthera bifolia*), početně sílí populace všivce ladního (*Pedicularis sylvatica*), hojný je kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*). Ještě v šedesátých letech 20. století zde rostl hořec jarní (*Gentiana verna*). Obvodové sušší části byly uměle zalesněny smrkem ztepilým (*Picea abies*), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a borovicí lesní (*Pinus sylvestris*).



Obr. 8-38. Pstruží potok (foto <http://www.rymarovsko.cz>)

Pstruží potok je vhodným biotopem pro avifaunu. Hnízdí zde chřástal polní (*Crex crex*) a do roku 1987 se vyskytovala zbytková populace tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*). Běžně hnízdí pěnice hnědokřídla (*Sylvia communis*), objevuje se hýl rudý (*Carpodacus erythrinus*) a spousta dalších drobných pěvců. Na tahu se pravidelně vyskytuje sluka lesní (*Scolopax rusticola*). Poměrně hojný je čolek horský (*Trirurus alpestris*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), objevují se mj. zmije obecná (*Vipera berus*) a ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*).

V rámci řízeného vývoje je sušší část kosena, na ostřicovomechových loučkách jsou redukovány náletové dřeviny. Početnost populace rosnatky okrouhlohlísté byla posílena odstraněním drnu z nevelké plochy.

(<http://www.rymarovsko.cz>, www.nature.cz)

JESENÍKY

Na základě implementace Směrnice o ptácích byla na území CHKO Jeseníky vyhlášena Ptačí oblast Jeseníky (nařízením vlády č. 599/2004 Sb. ze dne 6. prosince 2004). Ptačí oblast (CZ0711017) se rozkládá na ploše 52 164 ha a zaujímá přes 70 % CHKO. Bližší ochranné podmínky ptačí oblasti jsou specifikovány v § 3 uvedeného nařízení.

Cílem ochrany ptačí oblasti je zachování a obnova ekosystémů významných pro chřástala polního (*Crex crex*) a jeřábka lesního (*Bonasa bonasia*) v jejich přirozeném areálu rozšíření a zajištění podmínek pro zachování populací těchto druhů ve stavu příznivém z hlediska jejich ochrany. Jeřábek se nejhojněji vyskytuje v rozsáhlých starých lesních porostech s bohatým patrem listnatých keřů a

ekotony různých vývojových typů lesa. Chřástal polní je charakteristickým druhem na loukách a pastvinách v podhůří, kde je doprovázen například ťuhýkem obecným (*Lanius collurio*), křepelkou polní (*Coturnix coturnix*) či bramborníčkem hnědým (*Saxicola rubetra*).

Další ptáci v ptačí oblasti: datel černý (*Dryocopus martius*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), včelojed lesní (*Pernis apivorus*), žluna šedá (*Picus canus*) a lejsek malý (*Ficedula parva*). Od roku 2010 je pravidelně pozorován a hnízdí datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*). Skalní útvary v kombinaci se starými a přestárlými lesními porosty jsou hlavními hnízdišti čápa černého (*Ciconia nigra*), výra velkého (*Bubo bubo*) a také krkavce velkého (*Corvus corax*). Od roku 2001 zde pravidelně hnízdí sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*), který zde vytvořil jednu z nepočetnějších populací v ČR. Novým druhem z přílohy I. směrnice je také v CHKO hnízdící jeřáb popelavý (*Grus grus*). Dominantními druhy horského bezlesí jsou linduška horská (*Anthus spinoletta*) a linduška luční (*Anthus pratensis*). Běžně zde hnízdí skřivan polní (*Alauda arvensis*), několik párů bělořita šedého (*Oenanthe oenanthe*), omezeně a nepravidelně pěvuška podhorní (*Prunella collaris*). Na pokraji vyhynutí je tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*) a tetřívka obecná (*Tetrao tetrix*). Ohrožením pro předměty ochrany ptačí oblasti jsou zejména kosení luk a pastva v hnízdním období na lokalitách obsazených chřástalem a nevhodné lesnické hospodaření a neustále se zvyšující rekreační tlak na biotopy jeřábka.

(<http://jeseniky.ochranaprirody.cz/>)

9. STŘETY ZÁJMŮ

VYHODNOCENÍ KVANTITATIVNÍHO STAVU ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD

Povolené odběry podzemních vod ve výši 70 l/s a skutečné odběry za rok 2014 do 58 l/s v rajonu nepřekračují využitelné zdroje. Vodárenské odběry podzemní vody v HGR 6431 jsou v posledních letech výrazně nižší než stanovené využitelné množství podzemní vody. Z aktuálních vodárenských odběrů v hydrogeologickém rajonu 6431 k nejvýznamnějším patří zejména odběry podzemní vody z jímacího území Jeseník – Křížový vrch, kde z tamních objektů bylo v roce 2012 odebíráno 7,40 l/s, dále odběry z objektů jímacích území Lipová-lázně (5,61 l/s), Jeseník-lázně (5,39 l/s), Javorník-les (3,27 l/s). Relativně významné odběry podzemní vody pro zásobování obyvatel pitnou vodou v rámci rajonu jsou zaznamenávány ve Vápenné, Vidnavě, Domášově či Stříbrných Horách u Rýmařova.

V rajonu se nachází větší množství individuálních a malých odběrů (do 1 l/s), které nejsou zahrnuty v bilanci. V součtu množství by u drobných odběrů mohlo lokálně dojít ke střetům zájmů. Je nutné dobře sumarizovat a koordinovat tyto údaje mezi vodoprávními úřady jednotlivých obcí s rozšířenou pravomocí.

OCHRANA PODZEMNÍCH VOD

Ochrana zdrojů podzemních vod zahrnuje ochranu kvantitativní (množství podzemní vody) a kvalitativní (fyzikálně-chemické a mikrobiologické složení podzemní vody). Kvantitativní ohrožení je dáno umělými zásahy do přírodního režimu tvorby, oběhu a regenerace zásob podzemních vod. Následkem těchto zásahů může být např. snížení infiltrace, omezení nebo rozptýlení oběhu podzemní vody, narušení artéského stropu apod.

Ochrana podzemních vod v HGR 6431 je na úrovni obecné ochrany zdůrazněna existencí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Jeseníky vyhlášené Nařízením vlády ČR č. 40/1978Sb. Specifická ochrana pro odběry podzemních vod hromadného zásobování probíhá v ochranných pásmech vodních zdrojů. Rámcová směrnice o vodě požaduje ochranu všech útvarů podzemních vod bez ohledu na jejich využití a vzhledem k regionálnímu charakteru hodnocení nemá smysl hodnotit jednotlivá ochranná pásma vodních zdrojů.

Ochrana zdrojů podzemních vod zahrnuje ochranu kvantitativní (množství podzemní vody) a kvalitativní (fyzikálně-chemické a mikrobiologické složení podzemní vody). Kvantitativní ohrožení je dáno umělými zásahy do hydrogeologické struktury, což může vést např. ke snížení infiltrace, omezení nebo rozptýlení oběhu podzemní vody, narušení artéského stropu apod. Kvalitativní ochrana zahrnuje opatření zabráňující kontaminaci podzemních vod znečišťujícími látkami. Kromě bodových zdrojů znečištění, které jsou reprezentovány sídlištními aglomeracemi a jejich odpadními produkty, průmyslovými a zemědělskými objekty, představuje nejvýznamnější zdroj kontaminace plošná aplikace hnojiv a ochranných látek zemědělské velkovýroby. Ochrana využívaných zdrojů podzemních vod pro hromadné zásobování je legislativně zabezpečena především prostřednictvím ochranných pásem vodních zdrojů.

Zranitelnost podzemních vod v HGR 6431 je lokálně značná, nelze však ve větším měřítku předpokládat větší plošné kontaminace. Nezbytnost ochrany povrchových a podzemních vod je dána skutečností, že území rajonu je infiltračním územím sousedních vodohospodářsky významných rajonů.

Významným ekologickým problémem na území rajonu je změna odtokových poměrů v důsledku lesního hospodaření.

Doplňování zásob podzemních vod je negativně ovlivňováno melioračními zásahy. Na podstatně menší ploše rajonu (mezi Vápennou a Ramzovou) vystupují puklinově až puklinovo-krasově propustné karbonátové horniny, které naopak náleží území s vysokou až velmi vysokou zranitelností podzemních vod. Pokryvné útvary snižující riziko znečištění (málo propustné až nepropustné pokryvné sedimenty) se na území rajonu objevují jen sporadicky. Jsou vyvinuty převážně v písčitém, hlinitopísčitém, eventuelně proměnlivém vývoji, bez výraznějšího ochranného účinku proti postupu znečištění z povrchu.

