



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Rebalance zásob podzemních vod

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Příloha č. 2/14

Stanovení zásob podzemních vod

Hydrogeologický rajon

2151 – Třeboňská pánev – severní část

Editoři: RNDr. Renata Kadlecová; 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. 2/14

Stanovení zásob podzemních vod

Hydrogeologický rajon

2151 – Třeboňská pánev – severní část

Editoři: RNDr. Renata Kadlecová; 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: RNDr. Renáta Kadlecová a RNDr. Jiří Burda

Řešitelský kolektiv ČGS: Doc. RNDr. Jiří Bruthans, Ph.D.; RNDr. Jiří Burda; Ing. František Bůzek, CSc.; Mgr. Jiří Grundloch; Mgr. Tomáš Hroch; RNDr. Renáta Kadlecová; Ing. Lucie Kondrová, Ph.D. a Mgr. Iva Kůrková.

Technické práce ČGS: Ladislav Ambrozek

Spolupracující organizace

Aquatest a.s. Praha

Adresa: Geologická 4, 152 00 Praha 5

IČO, DIČ: 44794843, CZ44794843

Zastoupen: Ing. Martin Plšek, ředitel

Vedoucí řešitel: Mgr. Ondřej Nol

Řešitelský kolektiv: RNDr. Vlasta Navrátilová, Mgr. Ondřej Nol a RNDr. Jiří Šíma

Hydroprůzkum České Budějovice, s.r.o.

Adresa: Pekárenská 257/81, České Budějovice 3, 370 04 České Budějovice

IČO, DIČ: 608 26 070, CZ 608 26 070

Zastoupen: RNDr. Marcel Homolka, jednatel

Řešitelský kolektiv: RNDr. Marcel Homolka a Mgr. Antonín Daněk

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. Adam Beran; RNDr. Josef Datel, Ph.D.; Ing. Martin Hanel, Ph.D.; RNDr. Tomáš Hrdinka Ph.D. a Ing. Martina Peláková

PROGEO, s.r.o.

Adresa: Tiché údolí 113, Roztoky u Prahy

IČO, DIČ: 49551019, CZ49551019

Zastoupen: RNDr. Martin Milický, jednatel

Vedoucí řešitel: Mgr. Michal Polák

Řešitelský kolektiv: Mgr. Michal Polák, RNDr. Martin Milický; Mgr. Ondřej Zeman, Ing. Libor Gvoždík; Ing. Jan Uhlík, Ph.D. a Marie Chaloupková

RNDr. Zdeněk Patzelt

Adresa: Staré Křečany, 40760 Brtníky

IČO, DIČ: 11223928,

Vedoucí řešitel: RNDr. Zdeněk Patzelt

Řešitelský kolektiv: RNDr. Zdeněk Patzelt, Mgr. Vladimír Melichar, Doc. RNDr. Zbyněk Hrkal, CSc. a RNDr. Libor Ambrozek

OBSAH

ZAVEDENÉ ZKRATKY A POJMY	9
ÚVOD	11
1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	11
2. VYMEZENÍ RAJONU	12
3. VSTUPNÍ INFORMACE	13
3.1. Geologická prozkoumanost	13
3.1.1. Práce prováděné v rámci projektu.....	13
3.2. Hydrogeologická prozkoumanost.....	15
4. CHARAKTERISTIKA RAJONU	27
4.1. Geologická stavba a charakteristika jednotek.....	27
4.1.1. Stratigrafie a litologie	27
4.1.2. Strukturní stavba.....	35
4.2. Hydrologie.....	38
4.3. Hydrogeologie	44
4.4. Hydrochemie	47
4.5. Geochemický model.....	52
4.6. Odběry a vypouštění vod.....	54
5. KONCEPČNÍ HYDROGEOLOGICKÝ MODEL	57
5.1. Systémová analýza oběhu podzemní vody	60
5.2. Návrh doplnění pozorovací sítě	66
6. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD.....	69
6.1. Hydrologický model.....	69
6.1.1. Dotace podzemní vody	76
6.1.2. Posouzení možných dopadů změn klimatu.....	79
6.2. Hydraulický model proudění podzemní vody	82
6.2.1. Okrajové podmínky	84
6.2.2. Modelové průběhy hladin a směry proudění podzemní vody	86
6.2.3. Variantní simulace vodohospodářského využití území	92
7. KVALITATIVNÍ STAV ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD	95
7.1. Úpravárenská hlediska využití podzemních vod	95
7.2. Vývoj kvality podzemní vody	97
8. OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ.....	101
8.1. Terestrické ekosystémy závislé na vodě.....	107
8.2. Rizika identifikovaná biologickým hodnocením a doporučení	122
8.3. Závěry hydrogeologického hodnocení	125
9. STŘETÝ ZÁJMU	127
10. PŘÍRODNÍ ZDROJE PODZEMNÍCH VOD	130
10.1. Výsledky ocenění přírodních zdrojů podzemní vody	131
10.2. Využitelné zdroje podzemní vody	135
11. ZÁVĚR	137
12. VÝBĚR LITERATURY	139

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1. Situace HGR 2151.....	12
Obrázek 3-1. Situace archivních vrtů a nově vyhloubených vrtů v HGR 2151	14
Obrázek 3-2. Schématická situace vrtů s režimním pozorováním hladin podzemní vody.....	16
Obrázek 3-3. Schéma vrtné prozkoumanosti se zatříděním vrtů do zastoupených kolektorů	16
Obrázek 3-4. Schéma lokalizace nových průzkumných vrtů	22
Obrázek 4-1a. Přehledná geologická mapa HGR 2151	28
Obrázek 4-1b. Legenda přehledné geologické mapy HGR 2151	29
Obrázek 4-2. Schématický geologický řez v linii Skýchov u Malšic a Drahotěšice	33
Obrázek 4-3. Schématický geologický řez v mezi Horním Bukovskem a Nežárkou j. od Veselí nad Lužnicí.....	34
Obrázek 4-4. Izoliniový model báze pánevních sedimentů HGR 2151	35
Obrázek 4-5. Interpretace mocností výplně třeboňské pánve.....	36
Obrázek 4-6. Pozice srážkoměrných stanic.....	38
Obrázek 4-7. Výškopis HGR 2151	38
Obrázek 4-8. Průměrné roční srážkové úhrny za 1981-2010	38
Obrázek 4-9. Situace a popis říční sítě hydrogeologického rajonu	40
Obrázek 4-10. Pozice provedených měření PPP	41
Obrázek 4-11. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometrůžce měřeného toku Blatská stoka	42
Obrázek 4-12. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometrůžce měřeného toku Bechyňský potok	42
Obrázek 4-13. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Blatská stoka	42
Obrázek 4-14. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Bechyňský potok	42
Obrázek 4-15. Chemický typ podzemní vody v krystaliniku	48
Obrázek 4-16. Chemický typ podzemní vody kolektoru NK reg.	49
Obrázek 4-17. Celková mineralizace podzemní vody v krystaliniku	50
Obrázek 4-18. Celková mineralizace podzemní vody kolektoru NK reg.	51
Obrázek 4-20. Místa odběru vzorků podzemní vody z třeboňské pánve	52
Obrázek 4-21. Střední doba zdržení podle SF ₆ , exponenciální model	53
Obrázek 4-22. Střední doba zdržení podle freonu 113, exponenciální model.....	
Obrázek 4-23. Přehledná lokalizace odběrných objektů	55
Obrázek 4-24. Schéma lokalizace vypouštění vod v HGR 2151	56
Obrázek 5-1. Třídy transmisivity kolektoru	59
Obrázek 5-2. Plošná distribuce transmisivity kolektoru v HGR 2151	60
Obrázek 5-4. Situace objektů ČHMÚ	63
Obrázek 5-5. Časové řady kolísání hladiny podzemní vody v pozorovacích vrtech ČHMÚ – Mažice	63
Obrázek 5-6. Časové řady kolísání hladin podzemní vody na pozorovaných vrtech ČHMÚ	64
Obrázek 5-7. Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu Vlastiboř 2151_01T	65
Obrázek 5-8. Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu Horní Bukovsko 2151_03T	65
Obrázek 5-9. Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu Drahotěšice 2151_04T	65
Obrázek 5-10. Porovnání průběhu hladiny podzemní vody v nově realizovaných průzkumných vrtech Drahotěšice, Horní Bukovsko a Vlastiboř s vrty pozorovanými ČHMÚ	66

Obrázek 6-1. Souhrnné užívání vod v dílčích povodích.	70
Obrázek 6-2. Pozorovaný a modelovaný odtok v HGR 2151	71
Obrázek 6-3. HGR 2151 - základní odtok.	71
Obrázek 6-4. Mezipovodí Lužnice (Klenovice) - základní odtok.....	72
Obrázek 6-5. Modelovaná dotace podzemní vody v HGR 2151	72
Obrázek 6-6. Mezipovodí Lužnice (Klenovice) - modelovaná dotace podzemní vody	73
Obrázek 6-7. Pravděpodobnostní pole – základní odtok v HGR 2151	73
Obrázek 6-8. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody v HGR 2151	74
Obrázek 6-9. Čára překročení měsíčního základního odtoku v HGR 2151	74
Obrázek 6-10. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody v HGR 2151	75
Obrázek 6-11. Matice koeficientů korelace mezi pozorovanými hladinami podzemní vody jednotlivých vrtů ...	75
Obrázek 6-12. Vývoj průměrných ročních srážek	77
Obrázek 6-13. Vývoj průměrné roční teploty	78
Obrázek 6-14. Vývoj aktuální evapotranspirace - odhad z modelu BILAN	78
Obrázek 6-15. Vývoj průměrného ročního odtoku - odhad z modelu BILAN.....	78
Obrázek 6-16. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody - odhad z modelu BILAN.....	79
Obrázek 6-17. Vývoj průměrného ročního základního odtoku - odhad z modelu BILAN	79
Obrázek 6-18. Měsíční změny srážek a teploty vzduchu	80
Obrázek 6-19. Měsíční změny základního odtoku, dotace zásob podzemní vody a odtoku	80
Obrázek 6-20. Modelový region 5 a pozice HGR 2151	82
Obrázek 6-21. Schéma vertikální diskretizace modelu v HGR 2151 a celém regionu 5	83
Obrázek 6-22. Modelová distribuce horizontální hydraulické vodivosti	85
Obrázek 6-23. Modelové hladiny podzemní vody – ideový režim bez odběrů podzemní vody	88
Obrázek 6-24. Bilance modelových vrstev – varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010	89
Obrázek 6-25. Vývoj odběrů podzemní vody v období hydrologických let 2001-2010	89
Obrázek 6-26. Porovnání měření a modelových hladin podzemní vody pro transientní simulaci ve vrtu V-20....	90
Obrázek 6-28. Doplnění přírodních zdrojů podzemní vody v průměrném hydrologickém roce	91
Obrázek 6-29. Drenáž podzemní vody do povrchových toků a rybníků v průměrném hydrologickém roce.....	91
Obrázek 6-30. Modelové hladiny podzemní vody – odběry podzemní vody na úrovni roku 2010, snížení hladiny podzemní vody oproti ideové variantě bez odběrů podzemní vody.....	94
Obrázek 7-1. Upravitelnost podzemní vody v připovrchové zóně krystalinika	96
Obrázek 7-2. Upravitelnost podzemní vody kolektoru NK reg.....	96
Obrázek 7-3. Upravitelnost podzemní vody připovrchové zóny včetně indikace znečištění	97
Obrázek 7-4. Lokalizace vrtů s časovými řadami chemického složení podzemní vody	98
Obrázek 7-5. Časové řady koncentrací iontů v podzemní vodě včetně její celkové mineralizace s proloženými regresními přímkami I	
Obrázek 8-1. HGR 2151 Třeboňská pánev – severní část, maloplošná ZCHÚ.....	103
Obrázek 8-2. HGR 2151 Třeboňská pánev – severní část, území soustavy Natura 2000 - EVL	104
Obrázek 8-3. HGR 2151 - území soustavy Natura 2000 – ptačí oblasti	105
Obrázek 8-4. HGR 2151 Třeboňská pánev – severní část - vodní biotopy	106

Obrázek 8-5. Zábělník bahenní	109
Obrázek 8-6. Bazanovec kytkokvětý	110
Obrázek 8-7. Skokan zelený	110
Obrázek 8-8. PR Horusická blata – zájmy ochrany přírody	112
Obrázek 8-9. PR Horusická blata – širší okolí – evropsky významné lokality - NATURA 2000	113
Obrázek 8-10. PR Horusická blata – širší okolí – ptačí oblasti - NATURA 2000	113
Obrázek 8-11. PR Horusická blata – mokřady chráněné podle Ramsarské úmluvy a MAB	114
Obrázek 8-12. PR Horusická blata – širší okolí – územní systém ekologické stability	114
Obrázek 8-13. NPP Ruda – letecký snímek	118
Obrázek 8-14. Hlízovec Loeselův a žebatka bahenní	119
Obrázek 8-15. Leknín bělostný a rosnatka okrouhlostá	119
Obrázek 8-16. Ďáblík bahenní	120
Obrázek 8-17. Rosnička zelená	121
Obrázek 9-1. Kolísání odběrů podzemní vody v HGR 2151	127
Obrázek 10-1. Kolísání hladin podzemní vody v pánevních kolektorech a kolísání odběrů podzemních vod ...	132
Obrázek 10-2. Kolísání hladin podzemní vody na vybraných vrtech a kolísání přírodních zdrojů	133
Obrázek 10-3. Porovnání dotace podzemních vod	133
Obrázek 10-4. Měsíční hodnoty zabezpečení základního odtoku z modelu BILAN	135

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1-1. Základní údaje HGR 2151	11
Tabulka 3-1. Vrtná prozkoumanost - Geodatabáze	13
Tabulka 3-2. Vrtná prozkoumanost z Geodatabáze	15
Tabulka 3-3. Vrtý s režimním pozorováním ČHMÚ	15
Tabulka 3-3. Rozdělení hydrogeologických objektů do zastoupených kolektorů	16
Tabulka 3-4. Hydrogeologické objekty dokumentující krystalinikum	17
Tabulka 3-5. Hydrogeologické objekty v kvartérních sedimentech a svrchní části připovrchové zóny předkvartérních hornin s lokálním oběhem podzemní vody	17
Tabulka 3-6. Hydrogeologické objekty dokumentující kolektor sedimentů s regionálním oběhem podzemní vody	19
Tabulka 3-7. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2151_01T	22
Tabulka 3-8. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2151_03T	23
Tabulka 3-9. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2151_04T	25
Tabulka 3-10. Přehled základních výsledků průzkumných vrtů	26
Tabulka 4-1. Základní údaje o srážkoměrných stanicích	38
Tabulka 4-2. Vývoj srážkových úhrnů	39
Tabulka 4-3. Vývoj teploty vzduchu	39
Tabulka 4-4. Základní údaje o průtokoměrných stanicích	39
Tabulka 4-5. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data za období 1971-2010	39
Tabulka 4-6. Přehled provedených měření PPP	41

Tabulka 4-7. Transmisivity v HGR 2151	46
Tabulka 4-8. Celkový přehled indexů transmisivit Y ve vrtech v HGR 2151.....	46
Tabulka 4-9. Počet chemických analýz podzemní vody použitý v mapách hydrochemických a upravitelnosti ...	47
Tabulka 4-10. Koncentrace freonů a SF ₆	53
Tabulka 4-11. Rozsah středních dob zdržení za předpokladu exponenciálního modelu	53
Tabulka 4-12. Shrnutí radiouhlikových stáří vody ze starších údajů z prostoru třeboňské pánve.	54
Tabulka 4-13. Přehled lokalizovaných odběrných objektů	55
Tabulka 4-14. Přehled lokalizovaných vypouštění odpadních vod	56
Tabulka 5-1. Popisná statistika hydraulických parametrů	59
Tabulka 5-2. Třídy transmisivity kolektoru	59
Tabulka 5-3. Přehled objektů ČHMÚ s časovými řadami pozorování hladiny podzemí vody	62
Tabulka 5-5. Doporučené vrty k monitoringu	66
Tabulka 5-6. Hodnocení státní monitorovací sítě ČHMÚ a jejich porovnání s modelem BILAN.....	68
Tabulka 6-1. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data.	69
Tabulka 6-2. Míra ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích v % celkového odtoku.	70
Tabulka 6-3. Shrnutí hydrologické bilance za období 1981-2010	76
Tabulka 6-4. Shrnutí hydrologické bilance za období 2001-2010	76
Tabulka 6-7. Vývoj odtoku - odhad z modelu BILAN	76
Tabulka 6-8. Vývoj aktuální evapotranspirace - odhad z modelu BILAN.....	77
Tabulka 6-9. Vývoj dotace zásob podzemní vody - odhad z modelu BILAN.	77
Tabulka 6-10. Vývoj základního odtoku - odhad z modelu BILAN.....	77
Tabulka 6-11. Modelová bilance podzemní vody - varianta bez odběrů podzemní vody.....	86
Tabulka 6-12. Odběry podzemní vody zadané do stacionární simulace proudění při odběrech na úrovni 2010 ...	87
Tabulka 6-13. Modelová bilance podzemní vody - varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010	87
Tabulka 6-14. Základní bilance variant stacionárního modelového řešení	92
Tabulka 6-15. Varianty velikosti modelového čerpání podzemní vody pro dva její významné provozovatele	92
Tabulka 7-1. Kategorie upravitelnosti podzemní vody.	95
Tabulka 7-2. Přehled objektů s časovými řadami chemických analýz podzemní vody	98
Tabulka 8-1. Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 2151	101
Tabulka 8-2. Seznam evropsky významných lokalit v HGR 2151	102
Tabulka 8-3. Seznam ptačích oblastí v HGR 2151	102
Tabulka 9-1. Přehled výsledků hodnocení znečištění v HGR 2151	129
Tabulka 10-1. Porovnání výstupů z hydrologického a hydraulického modelu	134
Tabulka 10-2. Kolísání hladin podzemní vody na vrtech státní pozorovací sítě	134
Tabulka 10-3. Souhrnný přehled pro výpočet minimálního zůstatkového průtoku, využitelného množství	136
Tabulka 10-4. Monitorovací vrty se signálními hladinami podzemních vod	136

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

Tabulka 1-1. Základní údaje HGR 2151 (heis.vuv.cz, doplněno)

ID hydrogeologického rajonu:	2151
Název hydrogeologického rajonu:	Třeboňská pánev - severní část
ID útvaru:	21510
Název útvaru:	Třeboňská pánev - severní část
Plocha, km ² :	259,988
Pozice:	rajon základní vrstvy
Geologická jednotka:	Terciérní a křídové sedimenty pánví
Povodí:	Labe
Dílčí povodí:	Horní Vltava
Bilancovaný kolektor:	Kvartérní a svrchní část předkvartérních sedimentů - lokální oběh Křídové a terciérní sedimenty - regionální oběh Krystalinikum
Kraje:	Jihočeský

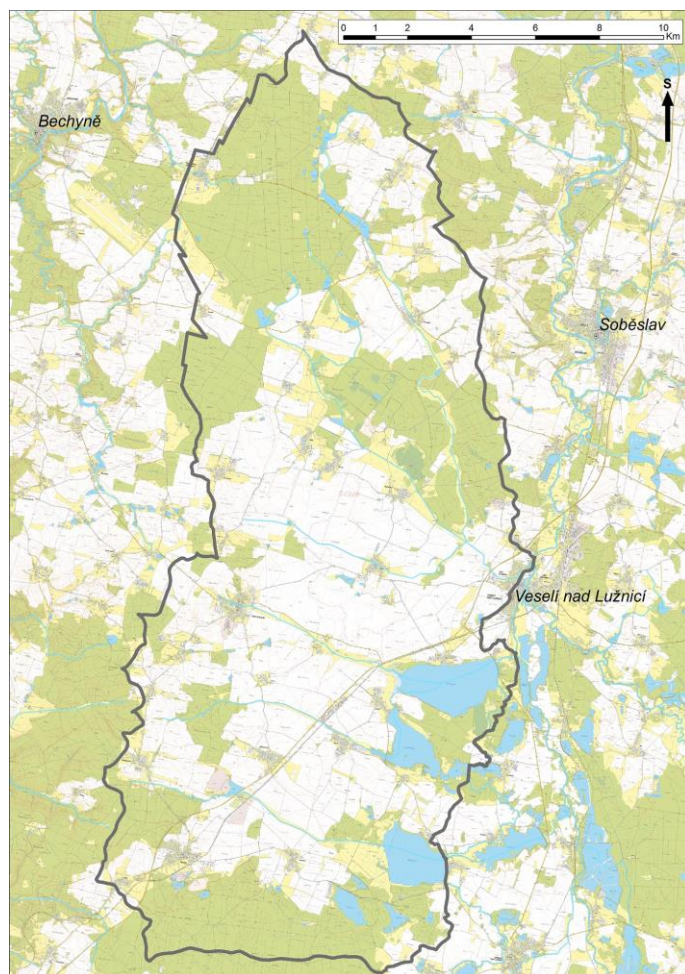
Platný dle vyhlášky č. 5/2011 Sb.

2. VYMEZENÍ RAJONU

HGR 2151 s plochou 260 km² a průměrnou nadmořskou výškou 451 m zaujímá přibližně obdélníkový prostor 10 x 26 km protažený sj. směrem v prostoru Sudoměřice u Bachyně – Veselí nad Lužnicí – Dolní Bukovsko - Ševětín. Pozici rajonu ukazuje obrázek 2-1. Rajon patří do základní vrstvy rajonů 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.

HGR 2151 odpovídá tzv. horusickému zvodnělému systému ve smyslu Krásného et al. 2012. Zahrnuje sedimentární strukturu vyplněnou limnickými a fluviálními svrchnokřídovými sedimenty, v minimální míře sedimenty neogenními a dále pak její krystalinické předpolí v její jz. a sv. polovině. Oblast krystalinika zaujímá cca 21 % plochy rajonu. Pánevni prostor je na Z a SZ omezen tektonicky, část hranice tvoří výskyt křídových sedimentů a zbývající hranice tvoří hydrologické rozvodnice. Hranici s HGR 2152 Třeboňská pánev – střední část tvoří šalmanovicko – soběslavský příkop vyplněný méně propustnými neogenními sedimenty.

Celé území rajonu náleží k povodí řeky Lužnice. V rozsáhlých územích jsou přírodní odtokové poměry ovlivněny soustavou rybníků propojených řadou náhonů a stok vytvářených v minulosti od 16. století.