TĚŽBA SUROVIN

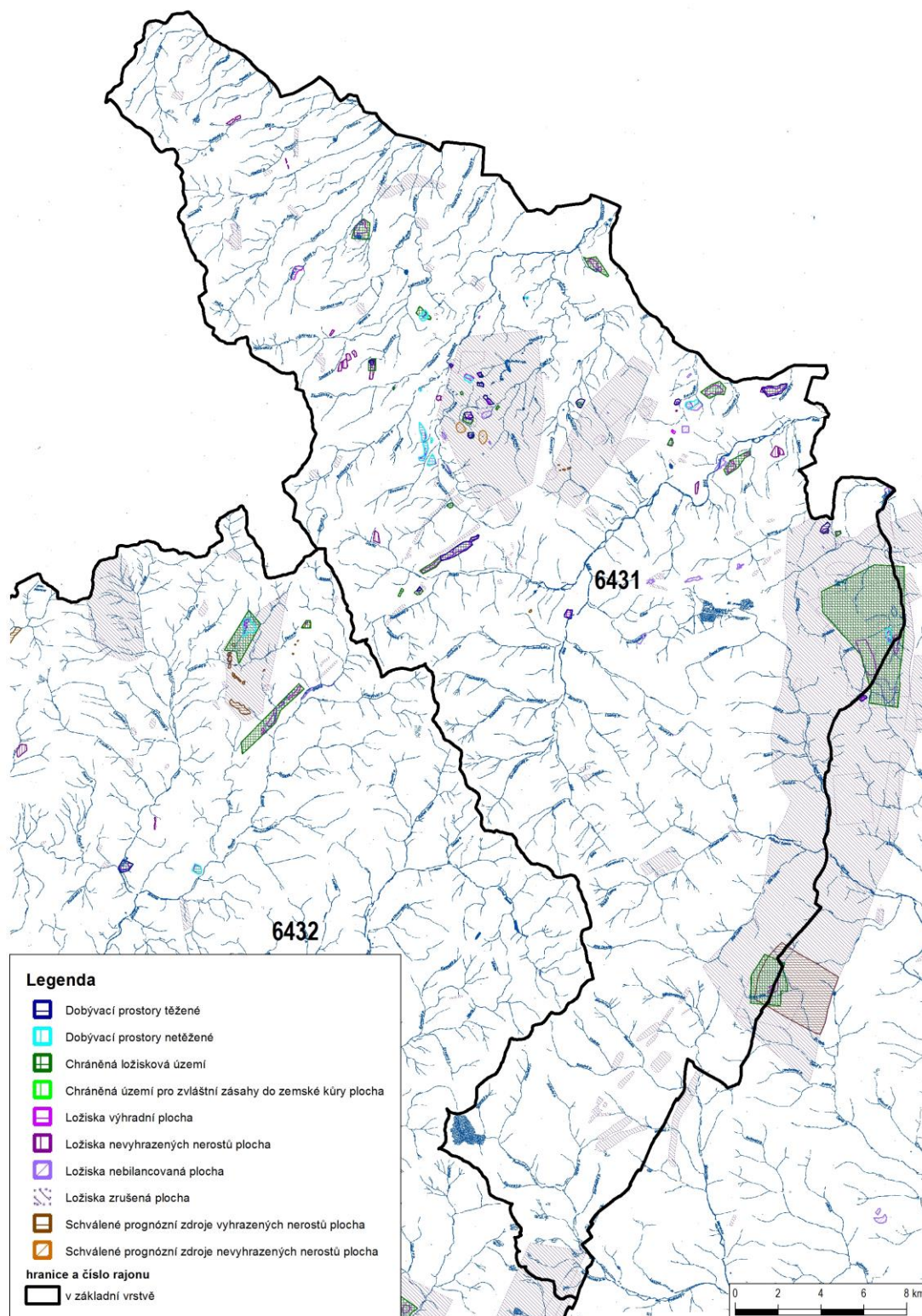
Z hlediska těžebních a vodohospodářských zájmů nevznikají na území HGR 6431 významnější střety. Z těžných ložisek nacházejících se v CHOPAV Jeseníky lze jmenovat lokalitu v Bukovicích (ložisko amfibolitu). Těžební činnost na tomto ložisku se však svým rozsahem nijak nedotýká vodohospodářských zájmů. Určité střety těžebních a vodohospodářských zájmů by bylo možné hledat v prostoru ložiska vápenců Smrčník (dva vápencové lomy), které leží při hranici ochranného pásma 2. stupně, stanoveného kolem jímacího území Lipová-lázně "Na Pomezí". Veškeré konfliktní situace ohledně uvedené lokality, pokud byly aktuální, byly v minulosti průběžně řešeny a v současné době již prakticky neexistují. V dalších těžebně využívaných lokalitách rajonu nejsou vodárensky exploatované zdroje dotčeny. Působnost těžebních ložisek (vesměs se jedná o lomy) nezasahuje do vyhlášených ochranných pásem vodních zdrojů ani chráněné oblasti přirozené akumulace vod CHOPAV Jeseníky.

Tab. 9-1: Chráněná ložisková území dle registru ČGS (Surovinový informační systém)

ID	Název	Surovina
15120000	Zlatohorský rudní revír	Měděná ruda, Polymetalické rudy, Zlatonosná ruda
20190100	Ondřejovice I.	Stavební kámen
10420000	Dolní Lipová I.	Vápenec
6720000	Nová Červená Voda	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
10430000	Horní Lipová	Vápenec
23890000	Suchá Rudná	Zlatonosná ruda
22110000	Velké Kuněticko	Štěrkopísky
22120000	Terezín-Mikulovice (Kolnovice)	Štěrkopísky
19750000	Žulová (Nietzsche)	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
20300000	Horní Skorošice	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
18330000	Petrovice I.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
4410100	Dolní Skorošice I.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
25290000	Zlaté Hory v Jeseníkách	Zlatonosná ruda, Štěrkopísky
23290000	Uhelná	Jíly
4400000	Vápenná	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
4410000	Dolní Skorošice	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
4430000	Žulová III.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
4440000	Žulová I.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
4450000	Černá Voda	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
9910101	Vidnava I.	Jíly, Kaolin
10390000	Žulová II.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
10410000	Horní Lipová II.	Vápenec
10440000	Horní Lipová I.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
10380000	Vápenná I.	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu
25280000	Mikulovice u Jeseníka	Zlatonosná ruda, Štěrkopísky
4460000	Supíkovičky	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu

Tab. 9-2: Dobývací prostory v HGR 6431

ID	Název	Surovina	nerost	Využití	Organizace	IČ
60018	Supíkovice 017	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	mramor	těžené	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
60059	Horní Lipová 019	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	mramor pro kam. zpracování	těžené	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
60221	Dolní Lipová I	Vápenec	vápenec	těžené	Omya CZ s.r.o.	45192715
70007	Dolní Skorošice I	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	žula	těžené	ADOS TRANS s.r.o., Vápenná	25836501
70401	Heřmanovice	Stavební kámen, Vápenec	krystalický a písčitý vápenec	těžené	JHF Heřmanovice spol.s r.o.	47972912
70422	Žulová (provozovna 103)	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	žula	těžené	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
70474	Černá Voda	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	žula	těžené	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
70494	Ondřejovice	Stavební kámen	vápenec	těžené	KARETA s.r.o., Bruntál	62360213
70727	Vápenná IV	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	kámen - žula	těžené	SLEZSKÁ ŽULA spol. s r.o., Brno	25851331
70743	Bukovice	Stavební kámen	kámen - amfibolit	těžené	KAMENOLOMY ČR s.r.o., Ostrava - Svinov	49452011
70859	Žulová II	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	kámen, žula	těžené	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
70886	Nová Červená Voda	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	kámen - žula	těžené	GRANITES, s.r.o., Žulová	24824534
71094	Žulová IV	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	žula	těžené	RALUX s.r.o., Uhelná	
71099	Petrovice II	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	kámen pro ušl.kamenic. výrobu	v průzkumu, otvírce	JAGOS, spol. s r.o., Žulová	47153148
71142	Mikulovice u Jeseníka	Štěrkopísky	štěrkopísek	těžené	Oldřich Psotka, Mikulovice u Jeseníka	
50045	Zlaté Hory - východ	Měděná ruda, Polymetalické rudy, Zlatonosná ruda	polymetalic. Pb,Zn,Cu rudy	s ukončenou těžbou	DIAMO s.p., Stráž pod Ralskem	2739
60080	Vápenná II	vápenec k techn.zpracování		rezervní	Omya CZ s.r.o.	45192715
60079	Vápenná I	vápenec k techn.zpracování		se zastavenou těžbou	Omya CZ s.r.o.	45192715
60081	Vápenná III	vápenec k techn.zpracování		rezervní	Omya CZ s.r.o.	45192715
60078	Vápenná	vápenec k techn.zpracování		se zastavenou těžbou	Omya CZ s.r.o.	45192715
70948	Supíkovice II	Štěrkopísky	štěrkopísek	se zastavenou těžbou	KARETA s.r.o., Bruntál	62360213
70006	Skorošice (Žulová 028)	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	žuly na kamenické zpracování	s ukončenou těžbou	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
71060	Dolní Skorošice	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	kámen - žula, granodiorit	se zastavenou těžbou	Moravské kamenolomy s.r.o.	4222709
71024	Tomíkovice	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	diorit, žula	se zastavenou těžbou	Slezské kamenolomy a.s.	29243661
60237	Velká Kraš	Křemenné suroviny	žilný křemen	rezervní	Obec Velká Kraš	635855
70497	Žulová I	Kámen pro hrubou a ušlechtilou kamenickou výrobu	žula	se zastavenou těžbou	K - Granit s.r.o., Jeseník	



Obr. 9-1. Ložiska a dobývací prostory na území HGR 6431 (Surovinový informační systém ČGS)

ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ A JEJICH VZTAH K OVĚŘENÝM ZÁSOBÁM PODZEMNÍCH VOD

Zdroje znečištění byly hodnoceny v HGR 6431 jako plošné znečištění ze zemědělství (dusičnany a pesticidy), plošné znečištění z atmosférické depozice (vybrané kovy a polyaromatické uhlovodíky) a nakonec bodové znečištění ze starých kontaminovaných míst (vybrané kovy, polyaromatické uhlovodíky, chlorované uhlovodíky). Vlastní hodnocení plošných zdrojů znečištění se provádělo jednak na nezávislém vyhodnocení údajů o významných zdrojích znečištění a jejich ověření na základě monitoringu jakosti podzemních vod a následném vyhodnocení chemického stavu. Prakticky to znamená, že pokud vyšlo z monitoringu nevyhovující hodnocení příslušných polutantů, ale zdroj nebyl prokázán, nebyl zdroj znečištění označen za významný. Stejně tak, pokud byl zjištěn významný zdroj znečištění, ale naměřené koncentrace nepřekračovaly limit, ani tehdy nelze zdroj považovat za významný, nicméně by bylo vhodné prověřit reprezentativnost umístění monitorovacího objektu. V případě významného zdroje znečištění, ale neexistence dat z monitoringu bylo doporučeno doplnit sledování (viz kapitola optimalizace monitoringu).