Obrázek 2-1. Situace HGR 2151

3. VSTUPNÍ INFORMACE

3.1. GEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

Geologická stavba území je přehledně znázorněna na mapě 1:200 000, list České Budějovice – Vyšší Brod a popsána v příslušných Vysvětlivkách (Čech et al. 1962). Krystalinikum oblasti a jejího okolí je podrobněji popsáno ve studiích Ambrože (1935) a Čecha (1964) a poté společně se sedimenty třeboňské pánve a kvartéru ve vysvětlivkách k edici základní geologické mapy 1:50 000 na listu M-33-102-A (Soběslav – Malecha et al. 1964) a M-33-102-C (Lišov – Dornič et al. 1962), které posloužily i jako hlavní podklad pro novou základní geologickou mapu.

Horniny krystalinika, sedimenty třeboňské pánve a kvartéru byly reambulovány, případně nově zmapovány při sestavení geologické mapy 1:25 000 na listech 22-424 Zálší (Malecha et al. 1976), 22-423 Týn n. Vltavou (Vrána et al. 1977), 22-444 Ševětín (Suk et al. 1978) a 22-443 Hluboká n. Vltavou (Vrána et al. 1980), 22-442 Dolní Bukovsko (Malecha et al. 1991). Lokální hydrogeologické průzkumy probíhaly v okolí Mažic (Kněžek 1964), v území Vyhnance – Hlavatce (Homolka 2001) a u Hartmanic (Homolka 2003). Významné byly ložiskové průzkumy jílu na lokalitě Hodětín (Nerad – Vohanka 1958) a keramických jílu na Bechyňsku (Toman – Vohanka 1961). Lokální hydrogeologické průzkumy se uskutečnily například u Mazelova (Daněk 1986), Švamberka (Daněk 1995), Dynína (Daněk – Homolka 1994), ve Svinech (Fučík 1972), v Dolním Bukovsku (Hepnar 1967), Horním Bukovsku (Homolka 1989, Tybitancl 1989), mezi Horním Bukovskem a obcí Sviny (Kněžek 1976), v Bošilci (Homolka 2009), Ševětíně (Homolka 2011, Tybitancl 2014), na lokalitě Mazelov II (Chrástka et al. 1995), v Hůrkách (Vašta 1968), na lokalitě Horusice – Bukovsko (Vašta 1983), v okolí Horusického rybníka (Zíma 1962) a při průzkumu trasy vodovodu Mazelov – Ševětín – Drahotěšice (Ryant 1964). Významné údaje byly získány z výsledků ložiskových průzkumů cihlářských jílu – Dolní Bukovsko (Kříž et al. 1967) a Dolní Bukovsko II (Kříž – Šimek 1967). Konkrétními údaji přizpěly i stavební průzkumy na lokalitě Bošilec – Ševětín (Pupík 2014), ve Svinech (Sušický 1975) a vrtu při geologickém mapování v měřítku 1:50 000 na listu Lišov M-33-102-C (Dornič 1962).

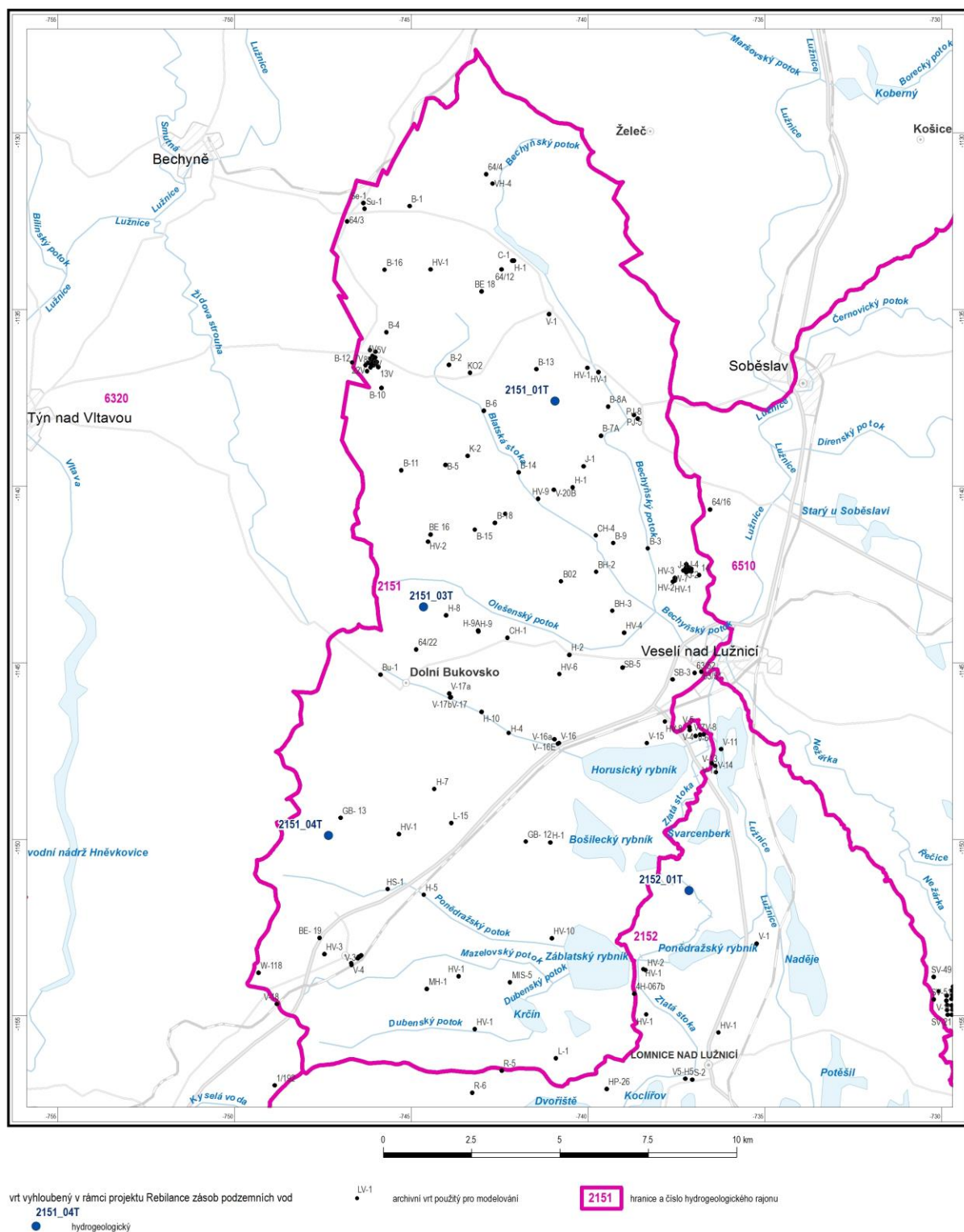
3.1.1. PRÁCE PROVÁDĚNÉ V RÁMCI PROJEKTU

V rámci řešení projektu Rebilance zásob podzemních vod byla vrtná databáze archivu ČGS a další dostupné databáze převeden do aplikací GDBase5, čímž vznikl komplex geologických, hydrogeologických, hydrochemických a karotážních informací, který byl účelově doplněn o časové řady pozorování hydrologických a klimatických dat ČHMÚ. Proběhla reinterpetace a aktualizace zejména geologických dat dle nových výsledků průzkumu.

Využití GDBase5 umožnilo hromadné zpracování dat a jejich zobrazení v prostředí GIS, což byl významný krok k modernímu zpracování velkého objemu informací, které se v takovém rozsahu v ČR zatím nerealizovalo. Tabulka 3-1 poskytuje informace o množství archivních vrtů uložených v Geodatabázi v hodnoceném území. V rámci projektu byly vyhloubeny 3 hydrogeologické vrtu.

Tabulka 3-1. Vrtná prozkoumanost - Geodatabáze

Počet vrtů celkem	počet vrtů s hloubkou nad 5 m	počet vrtů hydrogeologických vrtů
2171	1288	505



Obrázek 3-1. Situace archivních vrtů (černě) a nově vyhloubených vrtů (modře) v HGR 2151

3.2. HYDROGEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

První souhrny hydrogeologických poměrů celého území podali Hynie (1949, 1961) a Zima (1964). Regionální průzkum třeboňské pánve začal již koncem padesátých let 20. stol. a pokračoval komplexním hydrogeologickým zhodnocením s. části pánve (Hepnar - Jedlička 1970). Komplexní problematiku oběhu podzemních vod jihočeských pánví a přilehlého krystalinika shrnul Krásný (1974, 1980, 2012).

K významným zprávám o provedených hydrogeologických průzkumech náleží Souhrnné zhodnocení zásob podzemní vody v kategorii C v s. části Třeboňské pánve, vymezení akumulčních a drenážních oblastí, oblastí vhodných pro soustředěné odběry podzemní vody zpracované Čurdou et al. (1985). Infiltrační oblasti v s. části třeboňské pánve a v přilehlém krystaliniku byly hlavním předmětem průzkumu Chrástky v letech 1989, 1990 a 1991. Hydrogeologické poměry z okolí Veselí n. Lužnicí a z prameniště Mažice zpracoval Homolka v letech 1995 a 2005. V bilančním hodnocení zásob podzemní vody jsou přírodní zdroje podzemní vody stanoveny Čurdou v roce 2002 na 290 l/s a to v oblasti sz. od Mažického zlomu na 110 l/s a v jižní části tehdy platného rajonu 215 na 180 l/s.

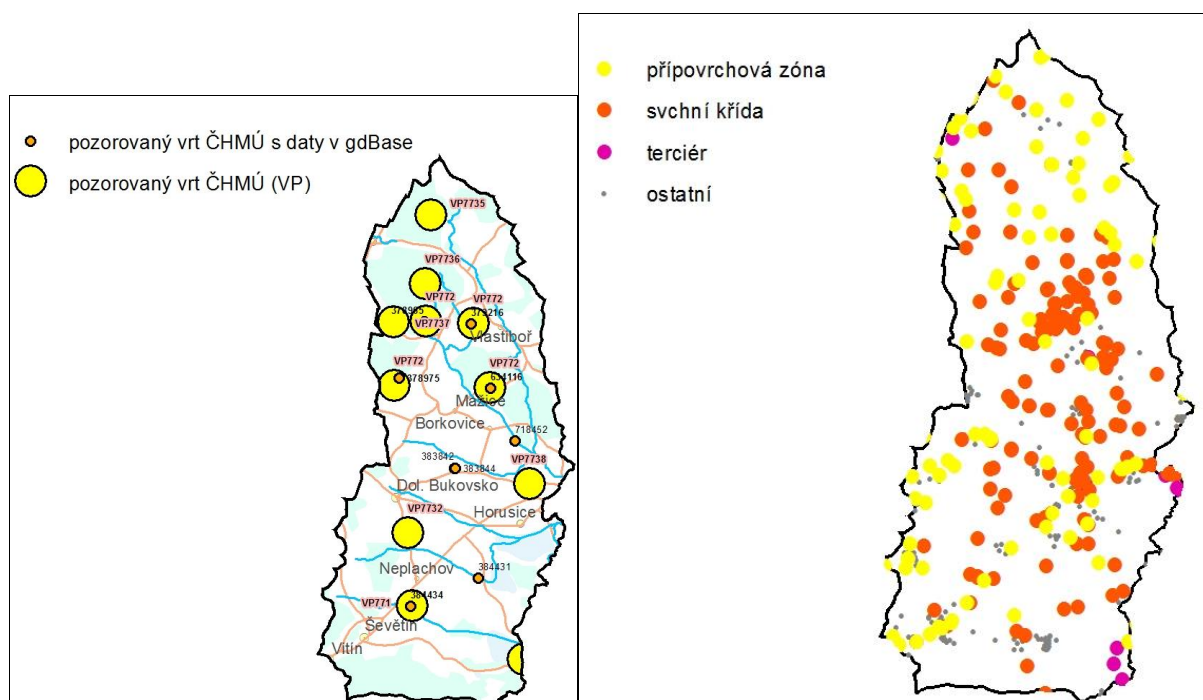
Tabulka 3-1 dokumentuje počty hydrogeologických objektů zařazených do Geodatabáze a tabulka 3-2 vrtů s režimním pozorováním hladin podzemní vody v hodnoceném rajonu, které provozuje ČHMÚ.

Tabulka 3-2. Vrtná prozkoumanost z Geodatabáze

Výběrová skupina objektů	Počet objektů
Objekty v předané databázi ZUOa	587
Objekty vyřazené z databáze (mimo rajon, bez vztahu k hodnocené struktuře, studny, prameny, bez informací)	311
Objekty použité pro hodnocení rajonu	276
Objekty doplňované do databáze	32
Objekty s provedenými hydrodynamickými zkouškami	261
Objekty s režimně měřenými hladinami	122
Objekty s provedeným karotážním měřením	19

Tabulka 3-3. Vrtů s režimním pozorováním ČHMÚ

Označení ČHMÚ	klíč GDO	Původní označení	Lokalita	Hloubka (m)	Poznámka
VP7705	408677	V-12	Horusice	69	Zlikvidován, měřen 1972 - 1995
VP7718	384434	H-5	Ševětín	48	
VP7719	384431	H-1	Bošilec	72	
VP7720	378965	B-2	Komárov u Soběslavi	57,6	
VP7721	379216	B-13	Komárov u Soběslavi	60	
VP7722	378975	B-11	Hartmanice u Žimutic	97	
VP7723	634116	V-20	Borkovice	68	
VP7724	718452	BH-1	Borkovice	41,6	
VP7725	713782	Ck-1	Sviny	150	
VP7726	383844	CH-1	Sviny	122	
VP7727	383843	CH-2	Sviny	85	Zlikvidován, měřen 1995 - 2011
VP7728	383842	CH-3	Sviny	40	
VP7732	684673	4H-064b	Pelejovice	100	
VP7733	684674	4H-067b	Záblatí u Ponědraže	18,3	
VP7735	684675	4H-054b	Vyhnanice	23	
VP7736	698220	4H-055b	Komárov u Soběslavi	45	
VP7737	682114	4H-056b	Hodětín	64,3	
VP7738	684676	4H-063b	Horusice	50	



Obrázek 3-2. Schématická situace vrtů s režimním pozorováním hladin podzemní vody

Obrázek 3-3. Schéma vrtné prozkoumanosti se zařazením vrtů do zastoupených kolektorů

V souladu s charakterem sedimentů v oblasti třeboňské pánve a současným způsobem bilančního hodnocení struktury je provedeno rozčlenění hydrogeologických objektů v rámci rajonu na objekty charakterizující oběh podzemní vody v pánevních sedimentech, v oblasti krystalinika a v okolí pánevní struktury. Dále bylo provedeno rozdělení na objekty charakterizující oběh podzemní vody regionálního charakteru v nejhlubší části rajonu, na objekty charakterizující oběh podzemní vody v předkvartérních sedimentech s odvodněním v hlavních drenážních oblastech pánevní struktury a na objekty charakterizující mělký oběh podzemní vody v kvartérních sedimentech a připovrchové zóně zvětrání předkvartérních hornin s odvodněním v úrovni místních erozních bází (Homolka a kol. 2013). Počty vrtů přiřazené k jednotlivým zastoupeným kolektorům uvádí tabulce 3-3 a jejich pozici ukazuje obrázek 3-3.

OBJEKTY VYBRANÉ PRO HODNOCENÍ RAJONU PODLE SOUBORŮ KOLEKTORŮ

Následující tabulky 3-3 a 3-4 poskytují přehled o počtu zpracovaných hydrogeologických objektů v hodnoceném rajonu, zařazení konkrétních objektů k zastoupeným kolektorům a jejich rozdělení podle typu oběhu podzemní vody.

Tabulka 3-4. Rozdělení hydrogeologických objektů do zastoupených kolektorů

Kolektor	Počet objektů
Krystalinikum	29
Kvartérní a svrchní část předkvartérních sedimentů lokální oběh	85
Předkvartérní sedimenty regionální oběh	162

Tabulka 3-5. Hydrogeologické objekty dokumentující krystalinikum

Klíč GDO	Název	Lokalita	HDZ	Režimní měření	Karotáž
377234	HJ-8	Sudoměřice u Bechyně	ano		
377615	VH-1B	Vyhnanice	ano		ano
377616	VH-2	Vyhnanice	ano		ano
377617	VH-3	Vyhnanice	ano		ano
377658	HV-50	Sudoměřice u Bechyně	ano		
377659	HV-51	Sudoměřice u Bechyně	ano		
377660	HV-52	Sudoměřice u Bechyně	ano		
377661	HV-53	Sudoměřice u Bechyně	ano		
377830	HJ-401/1	Bechyně			ano
378971	B-8	Vlastiboř u Soběslavi	ano	ano	
379332	HJ-406	Blatec u Hodětína			ano
379334	HJ-404/1	Blatec u Hodětína			ano
383993	HV-2	Drahotěšice	ano		
384008	HJ-1	Drahotěšice	ano		
386442	PW-21	Vitín	ano		
386443	PW-22	Vitín	ano		
386606	HV-1	Ševětín	ano		
386607	HV-2	Ševětín	ano		
386608	HV-3	Ševětín	ano		
386609	HV-4	Ševětín	ano		
631332	V-1	Horní Bukovsko	ano		
646905	VH-4	Vyhnanice	ano		
653280	MH-1	Mazelov	ano		
653799	Bu-1	Dolní Bukovsko	ano		
678068	BL-1-06	Blatec u Hodětína	ano		
711059	VS	Hlavatce	ano		
713863	Ck-6	Popovice u Dolního Bukovska	ano	ano	
715720	HV-5	Ševětín	ano		
717988	pč.-1162/11	Hlavatce	ano		

GDO – ID objektu dle archivu ČGS

Tabulka 3-6. Hydrogeologické objekty v kvartérních sedimentech a svrchní části přípovrchové zóny předkvartérních hornin s lokálním oběhem podzemní vody

Klíč GDO	Název	Lokalita	HDZ	Režimní měření
377233	HV-7	Bechyně	ano	
377358	BS-1	Bechyňská Smoleč	ano	
377359	BS-2	Bechyňská Smoleč	ano	
377809	ZM-1	Borkovice	ano	
379239	ZA-1	Zálší	ano	ano
379240	ZA-2	Zálší	ano	ano
379242	ZB-1	Mažice	ano	ano
379243	ZB-2	Mažice	ano	ano
379244	ZB-3	Mažice	ano	ano
379246	ZC-1	Mažice	ano	ano
379247	ZC-2	Mažice	ano	
379248	ZC-3	Mažice	ano	
379250	ZD-1	Borkovice	ano	ano
379251	ZD-2	Borkovice	ano	ano
379252	ZD-3	Borkovice	ano	
379254	ZE-1	Borkovice	ano	ano
379255	ZE-2	Borkovice	ano	ano
379256	ZE-3	Borkovice	ano	ano
379299	ZF-1	Vlastiboř u Soběslavi	ano	ano
379300	ZF-2	Vlastiboř u Soběslavi	ano	ano
379301	ZH-1	Mažice	ano	ano
379302	ZH-2	Mažice	ano	ano
379303	ZK-1	Mažice		ano
379304	ZK-2	Mažice	ano	ano
379305	ZJ-1	Mažice		ano

379306	ZJ-2	Mažice	ano	ano
379307	ZL-2	Zálší	ano	ano
379308	ZO-1	Klečaty	ano	ano
379309	ZO-2	Klečaty	ano	ano
379310	ZR-1	Borkovice		ano
379311	ZR-2	Borkovice	ano	ano
379313	ZN-2	Borkovice	ano	ano
379314	ZM-2	Borkovice	ano	ano
379315	ZP-1	Borkovice		ano
379316	ZP-2	Borkovice	ano	ano
379317	ZI-1	Borkovice		ano
379318	ZI-2	Borkovice	ano	ano
384050	PW-3	Drahotěšice	ano	
384060	PW-13	Radonice u Drahotěšic	ano	
384066	PW-19	Drahotěšice	ano	
384077	PW-2	Popovice	ano	
384078	PW-3	Popovice u Dolního Bukovska	ano	
384084	PW-9	Dolní Bukovsko	ano	
384086	PW-11	Dolní Bukovsko	ano	
384088	PW-13	Dolní Bukovsko	ano	
384100	PW-25	Dolní Bukovsko	ano	
384106	PW-2	Bošilec	ano	
384118	PW-14	Horusice	ano	
384121	PW-17	Kundratice u Svinů	ano	
384122	PW-18	Kundratice u Svinů	ano	
384125	PW-21	Dolní Bukovsko	ano	
384127	PW-23	Sviný	ano	
384131	PW-27	Sviný	ano	
384134	PW-30	Kundratice u Svinů	ano	
384138	PW-3	Bošilec	ano	
384146	PW-12	Dynín	ano	
384151	PW-17	Bošilec	ano	
384152	PW-19	Bošilec	ano	
384153	PW-20	Bošilec	ano	
384154	PW-21	Bošilec	ano	
384158	PW-25	Dynín	ano	
384183	PW-18	Ševětín	ano	
384193	PW-11	Dynín	ano	
386400	S-2	Ševětín	ano	
386732	PJ-20	Mazelov	ano	
386733	PJ-21	Mazelov	ano	
386734	PJ-22	Mazelov	ano	
386735	PJ-23	Mazelov	ano	
408862	PW-6	Veselí nad Lužnicí	ano	
408872	PW-18	Horusice	ano	
408874	PW-20	Horusice	ano	
408899	PW-26	Lhota u Dynína	ano	
409145	VS-3	Horusice	ano	
571128	HJ-21	Ševětín	ano	
631335	S-1	Veselí nad Lužnicí	ano	
653676	VS-2N	Horusice	ano	
654929	KO-1	Borkovice	ano	
654930	KO-2	Borkovice	ano	
709742	BH-4/2	Veselí nad Lužnicí	ano	
709743	BH-4/6	Veselí nad Lužnicí	ano	
709746	BH-5/4	Veselí nad Lužnicí	ano	
709747	BH-5/6	Veselí nad Lužnicí	ano	
709749	BH-6/1	Veselí nad Lužnicí	ano	
709751	BH-6/3	Veselí nad Lužnicí	ano	
721530	HJ-1030	Horusice	ano	

Karotážní měření nebyla na vrtech provedena; GDO – ID objektu dle archivu ČGS

Tabulka 3-7. Hydrogeologické objekty dokumentující kolektor předkvartérních sedimentů s regionálním oběhem podzemní vody

Klíč GDO	Název	Lokalita	HDZ	Režimní měření	Karotáž
377229	B-1	Sudoměřice u Bechyně	ano	ano	
377700	C-1	Svinky	ano		
377704	H-1	Hlavatce	ano	ano	
377832	HJ-402/1	Blatec u Hodětína			ano
378965	B-2	Komárov u Soběslavi	ano	ano	
378966	B-4	Blatec u Hodětína	ano	ano	
378967	B-5	Klečaty	ano	ano	
378968	B-6	Komárov u Soběslavi	ano	ano	
378970	B-7A	Vlastiboř u Soběslavi	ano	ano	
378972	B-8A	Vlastiboř u Soběslavi	ano	ano	
378973	B-9	Borkovice	ano	ano	
378974	B-10	Hodětín	ano	ano	
378975	B-11	Hartmanice u Žimutic	ano	ano	
378991	B-17	Borkovice	ano	ano	
378992	B-18	Mažice	ano		
378994	CH-4	Borkovice	ano	ano	
378995	CH-5	Borkovice	ano	ano	
379103	HV-1	Mažice	ano	ano	
379112	B-22	Borkovice	ano	ano	
379113	ZF-3	Vlastiboř u Soběslavi	ano	ano	
379114	ZH-3	Mažice	ano		
379115	ZI-3	Borkovice	ano	ano	
379116	ZJ-3	Mažice	ano	ano	
379117	ZK-3	Mažice	ano		
379118	ZL-3	Zálší	ano	ano	
379119	ZM-3	Borkovice	ano	ano	
379120	ZN-3	Mažice	ano	ano	
379121	ZO-3	Klečaty	ano	ano	
379122	ZP-3	Borkovice	ano		
379123	ZR-3	Borkovice	ano	ano	
379124	HV	Klečaty	ano		
379131	HV-1	Sudoměřice u Bechyně	ano		
379134	HV-1	Vlastiboř u Soběslavi	ano		
379141	HV-1	Hartmanice u Žimutic	ano		
379196	HV-9	Mažice	ano	ano	
379210	B-16	Sudoměřice u Bechyně		ano	
379212	HV-3a	Bošilec	ano		
379213	HV-2	Hartmanice u Žimutic	ano	ano	
379214	HV-2A	Hartmanice u Žimutic	ano	ano	
379215	HV-3	Mažice	ano	ano	
379216	B-13	Komárov u Soběslavi	ano	ano	
379217	B-14	Zálší	ano	ano	
379218	B-15	Zálší	ano	ano	
379219	V-20B	Mažice	ano	ano	
379224	ZA-4	Zálší	ano	ano	
379225	HV-1	Vlastiboř u Soběslavi	ano		
379241	ZA-3	Zálší	ano	ano	
379245	ZB-4	Mažice	ano	ano	
379249	ZC-4	Mažice	ano	ano	
379253	ZD-4	Borkovice	ano		
379257	ZE-4	Borkovice	ano	ano	
379258	V-23	Vlastiboř u Soběslavi	ano		
379319	VS	Borkovice	ano		
383713	H-10	Dolní Bukovsko	ano		
383714	V-17b	Dolní Bukovsko	ano		
383714	V-17b	Dolní Bukovsko	ano		
383715	V-16b	Bošilec	ano	ano	
383716	V-16c	Bošilec	ano	ano	

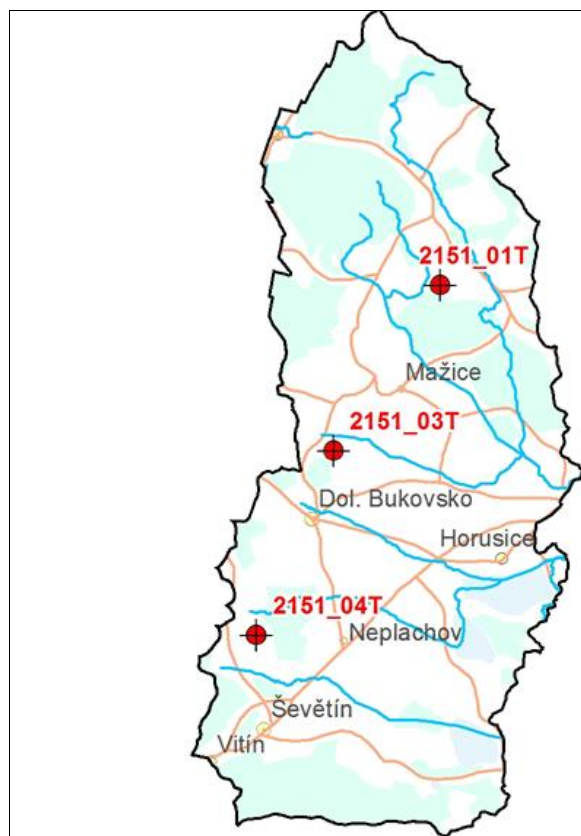
383833	HJ-1	Dynín	ano		
383841	HV-1	Sviný	ano	ano	
383842	CH-3	Sviný	ano	ano	
383843	CH-2	Sviný	ano	ano	
383844	CH-1	Sviný	ano	ano	
383845	HV-5	Kundratice u Svinů	ano	ano	
383846	HV-6	Kundratice u Svinů	ano	ano	
383847	HV-10	Záblatí u Ponědraže	ano	ano	
383848	HV-1	Dynín	ano	ano	
383849	H-8	Sviný	ano	ano	
383850	H-9	Dolní Bukovsko	ano		
383851	H-9A	Dolní Bukovsko	ano	ano	
383852	HV-11	Horusice	ano	ano	
383934	Db-1	Dolní Bukovsko	ano		
383968	V-16	Bošilec	ano		
383969	V-17	Dolní Bukovsko	ano	ano	
383970	V-18	Dolní Bukovsko	ano	ano	
383992	HV-1	Drahotěšice	ano		
383998	H-7	Pelejovice		ano	
383999	V-16a	Bošilec	ano		
384000	V-17a	Dolní Bukovsko	ano		
384431	H-1	Bošilec	ano	ano	
384432	H-2	Sviný	ano	ano	
384433	H-3	Bošilec	ano		
384434	H-5	Ševětín	ano	ano	
384445	H-1	Sviný	ano		
384450	HV-1	Neplachov	ano		
384452	HJ-1	Bošilec	ano		
384453	HJ-2	Bošilec	ano		
384454	HJ-3	Bošilec	ano		
384455	HJ-4	Bošilec	ano		
384470	HV-1	Pelejovice	ano		
386672	HV-1	Mazelov	ano		
386776	HV-1	Mazelov	ano	ano	
405484	B-3	Borkovice	ano	ano	
406033	HV-4	Sviný	ano	ano	
408656	HV-7	Horusice	ano	ano	
408657	HV-8	Veselí nad Lužnicí	ano	ano	
408668	V-3	Veselí nad Lužnicí	ano		
408671	V-6	Veselí nad Lužnicí	ano		
408672	V-7	Veselí nad Lužnicí	ano		
408673	V-8	Veselí nad Lužnicí	ano		
408728	HV-1	Lhota u Dynína	ano	ano	
409025	B-24	Horusice	ano		
409072	VS-2	Horusice	ano		
409925	R-1	Záblatí u Ponědraže		ano	
409926	R-2	Záblatí u Ponědraže		ano	
409927	R-3	Záblatí u Ponědraže		ano	
555328	H-4	Sedlíkovec u Dolního Bukovska	ano	ano	
555329	HV-1	Sviný	ano	ano	
555352	MIS-1	Mazelov	ano	ano	
555353	MIS-2	Mazelov	ano	ano	
555354	MIS-3	Mazelov	ano	ano	
555355	MIS-4	Mazelov	ano	ano	
555356	MIS-5	Mazelov	ano	ano	
555357	MIS-6	Mazelov	ano	ano	
567892	HŠ-1	Ševětín	ano		
567909	DIS-6	Bošilec	ano	ano	ano
567910	V-16d	Bošilec	ano		
567939	BH-2	Borkovice	ano	ano	ano
567940	BH-3	Sviný	ano	ano	ano

567941	BP-4	Borkovice	ano		
576911	HSV-1	Bošilec	ano		
576912	DIS-6a	Bošilec	ano	ano	ano
576913	DIS-6b	Bošilec	ano	ano	ano
576914	DIS-7a	Bošilec	ano	ano	ano
576915	DIS-7b	Bošilec	ano	ano	ano
576916	HJ-13	Bošilec	ano		
576917	HJ-16	Bošilec	ano		
576918	HJ-17	Bošilec	ano		
576919	HJ-18	Bošilec	ano		
576920	HJ-19	Bošilec	ano		
576921	HJ-21	Bošilec	ano		
576922	HJ-22	Bošilec	ano		
576928	HV-2	Borkovice	ano		
579195	HV-1	Sudoměřice u Bechyně	ano		
631282	HV-2	Mazelov	ano		
631334	S-2	Veselí nad Lužnicí	ano		
634116	V-20	Borkovice	ano	ano	
642654	BO-2	Borkovice	ano		
643498	BO-3	Borkovice	ano		
646906	H4-A	Sedlčkovice u Dolního Bukovska	ano		ano
657850	HH-1	Hartmanice u Žimutic	ano		
658343	FM-1	Veselí nad Lužnicí	ano		
658344	FM-3	Veselí nad Lužnicí	ano		
663964	HV-3	Ševětín	ano		
682114	4H-056b	Hodětín	ano	ano	
683436	V-16E	Bošilec	ano		
683471	HVB-1	Borkovice	ano		
684673	4H-064b	Pelejovice	ano	ano	ano
684674	4H-067b	Záblatí u Ponědraže	ano	ano	
684675	4H-054b	Vyhnanice	ano	ano	
684676	4H-063b	Horusice	ano	ano	
685771	MA-1	Mažice	ano		
687864	Su-1	Sudoměřice u Bechyně	ano		
697848	MH-25	Mažice	ano		ano
697849	MH-26	Mažice	ano		ano
698220	4H-055b	Komárov u Soběslavi	ano	ano	
705559	HV-4	Ševětín	ano		
705630	H-3b	Bošilec	ano		ano
713662	Ch-11	Borkovice	ano	ano	
713782	Ck-1	Sviny	ano		
717311	HJ-110	Vitín	ano		
718452	BH-1	Borkovice		ano	

GDO – ID objektu dle archivu ČGS

NOVÉ HYDROGEOLOGICKÉ VRTY PROVÁDĚNÉ V RÁMCI PROJEKTU

Pro ověření geometrie a pozice zastoupených kolektorů a izolátorů, ověření jejich hydraulických parametrů, chemismu podzemní vody a pro režimní sledování hladin podzemní vody byly především v místech, kde scházely relevantní hydrogeologické informace vyhloubeny průzkumné hydrogeologické vrty. Detailní informace o výsledcích vrtných prací obsahují zprávy za průzkumné vrty, která jsou uložena v archivu ČGS a jsou i jednou z příloh všeobecné části zprávy za projekt.



Obrázek 3-4. Schéma lokalizace nových průzkumných vrtů

2151_01T Vlastiboř

Průzkumný hydrogeologický vrt je situován 1,3 km jz. od okraje zástavby obce Vlastiboř, na jv. straně polní cesty při okraji lesního porostu. Cílem průzkumného hydrogeologického vrtu bylo získat hydrogeologické a geologické údaje v sv. části hodnoceného rajonu, v oblasti indikovaného šíření nitrátové kontaminace od obce Vlastiboř směrem k Borkovickým blatům.

Tabulka 3-8. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2151_01T

hloubka (m)		Hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologický typ horniny
od	do			
0,0	1,0	hlína písčitojílovitá	kvartér	izolátor
1,0	55,9	rozpadavé pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace	svrchní křída	soubor kolektorů, poloizolátorů a izolátorů
55,9	62,0	rula	proterozoikum moldanubikum	izolátor

Vrt hluboký 62 m ověřil mocnost pánevní výplně u sv. okraje hodnoceného rajonu. Podloží zastoupené biotitickou rulou bylo zastiženo v hloubce 55,9 m. Sedimentární výplň je zastoupena svrchnokřídovým klikovským souvrstvím (střídání rozpadavých šedých, béžových, rudohnědých jílovců, prachovců, arkózových pískovců a jejich kombinací) a minimálním kvartérním pokryvem. V profilu do hloubky 18,2 m převažují jílovité sedimenty, v úseku 18,2 – 39,3 se rychle střídají jednotlivé písčité, prachovité a jílovité vrstvy o mocnosti 0,5 – 1,5 m, v bazální části do 55,9 m pak silně převažují sedimenty písčité. Vrt s aktivním úsekem 16 – 62 m je vystrojen PVC zárubnicemi DN

125 a DN110, s jílocementovým těsněním do hloubky 16,0 m. Hladina podzemní vody kolektorů zkoušeného úseku 16,0 – 62,0 m je napjatá s negativní výstupní úrovní. V průběhu průzkumných prací se výše uvedená hladina pohybovala v rozmezí 422,42 – 422,25 m n. m. resp. 10,48 – 10,65 m pod terénem. Hydrokarotážní měření identifikovalo přirozené proudění podzemní vody z kolektoru v hloubkovém rozmezí 19,5 - 29,0 m do kolektoru ve spodní části vrtu v rozmezí 30,6 – 55,9 m v celkovém množství cca 3500 l/den. Nepatrná ztráta byla zaznamenána i v podložních rulách v hloubce 58,8 m. Sestupné proudění podzemní vody ze svrchních do spodních kolektorů odpovídá umístění vrtu v infiltrační a tranzientní oblasti mezi sv. okrajem pánve a lokální drenážní oblastí v prostoru Borkovických blat. Krátkodobými hydrodynamickými zkouškami (3+2 dny), při kterých byla čerpána podzemní voda v množství až 3,9 l/s, byly ověřeny velmi vysoké hydraulické parametry sedimentů (koeficient transmisivity $T = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, koeficient filtrace aktivního úseku vrtu $1,43 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, jednotková specifická vydatnost 4,79 l/s.m). Podzemní voda vzorku odebraného v průběhu čerpací zkoušky má chemický typ CaNaMg-NO₃ClHCO₃, je velmi měkká ($T_{\text{celková}} 0,65 \text{ mmol/l}$), slabě kyselá (pH 6,21), s celkovou mineralizací 125 mg/l, se zvýšeným obsah niklu (93,5 µg/l) zřejmě přirozeného původu. V podzemní vodě byl dále zjištěn zvýšený obsah pesticidů (Alachlor ESA 1,28 µg/l), který se zvýšeným obsahem dusičnanů (36,7 mg/l) a chloridů (18,0 mg/l) indikuje znečištění zjištěné již dříve v některých okolních vrtech.

Vrtem byla dobře zdokumentována mocnost a charakter sedimentů, jejich propustnostní parametry, úroveň hladiny podzemní vody, identifikováno přirozené sestupné proudění podzemní způsobené rozdílnou výstupní úrovní hladiny podzemní vody v zastoupených dílčích kolektorech ve střední a spodní části sedimentární výplně. Na základě výsledků rozboru podzemní vody byla upřesněna oblast zasažená znečištěním, která se šíří z prostoru původního skladu hnojiv a polního letiště ve Vlastiboři jz. směrem k Borkovickým blatům.

Revizní karotážní měření ověřilo dobrý technický stav průzkumného vrtu, vyhovující i pro dynamické odběry vzorků podzemní vody a lze jej proto plně využít pro monitorování úrovně hladiny podzemní vody a změn kvality podzemní vody.

2151_03T Horní Bukovsko

Průzkumný hydrogeologický vrt je situován 1050 m vsv. od kostela v Horním Bukovsku, v lučním porostu u j. okraje polní komunikace, 770 m na V od její křižovatky se silnicí Horní Bukovsko – Zálší. Cílem průzkumného hydrogeologického vrtu bylo získat hydrogeologické a geologické údaje z oblasti s nízkou prozkoumaností na z. okraji hodnoceného rajonu v blízkosti jejího tektonického okraje.

Tabulka 3-9. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2151_03T

hloubka (m)		Hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologický typ horniny
od	do			
0,0	0,2	hlína jílovitá	kvartér	izolátor
0,2	160,9	rozpadavé pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace	svrchní křída	soubor kolektorů, poloizolátorů a izolátorů
160,9	169,0	kvarcitická rula, kvarcit	proterozoikum moldanubikum	izolátor

Vrt hluboký 169 m ověřil celou mocnost pánevní výplně v blízkosti z. tektonického okraje hodnoceného rajonu. Podloží zastoupené kvarcitickou rulou a kvarcitem bylo zastiženo v hloubce 160,9 m. V HGR 2151 se jedná o prozatím největší zjištěnou mocnost pánevních sedimentů a místo

největšího zahloubení sedimentačního prostoru. Sedimentární výplň je zastoupena svrchnokřídovým klikovským souvrstvím (střídání rozpadavých bělošedých, béžových, od 114 m i rudohnědých, fialových jílovců, prachovců, arkózových pískovců a jejich kombinací s minimálním kvartérním pokryvem). V profilu do hloubky 45,8 m převažují jílovitopísčité sedimenty, do hloubky 160 m se pak střídají výrazně písčité a jílovité polohy s převahou písčitých sedimentů.

Vrt s aktivním úsekem 28 – 162 m je vystrojen PVC zárubicemi průměru 140/8 mm, s jílocementovým těsněním do hloubky 22,0 m na pískové vložce a filtračním a stabilizačním obsypem do konečné hloubky. Koncový úsek v podložním krystaliniku nebyl přibrán na průměr 245 mm a byl ponechán bez výstroje. Hladina podzemní vody testovaných kolektorů zkoušeného úseku je napjatá s negativní výstupní úrovní. V průběhu průzkumných prací se pohybovala v rozmezí 423,52 – 423,13 m n. m. (28,07 – 28,46 m pod terénem). Hydrokarotážní měření identifikovalo přirozené proudění podzemní vody z kolektorů uložených do hloubky 60,0 m do kolektorů ve spodní části pánevní výplně vrtu v rozmezí 64,8 – 110,7 m v celkovém množství cca 7 100 l/den. Sestupné proudění podzemní vody ze svrchních do spodních kolektorů odpovídá umístění vrtu v infiltrační oblasti u západního tektonického okraje pánve. Krátkodobými hydrodynamickými zkouškami (3+2 dny), při kterých byla odebírána voda v množství 1,87 l/s, byly ověřeny průměrné hydraulické parametry sedimentů (koeficient transmisivity $T = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, koeficient filtrace aktivního úseku vrtu $1,68 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, jednotková specifická vydatnost 1,17 l/s.m). Voda vzorku odebraného v průběhu čerpací zkoušky má chemický typ CaNa-HCO₃Cl, je měkká ($T_{\text{celková}} 1,22 \text{ mmol/l}$), slabě kyselé (pH = 6,90), s celkovou mineralizací 244 mg/l, se zvýšeným obsahem hliníku (111 µg/l) zřejmě přirozeného původu. Ve vodě byl dále zjištěn zvýšený obsah pesticidů (Alachlor ESA 0,232 µg/l), který se zvýšeným obsahem dusičnanů (25,6 mg/l) a chloridů (35,0 mg/l) indikuje znečištění ze zemědělské činnosti v infiltrační oblasti.

Vrt dobře zdokumentoval mocnost a charakter sedimentů, jejich propustnostní parametry, úroveň hladiny, identifikováno přirozené sestupné proudění podzemní způsobené rozdílnou výstupní úrovní hladiny kolektorů ve střední a spodní části sedimentární výplně v okrajové infiltrační oblasti pánve. Zvýšené obsahy dusičnanů, chloridů a pesticidů zjištěné ve vodě kolektorů střední části pánevní výplně spolu se zakleslou hladinou do 28 m ukazují na dobrou drenážní funkci okrajového pánevního zlomu a pánevních sedimentů pro okolní krystalinikum. Zjištěné znečištění ze zemědělské činnosti pochází evidentně z krystalinického okolí pánevního prostoru s intenzivní zemědělskou činností, které leží již vně vymezeného ochranného pásma 2. stupně jímacího území Dolní Bukovsko – Horusice, jehož hranice je vedena po linii okrajového Drahotěšického zlomu a mělo by být důvodem pro případné rozšíření ochranných pásem do oblasti krystalinika v rozsahu hydrologického povodí a úpravu intenzity zemědělského hospodaření.

Revizní karotážní měření ověřilo dobrý technický stav průzkumného vrtu i přes některé nedostatky (zvýšený odklon vrtu od vertikály, zhoršená kvalita těsnění v úseku 12 – 20 m, absence obsypu v úseku 69,5 – 73,0 m). Vrt je plně vyhovující i pro dynamické odběry vzorků podzemní vody a lze jej proto plně využít pro monitorování úrovně hladiny a změn kvality podzemních vod.

2151_04T Drahotěšice

Průzkumný hydrogeologický vrt je situován za okrajem polní cesty 460 m na S od výpusti rybníka na sv. okraji obce Drahotěšice. Cílem průzkumného hydrogeologického vrtu bylo získat hydrogeologické a geologické údaje v oblasti s nízkou prozkoumaností u jz. okraje hodnoceného rajonu v blízkosti Drahotěšického okrajového zlomu.

Tabulka 3-10. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2151_04T

hloubka (m)		Hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologický typ horniny
od	do			
0,0	1,0	hlína jílovitá	kvartér	izolátor
1,0	89,4	rozpadavé pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace	svrchní křída	soubor kolektorů, poloizolátorů a izolátorů
89,4	92,5	granit	moldanubický pluton	izolátor

Vrt hluboký 92,5 m ověřil celou mocnost pánevní výplně v blízkosti pánevního okrajového Drahotešického zlomu v jz. okrajové oblasti rajonu s nízkým stupněm prozkoumanosti. Podloží zastoupené biotit-muskovitickou žulou bylo zastiženo v hloubce 89,4 m. Sedimentární výplň je tvořena svrchnokřídovým klikovským souvrstvím (střídání rozpadavých šedých, béžových, rudohnědých jílovců, prachovců, arkózových pískovců a jejich kombinací s několika polohami železitých pískovců až slepenců) a minimálním kvartérním pokryvem. V profilu do hloubky 17,9 m převažují jílovité sedimenty, do hloubky 69,9 m převažují písčité sedimenty, v bazální části do 89,4 m pak znovu převažují jílovité sedimenty.