Chemický stav podzemní vody v HGR 6431 podle hodnocení chemického a kvantitativního stavu útvarů podzemních vod pro druhý cyklus plánů povodí v ČR (Prchalová et al. 2013) je celkově dobrý. Ve vodním útvaru 64311 (jihovýchodní část) je chemický stav podzemní vody dobrý a vliv staré ekologické zátěže stav útvaru nezhoršuje; ve vodním útvaru 64312 (severozápad) dobrý, přičemž vliv obsahu dusičnanů a staré ekologické zátěže zhoršuje stav v jednotlivých pracovních jednotkách nikoli v útvaru celkově.

V HGR 6431 se v obou vodních útvarech vyskytuje stará ekologická zátěž, která způsobuje nevyhovující stav pracovní jednotky, z důvodu obsahu těžkých kovů a aromatických uhlovodíků; avšak chemický stav útvarů nezhoršuje.

VZTAH SOUČASNÉHO VYUŽITÍ ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD K ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACI.

Podle výsledků vodohospodářské bilance, prováděné každoročně podniky Povodí i podle hodnocení kvantitativního stavu, stupeň odebíraného množství podzemních vod odpovídá přírodním zdrojům. Plány eventuálního rozvoje vodárenských odběrů jsou obsaženy v Plánech rozvoje vodovodů a kanalizací (PRVKÚ ČR) z roku 2010, které představují střednědobou koncepci oboru vodovodů a kanalizací do roku 2015. Tyto dokumenty jsou zpracovány po jednotlivých krajích (<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/plany-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-prvku-cr/plan-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-ceske.html>), eventuální požadavky na nové odběry však často nejsou podloženy cíleným hydrogeologickým průzkumem. Stejně tak by v případě realizace těchto požadavků bylo nutné zohlednit kromě výsledků vodohospodářské bilance také výsledky hodnocení kvantitativního stavu podzemních vod.

10. PŘÍRODNÍ ZDROJE A VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍCH VOD

HGR 6431 Krystalinikum severní části Východních Sudet se sestává ze dvou vodních útvarů:

Krystalinikum severní části Východních Sudet – jihovýchodní část 64311

Krystalinikum severní části Východních Sudet – severozápadní část 64312

Přírodní poměry významné z hlediska ocenění přírodních zdrojů podzemních vod v HGR 6431 přehledně shrnuje Tab. 10-1.

Tab. 10-1. Přírodní charakteristiky HGR 6431

položka	charakteristika	kód	popis
3.5.	kód litologického typu	8	převážně metamorfity
3.6.	typ a pořadí kolektoru	9	nevymezený
3.9.	dělitelnost rajonu	A	lze dělit
3.11.	kód typu propustnosti	Pu	puklinová
3.12.	hladina	V	volná
3.13.	transmisivita (m ² /s)	3	nízká < 1.10 ⁻⁴
3.14.	kód kategorie mineralizace (g/l)	1	< 0,3
3.15.	kód kategorie chemického typu podzemních vod	1	Ca-HCO ₃

Rajon není hodnocen ve vodohospodářské bilanci. Pro sestavení plánů povodí byly ve VÚV (Olmer 2006) pro HGR 6431 vyčísleny dlouhodobé hodnoty přírodních zdrojů ve výši 6765 l/s v 50% zabezpečnosti a 4845 l/s v 80 % zabezpečnosti.

10.1. VÝSLEDKY OCENĚNÍ PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ PODZEMNÍCH VOD

Přírodní zdroje podzemních vod byly stanoveny na základě těchto vstupních informací:

- mediánu základního odtoku stanoveného hydrologickým modelem BILAN (model pro přepočet hodnot odtoku z povodí referenční vodoměrné stanice na plochu hydrogeologického rajonu využívá charakteristiky ploch a nadmořských výšek bilančních území)
- expediční hydrometrická měření, metoda proudu, archivní data

Hodnotu vypočtených přírodních zdrojů podzemních vod pro referenční období 1981–2010 uvádí Tab. 10-2.

Tab. 10-2. Přírodní zdroje podzemních vod v HGR 6431

zabezpečnost	hodnota l/s
50 %	3579
80 %	2863

VÝPOČET PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ

Pro regionální bilanční hodnocení má rozhodující význam stanovení velikosti dlouhodobých přírodních zdrojů podzemní vody. Jejich ztotožnění s podzemním odtokem vychází z dlouhodobě měřených údajů o výši celkového odtoku ve vodních tocích, odvodňujících příslušný hodnocený hydrogeologický útvar, kterým může být příslušný rajon nebo jeho část. K získání reprezentativních hodnot podzemního resp. základního odtoku je považováno období minimálně 10 let.

Hydrogeologický masiv reprezentovaný krystalinickými horninami je typickým představitelem regionálního hydrogeologického kolektoru přípovrchové zóny zvětralin a rozevřených puklin. Vedle kolektoru přípovrchové zóny se mohou v masivu uplatňovat relativně dobrou propustností i zlomy, zasahující do větších hloubek, které mohou být doprovázeny doprovodnými porušenými zónami. Z tohoto pohledu lze říci, že kolektor přípovrchové zóny společně se zvodněnou zlomovou technikou se podílí na tvorbě a velikosti regionálního podzemního odtoku hydrogeologického masivu a tím zároveň na přírodních zdrojích podzemní vody.

Při stanovení přírodních zdrojů podzemní vody v HGR 6431 se vycházelo údajů vypočtených hydrologickým modelem. Velmi členitý terén rajonu byl rozdělen plošně na území s nižším a vyšším reliéfem, pro která byl stanoven průměrný podzemní odtok. V rámci nižšího reliéfu (území o ploše 360 km²), průměrná hodnota podzemního odtoku činila 2,93 l/s.km². Přírodní zdroje podzemní vody na uvedené ploše pak činily 1056,6 l/s. Z plochy vyššího reliéfu (území o ploše 563 km²), průměrná hodnota podzemního odtoku činila 4,48 l/s.km². Přírodní zdroje podzemní vody na uvedené ploše pak činily 2 522,2 l/s. Celková suma přírodních zdrojů v rajonu pak odpovídá hodnotě 3 578,8 l/s.

10.2. DISPONIBILNÍ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍCH VOD

Hodnota využitelného množství je 1718 l/s. Tato hodnota vychází z 90% zabezpečení přírodních zdrojů. Respektuje požadavky na zachování minimálních zůstatkových průtoků v říční síti a respektuje požadavky na zachování dostatečné vodnosti na podzemní vodě závislých chráněných ekosystémů.

Odběry podzemních vod a střety zájmů

Povolené odběry podzemních vod ve výši 70 l/s a skutečné odběry za rok 2014 do 58 l/s v rajonu nepřekračují přírodní zdroje.

KOMENTÁŘ

V HGR 6431 byl zpracován samostatný materiál Stanovení velikosti využitelného množství podzemních vod u hydrogeologických rajonů s nesouvislým zvodněním, kde jsou vypuštěny oblasti s nejvyšší nadmořskou výškou. Hodnoty přírodních zdrojů podzemních vod jsou uvedeny v Tab. 6-7 Kapitoly 6 Hydrologický model.

Takto vypočítaný (dílčí) základní odtok z nižších nadmořských výšek stanovený modelem BILAN pro referenční období 1981–2010 ve zjednodušené podobě uvádí Tab. 10-3.

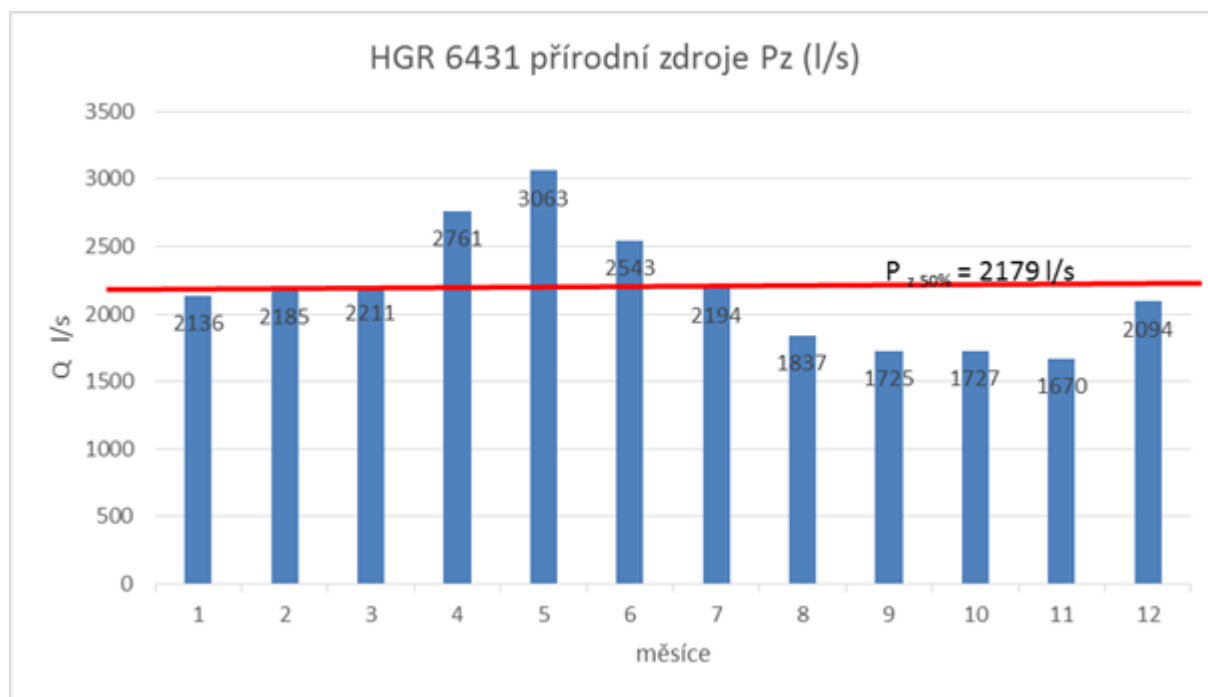
Tab. 10-3. Základní odtok pro období 1981–2010 stanovený z modelu BILAN (roční průměrná výše, bez oblastí s vysokou nadmořskou výškou)

zabezpečení	mm za rok	l/s.km ²	l/s
50%	19,54	2,36	2179
80%	14,85	1,79	1656

Rozložení odtoku v měsících vyjadřuje graf na obrázku 10-1, sestavený podle výsledků modelování, uvedených v Tab. 10-4.

Tab. 10-4. Modelové výsledky dotace a podzemního odtoku (l/s)

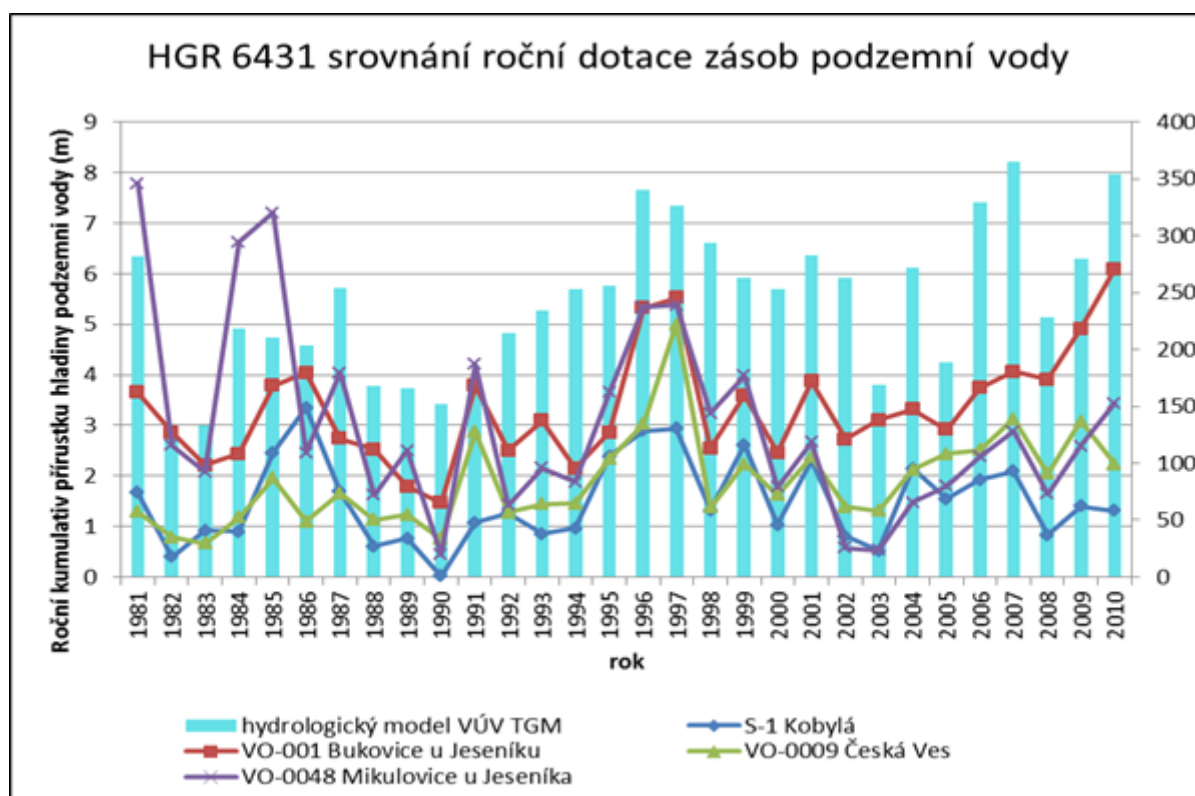
Měsíc	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	PRUM
Bilan_ZaklOdtok-90%	899	1332	1575	1652	1611	1632	1869	1803	1554	1326	1103	995	1446
Bilan_ZaklOdtok-80%	1126	1520	1724	1710	1775	1891	2474	2036	1758	1453	1223	1176	1656
Bilan_ZaklOdtok-50%	1670	2094	2136	2185	2211	2761	3063	2543	2194	1837	1725	1727	2179

**Obr. 10-1. Rozložení odtoku v měsících podle výstupů z modelu BILAN**

Odtok se zvyšuje se stoupající hladinou podzemní vody s kulminací v květnu a postupně klesá do listopadu. Přírodní zdroje jsou na území rajonu ovlivňovány nejen dotací srážek, ale také existencí hydrogeologických kolektorů a ovlivněny jsou i svažitostí terénu. Pro rajon byla vymezena pásma s rozdílnými možnostmi vzniku přírodních zdrojů – stanoveny byly zvlášť pro plochu nižšího reliéfu (do 550 m n. m.) a pro plochu vyššího reliéfu (nad 550 m n. m.). Vypočtená hodnota přírodních zdrojů pak je ve výši 3579 l/s v zabezpečení 50%. Analogickým dopočtem podle výsledků modelu BILAN pro období 1981-2010 má hodnota přírodních zdrojů v zabezpečení 80% velikost 2863 l/s.

Využitelné množství lze uvažovat ve výši 90% překročení přírodních zdrojů – tedy v hodnotě 1718 l/s (0,60 hodnoty z 50% zabezpečení). Stávající odběr je do výše 90 l/s. Krystalinikum vrajonu má zásadní význam jako oblast dotace hydrogeologických pánví.

Graf na obrázku 10-2 podává srovnání roční dotace zásob podzemní vody z výsledků hydrologického modelu – BILAN s vyjádřením ročních kumulativů přírůstků hladiny podzemní vody, měřených na vrtech pozorovací sítě ČHMÚ. Na grafu jsou patrná období vyprazdňování hydrogeologických kolektorů (např. 1988 – 1990, 2003 a 2005) a období výrazných dotací (nejvýraznější 1996 – 1997, 2006 – 2007 a 2010). Z průběhu ročních kumulativů je zřejmá shoda výpočtu dotace podzemní vody ze srážek (BILAN) a dynamika ročních kumulativních přírůstků hladin podzemní vody. Pro tvorbu podzemní vody je opravdu zásadní infiltrace srážek na ploše rajonu.



Obr. 10-2. Dotace podzemních vod na základě modelu BILAN a roční kumulativy hladin podzemní vody

V HGR 6431 je vodohospodářsky velmi důležitý prostor severně od Ramzové, kam se od jihu (od bušínského zlomu) směrem k severu táhnou úzké paralelní pruhy krystalických vápenců a to až do oblasti mezi Vápennou a Lázněmi Lipová, po okrajový sudetský zlom, přecházející od severozápadu z Polska na území České republiky. V popisované oblasti se vyskytují jeskyně Na Pomezí, další krasové jevy a prameny o vydatnosti v hodnotách několika desítek sekundových litrů. Z hydrogeologického hlediska je významnou rozvodnicí v prostoru Ramzové určující hlavní směry proudění podzemní vody, v případě hydrogeologického rajonu 6431 k severu resp. severovýchodu. Na vápence v okolí Lázní Lipové nepřímo, za okrajovým sudetským zlomem, navazují dále k severovýchodu karbonátové výskyty v severním okolí města Jeseníku, jako tzv. supíkovičky kras v plášti žulovského plutonu s jeskyněmi Na Špičáku.