Vrt s otevřeným úsekem 30 – 92,5 m je vystrojen PVC zárubnicemi DN 125, s jílocementovým těsněním do hloubky 30 m na pískové vložce a filtračním a stabilizačním obsypem do konečné hloubky. Hladina podzemní vody testovaných kolektorů ve zkoušeném úseku je napjatá s negativní výstupní úrovní v neobvykle velké hloubce 67,5 m pod terénem. V průběhu průzkumných prací se pohybovala v rozmezí 427,15 – 426,74 m n. m. (67,39 – 67,80 m pod terénem). Hydrokarotážním měřením bylo identifikováno přirozené vzestupné proudění podzemní vody z kolektorů v hloubkovém rozmezí 87 – 88 m do kolektorů výše položených v hloubkovém rozmezí 69 – 76 m v celkovém množství cca 1300 l za den. Krátkodobými hydrodynamickými zkouškami (3+2 dny), při kterých byla odebírána voda v množství 1,95 l/s, byly ověřeny poměrně vysoké hydraulické parametry sedimentů (koeficient transmisivity $T = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, koeficient filtrace aktivního úseku vrtu $5,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, jednotková specifická vydatnost 0,5l/s.m). Voda vzorku odebraného v průběhu čerpací zkoušky má chemický typ CaMg-HCO₃Cl, je měkká ($T_{\text{celková}} = 1,17 \text{ mmol/l}$), slabě kyselá (pH = 6,27), s celkovou mineralizací 210 mg/l. Toxické kovy a mikroznečišťující organické látky ve vodě zjištěny nebyly. Zvýšený obsah dusičnanů (44 mg/l) a chloridů (36 mg/l) naznačuje přítok podzemních vod z oblasti krystalinika s intenzivní zemědělskou činností drénovaný prostřednictvím okrajového zlomu. Zjištěný chemismus vody odpovídá obvyklému složení podzemních vod v této části pánevního prostoru s patrným vlivem zemědělské činnosti v infiltrační oblasti. Hluboce zakleslá hladina podzemní vody a velký hladinový skok na okrajovém zlomu je zřejmě důsledkem několika řádově vyšší propustnosti sedimentů v této části pánve proti okolnímu krystaliniku a plošně rozšířený bazální kolektor s vysokou propustností vyskytující se v celém prostoru jihozápadní oblasti severní části Třeboňské pánve mezi okrajovým zlomem a jímací linií mezi Dolním Bukovskem a Horusicemi. Zjištěné znečištění ze zemědělské činnosti pochází zřejmě z krystalinického okolí pánevního prostoru s intenzivní zemědělskou činností, které leží již vně vymezeného ochranného pásma 2. stupně jímacího území Dolní Bukovsko – Horusice, jehož hranice je vedena po linii okrajového Drahotešického zlomu a mělo by být důvodem pro případné rozšíření ochranných pásem do oblasti krystalinika v rozsahu hydrologického povodí a úpravu intenzity zemědělského hospodaření.

Vrt přinesl dobré výsledky o charakteru sedimentů, jejich propustnostních parametrech, úrovni hladiny a kvalitě podzemních vod v oblasti s nízkou úrovní prozkoumanosti na jihozápadním okraji severní části Třeboňské pánve. Revizním karotážním měřením byl ověřen jeho vyhovující technický stav. Vrt

je plně vyhovující i pro dynamické odběry vzorků podzemní vody a lze jej plně využít pro monitorování úrovně hladiny a kvality podzemní vody.

Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu 2151_01T Vlastiboř, umístěného v oblasti minimálně ovlivněné odběry podzemní vody je určován téměř výhradně klimatickými poměry a pozicí v hydrogeologické struktuře – v blízkosti drenážní oblasti v prostoru Borkovických blat. Hladina podzemní vody měla ve sledovaném období 3.7.– 10.11.2015 pravidelnou poklesovou tendenci v souladu s klimatickými poměry (srážkově silně deficitní období) a s pohybem hladin podzemní vody v celém prostoru třeboňské pánve. Celkový pokles hladiny podzemní vody dosáhl 0,13 m. Tabulka 3-10 shrnuje základní výsledky průzkumných prací

Tabulka 3-11. Přehled základních výsledků průzkumných vrtů
vyhloubených v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod v letech 2014–2015

ID vrtu	Název vrtu	cílový kolektor	hloubka vrtu (m)	Rozsah kolektoru /perforace (m)	Koeficient transmisivity (m ² /s)
2151_01T	Vlastiboř	NK reg	62	1,0 - 55,9 /20 - 60	6,6.10 ⁻³
2151_03T	Horní Bukovsko	NK reg	169	0,2 – 160,9 /31,6 – 158,3	2,25.10 ⁻⁴
2151_04T	Drahotěšice	NK reg	92,5	1,0 – 89,4 /46 - 90	1,3.10 ⁻³

NK reg – regionální oběh v sedimentech

4. CHARAKTERISTIKA RAJONU

4.1. GEOLOGICKÁ STAVBA A CHARAKTERISTIKA JEDNOTEK

Podloží pánevních sedimentů je tvořeno krystalickými metamorfovanými horninami jihočeského moldanubika, kterým pronikají granity centrálního moldanubického plutonu. Nejstaršími sedimenty třebové pánve reprezentuje klikovské souvrství svrchnokřídového stáří. Rozsah mladších terciérních jednotek je mnohem menší a je omezen především na sedimenty mydlovarského a ledenického souvrství středně miocenního, resp. pliocenního stáří. Denudační relikty miocenního zlivského souvrství leží jak na horninách krystalinika, tak na sedimentech svrchní křídý. Terciérní sedimenty jsou vázány svým vznikem a i dnešním rozsahem na tektonicky predisponované deprese směru V-Z a SZ-JV až SSV-JJZ. Kvartérní sedimenty jsou zastoupeny zejména terasami řeky Lužnice a Nežárky, vyvinutými v několika akumulčních stupních. Dále se vyskytují povodňové hlíny, v menší míře fluviodeluviální sedimenty a rašeliny.

4.1.1. STRATIGRAFIE A LITOLOGIE

PODLOŽNÍ JEDNOTKY

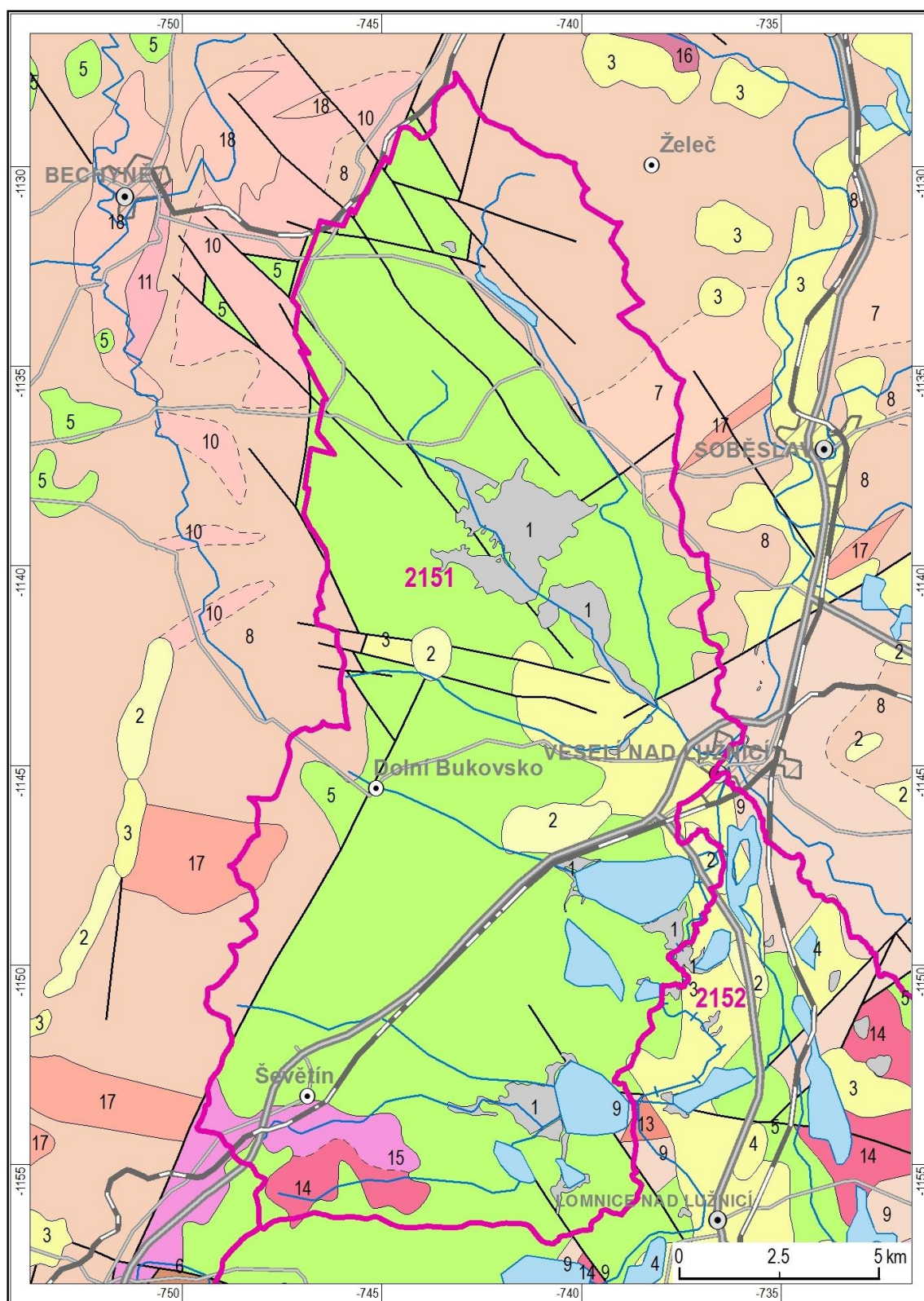
Moldanubikum

Podloží pánevních sedimentů je tvořeno převážně nemigmatizovanými sillimanit-biotitickými pararulami jihočeského moldanubika. Charakteristické je střídání decimetrových až metrových poloh břidličnatých a kompaktních, které často přecházejí do kvarcitů (vrt 2151_03T Horní Bukovsko – Homolka a kol. 2015). V severozápadní části, u Hodětína a Sudoměřic jsou polohy ortorul, které patří patrně k tělesu bechyňské ortoruly. Od jihozápadu, od Ševětína, zasahují do podloží HGR granity řazené k moldanubickému plutonu. Ve vrtu 2151_04T Drahotěšice (homolka a kol. 2015) byl v podloží zastižen fosilně navětralý biotit-muskovitický granit. Mocnost fosilních kaolinických zvětralin krystalinika, rudočervených, bělavě skvrnitých, se pohybují zpravidla 2 až 20 m, výjimečně dosahuje až 50 m. Místy zvětralinou zcela chybí. Mocnější fosilní zvětralinou jsou v podloží klikovského souvrství. Podle Malechy (1961) se v řadě strukturních vrtů v obou jihočeských pánvích ukázalo, že čím bylo podloží hlouběji zastiženo, tím slabší byla intenzita zvětrání. Vysvětluje to tím, že zvětralinové profily se zachovaly v největších mocnostech v relativně méně hlubokých úsecích (mělkých krátech), kdežto v úsecích s vyšší mocností křídý se uchovaly jen spodní části profilů.

SVRCHNÍ KŘÍDA

Klikovské souvrství

Uložení klikovského souvrství mají shodný vývoj jako v celé pánevní oblasti s charakteristickým střídáním sedimentů od hrubozrnných kaolinických pískovců až slepenců přes rudohnědé, většinou pestře mramorované písčité jílovce a prachovce až k tmavošedým jílovcům a jílovitým pískovcům. Výsledkem tohoto vývoje je cyklická sedimentace s pozitivním zrnitostním trendem, která však není zcela pravidelná.



Obrázek 4-1. Přehledná geologická mapa HGR 2151

KENOZOIKUM
KVARTÉR

1 slatina, rašelina, hnílokal

Terciér Českého masivu a KarpatKENOZOIKUM
PLIOCÉN

2 písky, štěrky, jíly

Terciér Českého masivu***Terciér Českého masivu (převážně předpliocén)***

NEOGEN

STŘEDNÍ SPODNÍ MIOCÉN (karpat - sarmat)

3 písky, štěrky, jíly, lignitové sloje

STŘEDNÍ SPODNÍ MIOCÉN (aquitán - baden)

4 písky, štěrky, jíly, podřadně uhelné sloje

Mezozoikum Českého masivu (převážně marinní)

MEZOZOIKUM

KŘÍDA

SVRCHNÍ KŘÍDA (santon)

5 klikovské souvrství, pískovce, jílovce, slepence

Paleozoikum Českého masivu

PALEOZOIKUM

PERM

SPODNÍ PERM (autun) + - SVRCHNÍ KARBON (stephan C)

6 rudé i šedé kalovce (prachovité jílovce), pískovce, arkózy, slepence, uhelné sloje

PREKAMBRIUM A (NEBO) PALEOZOIKUM, NEROZLIŠENÉ

PREKAMBRIUM A (NEBO) PALEOZOIKUM (nerozlišené)

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

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

9 ruly: nízký tlak (cordieritické ruly, cordieritické migmatity)

10 migmatizované ruly, migmatity, převážně stromatitické a flebitické

11 leukokráttní migmatity, leukokráttní kvarcit-felzické ruly

Spodnokorové a plášťové horniny

PREKAMBRIUM NEROZLIŠENÉ

PREKAMBRIUM (nerozlišené) - spodnokorové a plášťové horniny

12 felzické granulity, nepatrně až velmi silně retrogradně metamorfované

VARISKÁ INTRUZIVA

variská intruziva

13 alkalickoživcové a muskovitické granity, leukogranity

14 dvojslídne granity (muskovit>biotit, muskovit<biotit), jemně (až středně) zrnité

15 amfibol-biotitické a biotit-amfibolické granodiority

16 porfyrické amfibol-biotitické syenogranity (durbachity), melanokráttní

PŘEDVARISKÁ INTRUZIVA A INTRUZIVA NEZNÁMÉHO STÁŘÍ

(ČASTO DEFORMOVANÁ A METAMORFOVANÁ)

předvariská intruziva a neznámého stáří

17 leukokráttní, alkalicko-živcové muskovitické metagranity a ortoruly, mís stopovými prvky
18 muskovit-chloritické, muskovit-chlorit-biotitické, dvojslídne, a biotitické až metagranodiority a ortoruly

— hranice útvarů a hornin známé

--- litologické a petrografické přechody

/ zlom známý

2151 hranice a číslo rajonu v základní vrstvě

Obrázek 4-1b. Legenda přehledné geologické mapy HGR 2151

Křídové sedimenty třeboňské pánve jsou na daném území reprezentovány svrchním oddílem klikovského souvrství. Na rozdíl od spodního oddílu (zastoupeného v sousední českobudějovické pánvi) se zde nevyskytují tmavošedé jílovce, které jsou nahrazeny bělošedými, pestré jílovce jsou rudočervené až masově rudé a chybějí zde pelosideritové konkrece. Tyto rozdíly svědčí o tom, že sedimentační prostředí při vzniku uloženin svrchního oddílu bylo více oxidační. Rozdíl mezi oběma oddíly je ve změně a rozsahu sedimentačního prostoru; ve starším období byla pánev protažená ve směru SZ-JV, zatímco v mladším období se její tvar změnil na sj. Mezi oběma oddíly klikovského souvrství je tedy zřetelný hiát. Mocnosti svrchnokřídových uloženin se v j. části rajonu na v. a jv. od Ševětína pohybují pouze okolo 30-40 m, teprve směrem k S náhle narůstají na poklesových dislokacích, prohlubování křídové pánve od S je velmi pozvolné. Úsek v. a sv. od Dolního Bukovska má mocnost křídových sedimentů až cca 140 m. Novým průzkumným vrtem 2151_03T Horní Bukovsko bylo zachyceno klikovské souvrství v mocnosti až 160 m. Spodní část křídového sledu o mocnosti 50-80 m je tvořena světle šedými nebo žlutavými kaolinickými pískovci a slepenci, které obsahují jen ojediněle málo mocné vločky jílovitých hornin. Tento bazální pískovcový komplex si uchovává v celém širším území prakticky stálou mocnost (zastiženou ve vrtu Sb-1 z. od Svin – 64,5 m a ve vrtech Hv-17 a Hv-18 v. od Dolního Bukovska 66 m, resp. 80 m, ve vrtu GB-13 s. od Drahotěšic 52 m a ve vrtu GB-12 j. od Dynína – 78 m). Tyto shodné poměry v mocnostech a litologickém vývoji zmíněného bazálního pískovcového komplexu potvrzují jeho plošnou stálost. Také svrchní část tohoto pískovcového komplexu má převážně psefiticko-psamitický vývoj, ale vločky jílovitých hornin jsou zde již hojnější i mocnější. Jejich souhrnná mocnost je odhadnuta na 15-20 m. Teprve v nejvyšší části křídového profilu se uplatňuje výrazněji pelitické sedimenty zastoupené světle až bělošedě zbarvenými většinou jemně písčítými až prachovitými jílovci, které se zde střídají s rudočervenými, často žlutavošedě, bělošedě a nafialově skvrnitými jílovci. Mocnost této svrchní části sledu dosahuje max. 40-50 m a závisí na vzdálenosti od z. tektonického okraje pánve, v jehož blízkosti je tato mocnost relativně nejvyšší. Pískovce mají celkem dobře vytríděné a opracované zrno, tvořené téměř výhradně křemenem, pocházejícím z okolních metamorfovaných hornin. Svědčí pro to rozpraskání křemene a jeho výrazně undulózní zhášení. Dosti hojný je muskovit. Zato biotit a živce jsou velmi vzácné a lze je nalézt pouze v bazálních partiích pískovcového komplexu (biotit je navíc baueritizován a živce silně kaolinicky rozložené). Povaha jílovité složky u pískovců i jílovců je kaolinitická. Z těžkých minerálů obsahují zejména rutil, anatas, zirkon, turmalin, disten, andalusit, granát, brookit, staurolit a monazit.

Petrografický charakter sedimentů svrchního oddílu klikovského souvrství nasvědčuje ukládání kaoliniticky zvětralého materiálu pocházejícího z okolního krystalinika v oxidačním prostředí, přičemž jeho dynamika se v čase měnila. Časté litologické přechody jsou odrazem změn dynamiky dílčích sedimentárních procesů a prostředí. Písčítá tělesa nejspíše představují produkt sedimentace v říčních korytech. Jemnozrnné sedimenty jsou produktem sedimentace ze suspenze, která převažovala na povrchu niv. Uhelné jílovce mohou být spjaty s dočasným vznikem lakustrinního prostředí.

V průzkumném vrtu 2151_01T Vlastiboř (Homolka a kol. 2015), který je situován v s. části rajonu, mají sedimenty klikovského souvrství podobu rychlého střídání pískovců s jílovitou příměsí s písčítými jílovci a prachovci. Mocnější polohy pískovců jsou vázány na spodní části sledu, jehož mocnost dosahuje téměř 56 m. Nejvyšší mocnosti byly zachyceny v průzkumném vrtu 2151_03T Horní Bukovsko (Homolka a kol. 2015). Ve spodní části sledu se nachází polohy hrubozrnných pískovců o mocnostech do 10 m, které se střídají s polohami proměnlivě písčitých jílovců a byly zde zachyceny i metrové polohy tmavě šedých jílovců s organickým detritem přecházející až do uhelných jílovců. Ve vyšší části sledu je zastoupení písčitých sedimentů nižší a pískovce mají většinou silně jílovitý charakter. V průzkumném vrtu 2151_04T Drahotěšice (Homolka a kol. 2015) v z. části rajonu bylo zastiženo klikovské souvrství v mocnosti téměř 90 m s převahou prachovců a jílovců ve spodní

části sledu a střídání hrubozrnných pískovců s ojedinělými polohami slepenců a šedých nebo šedočervených mramorovaných jílovců.

TERCIÉR – NEOGÉN

Mydlovarské souvrství – spodní část

Mydlovarské souvrství lze rozdělit na 2 dílčí části. Spodní část vystupuje na povrch pouze v plošně omezeném úseku s. od výběžku Horusického rybníka. Převládají zde šedozelené, šedě a rezavě skvrnité, silně písčité tuhé jíly, střídající se s polohami jílovitých písků až rozpadavých pískovců, drobozrnných až středně zrnitých a jemně slídnatých. Horniny mydlovarského souvrství tu nasedají na svrchnokřídový podklad.

V ostatních místech svého výskytu jsou sedimenty spodní části mydlovarského souvrství překryty uloženinami svrchní části mydlovarského souvrství. Litologický vývoj spodní části mydlovarského souvrství v úseku jv. od Kundratic lze interpretovat podle výsledků strukturního vrtnu Sb-4, situovaného z. od Veselí n. Lužnicí. Z celkové mocnosti téměř 17 m zaujímají bazální 4 m nazelenalé světle šedé, silně jílovité pískovce až slepence, které směrem do nadloží přecházejí do hnědošedých, zprvu písčitých, později diatomových jílo a v nejvyšší části až do polohy tmavě šedohnědého xylitu (v hl. 26,3-17,05 m).

Sedimenty svrchní části mydlovarského souvrství se nacházejí v malé kře jv. od Kundratic. A jejich vývoj byl zastižen vrtem Sb-4. V profilu touto částí mydlovarského souvrství převládají tmavěji šedohnědé, místy též nazelenalé slabě jemně písčité jíly s proměnlivou většinou však dosti výraznou diatomovou příměsí (v hl. 5,0-24,5 m), které na bázi přecházejí do světle šedé, tmavěji šmouhované jílovité křemeliny o mocnosti 1,8 m. V poloze 25,0-26,0 m obsahuje též velké množství jehlic křemitých hub a cyst chryzomonád a dostává charakter spongodiomitů. Celý zmíněný komplex diatomových jílo obsahuje společenstva mikroorganismů patřící k jezerní biofacii, avšak i zde je možno pozorovat vlivy ingrese slané mořské vody z alpsko-karpatského prostoru, projevující se výkyvy v kvantitativním zastoupení sladkovodních mezohalobních a halofilních rozsivek v asociacích převážně planktonního charakteru. Mocnost sedimentů svrchní části mydlovarského souvrství se zde pohybuje kolem 25 m.

Jílovitá složka hornin mydlovarského souvrství se skládá především z kaolinitu a montmorillonitu, přičemž kaolinit se uplatňuje zejména ve spodní části souvrství, a to v blízkém podloží uhelné polohy; ve svrchní části souvrství naopak přibývá montmorillonitu. V pylovém spektru převládají typy ze skupiny Angiospermae, vedle řady typů Pteridophyt a Gymnospermae. Podle paleontologického obsahu lze řadit svrchní část mydlovarského souvrství do spodního badenu, zatímco sedimentace spodní části souvrství mohla probíhat již v karpátu.

Ledenické souvrství

Mocnost uloženin ledenického souvrství se pohybuje do 10 metrů. Jejich litologický vývoj je zde značně proměnlivý a to i na krátké vzdálenosti. Většinou jsou zastoupeny světle šedými, nahnědlými či nazelenavými jílovitými písky, jemnozrnnými až středně zrnitými a jemně slídnatými, zatímco namodralé, hnědé či zelenavě šedé jíly s jemně písčitou příměsí jsou v menšině. Uloženinám ledenického souvrství tvoří v tomto úseku podloží horniny klikovského souvrství s výjimkou zmíněné hlubší miocenní kry s úplným vývojem mydlovarského souvrství, zasahujícím na území rajonu z okolí Veselí n. Lužnicí. Vysoko převládající křemenná zrna v klastickém podílu hornin ledenického souvrství jsou většinou dobře opracovaná. Jílovitá složka je kaolinitická se slabou příměsí

montmorillonitu. Tato petrografická charakteristika svědčí pro původ materiálu ledenického souvrství ze starších sedimentárních jednotek jihočeských pánví, především ze souvrství mydlovarského, s nímž se ledenické souvrství do značné míry shoduje i paleografií sedimentačního prostoru.