NÁVRHY

Hranice vymezeného HGR 6431 odpovídají obecné definici hydrogeologického rajonu jako struktury s uceleným oběhem podzemní vody a z realizovaných prací v zásadě nevyplynula nutnost jejich změny.

V HGR 6431 se nachází větší množství individuálních a malých odběrů (do 1 l/s), které nejsou zahrnuty v bilanci. V součtu množství by u drobných odběrů mohlo lokálně dojít ke střetům zájmů. Je nutné dobře sumarizovat a koordinovat tyto údaje mezi vodoprávními úřady jednotlivých obcí s rozšířenou pravomocí.

Po vyhodnocení pětiletého monitoringu bude možné posoudit zařazení nově vyhloubených vrtů 6431_3 Mikulovice u Jeseníka 6431_4 Vrbno pod Pradědem do státní monitorovací sítě.

Tab. 10-5. Nové hydrogeologické vrtý doporučené pro monitoring hladiny podzemní vody

ID vrtu	lokalita	X	Y	Z terén m n.m.	Z odměrný bod m n.m.	hloubka	hladina pod terénem
6431-3	Mikulovice u Jeseníka	1044598	536452.8	336.66	337.72	30	2,93
6431-4	Vrbno pod Pradědem	1063953	531811.6	524.06	525.04	30	2,33

Tab. 10-6. Referenční vrtý v HGR 6431 navržené k pokračování monitorování a jejich základní hydrogeologické charakteristiky

označení objektu	název objektu	monitorovaný kolektor	hloubka	odměrný bod	signální hladina
			m	m n. m	m n. m.
6H-001b	Fojtova Kraš	krystalinikum	25.50	236.73	232.20
S-1	Kobylá	krystalinikum	8.70	259.96	257.00
6M-002b	Mikulovice u Jeseníka	krystalinikum	15.70	310.13	306.40
6M-005b	Česká Ves	krystalinikum	10.40	392.23	389.40
6M-030b	Dolní Lipová	krystalinikum	10.23	494.08	491.90
VO0001	Bukovice u Jeseníku	krystalinikum	5.50	458.98	455.90
VO0009	Česká Ves	krystalinikum	8.00	392.22	389.80
VO0048	Mikulovice u Jeseníka	krystalinikum	11.40	337.11	333.30

11. ZÁVĚR

Cílem projektu Rebalance zásob podzemních vod bylo kombinací pestrého souboru nejmodernějších technologických a metodických postupů přehodnotit přírodní zdroje a využitelné zásoby podzemních vod v jednotlivých posuzovaných hydrogeologických rajonech, včetně určení limitů pro vodárenskou exploataci. Za tím účelem byly v projektu navrženy a následně realizovány technické a doprovodné hydrometrické práce.

- Dlouhodobé **přírodní zdroje podzemních vod v HGR 6431** pro referenční období 1981–2010 dosahují cca **3579 l/s** (50% zabezpečení, vycházející z hydrologického modelu s respektováním rozdílných poměrů základního odtoku podle nadmořské výšky).
- Hodnota **využitelného množství podzemních vod v HGR 6431 je 1718 l/s**, tato hodnota vychází z 90 % zabezpečení přírodních zdrojů.
- **Maximální povolené odběry** podzemních vod ve výši **70 l/s** a skutečné evidované odběry za rok 2014 do 58 l/s v rajonu **nepřekračují** stanovené **přírodní ani využitelné zdroje**. Vodárenské odběry podzemní vody v HGR 6431 jsou v posledních letech výrazně nižší než stanovené využitelné množství podzemní vody.
- HGR 6431 v rozhodující míře zahrnuje hydrogeologický masiv, tvořený krystalinickými horninami. Představuje oblast infiltrace a stoku, tedy oblast primární dotace pro sousedící rajony.
- Součástí HGR 6431 jsou i glacigenní a neogenní sedimenty vyskytující se při jeho severním okraji.
- Pro oběh a akumulaci podzemní vody má ve studovaném rajonu největší význam zóna zvětrávání a přípovrchového rozvolnění hornin, pruhy krystalických vápenců a tektonické linie (zóny).
- Dotace podzemní vody probíhá přímou infiltrací srážek, jejichž průměrné množství pro hodnocený HGR 6431 je 914,4 mm za rok.
- Po vyhodnocení pětiletého monitoringu bude možné posoudit zařazení nově vyhloubených vrtů 6431_3 Mikulovice u Jeseníka a 6431_4 Vrbno pod Pradědem do státní monitorovací sítě.

12. VÝBĚR LITERATURY

- Aichler, J. – Koverdynský, B. – Mixa, P. – Pecina, V. – Večeřa, J. (1994): Mapa geologických zajímavostí pro turisty, list Jeseníky, 1: 100 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Aichler, J., ed. (1999): Textové vysvětlivky k účelovým geologickým mapám ČR 1 : 25 000, listy 14-234 Hanušovice, 14-412 Šumperk, 14-412 Zábřeh, 14-421 Velké Losiny, 14-423 Libina. - MS Čes. geol. úst. Jeseník.
- Bederke, E. (1935): Die Regionalmetamorphose im Altwatergebirge. - Geol. Rdsch., 26, 108--124. Leipzig.
- Breemen, O. van - Aftalion, M. - Bowes, D. R. - Dudek, A. - Misař, Z. - Povondra, P. - Vrána, S. (1982): Geochronological studies of the Bohemian Massif, Czechoslovakia, and their significance in the evolution of Central Europe. - Trans. Geol. Soc., Earth Sci., 73, 89-108. Edinburgh.
- Bruthans, J. – Kůrková, I. – Grundloch, J. – Churáčková, Z. – Slavík, M. – Kadlecová, R. (2015): Střední doba zdržení v detailně hodnocených rajonech, Projekt Rebilance zásob podzemních vod, část aktivity 8. 106 str. – MS Čes. Geol. služba. Praha.
- Bruthans, J. (2006): Využití přirozených stopovačů (^{18}O ; ^3H , freony, SF6) a dalších metod pro zhodnocení doby zdržení vod a charakteru proudění v krasových oblastech ČR. – doktorská disertační práce. PřF UK. Praha. 207 str.
- Buday T et al. - Ďurica D. - Opletal M. - Šebesta J. (1995): Význam bělského a klepáčovského zlomového systému a jeho pokračování do Karpat. -Uhlí, Rudy, geol. průzk., 2, 9, 275-281. Praha.
- Burkart E. (1953): Mährens minerale und ihre Literatur. Nakladatelství československé akademie věd, Praha.
- Bussinov, I. et al. (1972): Základní geologická mapa ČSSR 1:50 000 M-33-71 -B v meziměřítu 1 : 25 000, listy B-a, b, c, d. - MS Ústř. úst. geol. Praha.
- Buzek, F. – Jačková, I. – Čejková, B. – Lněničková, Z. (2015): Působení napájecích vod na prameny, povrchové vody a podzemní vody na základě izotopového složení ^2H a ^{18}O a kontaminace vybraných vodních zdrojů zemědělskou činností. Projekt rebilance zásob podzemních vod, část aktivity 8. – MS Čes. Geol. služba. Praha.
- Čabla V. - Albrechtová E. (1978): Ložiska kyzových rud v rejvízské sérii. – Sborník GPO, 10: 5–40.
- Čabla, V. - Čablová, Z. - Schejbalová, K. (1992): Regionální surovinová studie pro potřeby okresních úřadů České republiky. Okres Šumperk. - MS Unigeo. Zlaté Hory.
- Čablová, Z. (1994): Vlčice - Bergov, vodní zdroj. Hydrogeologický průzkum. - MS Unigeo. Ostrava.
- Černý, M. (2015a): Souhrnná dokumentace průzkumného hydrogeologického vrtu 6431_3. Geologické práce pro hydrogeologickou oblast 1 projektu „Rebilance zásob podzemních vod“; aktivita 4: Přímé testování kolektorů průzkumnými vrty. – MS Geomin. Jihlava.
- Černý, M. (2015b): Souhrnná dokumentace průzkumného hydrogeologického vrtu 6431_4. Geologické práce pro hydrogeologickou oblast 1 projektu „Rebilance zásob podzemních vod“; aktivita 4: Přímé testování kolektorů průzkumnými vrty. – MS Geomin. Jihlava.;
- Čurda J. (1990): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 15–13 Vrbno pod Pradědem, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (1993): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 04–43 Bílý Potok, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (1993): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 14–42 Rýmařov, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (1994): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 14–24 Bělá pod Pradědem, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (1994): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 04–44 Javorník, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (1994): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 14–21 Travná, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.