KVARTÉR

Fluviální terasy Lužnice zasahují na území rajonu od V velmi okrajově v oblasti j. od Veselí nad Lužnicí. Zcela ojedinělý výskyt pleistocenních fluviálních akumulací je v údolí Bechyňského potoka j. od Vlastiboře. Akumulace mají charakter **písčitých štěrků až štěrkovitých písků**. Písčitá frakce je středně až hrubě zrnitá. Valounový materiál štěrků tvoří především dobře opracované křemenné klasty o velikosti do 5 cm. Mocnosti se pohybují řádově v prvních metrech.

V oblasti mezi Borkovicemi, Mažicemi, Zálší, Klačaty, Komárovem a Vlastiboří jsou na křídovém podloží vyvinuta rozsáhlá rašeliniště s **organickými sedimenty**, kde převládá ostřico-mechový a ostřico-rákosový humolit. Tyto oblasti jsou charakteristické hladinou podzemní vody v blízkosti terénu. Výskyt rašelinišť je v oblasti Borkovických blat podmíněn přítomností mažické zlomové struktury. Rozsáhlé organické sedimenty se vyskytují také v. od Mazelova u Zábělského rybníku (rašeliniště V panských).

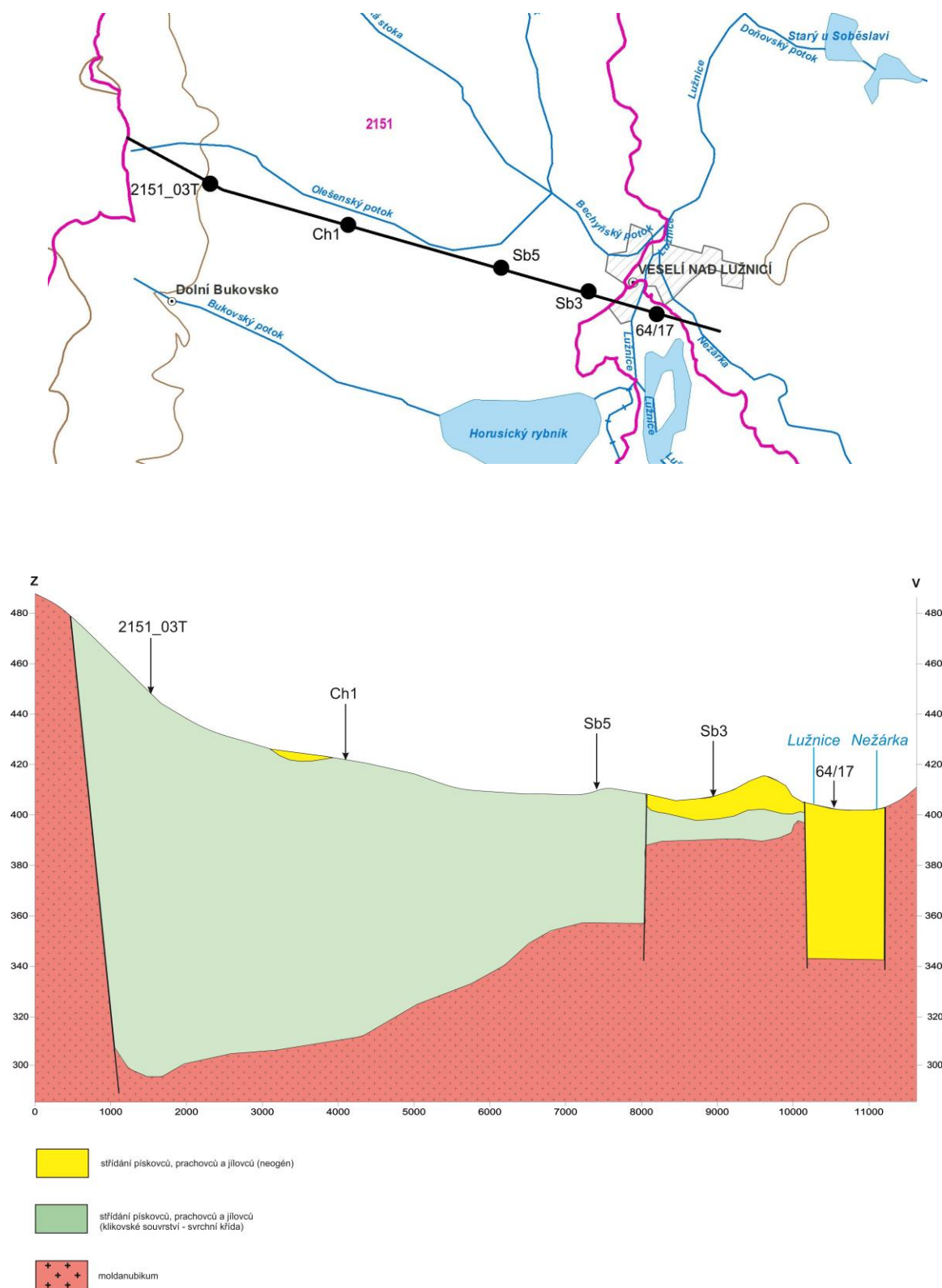
Spraše a sprašové sedimenty vytváří plošné pokryvy zejména v oblastech j. od Mažic a mazi Dolním Bukovskem, Bošilem a Dolním Neplachovem, kde pokrývají sedimenty svrchní křídý. Výše uvedené eolické sedimenty jsou většinou odvápněné, jemně písčité, lokálně nabývají mramorovaný vzhled s povlaky limonitu (Suk a kol. 1991).

Mocnosti se pohybují do dvou metrů, j. a jv. od Dolního Bukovska byly zaznamenány mocnosti až přes 6 m (Malecha a kol. 1991).

Holocenní fluviální sedimenty jsou vázány na území dnešní údolní nivy Lužnice a dalších stálých vodních toků a mají charakter **písků, hlín a jílu** s vertikálními i laterálními přechody mezi jednotlivými litotypy. Představují svrchní poloizolátor spočívající v nadloží sedimentů třeboňské pánve, případně údolní terasy Lužnice. Mocnosti těchto akumulací se pohybují v řádu prvních metrů.

Svahové hlinité, písčité a jílovité sedimenty s úlomky hornin se nacházejí v plošně malých výskytech v úpatních částech svahů, příp. lemuji břehy nivy vodních toků. Dosahují mocnosti 1–3 m. Po stránce litologické se jedná o přemístěné zvětraliny podložních hornin včetně jejich úlomků obohacené o příměs humózní ornice. Podobnou litologickou charakteristiku vykazují **splachové sedimenty** vyplňující periodicky protékaná údolí, ústící do niv vodních toků.

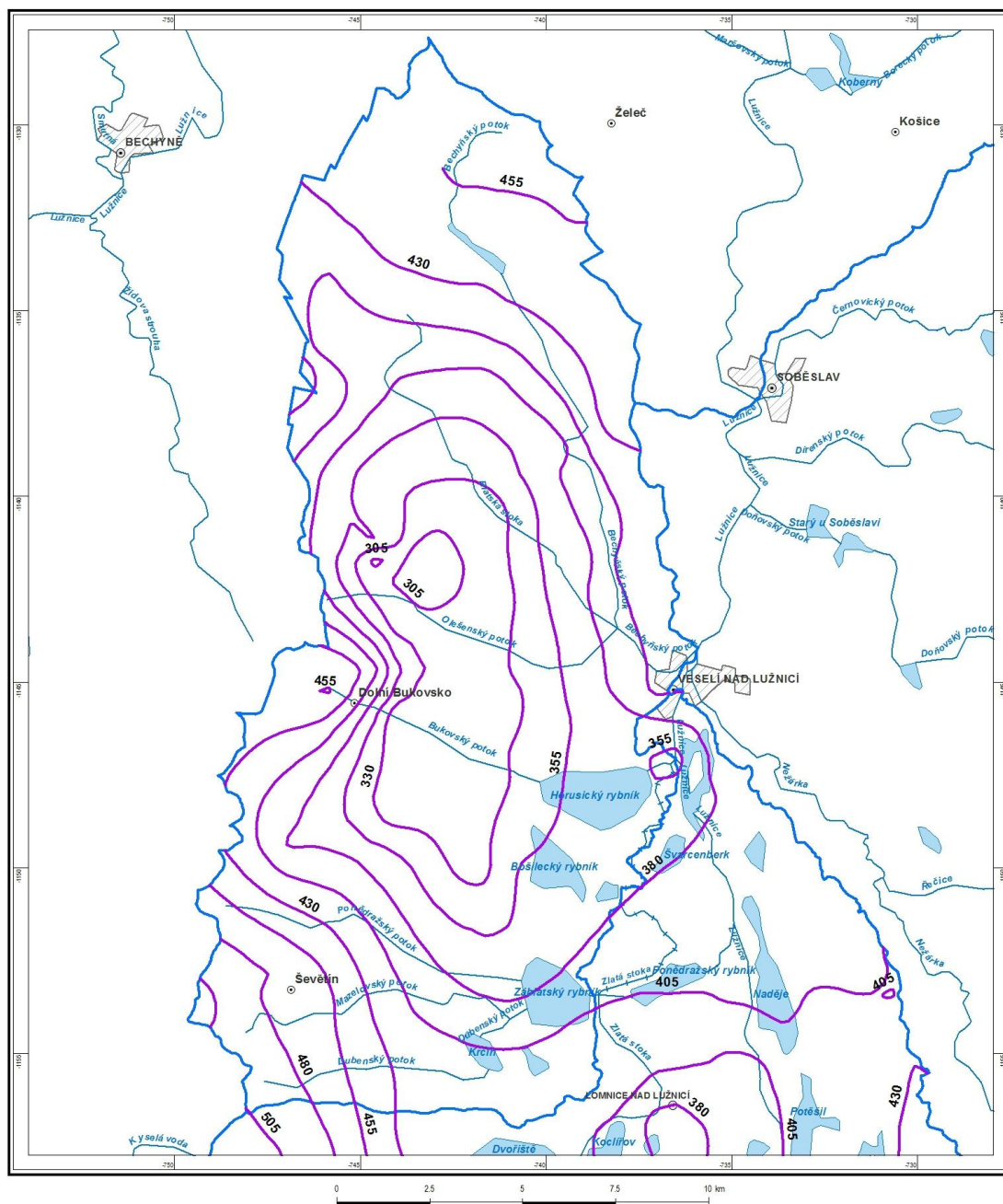




Obrázek 4-3. Schematický geologický řez mezi Horním Bukovskem a tokem Nežárkou j. od Veselí nad Lužnicí

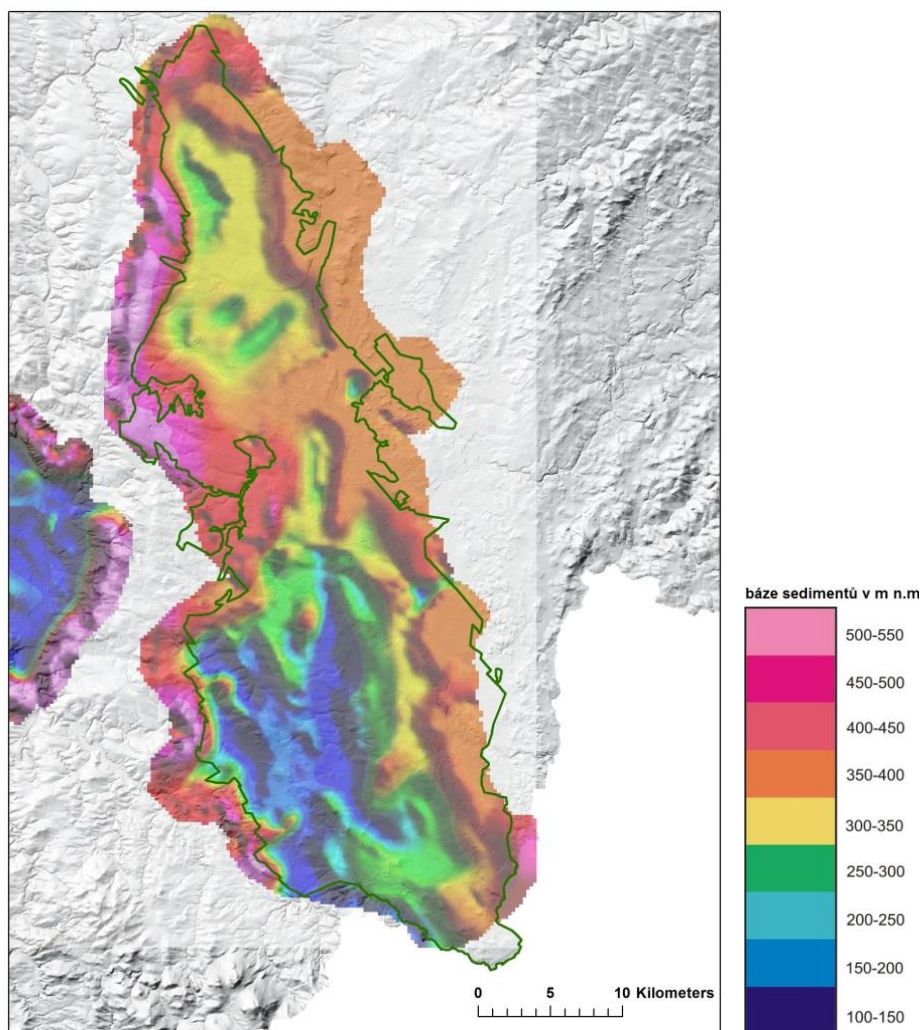
4.1.2. STRUKTURNÍ STAVBA

Charakteristickým rysem podložního krystalinika je monoklinální upadání foliace k S až SSZ. Průniky granitů bývají vázány převážně na křehké zlomové struktury. Pohyby na těchto zlomech jsou však i mladší a výrazně ovlivňovaly paleogeografii během formování třeboňské pánve. Tektonicky diferencované poklesové pohyby byly příčinou paleogeografických změn sedimentačního prostředí, které se odráží v charakteru výplně třeboňské pánve.



Obrázek 4-4. Izoliniový model báze pánev sedimentů HGR 2151

Významným systémem dislokací, které ovlivňují geometrii sedimentární výplně, tvoří zlomy směru SZ-JV, ZSZ-VJV až Z-V. Diferenciace sedimentačního prostoru způsobená pohyby na těchto zlomech byla zčásti vyrovnávána sedimentací.



Obrázek 4-5. Interpretace mocností výplně třeboňské pánve na základě odporových vlastností hornin ukazuje lokální maxima mocnosti sedimentů v oblasti Horního Bukovska

Východní okraj pánve je patrně ovlivněn předterciérním zlomovým systémem SZ-JV směru, který vytváří elevaci oddělující hlavní část pánve na Z od reliktu v údolí Nežárky na V. Ve vývoji neogenních sedimentů jsou nejvýznamnější směry SSV-JJZ (směr blanické brázdy), které se shodují se směry největších mocností pánevních sedimentů. Je to především drahotěšický zlom (Ambrož 1935), probíhající ve v. okolí Drahotěšic a sledovatelný dále k JJZ a zčásti i k SSV. Ve značné části svého průběhu je zvýrazněn křemenným valem. Ten odděluje v j. části území moldanubické krystalinikum nejen od sedimentů třeboňské pánve, nýbrž i od výběžku variského ševětínského žulového masívu.

Pro širší území má podle Dudka a Suka (in Dornič et al. 1962) význam, neboť v zóně mezi Dolním Bukovskem a Úsilným odděluje rozdílně metamorfované jednotky moldanubika. V úseku s. od Dolního Bukovska se drahotěšický zlom stává obtížněji sledovatelným. Z porovnání hloubek některých vrtů vyhloubených v tomto úseku (např. vrtu č. 64/22 na jedné a vrtu B-1 na druhé straně)

však vyplývá, že na této linii, která se nepochybně představuje pokračováním drahotěšického zlomu k SSV, dochází k výraznému prohloubení svrchnokřídové pánve směrem k V. Zlomy podobné orientace S-J směru daly vznik dunajovické hrásti tvořící elevaci s výskyty krystalinika ve střední části rajonu. Ta se výrazně projevovala během sedimentace ve svrchní křídě a částečně i během terciéru. Vedle dislokací systému blanické brázdy hrají ve stavbě zájmového území významnou roli též zlomy příslušného kolmého systému – ZSZ-VJV. Jsou nepochybně velmi starého založení, stejně jako zlomy systému blanické brázdy, které byly neustále reaktivovány a mají výrazné projevy v morfologii území. Lze je sledovat na značné vzdálenosti a to do určité míry i v území krystalinika. Svědčí o tom zřejmá návaznost zlomů porušujících z. okraj třeboňské svrchnokřídové pánve na „příčné“ zlomy zjištěné v pořežanském neogenním příkopu. Přitom na těchto dislokacích většinou nelze pozorovat vertikální pohyby o větších amplitudách.

Velmi mladou funkci zlomů obou uvedených systémů indikuje náhlé rozšíření údolní nivy potoků a značné zvětšení mocnosti povodňových hlín těsně za tektonickým okrajem pánve při v. okraji Dolního Bukovska. Zde představuje hranici mezi oblastí eroze a akumulace a anomálie v morfologii údolní nivy Bukovského potoka v úseku v. od drahotěšického zlomu. Dislokace nejvýznamnějšího tektonického systému SZ-JV směru se v zájmovém území uplatňují v úseku mezi Horním a Dolním Bukovskem, kde tvoří tektonické omezení pánve. Dále probíhají j. od Dolního Bukovska, kde zřetelně postihují drahotěšickou poruchu a v obvodu pořežanského příkopu, který dislokují (spolu se zsz.-vjv. zlomy) na řadu tektonických ker. Projevují se nepochybně i v morfologii dna pánve, např. v okolí vrtů GB-12 a H-1 u Dynína. Z hlediska projevů nejmladších fází této tektogeneze je lze v zájmovém území klasifikovat jako relativně mladší ve srovnání s poruchami systému blanické brázdy, avšak starší nežli oba zbývající zlomové systémy směru SV-JZ a ZSZ-VJV.

Zlomy příslušného kolmého směru SV-JZ se zdají hrát v tektonické stavbě území již podřadnější roli. Lze je zachytit jednak na okraji tehdejší křídové pánve, v úsecích uvnitř pánve, kde tvoří hranici mezi horninami svrchní křídové pánve a neogénu. Smysl jejich úklonu nebývá jednotný v celém jejich průběhu a zřejmě se měnil i v jednotlivých obdobích vzniku a vývoje pánevních sedimentů. Dokladem o vlivu těchto poruch na morfologii pánevního dna je série stejnosměrných depresí a elevací mezi Dolním Bukovskem a Záblatským rybníkem, interpretovaných z výsledků geoelektrického měření.

V rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod proběhlo geofyzikální měření na tzv. mažické linii, která se projevuje ve změně úrovně hladiny podzemní vody na obou stranách této poruchy. Na základě geofyzikálních měření (Karous a kol. 2015) se jeví mažická linie jako tektonická porucha doprovázená změnou sedimentace na obou stranách od ní. Podle této linie došlo k vertikálnímu pohybu ker. Dle odporových měření se může tato linie projevovat jako strmá tektonická porucha - vertikální vodivé deskovité těleso - systém paralelních poruch, nebo kontakt dvou různých zrnitostí křídových sedimentů či rychlý přechod facií sedimentů jako úzká příkopová propadlina (Karous a kol. 2015).

Hlavním problémem oblasti je nedostatečná znalost zlomového systému z hlediska geodynamiky třeboňské pánve. Ačkoliv kapitola o tektonice dokládá existenci velkého množství informací o průběhu jednotlivých zlomových struktur, jejich průběh a interpretované funkce nejsou zcela v souladu s tektonosedimentárním vývojem pánve.

4.2. HYDROLOGIE

Pro stanovení srážko-odtokových vztahů HGR 2151 byla použita data poskytnutá ČHMÚ o srážkách a odtocích. Tabulka 4-1 poskytuje přehled o srážkoměrných stanicích v hodnoceném rajonu a obrázek 4-6 ukazuje jejich pozici. Základní data o srážkových úhrnech, teplotách vzduchu a evapotranspiraci v hodnoceném rajonu porovnané s průměry za období 2001-2010 a 1961-1980 pomocí poměrů hodnot (u teplot vzduchu rozdílů hodnot) uvádí tabulky 4-2 a 4-3.

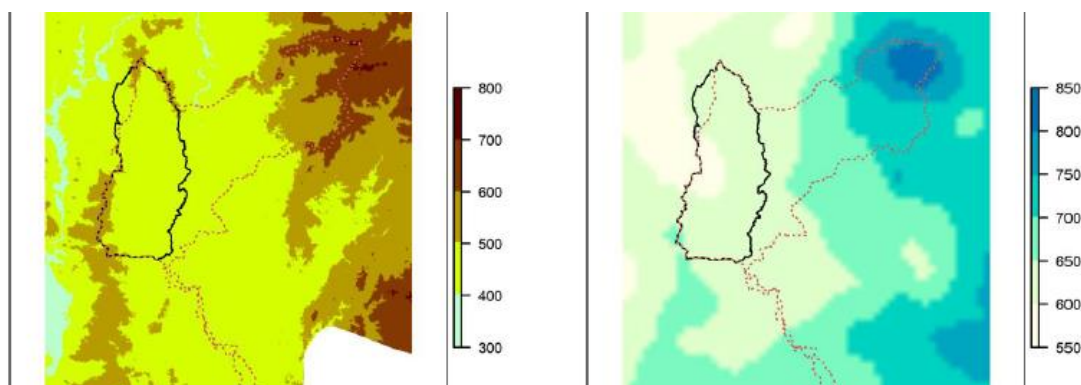
Tabulka 4-1. Základní údaje o srážkoměrných stanicích

Číslo	Lokalita	Doba měření (hodnocení)	Poznámka
900549, 900550	Borkovice	1.3.1997 – 2014	Dlouhodobé pozorování
900547, 900548		1.1.1945 – 28.2.1997	
900064	Ševětín - Mazelov	1.9.1987 – 2014	
900063	Ševětín - Ovčín	1.12.1970 – 31.8.1987	
	Ševětín	1.8.1962 – 30.11.1970	
	Ševětín Švamberk	1.1.1931 – 31.7.1962	

● srážkoměrné stanice



Obrázek 4-6. Pozice srážkoměrných stanic



Obrázek 4-7. Výškopis HGR 2151 v m n.m. Obrázek 4-8. Průměrné roční srážkové úhrny za 1981-2010 (mm/rok)

Tabulka 4-2. Vývoj srážkových úhrnů

období	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR	599,53	620,47	1,03	666,00	1,07
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	646,31	669,84	1,04	706,79	1,06

Tabulka 4-3. Vývoj teploty vzduchu

období	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(°C)	(°C)	dif.(C)	(°C)	dif.(°C)
HGR	7,37	8,09	0,72	8,45	0,36
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	7,15	7,87	0,72	8,24	0,37

Ze srovnání hodnocených období vyplývá, že průměrná teplota vzduchu v rajonu roste, což prokazuje statisticky významný trend s gradientem 0,04 °C za rok. U průměrného ročního úhrnu srážek nebyl mezi obdobími 1981-2010 a 2001-2010 zjištěn statisticky významný trend.