- Čurda J. (1994): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 15–11 Zlaté Hory, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (1996): Soubor geologických a účelových map. Hydrogeologická mapa ČR, list 14–22 Jeseník, 1: 50 000. – Český geologický ústav. Praha.
- Čurda J. (2004): Hydrogeologie území. In V. Müller (ed.): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000. Listy 04-43 Bílý Potok, 04-44 Javorník, 14-21 Travná a 14-22 Jeseník. – Čes. geol. úst., 80 s. Praha..
- Čurda, J. (1997): Hydrogeologické poměry severního ukončení skupiny Branné. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1996,22-23. Praha.
- Don J. - Skácel J. - Gotowala R. (2003): The boundary zone of the East and West Sudetes on the 1 : 50 000 geological map of the Velké Vrbno, Staré Město and Šniežnik Metamorphic Units, *Geologia Sudetica*, 35, Wroclaw, 21–55.
- Fabian R. (1936): Die Metamorphose devonischer Phyllite im Altvatergebirge. – *Chem. d. Erde*, 10, 343 - 408. Jena.
- Fediuková, E. et al. (1987): Vysvětlivky k účelové geologické mapě 1 : 25 000, 14-242 Bělá pod Pradědem. – MS Ústř. úst. geol. Praha.
- Fediuková, E., Aichler, J., red. (2004): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky, 14-242 Bělá p. Pradědem. – MS Čes. Geol. služba. Praha.
- Fišera M. (1986): Chloritoidové horniny od Břidličné a Ztracených skal v Hrubém Jeseníku. – *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 61, 281 - 286. Praha.
- Fišera, M. a kol. (1987): Základní geologická mapa ČSSR 1 : 25 000 list 14-244 Karlova Studánka. – ÚÚG Praha.
- Frejtková L. (1968): Žáruvzdorné jíly u Uhelné u Javorníka ve Slezsku. *Časopis Miner. Geol.*, 13, 2, Praha: ČGS.
- Gába, Z., Pek, I. (1998): Zkameněliny z vápencových souvků od Vidnavy ve Slezsku. – *Časopis Slezského muzea v Opavě (série A)* 47: 19-23. Opava.
- Gába, Z. (1974): Valounové analýzy ledovcových uloženin na Jeseníku. – *Časopis Slezského muzea v Opavě (série A)*, 23: 49-56. Opava.
- Gába, Z. (1977): Till s vysokým obsahem nordických vápencových souvků od Nové Vsi na Jeseníku. – *Časopis Slezského muzea (série A)*, 26: 185-189. Opava.
- Galgánek, J. (1992): Hydrogeologie. In: T. Schmidtová - K. Makovec - J. Galgánek - K. Schejbalová: Regionální surovinová studie pro potřeby okresních úřadů České republiky. Okres Bruntál. 75-90. – MS Unigeo. Zlaté Hory.
- Griinerová, E. (1973): Žulový pluton - závěrečná zpráva. – MS Geofond. Praha.
- Gunia, T, a Wiercholowski, B. (1979): Mikroproblematiki z paragnejśów Gór Bystrzyckich (Sudety). – *Geol. sudetica*, 14, 2, pp 7–25. Warszawa.
- Gunia, T. (1986): Rhipäikum und Wendium in den Sudeten und im Sudetenforland. – *Wiss. z. Univ. Halle*, 35, 86, 1, pp 57–67. Halle.
- Gunia, T. (1990): Acritachs and mikroproblematiks of the crystalline limestones from the vicinity of Romanowo Górne (Central Sudetes Mts., Krowiarki). – *Geol. sudetica*, 24, pp 101–135. Warszawa.
- Habrda, L. (2009): Vývoj kvantitativních a kvalitativních parametrů minerální vody jímané v Karlově Studánce. — Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Přírodo-vědecká fakulta. Brno.
- Halfar J. - Štencel R. - Slezák V. (2016): Plán péče o přírodní rezervaci Sněžná kotlina na období 2017–2026, Správa CHKO Jeseníky
- Hanáček, M. - Gába, Z. - Nývlt, D. (2007): Der Findlingsgarten in Velká Kraš im Jeseník-Gebiet (Tschechien). – *Ge-schiebekunde aktuell* 23, 3, 69-77. ISSN 0178-1731
- Hanáček, M. – Nývlt, D. – Nehyba, S. (2013): Písečník u Javorníku – drumlin se zachovalou sukcesí subglaciálních a supraglaciálních sedimentů. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku* 20, 1-2, 18-25. ISSN 1212-6209
- Hanáček, M. - Nývlt, D. (2009): Subglaciální šterkovité tilly u Jindřichova na Osoblažsku. – *Časopis Slezského zem-ského muzea. Série A, Vědy přírodní* 58, 3.

- Hanáček, M. (2012): Glacifluviální výplavová plošina u Kolnovic a její srovnání s terminoglaciálními kužely mezi Sokolským hřbetem a Zlatohorskou vrchovinou u Jeseníku. – Geo. Výzk. Mor. Slez, 17-25. Brno.
- Hegner, E. – Kröner, A. (2001): A review of Nd izotope data and xenocrystic and detrital zircon ages from the pre-Variscan basement in the eastern Bohemian Massif: speculations on palinsplastic reconstructions. In: W Franke, V. Haak, O. Oncken and D. Tanner (Editors), *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt*. Geo. Soc. London, Spec. Publ., pp. 113-131.
- Herrmann, Z. (2008): Klasifikace území ČR z hlediska potřeby hodnocení zdrojů podzemních vod. Hradec Králové.
- Horváth M. - Bečvářová P. (2017): Plán péče o přírodní památku Pišťala na období 2018 –2027, Koalice pro řeky, z. s. , Olomouc
- Hynie O. (1961): Hydrogeologie ČSSR I. Prosté vody. - Nakl. Čs. akad. věd. Praha.
- Cháb, J., Čurda, J., Kočandrle, J., Manová, M., Nývlt, D., Pecina, V., Skácelová, D., Večeřa, J., Žáček, V. (2004): Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000 list 14-224 Jeseník s Vysvětlivkami. – Česká geologická služba. Praha.
- Cháb, J. - Mixa, P. - Vaněček, M. - Žáček, V. (1994): Geology of the NW part of the Hrubý Jeseník Mts. (the Bohemian Massif, Central Europe). - Věst. Čes. geol. Úst., 69, 3, 17-26. Praha.
- Cháb, J. - Opletal, M. (1986): Geologické prognózní plochy Rejvíz - Ondřejovice. - MS Ústř. úst. geol. Praha.
- Cháb, J. - Žáček, V. (1994): Geology of the Žulová pluton Mantle (Bohemian Massif, Central Europe). - Věst. Čes. geol. Úst., 69, 4, 1-12. Praha.
- Cháb, J. et al. (1990a): Základní geologická mapa 1:25 000, list 14-224 Jeseník. - MS Čes. geol. úst. Praha.
- Cháb, J. et al. (1990b): Vysvětlivky k základní geologické mapě 1 : 25 000, list 14-224 Jeseník. - MS Čes. geol. úst. Praha.
- Chlupáč, I. – Brzobohatý R. – Kovanda J. – Stráňák Z., (2002). Geologická minulost České republiky. Academia Praha. 436 pp.
- Chlupáč, I. (1987): Paleontologické nálezy v metamorfovaném devonu centrální části Hrubého Jeseníku. --Čas. Minerál. Geol., 32, 1, 17-25. Praha.
- Jetel J. (1984a): Základní hydrogeologická mapa 1 : 200 000 list 03 Liberec, 04 Náchod (část)- Ústř. Úst. geol. Praha.
- Jetel J. (1984b): Mapa chemismu podzemních vod 1 : 200 000 list 03 Liberec, 04 Náchod (část). - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Jetel J.- Krásný J.- Daňková H. – Kněžek M. – Kulháněk V. – Rybářová L.- Trefná E. (1986): Vysvětlivky k Hydrogeologické mapě 1 : 200 000 list 03 Liberec 04 Náchod (část).- Ústř. Úst. geol. Praha.
- Jetel, J. (1972): Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. Ústřední ústav geologický, Academia Praha.
- Kačura G. – Daňková H. – Holánek I. – Kněžek M. – Kulháněk V. –Trefná E. (1991): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSFR 1 : 200 000 list 14 Šumperk, list 04 Náchod (část). - Čes. geol. Úst. Praha.
- Kačura G. (1985a): Základní hydrogeologická mapa ČSSR 1 : 200 000 list 14 Šumperk. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Kačura G. (1985b): Mapa chemismu podzemních vod ČSSR 1 : 200 000 list 14 Šumperk. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Katz, B. G. – Chelette, A. R. – Pratt, T. R. (2004): Use of chemical and isotopic tracers to assess nitrate contamination and ground-water age, Woodville karst Plain, USA. – J. hydrol. 289, 36-61.
- Kliner, K. a kol. (1978): Využití a ochrana podzemních vod. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- Kólbl, L. (1927): Die Tektonik des Grenzgebietes zwischen West- und Ostsudeten. - Sitzb., Bd. 136, 231-255. Wien.
- Kopa, D. (1985): K petrografii žulovského plutonu. – Čas. Slez. Muz. Opava (A), 34, pp 277-284.
- Kopečný, V. – Pek, I. (1974): Petrografické složení souvrstev hlin na Vidnavsku a Osoblažsku. – Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, 46, 25–50.
- Koverdynský, B. (1993): Geologické problémy Slezika. – In: Geologie Moravy a Slezska – Moravské zemské muzeum, s. 31–40. Brno.

- Krásný J., Císlarová M., Čurda S., Datel J.V., Dvořák J., Grmela A., Hrkal Z., Kříž H., Marszałek H., Šantrůček J. a Šilar J. (2012): Podzemní vody České republiky, Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod. Česká geologická služba, Praha.
- Krásný, J. (1986): Klasifikace transmisivity a její použití. - Geol. Průzk., 6,28,177-179. Praha.
- Krásný, J. et al. (1981): Mapa odtoku podzemní vody ČSSR 1:1.000.000. - Čes. hydrometeorolog. Úst. Praha.
- Krásný, J. et al. (1982): Odtok podzemní vody na území Československa. - Čes. hydrometeorolog. Úst. Praha.
- Krčmář, A., Kříž, H. (1987): Vliv geografických podmínek na využívání podzemní vody v jímacím území u Březové n. Svitavou. Studia geographica 89. GÚ ČSAV Brno,
- Kretschmer, F. (1917): Der metamorphe Dioritgabbrogang nebst seinen Peridotiten und Pyroxeniten in Spieglitzer Schnee- und Bielengebirge. - Jb. K.-Kón. geol. Reichsanst., 67, I.Wien.
- Kroener, A. et al. (2000): Chronological constraints on the pre-Variscan evolution of the northeastern margin of the Bohemian Massif, Czech Republic. - In Franke, W., Haak, V., Oncken, O., Tanner, D., eds., "Orogenic processes: Quantification and modelling in the Variscan belt", Geol. Soc. London Spec. Publ. 179, pp 175–198. London.
- Kruťa (1966): Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1965. - Moravské muzeum. Brno.
- Kruťa, T. (1973): Slezské nerosty a jejich literatura. - Mor. muz. Bmo.
- Kříž, H. (1975): Hydrogeologie jižní části ústecké synklinály. Sborník geologických věd, řada HIG 12, ÚÚG, Praha.
- Kukačka, J. – Bruthans, J. – Zeman, O. – Altová, V. (2004): Studium proudění a zranitelnosti podzemních vod v karbonátech skupiny Branné: vodohospodářsky významná oblast na Jesenicku, Zpr. geol. Výzk. v Roce 2004, ČGS, Praha. p. 163-165.
- Květoň, P. (1951): Stratigrafie krystalinických sérií v okolí severomoravských grafitových ložisek. – Sbor. ústř. Úst. geol., Odd. geol., 18, 277–366. Praha.
- Levá, B. – Levý, O. – Filipický, D. – Chabr, T. – Bárta, J. – Beneš, V. – Morávek, R. (2015a): Plošné komplexní geofyzikální měření ve vybraných hydrogeologických rajónech – oblast 1. Závěrečná zpráva. – MS Čes. geol. služba. Praha.
- Maceška, D. (1983): Bergov - Vlčice. Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu. – MS Vodní zdroje. Holešov.
- Majer et al. (1997). Soubor geologických a účelových map ČR. Mapy chemismu povrchových vod 1:50 000 ČR, list 14-42 Rýmařov. – Český geologický ústav. Praha
- Maluski, H., Rajlich, P., Souček, J., (1995): Pre-Variscan, Variscan and Early Alpine thermo-tectonic history of the north-eastern Bohemian Massif. Geol. Rundsch., 84: 345-358. Mazancová M (1958): Palynologický výzkum hnědouhelného ložiska Uhelná u Javorníka ve Slezsku. Časopis Miner. Geol., 3, , Praha: ČGS.
- Mazancová (1962):
- Michlíček, E. et al. (1986): Hydrogeologické rajóny ČSR. Svazek 2. Povodí Moravy a Odry. - Geotest. Brno.
- Mikuš, M. et al. (1963): Geologické mapy pláště žulovského plutonu 1:10 000 zlistů M-33-71-A-b a A-d. - MS Geofond. Praha.
- Mísař, Z. (1960): Geologické poměry krystalinika na severovýchodním okraji Českého masívu v literatuře od r. 1850. - Kraj. nakl. v Ostravě. Ostrava.
- Mixa, P. - Aichler, J. - Čurda, J. - Fediuková, E. - Cháb, J. - Kočandrle, J. - Košuličová, M. - Opletal, M. - Pecina, V. - Skácelová, Z. - Večeřa, J. - Skácelová, D. - Žáček, V. - Vaněček, M. (2006b): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČR 1 : 25 000 14-241 Branná. 118 s. MS Archiv ČGS, Praha.
- Müller V. ed. (2003): Vysvětlivky k souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000. Listy 04-43 Bílý Potok, 04-44 Javorník, 14-21 Travná a 14-22 Jeseník. – Čes. geol. úst., 80 s. Praha.
- Nývlt (2003): Statistika vřdčích nordických souvků z mníšeckých glacifluviálních písků a štěrků. – Zprávy o geologických výzkumech v roce 2002: 93-97. Praha.
- Olmer M. – Herrmann Z. – Kadlecová R. – Prchalová H. et al. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., 23, 5–32.
- Olmer M. - Kessl J. et al. (1990): Hydrogeologické rajony.- Práce a studie. Sešit 176. Výzk. úst. vodohospod. Praha.

- Ondra, P., Potměšil, O. (1965): Geologická mapa Javornického výběžku 1:25 000, MS. Geofond. Praha.
- Opletal M. et al. (1984): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSR 1 : 25 000 14 - 422 Dolní Moravice. - MS archiv Ústř. úst. geol. Praha.
- Opletal, M. (1997): Geneze orotul orlicko-sněžnické jednotky. – (Kandidátská práce) MS Masaryk. Univ. Brno.
- Opletal, M. a Pecina, V. (2000): Nové geologické mapování jednotek na styku lugika a silezika na listech 14-234 Hanušovice a 14-412 Šumperk. – Abstr. k semin. “Moravskoslezské paleozoikum 2000”. Brno.
- Opletal, M. a Pecina, V. (2004): The Ramzová tectonic zone: the contact between Lugicum and Silesicum. – Acta Geodyn. Geomater., 1, 3 (135), pp 41-47. Praha.
- Opletal, M. red. (1996): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 14-42 Rýmařov. – Český geologický ústav. Praha
- Opletal, M. red. (1997): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 14-24 Bělá pod Pradědem. – Český geologický ústav. Praha.
- Otava, J. red. (1992): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 15-11 Zlaté Hory. – Český geologický ústav. Praha.
- Otava, J. red. (1992): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 15-13 Vrbno p. Pradědem. – Český geologický ústav. Praha.
- Panoš, V. (1960): Výsledky barvení některých ponorných toků Dražanské vrchoviny a Rychlebského pohoří. – Zpr. Kraj. Vlastivěd. Střed. v Olomouci, 82. Olomouc.
- Pecina, V. red. (2006): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky, 14-221 Žulová. – MS Česká geo-logická služba. Praha.
- Pelikán, V. – Mašek, F. – Plesník, K. (1964): Výpočet zásob minerálních vod v Karlově Studánce. —MS, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity, Brno.
- Pelikán, V. – Michele, L. – Staněk, I. – Gillová, E. – Skalský, C. – Pospíšilová, M. (1987): Informační systém o minerálních vodách, zřídelní oblast Karlova Studánka. —MS, závěrečná zpráva, GEOTest Brno.
- Peloušek, J. (1972): Dílčí zpráva závěrečná Nerudův jih III – cihly, Šumperk - okolí, vyhledávací průzkum cihlářských hlín. – MS Geofond. Praha.
- Pouba Z. - Misař Z. (1961): O vlivu příčných zlomů na geologickou stavbu Hrubého Jeseníku. ČMG, 6, 316-324. Praha.
- Pouba, Z. et al. (1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000, M-33-XVm Jeseník. - Ústř. úst. geol. Praha.
- Prchalová, H. et al. (2013): Metodiky hodnocení chemického a kvantitativního stavu útvarů podzemních vod pro druhý cyklus plánů povodí ČR. – Výzk. Úst. Vodohosp. Praha.
- Prosova, M. (1981): Oscilační zóna kontinentálního ledovce - Jesenická oblast. - Acta Univ.Carol., Geol., 3,265-294. Praha.
- Ptáčník, J. (1968): Zpráva o provedení hydrogeologického průzkumu kvartéru v území mezi Javorníkem a Mikulovicemi. - MS Vodní zdroje. Opava.
- René M. (1983): Geochemie a petrologie metapelitů obalových sérií jádra desenské klenby. – Čas. mineral. geol., 28, 3, 277–286. Praha
- Rosiwal, A. - Finckh, L. - Göttinger, G. - Jüttner, K. (1931): Geologische Kartě des Reichensteiner Gebirges, des Nesselkoppenkammes und des Neisser-Vorlandes (mit Erläuterungen). -Nákl. spol. inž. v Opavě vydal Geol. Anst. Wien.
- Řezníček, V. - Kuklová, K. - Aichler, J. (1994): Výsledky hydrogeologických vrtů BVJ-301 až 305 (Lipová lázně, Bobrovník). - Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1993, 96-97. Brno.
- Řezníček, V. – Valeš, V. (1966): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu lázní Karlova Studánka, etapa IV a V. —MS, Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity. Brno.
- Řezníček, V. (1978): Studie o možnosti využití krasového pramene Jeseník – Pomezí. – MS Geotest. Brno.
- Řezníček, V. (1982): Současné zdroje termálních vod v Jeseníkách a perspektivy rozvoje. – Roč. geologicko-měřické služby 1979-1980, 103-107. – Geotest. Brno.