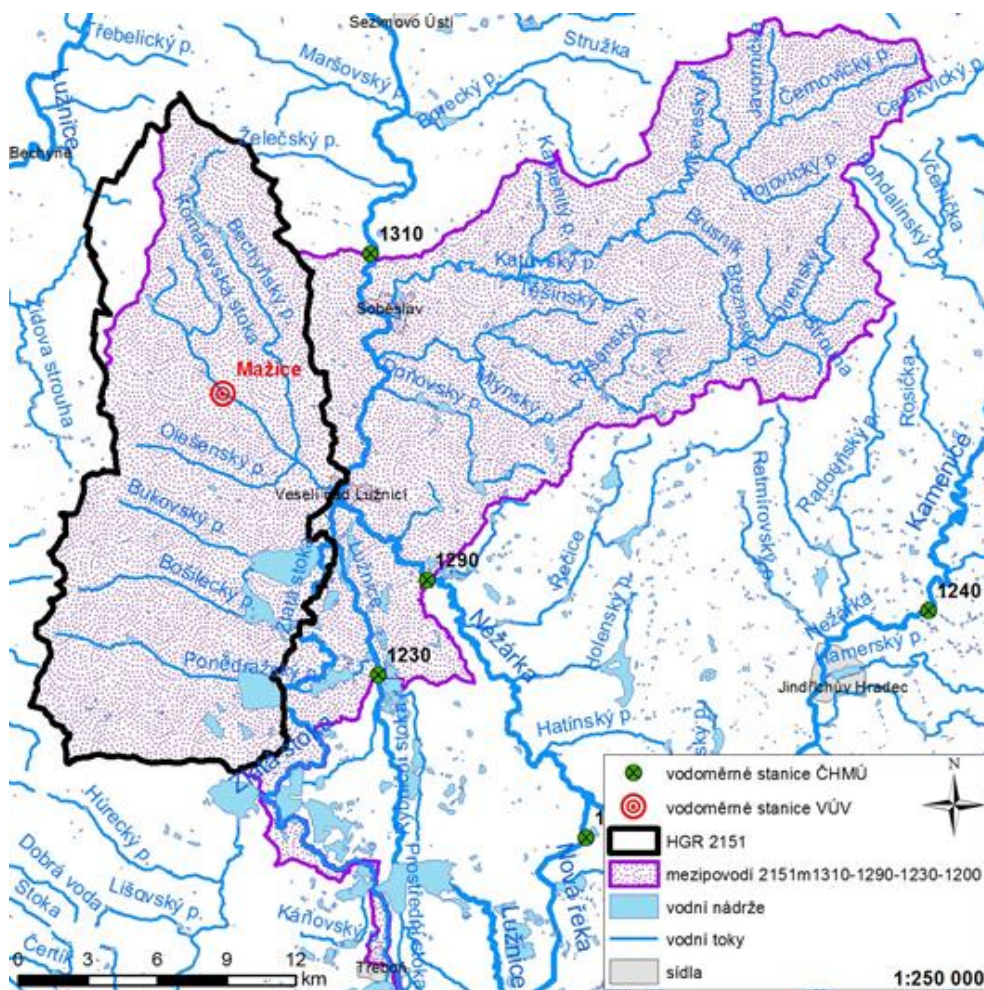
Bezmála celá plocha HGR 2151 náleží do mezipovodí Lužnice (obr. 4-9) s odtokem sledovaným ve stanici Klenovice – Lužnice (1310) a přítoky ve stanicích Hamr nad Nežárkou – Nežárka (1290), Frahelž – Lužnice (1230) a Pilař – Zlatá stoka (1200). Průtoky v uvedených profilech jsou dlouhodobě pozorované vodoměrnými stanicemi ČHMÚ. Přirozené hydrologické poměry jsou ovlivněny existencí antropogenních zásahů v podobě stok a řady rybníků jako např. Blatská stoka, Bukovský (Horusický rybník), Bošilecký (Bošlilecký rybník), Ponědrážský (Záblatský rybník) a Dubenský potok (rybník Krčín) Průtok na Bechyňském potoce (vdč. 12) uvádí tabulka 4-4.

Tabulka 4-4. Základní údaje o průtokoměrných stanicích

Číslo	Vodní tok	Lokalita	Plocha povodí (km ²)	Průměrný denní průtok (m ³ /s)	Specifický odtok (l/s.km ²)
V-12	Bechyňský p.	Veselí n. Lužnicí	121,0	180,0	1,49

Tabulka 4-5. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data za období 1971-2010.

ID vodoměrné stanice		Srážky prům	Průtok prům	Plocha povodí
		mm	m ³ /s	km ²
2151m1310-1290-1230-1200	mezipovodí Lužnice (Klenovice)	664	2,293	636,4
HGR 2151	HGR 2151	615,2	-	260



Obrázek 4-9. Situace a popis říční sítě hydrogeologického rajonu

INFORMACE O DOPLŇKOVÝCH MĚŘENÍCH V RÁMCI PROJEKTU

Mezipovodí, vymezené sestavou stanic ČHMÚ zahrnuje přítoky Lužnice z obou stran toku, v posuzovaném rajonu jsou však jen levostranné přítoky.

Vodoměrné profily na tocích ve vytipovaných dílčích povodích, profily pro expediční hydrometrování v rajonech s nedostatečným množstvím dat, byly měřeny, vedle nutnosti provést prostorovou analýzu hydrogeologických poměrů, také s ohledem na analýzy pohybu hladin podzemní vody ve vrtech.

V mnoha vytipovaných místech byla hydrologická funkce toku známa z různých předchozích průzkumů s dostatečnou přesností, někde byla k dispozici data, která byla přehodnocena, jiné úseky toku nebyly z hydrologického pohledu nijak zajímavé (na základě analýzy podrobné geologické situace). V jistých částech toku naprosto převládalo antropogenní ovlivnění (vliv hydrotechnických staveb, soustředěné odběry či vypouštění, případně i velký průtok v recipientu k předpokládané dotaci podzemní vodou), které naprosto překrývá komunikaci s podzemními vodami. Plánování prací PPP proto vycházelo ze zmapování všech těchto jevů, aby provedená terénní měření přinesla věrohodné, užitečné, nové a dostatečně přesné výsledky. Je zřejmé, že přesnost identifikace a kvantifikace těchto jevů byla silně závislá na přesnosti hydrometrických měření. Přesnost je dána nejen přesností a správností vlastního metodického přístupu, ale primárně výběrem optimálního měrného profilu a výběrem optimální doby měření. Samozřejmým předpokladem aplikace těchto postupů je primární

vyloučení (nebo kvantitativní definování) antropogenního ovlivnění hydrologického režimu (odběry či vypouštění vod z/do povrchových a podzemních vod).

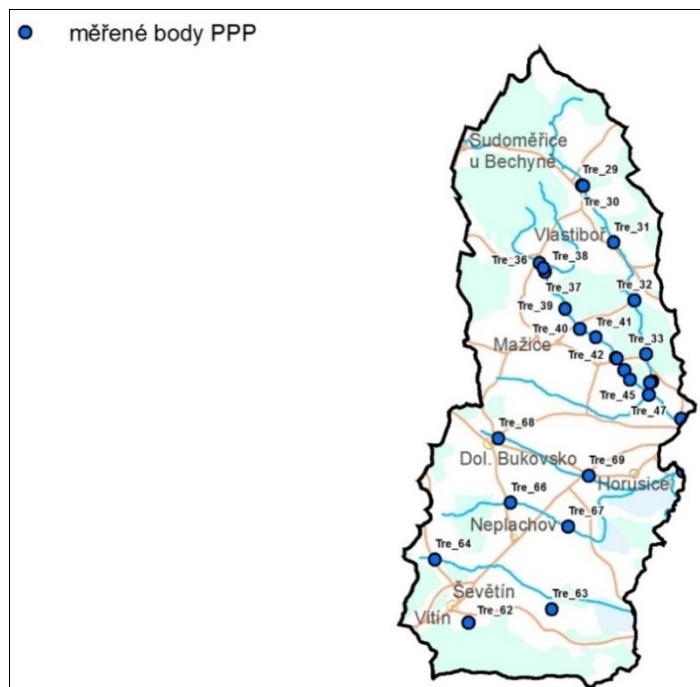
Analýza čar postupných profilových průtoků vychází z předpokladu, že průtok v určitém místě je výsledkem působení různých činitelů, kteří se uplatňují v hydrologickém režimu příslušného území. Profilová měření bylo proto důležité provést v období nízkých srážek, kdy převládající složka v toku je přítok podzemních vod (základní odtok) a vliv ostatních činitelů je zanedbatelný.

Výsledkem postupného profilování průtoků bylo vymezení úseků na toku, kde dochází k drenáži podzemních vod, a úseků, kde dochází k infiltraci povrchových vod do vod podzemních. V rámci těchto dvou základních rozdělení byly dále vyděleny dílčí úseky se zvýšenými hodnotami drenáže, resp. infiltrace. Tyto hydrologické výstupy jsou navázány na litologickou a tektonickou situaci a na hydrogeologické poměry (vymezení kolektorů a izolátorů, směrů proudění podzemní vody, preferenčních cest proudění apod.) rajonu pro potřeby koncepčních i matematických modelů.

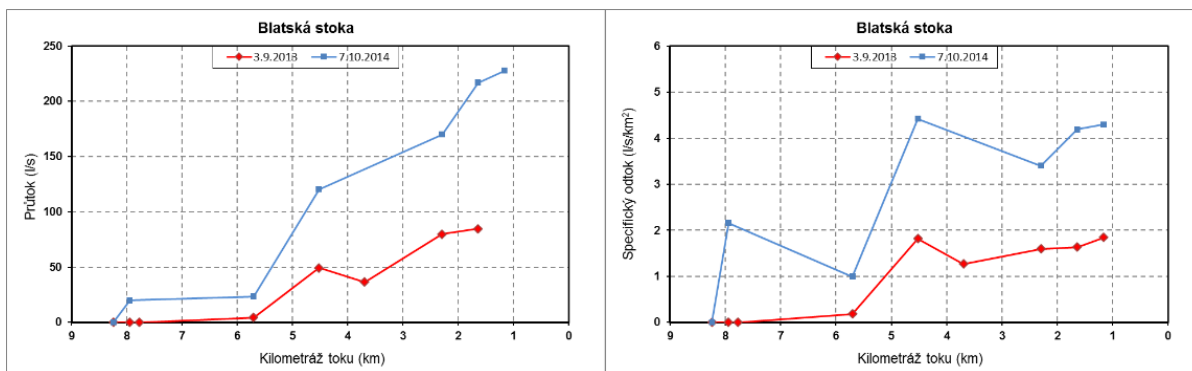
Přehled provedených měření PPP v rámci projektu uvádí tabulka 4-6 a schematické vyjádření pozice měřených úseků je patrné na obrázku 4-10. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometrůžce měřeného toku a na ploše povodí ukazují obrázky 4-11 až 4-14.

Tabulka 4-6. Přehled provedených měření PPP

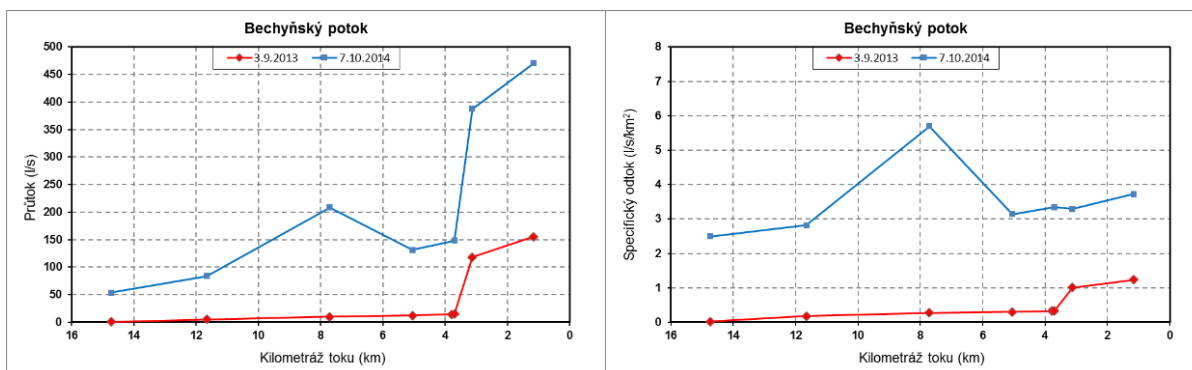
Vodní tok	Datum měření	Počet měrných profilů	Poznámka
Blatská stoka	3.9.2013; 27.2.2014; 7.10.2014	9	+ 1 součtový bod
Bechyňský potok	3.9.2013; 7.10.2014	6	+ 2 součtové body



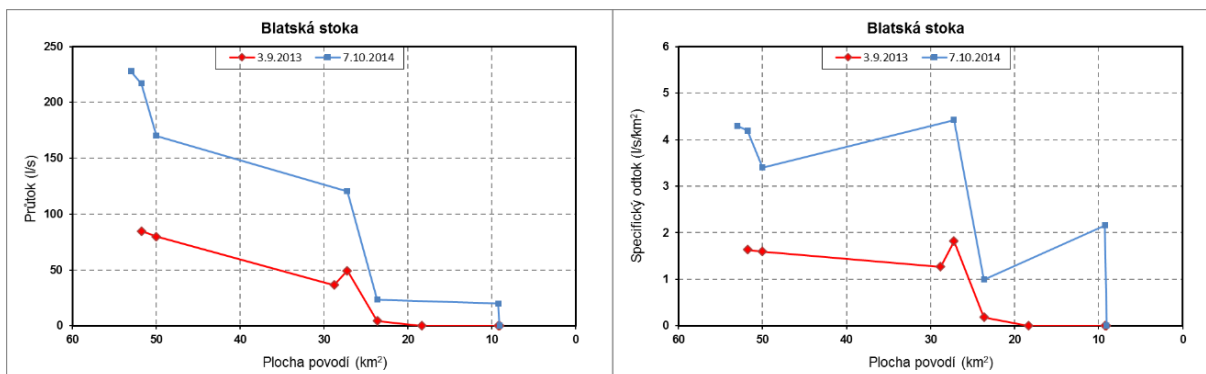
Obrázek 4-10. Pozice provedených měření PPP



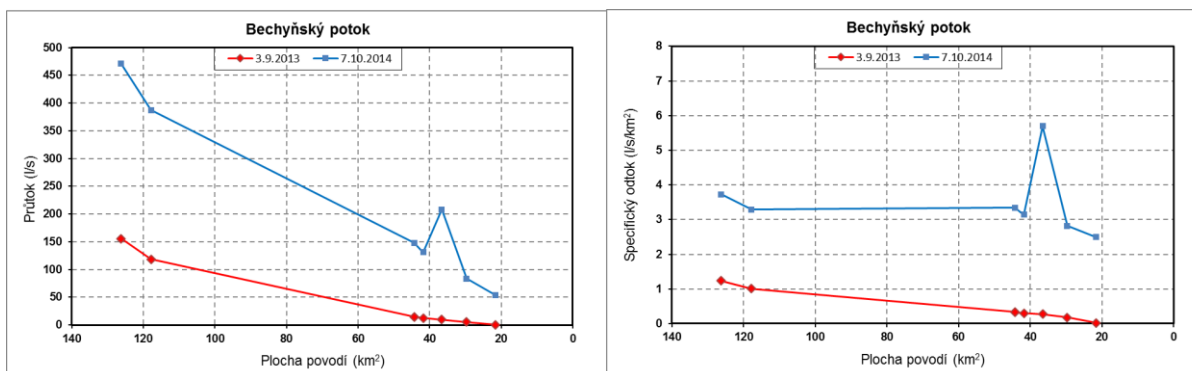
Obrázek 4-11. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometráži měřeného toku Blatská stoka



Obrázek 4-12. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometráži měřeného toku Bechyňský potok



Obrázek 4-13. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Blatská stoka



Obrázek 4-14. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Bechyňský potok

Bechyňský potok

Bechyňský potok je levostranný přítok řeky Lužnice, do které se vlévá na s. okraji Veselí nad Lužnicí. Délka jeho toku je asi 20 km. Plocha povodí 123,1 km². Průměrná nadmořská výška toku je 443 m a průměrný průtok 0,67 m³/s. Nejvýznamnějším přítokem je Blatská stoka, která se do Bechyňského potoka vlévá zprava před Veselím nad Lužnicí. Délka toku je 12 km, plocha povodí 12km² a průměrný průtok u ústí do Lužnice 0,29 m³/s.

První měření průtoků proběhlo 3.9.2013. Celkem bylo navštíveno 18 lokalit, na kterých byla provedena hydrometrická měření metodou PPP (postupné proměření průtoků na toku) a zaznamenány souřadnice. Podchyceny byly i všechny významné přítoky těchto toků (Komárovská stoka, Brod, Olešenský potok).

Výsledky těchto měření, fotodokumentace a mapové podklady jsou k dispozici u zhotovitele. S ohledem na ještě jedno plánované měření byla měření na jednotlivých profilech fixována k pevným bodům, aby mohla být porovnána aktuální vodnost mezi těmito měřeními. Měření průtoků proběhlo v bezesrážkovém období, za setrvalých, nízkých stavů, ideálních pro PPP.

Na základě výsledků měření a jejich následné analýzy byla provedena revize měrných profilů (měření na 2 profilech zrušena) pro následující měření, které bylo uskutečněno dne 7.10.2014.

Druhé měření oproti prvnímu probíhalo za vyšších vodních stavů. Tyto vodní stavy se přesto, v porovnání s dlouhodobými průměry, dají považovat za nižší.

Tato skutečnost může být ovlivněna jednak tím, že v povodí obou toků se nachází mnoho vodních ploch (rybníků), a to především v horní části povodí Bechyňského potoka (Vyhnanický rybník a další). Konkrétně druhé měření bylo provedeno krátce po výlovu Rytířského rybníka. Přestože na základě informací rybářů byl stav již delší dobu setrvalý, bez další manipulace, nelze vyloučit, že všechna vypuštěná voda ještě z povodí neodtekla. Na základě hodnot z monitorovací stanice ČHMÚ ve Veselí nad Lužnicí se dá eliminovat ovlivnění výraznější vlnou vyšších vodních stavů. Dalším faktorem může být i charakter krajiny. Oba toky, a to zejména Blatská stoka a dolní úsek Bechyňského potoka, protékají rozsáhlými slatiništi v poměrně rozsáhlé a významné regionální drenážní oblasti (Mažické a Borkovické blata), která může způsobovat delší retenci vody, přestože měření proběhlo v období, kdy nebyla minimálně týden zaznamenána žádná výrazná srážková epizoda.

Obě tyto zmíněné skutečnosti mohou mít zásadní vliv na vodnost těchto vodních toků, a to ať už v případě retence vody nebo vyšších vodních stavů (vypouštění rybníků).

Dubenský, Ponědrážský, Bošilecký a Bukovský potok

Měření těchto toků proběhlo jednou, a to 11.9.2013. Z každého toku byly z již dříve měřených vybrány vždy dva profily. Ponědrážský potok protéká mezi měřenými profily rybníční soustavou (především Záblatský rybník), což značně ovlivňuje měření.

4.3. HYDROGEOLOGIE

HGR 2151 s celkovou plochou 260 km² zaujímá přibližně obdélníkový prostor o rozměrech 10 x 26 km protažený sj. Směrem. Zahrnuje sedimentární strukturu vyplněnou limnickými a fluviálními svrchnokřídovými sedimenty, v minimální míře sedimenty mladšími neogenními a dále pak její krystalinické předpolí v její jz. a sv. polovině. Oblast krystalinika zaujímá cca 21 % plochy rajonu. Pánevni prostor je na Z omezen tektonicky, u ostatních okrajů se tektonika projevuje v omezené míře. Největší zahloubení a mocnost sedimentů až 161 m byla zjištěna u z. okraje v jeho centrální části u Horního Bukovska (nový vrt 2151_03T). Nadmořská výška dna pánevniho prostoru se z tohoto místa víceméně pravidelně zvyšuje k J, V i S. Obdobně se pak k ostatním okrajům pánevniho prostoru snižuje mocnost sedimentů.

Pánevni prostor je situován v oblasti českého moldanubika v jeho jednotvárné skupině, do kterého od J zasahují vyvřeliny moldanubického plutonu (těleso ševětinského granodioritu). Převážná část podloží a okolí přibližně s. od linie Drahotěšice – Veselí nad Lužnicí je tvořena biotitickými a sillimanit biotitickými pararulami s ojedinělými vložkami kvarcitických rul, erlánů a amfibolitů a muskovit-biotitickými pararulami (mezi Zálužím a Vlastiboří, u Dolního Bukovska). Jižní část rajonu a podloží pánve j. od uvedené linie je tvořeno vyvřelinami ševětinského tělesa (biotitické granodiority a dvojslídne granity) s migmatizovanými pararulami až migmatity v jeho plášti. Od severozápadu do oblasti mezi Sudoměřicemi a Hodětínem zasahují migmatizované pararuly až migmatity (obalová jednotka bechyňské ortororuly).

VYMEZENÍ KOLEKTORŮ A IZOLÁTORŮ

Litologický charakter sedimentů uložených v prostoru HGR 2151 se mírně odlišuje od ostatních částí třeboňské pánve. Sedimentární výplň je téměř výhradně zastoupena svrchním oddílem svrchnokřídového klikovského souvrství, tvořeným rozpadavými kaolinickými slepenci, pískovci, prachovci, jílovci a jejich kombinacemi, s celkovou výraznou převahou psefiticko-psamitických sedimentů. V převážné části pánevniho prostoru jsou ve spodní části souvrství uloženy kaolinické pískovce až slepence s ojedinělými vložkami jílovitých sedimentů s maximální mocností 50 – 60 m v centrální nejhlubší části pánve. V jejich nadloží jsou pak uloženy rovněž převážně písčité sedimenty, již s výrazně vyšším podílem jílovitých hornin o mocnosti 15 – 20 m. Teprve ve svrchní části sedimentární výplně se výrazněji uplatňují jílovité uloženiny, jejichž maximální mocnost se pohybuje kolem 50 m v centrální části pánve u jejího z. okraje a výrazně snižuje se v., j. i s. směrem a v některých okrajových částech pánve zcela chybí. Mladší neogenní sedimenty se vyskytují v reliktech v centrální části pánve jv. od Hartmanic (mydlovarské a ledenické souvrství) a mezi Borkovicemi, Horusicemi a Veselím nad Lužnicí (zlivské souvrství – jz. okraj Veselí nad Lužnicí a jeho okolí, mydlovarské souvrství mezi Horusicemi a Borkovicemi a ledenické souvrství mezi Horusicemi a Sviny). Mocnosti neogenních sedimentů zpravidla nepřesahují 15 m a s ohledem na podobný litologický charakter se sedimenty svrchní části klikovského souvrství významně neliší ani jejich hydrogeologická funkce. Neogenní sedimenty větších mocností a s převažujícím jílovitým vývojem, uložené v šalmanovicko – soběslavském příkopu zasahují do prostoru rajonu minimálně (pouze východně od Horusického rybníka) a spíše tvoří z. omezení rajonu mezi Veselím nad Lužnicí a Záblatím. Do rajonu náleží i okrajová část akumulace svrchnokřídových sedimentů, která do zájmového prostoru od J přesahuje z rajonu 5152 Třeboňská pánev - střední část na j. straně tělesa ševětinského granodioritu.