- Řezníček, V. et al. (1990): Ramzovské nasunutí - krystalinikum. Regionální hydrogeologický průzkum. - MS Geotest. Brno.
- Schulmann et al.(1995), excursion uide, Post-conference excursion TMIDSR, Praha.
- Schulmann, K. - Gayer, R. - Cháb, J. (1995) : Tectonometamorphic development in an obliquely convergent orogenic zone: Silesian domain. - Abstr. Inter. Conf. TMIDSR, 35 - 48, Charl. Univ. Praha
- Skácel, J. (1971): Geologie krystalinických sérií v okolí města Jeseníku. – Sbor. Prací Univ. Palackého, Geogr. Geol., 70, pp 107-126. Olomouc.
- Skácel, J. (1977): Charakter kontaktu gnejsów Śnieżnickich z krystalinikem strefy Starego Miasta. – Acta Univ. Wratisl., 378, Prace Geol. Miner., 6, pp 207-215. Wrocław.
- Skácel, J. (1979): Ke geologii a metalogenezi Středních a Východních Sudet. – Sbor. věd. Prací Vys. Šk. báň. (Ostrava), 25, 2, Ř. horn. –geol., 25, 2, pp 205–222. Ostrava.
- Skácel, J. (1981): Geologie krystalinických sérií v okolí města Jeseníku. - Acta Univ. Palack., Geogr.Geol., 70, 22-36. Olomouc.
- Skácel, J. (1989): Křížení okrajového zlomu luga a nýznerovského dislokačního pásma mezi Vápennou a Javorníkem ve Slezsku. - Acta Univ. Palack. olomuc., Geogr. Geol., 28, 95, 31-45. Olomouc.
- Skácel, J. (1995): Přehled geologie a vysvětlivky ke geologické mapě Rychlebských hor. - Acta Univ. Palack., Geol., 34, 9-21. Olomouc.
- Skácel, J. -Albrechtová, E. (1978): Význam vrtu JS-17 u Vápenné pro stratigrafii staroměstských pásem a prognózy grafitu. - Sbor. GPO, 16, 75-84, m/1978. Ostrava.
- Skácelová, D. – Skácel, J. – Sekyra, J. red. (1992b): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 04-43 Bílý Potok. – Český geologický ústav. Praha.
- Skácelová, D. – Skácel, J. – Sekyra, J. red. (1992a): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 14-21 Travná. – Český geologický ústav. Praha.
- Skácelová, D. red. (1997): Soubor geologických a účelových map ČR. Geologická mapa ČR, list 04-44 Javorník. – Český geologický ústav. Praha.
- Souček J. (1978 a): Metabazity vrbenské a rejvízské série, Hrubý Jeseník. - Acta Univ. Carol., Geol., Kratochvíl Vol., 323 - 349. Praha.
- Souček J. (1978 b): Metamorphic zones of the Vrbno and Rejvíz series, the Hrubý Jeseník Mountains, Czechoslovakia. - Tscherma Mineral. petrogr. Mitt., 25, 195 - 217. Wien.
- Suess, F. E. (1912): Die moravischen Fenter und ihre Beziehung zum Grundgebirge des Hohen Gesenkes. -Denkschriften (Osterr. Akad. Wiss), math.-naturwiss. Kl., 88, 541-631. Wien.
- Šeda, S. (1982): Jeseník. Zpráva o I. etapě průzkumných hydrogeologických prací. – MS Vodní zdroje. Bylany.
- Šeda, S. (1985a): Jeseník. II. etapa. Závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu. – MS Vodní zdroje. Bylany.
- Šeda, S. (1985b): Jeseník. III. etapa. Zpráva o hydrogeologickém průzkumu. – MS Vodní zdroje. Bylany.
- Šeda, S. (1986): Supíkovice – II. etapa. Zhodnocení průzkumných hydrogeologických prací. – MS Vodní zdroje. Bylany.
- Šeda, S. (1987): Zhodnocení průzkumných hydrogeologických prací Jeseník – IV. etapa. – MS Vodní zdroje. Bylany.
- Štelcl J. (1958): K výskytu chloritoidových břidlic ve Vysokém Jeseníku. - Čas. Mineral. Geol., 3, 63 - 73. Praha.
- Štěpančíková, P. – Hók, J. – Nývlt, D. – Dohnal, J. – Sýkorová, I. – Stemberk, J. (2010): Active tectonics research using trenching technique on the south-eastern section of the Sudetic Marginal Fault (NE Bohemian Massif, central Europe). – Tectonophysics 485, 1-4, 269-282.
- Štípská, P. et al. (1996): Strukturní, metamorfni reologický vývoj staroměstského pásma během kolize luga a silezika. – Exkurzní průvodce „Skupiny tektonických studií“ v Jeseníku. Čes. geol. úst. Brno.
- Tišnovská, V. (1989b): Mapa chemismu podzemních vod ČSSR 1:200 000 list 15 Ostrava. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Tišnovská, V. et al. (1976): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1 : 200 000 list 15 Ostrava. – MS Ústř. Úst. geol. Praha.
- Tišnovská, V. (1989a): Základní hydrogeologická mapa ČSSR 1 : 200 000 list 15 Ostrava. - Ústř. Úst. geol. Praha.

- Tišnovská, V. (1973): Bohdíkov - lom, hydrogeologické posouzení. - MS Geol. průzkum. Ostrava.
- Tykva, R. – Berg, D. (2004): Man-made and natural radioactivity in environmental pollution and radiochronology.
- Ulahel, P. (1986): Hydrogeologický průzkum Horní Lipová. - MS Vodní zdroje. Holešov.
- Ulahel, P. (1989): Hydrogeologický průzkum pro rozšíření jímacího území Vidnava - Krasov -1. etapa. - MS Vodní zdroje. Holešov.
- Vacek, Z. (1979): Hydrogeologický průzkum Vidnava. Závěrečná zpráva. - MS Vodní zdroje. Holešov.
- Vocílka, M. (1982): Příspěvek ke geologii střední a jižní části série Branné, Acta Mus. reginaehradec., A, 16, 71-98. Hradec Králové.
- Vosyka, S. (1957): Zpráva o orientačním hydrogeologickém průzkumu okresu Jeseník provedeném v roce 1957. - MS Geofond. Praha.
- Vosyka, S. (1961): Geologické a hydrogeologické poměry na území bývalého okresu Jeseník. - MS Katedra geol. věd Přírodověd, fak. UJEP. Brno.
- Wilschowitz J. (1939): in Skácel (1989): Křížení okrajového zlomu lugika a Nyznerovského dislokačního pasmamezi Vapennou a Javorníkem ve Slezsku. Geographica – Geologica XXVIII Vol. 95, Praha, str. 31 – 45.
- Wilschowitz J. (1931): Erster Bericht über neue Fundstätte unterdevonischer Fossilien im Ost-Urlich (Altwatergebirge). - Mitt. Naturwiss. Ver. Troppau, 23, 1 - 16. Opava.
- Wilschowitz J. (1939): Geologie des Altwatergebirge mit geologischer Karte. Opava.
- Yurtsever, Y. (1983): Models for tracer data analysis. In Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology, Tech. Rep. Ser. 91. – International Atomic Energy Agency. Wien.
- Žáček V. et al. (2000): Základní geologická mapa České republiky 1:25 000, list 14-421 Velké Losiny. Geologické mapy 1:25 000. – Český geologický ústav. Praha
- Žáček, V. (2004): Cordierit – sekaninit z kontaktní aureoly žulovského plutonu. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., LXXIX, pp 67–79. Brno.
- Žáček, V. et al. (1995): Základní geologická mapa České republiky 1:50 000, list 14-22 Jeseník. – Český geologický ústav. Praha.
- Žáček, V. - Čurda, J. - Kočandrlé, J. - Nývlt, D. - Pecina, V. - Nekovařík, Č. - Skácelová, D. - Skácelová, Z. - Večeřa, J. (2004): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1:25 000 14-222 Vidnava. Geologické mapy 1:25 000 s textovými vysvětlivkami. 45 s. – Česká geologická služba. Praha..
- Žáček, V. - Čurda, J. - Kočandrlé, J. - Nývlt, D. - Pecina, V. - Skácelová, D. - Skácelová, Z. - Sulovský, P. - Večeřa, J. (2005): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1:25000 14-223 Lipová Lázně. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Zákon č. 62/1988 Sb. o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 5/2011 Sb. ze dne 20. prosince 2010 o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 120/2011 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 369/2004 Sb. ze dne 3. června 2004 o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci, ve znění pozdějších předpisů.

Plán rozvoje vodovodů a kanalizací České republiky (PRVKÚ ČR) <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/plany-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci/prvku-cr/plan-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-ceske.html>

<http://botany.cz>

<http://fotoarchiv.geology.cz>

<http://heis.vuv.cz>

<http://jeseniky.ochranaprirody.cz>

<http://lokality.geology.cz>,

<http://voda.chmi.cz>

<http://www.cittadella.cz>

<http://www.jeseniky.net>

<http://www.muzeum.jesenik.net>

<http://www.natura2000jeseniky.cz>

<http://www.naturabohemica.cz>

<http://www.ochranaprirody.cz>

<http://www.rychleby.cz>

<http://www.rymarovsko.cz>

<http://www.vodopady.info>

<http://www.vrbatky.cz>,

<https://lesyvr.cz>

<https://portal.gov.cz>

<https://www.kr-olomoucky.cz>

www.nature.cz