Zlomová tektonika SSV – JJZ a SZ – JV směru se uplatňuje zejména v omezení sedimentů na z. okraji pánve - drahotěšický zlom SSV - JJZ směru se skokem až přes 100 m a kombinace uvedených směrů na sz. okraji pánve. Zlomové struktury SZ – JV směru s výškou skoku nepřesahující 20 – 30 m omezují výskyt sedimentů na sv. okraji. Zlomová tektonika obou uvedených a kolmých směrů se zřejmě rovněž podílí na omezení šalmanovicko – soběslavského příkopu vyplněného omezeně propustnými neogenními sedimenty. Ten tvoří v. omezení rajonu mezi Veselím nad Lužnicí a Smržovem. Lze předpokládat, že okrajové zlomy nadlepšují drenážní účinek sedimentární pánevní výplně z okolního krystalinika. Naopak případné přítoky z tektoniky v podloží sedimentů jsou zřejmě zanedbatelné. Předpokládaná zlomová tektonika uvnitř pánevního prostoru se vzhledem k charakteru sedimentů v proudění podzemní vody znatelně neprojevuje. Lokálně může mít pouze mírný pozitivní i negativní účinek. Jedinou nehomogenitou, která vytváří bariéru v proudění podzemních vod v pánevním prostoru je tzv. mažický zlom nebo linie SV- JZ směru mezi Horním Bukovskem, Mažicemi a Zálužím. Rozdíl výstupních úrovní hladin na jeho obou stranách přesahuje 8 m a důsledkem je vznik a existence rašelinišť (Mažická, Borkovická blata) sz. od zlomu. I přes provedený geofyzikální průzkum se však nepodařilo prozatím jednoznačně identifikovat průběh uvedené nehomogenity ani její charakter tektonický nebo faciální. Pro objasnění charakteru a funkce této nehomogenity byla provedena další geofyzikální měření a výsledky byly ověřeny průzkumnými vrtnými pracemi.

V souladu s charakterem sedimentů v oblasti zájmového rajonu a současným způsobem bilančního hodnocení struktury byly rozčleněny hydrogeologické objekty na objekty charakterizující oběh podzemní vody v oblasti krystalinika v okolí pánevní struktury, na objekty charakterizující regionální oběh podzemní vody ve svrchnokřídových sedimentech s odvodněním v hlavních drenážních oblastech pánevní struktury a na objekty charakterizující mělký oběh podzemní vody v kvartérních a navazujících předkvartérních sedimentech s odvodněním v úrovni místních erozních bází.

Z hydrogeologického pohledu je možno pánevní výplň charakterizovat jako soubor rychle se střídajících kolektorů, poloizolátorů a izolátorů o mocnosti několika centimetrů až maximálně metrů s čoučkovitým vývojem a omezeným plošným rozsahem. Pouze lokálně jsou jílovité sedimenty ve svrchní části souvrství vyvinuty v takové mocnosti, aby vytvořily artéský strop písčitém uloženinám ve spodní části souvrství (např. v prostoru mezi Dolním Bukovskem a Horusicemi a sz. od mažické linie). Ani zde však není jejich izolační funkce úplná, čemuž nasvědčuje existence rašelinišť, vzniklých zřejmě v místech výstupu podzemních vod netěsnostmi artéského stropu (Borkovická blata, Blata u Horusic).

Ve svrchní části sedimentů se mohou lokálně vytvářet plošně omezené zvodně malého rozsahu v morfologických elevacích nad úrovní místních erozních bází, které s hlouběji uloženými kolektory komunikují pouze omezeně vlivem i několika řádově vyšší propustnosti v horizontálním než ve vertikálním směru.

Koeficient transmisivity dosahuje v horusickém zvodnělém systému nejvyšších hodnot v jihočeských pánvích. V téměř celé střední části rajonu je transmisivita vysoká až velmi vysoká od 500 m²/d až 2000 m²/d. Ve zbývajícím území rajonu je transmisivita vysoká 200-500 m²/d, v místech s malou mocností pánevních sedimentů výrazně klesá.

Lze předpokládat, že okrajové zlomy nadlepšují drenážní účinek sedimentární pánevní výplně na okolní krystalinikum, naopak přítok z tektoniky v podloží sedimentů je zřejmě zanedbatelný. Případná zlomová tektonika uvnitř pánevního prostoru se vzhledem k charakteru sedimentů v proudění podzemních vod znatelně neprojevuje, lokálně může mít pouze mírný pozitivní i negativní účinek. Jedinou nehomogenitou, která vytváří bariéru v proudění podzemních vod v pánevním prostoru je

mažický zlom. Rozdíl výstupních úrovní hladin na jeho obou stranách přesahuje 8 m a důsledkem je vznik a existence rašelinišť (Mažická, Borkovická blata) sz. od zlomu.

K infiltraci dochází ve vyvýšených územích s výchozy klikovského souvrství. K menším přítokům dochází z přilehlého krystalinika, zejména podél drahotešického zlomu. Před zahájením odběrů podzemní vody v j. subsystému proudila podzemní voda ke třem centrům drenáže indikovaným výskytem rašelinišť – Mažická, Borkovická a Veselská blata. Část podzemní vody přetéká mažickým zlomem k J a JV, kde je drénována Blatskou stokou. Rašeliniště vznikla i na dalších místech přírodní drenáže jv. systému, která byla později zatopena rybníky Horusickým a Záblatským. Po zahájení dlouhodobého čerpání v horusické linii vznikla nová umělá drenážní oblast, došlo ke změně směrů proudění podzemní vody a také ke změně funkce Horusického a Záblatského rybníka. Původní přírodní drenážní území se změnilo v potenciální infiltrační oblast. Subsystém s. od mažického zlomu nebyl těmito odběry významněji ovlivněn.

Kvartérní sedimenty mají v rámci rajonu z hydrogeologického pohledu minimální význam. Málo mocné fluviodeluviální sedimenty lemují v omezeném rozsahu lokální vodoteče převážně vz. směru v jižní části rajonu sz.-jv. směru v severní části rajonu. V místech přirozeného odvodnění pánevní struktury vznikla poměrně rozsáhlá rašeliniště v prostoru mezi Borkovicemi, Mažicemi a Komárovem a malého rozsahu u rybníků v jv. části rajonu. Určitý vliv na režim podzemní vody v prostoru sz. od Mažického zlomu měla v minulosti těžba rašeliny v Borkovických blatech.

HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Propustnost pánevních sedimentů je výhradně průlinová, dostatečně zpevněné sedimenty, které by mohly vykazovat i propustnost puklinovou, nebyly vrtnými pracemi zastiženy. Akumulace svrchnokřídových sedimentů je považována za hydraulicky spojitá, ale nehomogenní prostředí, s propustností řádově nižší ve vertikálním směru než ve směru horizontálním. Tabulky 4-7 a 4-8 ukazují hodnoty transmisivity (index transmisivity) v jednotlivých oblastech hodnoceného rajonu a v zastoupených typech kolektorů.

Tabulka 4-7. Transmisivity v HGR 2151

podle listů hydrogeologických map 22-42, 22-44, 23-33 (Burda 1991, Hrkal 1986, Krásný 1990)

Lokalizace	Rozmezí transmisivity m ² /s	Označení transmisivity
Jádro – okolí Mažic	$4,6 \cdot 10^{-3}$ - $1,7 \cdot 10^{-2}$	Velmi vysoká
Sviny-Dynín	$6 \cdot 10^{-3}$	Velmi vysoká
Centrální část třeboňské pánve – Komárov- Borkovice	$5,5 \cdot 10^{-4}$ - $6,61 \cdot 10^{-3}$	Vysoká
Dolní Bukovsko-Neplachov-Hrušice	$1 \cdot 10^{-3}$ - $6 \cdot 10^{-3}$	Vysoká
Okrajová část – Vlastiboř-Hodětín	$3,7 \cdot 10^{-5}$ - $3 \cdot 10^{-4}$	Střední
Mazelov	$1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-3}$	Střední
Severní okraj – Sudoměřice u Bechyně	$1,9 \cdot 10^{-6}$ - $1,2 \cdot 10^{-5}$	Nízká
Jižní část – Ševětín, východní okraj rajonu	10^{-5} - 10^{-4}	Nízká

Tabulka 4-8. Celkový přehled indexů transmisivit Y ve vrtech v HGR 2151

(archivovaných v ČGS k roku 2012)

kolektor	Y min.	Y max.	Y průměr	Y medián	Směrodatná odchylka	počet*	označení velikosti transmisivity
kvartér	3,61	6,16	4,55	4,41		6	nízká
tercier (neogen)	3,85	6,36	5,31	5,52		4	střední
svrchní křída	2,96	7,15	5,98	6,28	0,696	94**	vysoká
krystalinikum (ruly, žuly)	2,38	4,86	3,68	3,81	0,831	12	velmi nízká

*celkový počet vrtů s údajem o vydatnosti nebo čerpací zkoušce v rajonu 2151 činí: 265

**byly (až na výjimky) uvažovány vrty s hloubkou nejméně 20 m

4.4. HYDROCHEMIE

Chemismus podzemní vody je téměř výlučně kalcium-hydrogenkarbonátového typu. Celková mineralizace podzemní vody bývá obvykle nižší než v ostatních pánevních územích, často je velmi nízká v rozmezí 50 – 100 mg/l.

MAPY HYDROCHEMICKÝCH TYPŮ

Pro potřeby regionálního hodnocení bilancovaných hydrogeologických rajonů 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 vody z pramenů a nových průzkumných vrtů provedených v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod 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 ÚÚG v 80. letech 20. století.

V rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod 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 analýz s analytickou chybou větší než 10 % a analýz s chybějící analýzou některé z makrosložek (mimo K a NO₃). Z hodnocení chemismu podzemních vod v bilancovaných rajonech byly vyřazeny všechny analýzy starší roku 1960.

Tabulka 4-9. Počet chemických analýz podzemní vody použitý v mapách hydrochemických a upravitelnosti

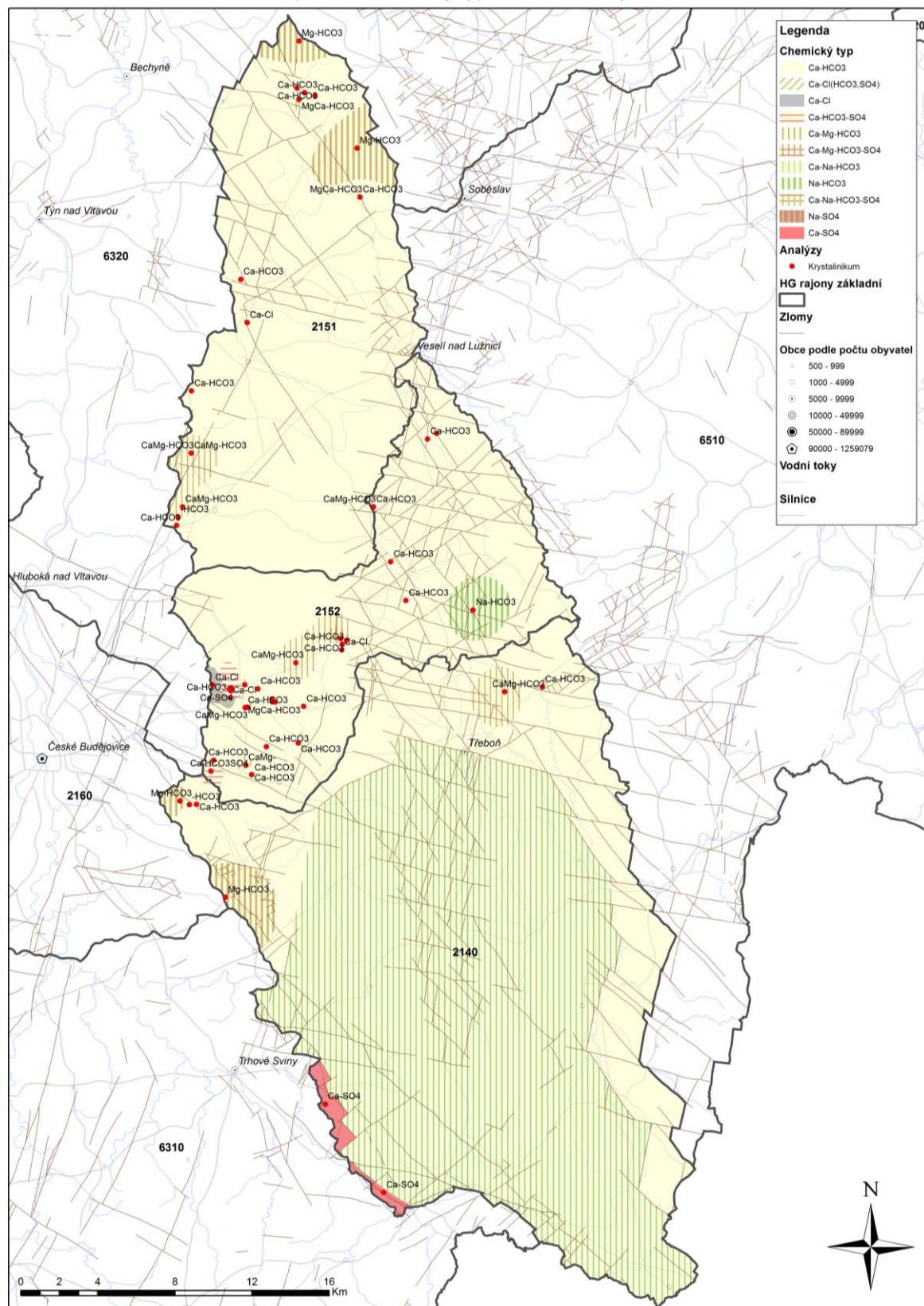
Kolektor	celkový počet analýz v databázi	použité analýzy	
		upravitelnost	chemický typ
krystalinikum	14	13	8
K hlub	45	45	41
NK reg	195	180	138
Q NK lok	241	201	165
Připovrchová zóna	212	212	212
Indikace znečištění	59	59	
celkem	522		

Podzemní voda je charakteristická nízkou mineralizací 0,1-0,2 g/l prakticky ve všech kolektorech. V chemických typech podzemní vody je mezi kationty často zastoupen Mg nebo Na, přesto převažuje typ Ca-HCO₃.

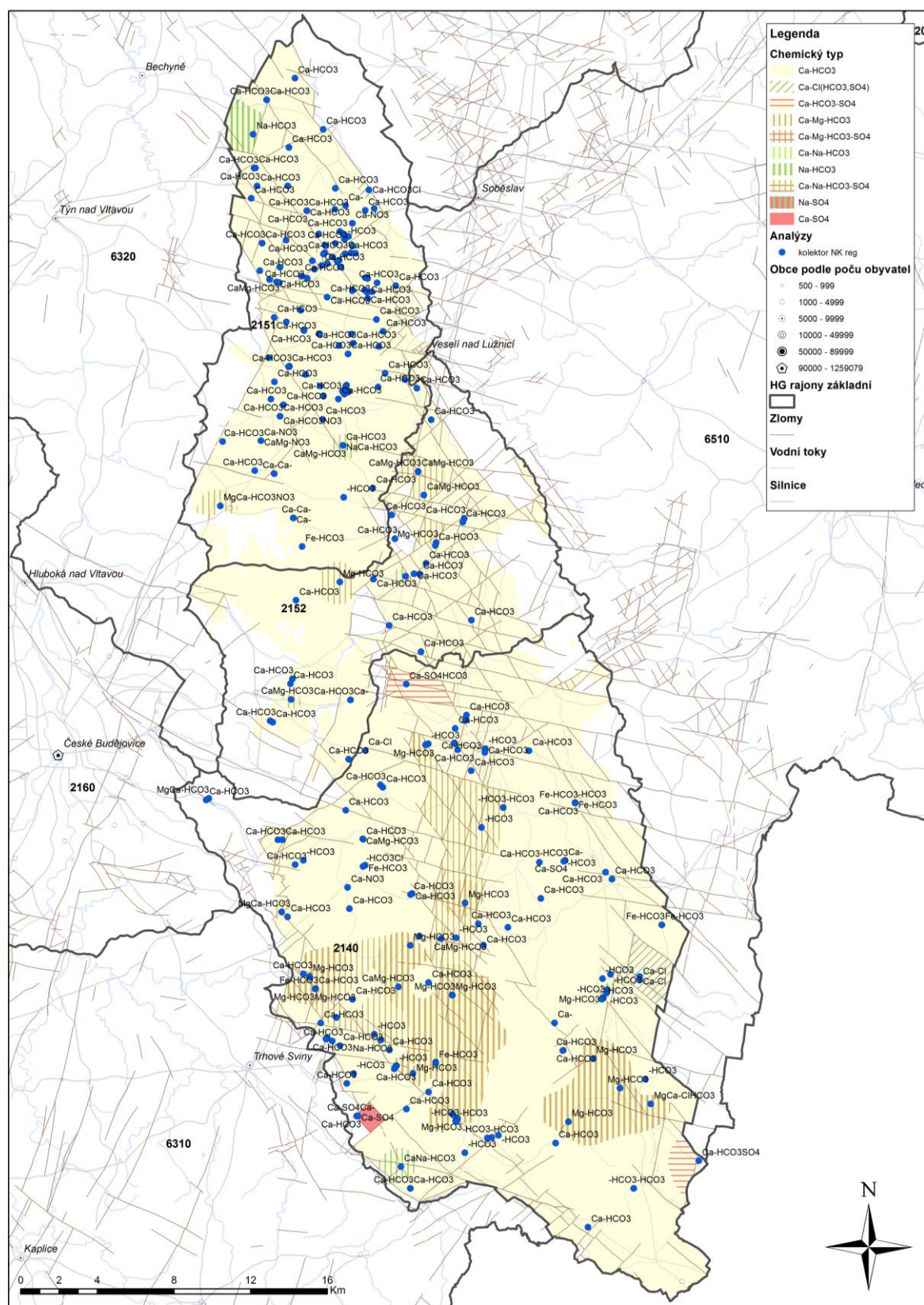
V krystaliniku na výchozech i v podloží křídových sedimentů se na většině území střídá podzemní voda typu Ca-HCO₃ s typem Mg-HCO₃. Celková mineralizace podzemní vody se mění od velmi nízké po střední bez zjevné závislosti, od méně než 0,1 g/l po 0,6 g/l, bez souvislosti s chemickým typem. Pro věrohodnější popis prostorových trendů není dostatek relevantních údajů.

Zvodeň kolektoru NK reg (regionální kolektor s hloubkou přibližně do 100 m tvořený křídovými a neogenními sedimenty) má v s. části HGR 2151 téměř výhradně chemický typ Ca-HCO₃, s velmi nízkou až nízkou mineralizací převážně od 0,05 do 0,2 g/l.

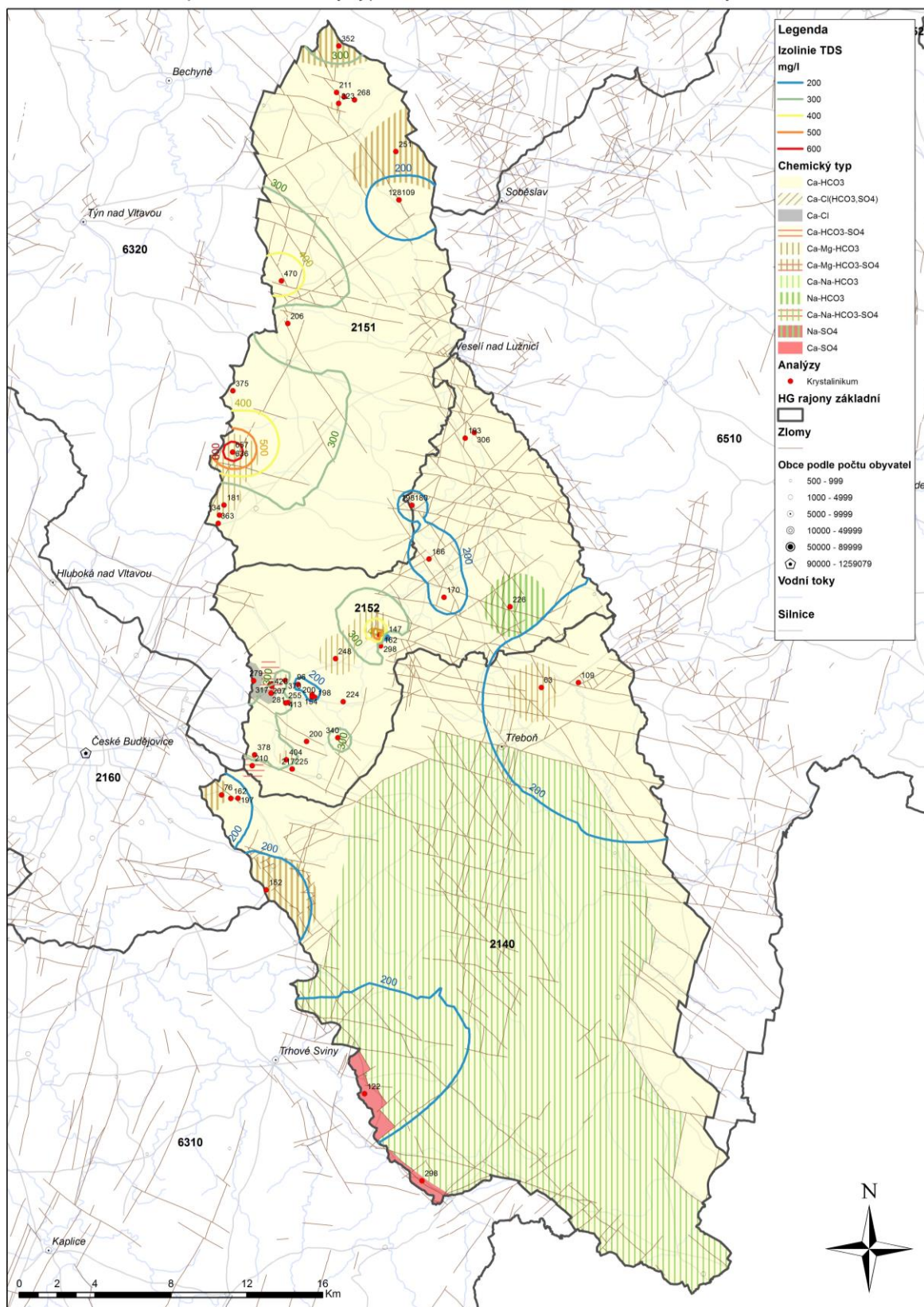
Obrázky 4-15 až 4-18 ukazují chemické typy podzemní vody v hodnoceném rajonu i celkovou mineralizaci podzemní vody v zastoupených kolektorech.



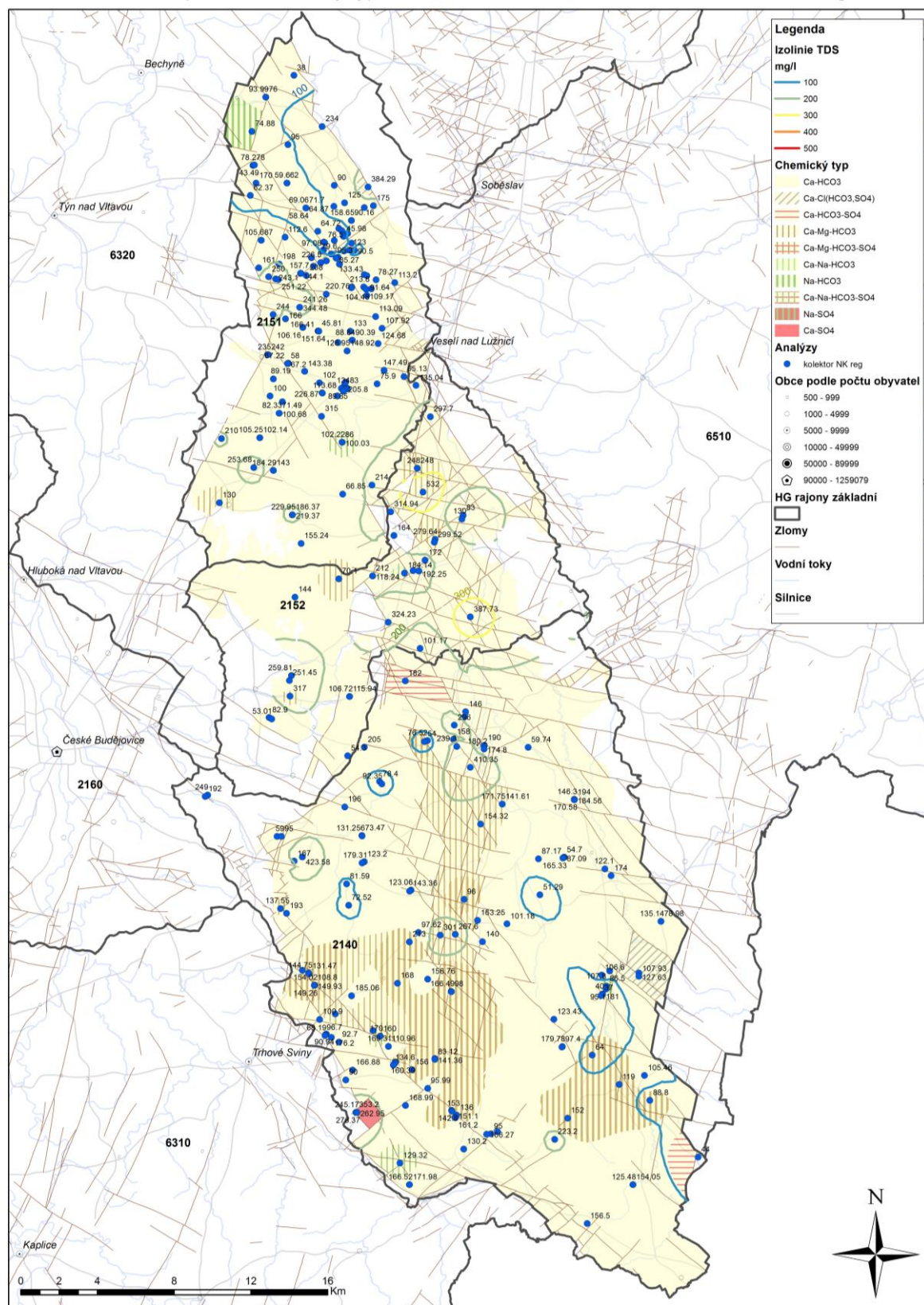
Obrázek 4-15. Chemický typ podzemní vody v oblasti krystalinických hornin



Obrázek 4-16. Chemický typ podzemní vody kolektoru NK reg křídlových a neogenních sedimentů .



Obrázek 4-17. Celková mineralizace včetně chemického typu podzemní vody v oblasti krystalinických hornin

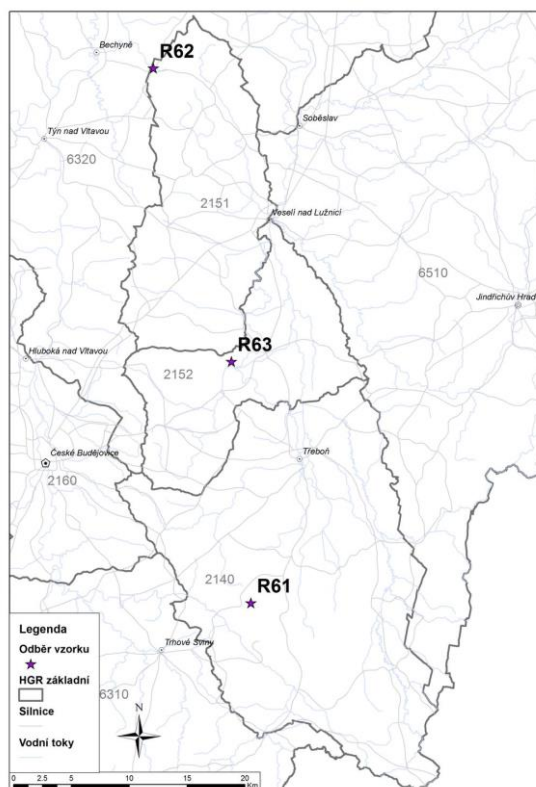


Obrázek 4-18. Celková mineralizace včetně chemického typu podzemní vody kolektoru NK reg křídových a neogenních sedimentů.

4.5. GEOCHEMICKÝ MODEL

Hydrogeologie tradičně využívá především hydraulické metody (čerpací zkoušky, analýzu poklesu vydatnosti pramenů či průtoku povrchových toků v čase, numerické modelování „proudění vody“ kalibrované na úrovni 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 18O je časem $t=0$ okamžik, kdy voda proniká pod zemský povrch. V případě plyných stopovačů se jedná o okamžik, kdy voda dosáhne nasycené zóny (v nenasyčené zóně dochází obvykle ke komunikaci s atmosférickými freony anebo SF6). Znalost střední doby zdržení je nezbytná pro předpověď budoucího vývoje plošné kontaminace podzemní vody (např. vývoj koncentrace NO₃- 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, 18O, CFC, SF6, 14C, atd.). V projektu byly tyto stopovače použity pro určení střední doby zdržení a výsledky byly srovnány se staršími údaji.

Obrázek 4-20 ukazuje místo odběru podzemní vody v HGR 2151.



Obrázek 4-20. Místa odběru vzorků podzemní vody z třeboňské pánve

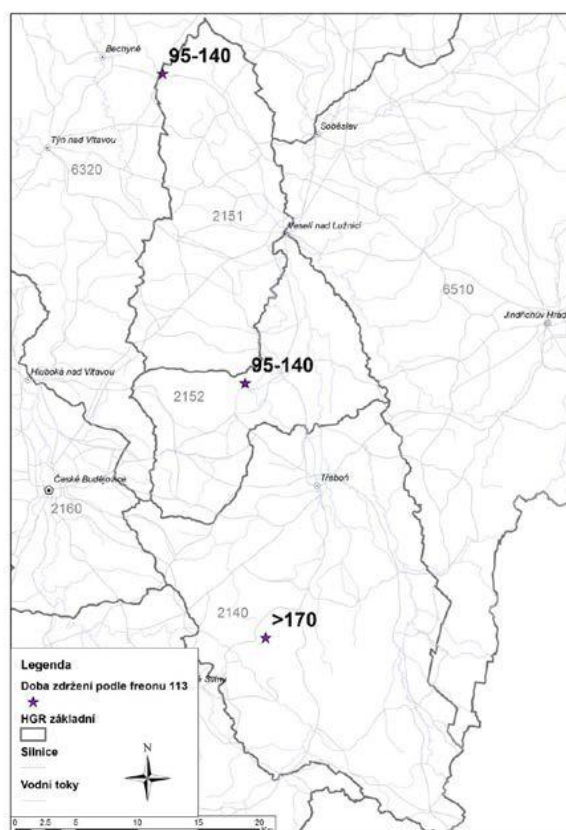
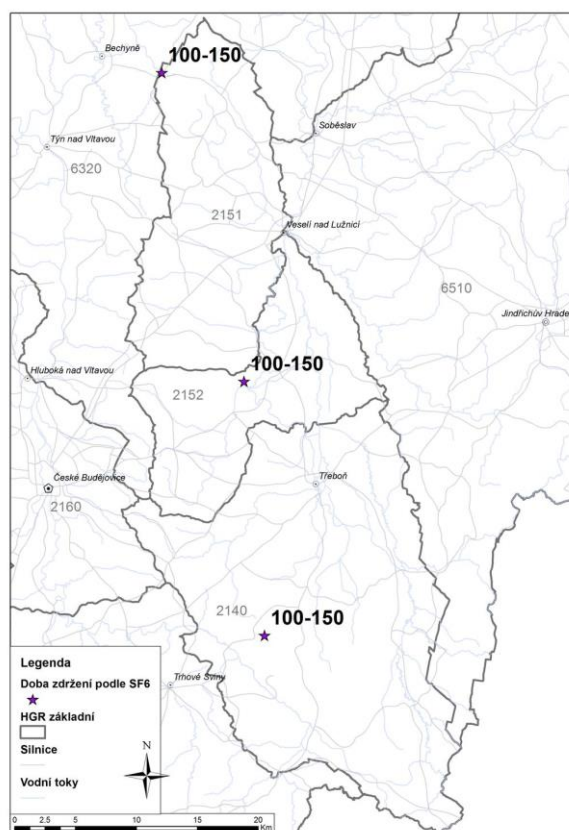
V HGR 2151 byla koncentrace freonů 11, 12, 113 a SF₆ stanovena v podzemní vodě v mělkých zónách pánevní výplně na objektu R62 (vrt S2 Sudoměřice; tab. 4-10). Střední doba zdržení podzemní vody dosahuje v objektu R61 okolo 100-150 let (tab. 4-11), což je v souladu s výsledky z dalších objektů z třeboňské pánve (objekty R61 a R63; Bruthans a kol. 2015). Při okraji pánve na vrtu V23 Vlastiboř byla podle modelu pístového toku stanovena na základě aktivity tritia a koncentrací freonů a SF₆ střední doby zdržení podzemní vody na 35-45 let (Kadlecová a kol. 2008).

Tabulka 4-10. Koncentrace freonů a SF₆ změřené v Spurenstofflabor ± směrodatná odchylka

vzorek	CFC 12 (pmol/l)	CFC 11 (pmol/l)	CFC 113 (pmol/l)	SF ₆ (fmol/l)
R62	3,3 ± 0,2	4,6 ± 0,5	0,17 ± 0,05	0,5 ± 0,1

Tabulka 4-11. Rozsah středních dob zdržení za předpokladu exponenciálního modelu (roky) podle 4 různých stopovačů

vzorek	Freon 11	Freon 12	Freon 113	SF ₆
R62	21-32	<10	95-140	100-150



Obrázek 4-21. Střední doba zdržení podle SF₆, exponenciální model. Obrázek 4-22. Střední doba zdržení podle freonu 113, exponenciální model

V oblasti bylo odebráno velké množství vzorků na radiouhlíkovou aktivitu (tab. 4-12). V třeboňské pánvi byla použita ke korekci radiouhlíkového stáří počáteční aktivita 85 % moderního uhlíku (PMC),

kteřá byla k interpretaci radiouhlíkových dat v republice v minulosti převážně používána (Šilar 1983a 1989). K radiouhlíkovým datům bohužel nejsou známy hodnoty $\delta^{13}\text{C}$, takže nelze výsledky interpretovat jiným způsobem, než použitím korekce 85 %. Radiouhlíkové datování naznačuje, že v hlubších zónách pánevní výplně lze očekávat vody o době zdržení v řádu tisíců až vyšších desítek tisíc let.

Tabulka 4-12. Shrnutí radiouhlíkových stáří vody ze starších údajů z prostoru třeboňské pánve.

Zdroj: archiv ^{14}C laboratoře, PŘF UK.

rajon	lokalita	označení objektu	hloubka úseku (m)	datum odběru	číslo měření	původní interpretace radiouhlíkového stáří (roky)	3H (TU)
2151	Mažice	V - 20B		8.6.1981	CU 347	1754+-151	
2151	Mažice	B - 17		8.6.1981	CU 366	1262+-151	
2151	Mažice	HV 9		8.6.1981	CU 355	3093+-166	
2151	Mažice	B - 18		9.6.1981	CU 344	2922+-163	
2151	Zálší	B - 15		9.6.1981	CU 364	2184+-202	
2151	Klečaty	B - 5		9.6.1981	CU 349	1794+-155	
2151	Borkovice	ZE 3		3.8.1981	CU 363	současné(0+-140)	
2151	Borkovice	ZE 4		3.8.1981	CU 368	současné(0+-136)	
2151	Borkovice	ZN 3		3.8.1981	CU 365	současné(0+-139)	
2151	Borkovice	ZI 2	6 - 7,5	30.5.1986			<3
2151	Borkovice	ZI 3	16 - 17,5	30.5.1986			<3
2151	Nová Ves u Hodětína	B - 4		4.8.1981	CU 367	106+-142	
2151	Sviny u Veselí n. Lužnicí	Ch - 1	89 - 117	29.5.1986	CU 664	639+-134	<3
2151	Sviny u Veselí n. Lužnicí	Ch - 2	40 - 80	28.5.1986	CU 665	772+-135	<3
2151	Sviny u Veselí n. Lužnicí	Ch - 3	18 - 38	28.5.1986	CU 666	493+-134	<3

4.6. ODBĚRY A VYPOUŠTĚNÍ VOD

Hodnoty čerpání podzemní vody a vypouštění odpadních vod mají zásadní význam pro hodnocení využitelných zásob, ale také pro hodnocení jejich prostorového vývoje a hodnocení výsledků PPP.

ODBĚRY PODZEMNÍ VODY

V zájmovém rajonu byla provedena aktualizace všech jímacích objektů zdrojů podzemních vod s odběrem vyšším než 6 000 m³/rok. Současně byla doplněna dokumentace k jímacím objektům, kde tato dokumentace nebyla k dispozici. Pro revizi byla využita data VÚV, který je správcem databáze odběrů podzemních vod, ve které se shromažďují informace z podniků Povodí. Jedinečnost této databáze spočívá v jednotné formě zpracování, délka sledování zahrnující období 1979 – 2010 a celorepublikový charakter. Jedná se o údaje vykazované podle vyhlášky MZe č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci. V databázi jsou odběry podzemních vod v množství přesahujícím 6 000 m³ v kalendářním roce nebo 500 m³ v kalendářním měsíci. Uvedená databáze, která je každoročně doplňovaná, byla dále kontrolována na základě údajů předaných ČGS od podniků Povodí. Přehled lokalizovaných odběrných objektů do roku 2012 je uveden v tabulce 4-13 a jejich přehledná lokalizace je zobrazena na obrázku 4-23.



Obrázek 4-23. Přehledná lokalizace odběrných objektů

Tabulka 4-13. Přehled lokalizovaných odběrných objektů

Číslo VHB	Označení odběru	Charakter odběru	Počet jímacích objektů	Současná* velikost odběru	Období evidence odběru
				m³/rok	rok
111004	ČEVAK Dolní Bukovsko	POD	4	2 772 400	1979 - 2012
111023	PONĚDRAŽ farma Lhota	POD	1	14 700	1979 - 2012
111032	MAVELA výkrmna Mazelov	POD	1	34 800	1984 - 2012
111033	HELUZ cihelna Dolní Bukovsko	POD	1	16 300	1982 - 2012
111087	AGROCHOV Dynín	POD	1	1 900	2006 - 2012
111088	AGROCHOV Bošilec	POD	1	12 200	2006 - 2012
111090	DCD IDEAL Dynín	POD	1	17 400	2007 - 2012
111092	AGROCHOV Neplachov	POD	1	0**	2012 - 2012
111094	Zemědělské služby Dynín	POD	2	10 300	2009 - 2012
111101	Městys Dolní Bukovsko Bzí	POD	1	11 600	2009 - 2012
118005	VS Bechyňsko Hodětín, Blatec	POD	1	261 900	1979 - 2012
118009	VS Bechyňsko Sudoměřice u Bechyně	POD	2	117 000	1979 - 2012
118010	FONTEA sodovkárna Veselí n/Luž.	POD	2	88 800	1979 - 2012
118020	ZOD „BLATA“ farma Borkovice	POD	1	19 200***	1991 - 1994
118021	Obec Sviny	POD	1	15 400	1986 - 2012
118053	Obec Hlavatce Vyhnanice	POD	3	25 100	2005 - 2012
118054	Obec Vlastiboř	POD	1	12 900	2005 - 2012
118061	Obec Borkovice	POD	1	20 300	2006 - 2012
118062	Obec Zálší Mažice	POD	1	21 400	2006 - 2012

Vysvětlivky. * velikost odběru v posledním evidovaném roce; ** odběr pouze evidován, velikost odběru není k dispozici; *** odběr ukončen v roce 1994 a nahrazen odběrem z náhradního vrtu VHB 118061; **Tučně** – evidované, barevně označené odběry byly ukončeny nebo nedosahují 6 000 m³ za rok

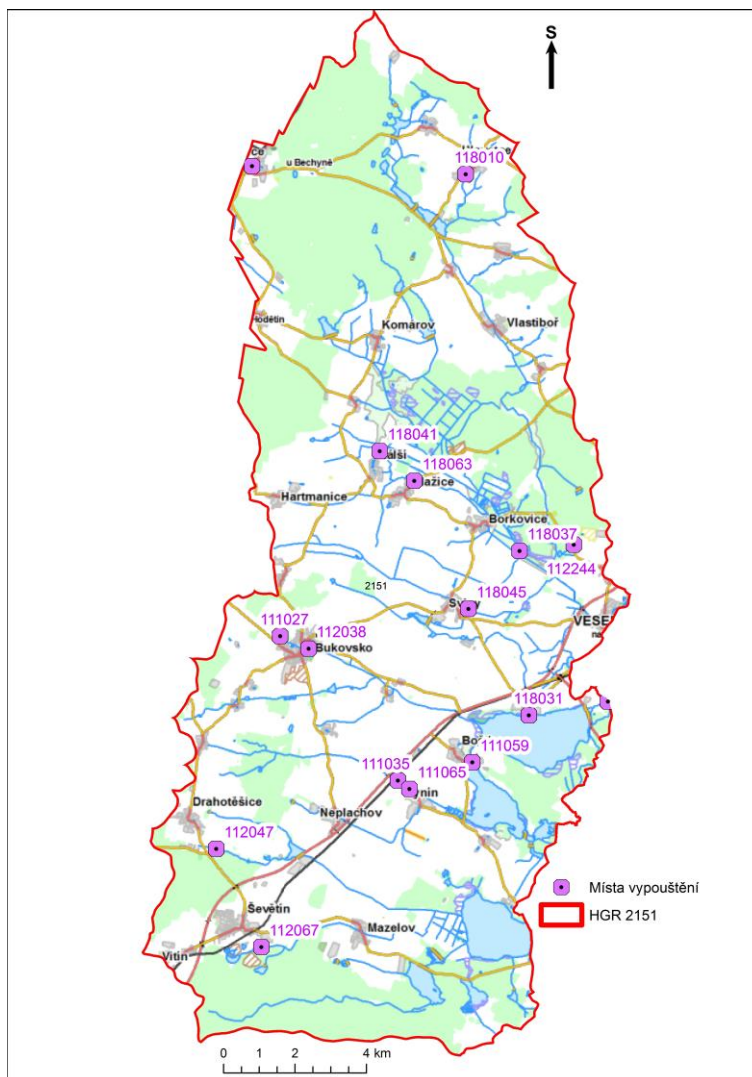
VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Hodnoty a lokalizace míst vypouštění odpadních vod předaných ČGS podniky Povodí uvádí tabulka 4-14 a jejich pozicí ukazuje obrázek 4-21.

Tabulka 4-14. Přehled lokalizovaných vypouštění odpadních vod

Číslo VHB	Označení odběru	Charakter vypouštění	Průměrná* velikost vypouštění	Období evidence odběru
			m ³ /rok	
111027	ČEVAK Dolní Bukovsko ÚV	VYP	12,9	2002 - 2012
111035	DCD IDEAL Dynín	VYP	6,2	2002 - 2012
111059	Obec Bošilec VK	VYP	8,0	2008 - 2012
111065	Obec Dynín ČOV	VYP	9,6	2008 - 2012
112038	Městys Dolní Bukovsko ČOV	VYP	133,7	1991 - 2012
112047	PHOENIX (ArdeaPharma) Ševětín	VYP	16,0	1991 - 1992
112053	Fontea sodovkárna Veselí n/Luž	VYP	18,2	1991 – 1997**
112067	Radouňská Montážní Ševětín ČOV	VYP	160,6	1991 - 2012
112244	NET4GAS Kompr.stanice Veselí n/Luž.	VYP	33,7	1991 - 2012
118010	Obec Hlavatce VK	VYP	20,1	2002 - 2012
118031	ČEVAK Veselí n/Luž Horusice VK	VYP	8,8	2002 - 2012
118037	Obec Borkovice VK	VYP	13,6	2003 - 2012
118041	Obec Zálší VK	VYP	10,8	2003 - 2012
118045	Obec Sviný VK	VYP	13,8	2002 - 2012
118057	VS Bechyňsko Sudoměřice u Bech. VK	VYP	19,7	2002 - 2012
118063	Obec Mažice VK	VYP	7,1	2003 - 2004

Vysvětlivky: * vypuštěné množství v posledním evidovaném roce, ** zřejmě převedeno na ČOV; barevně označené – významné vypouštění



Obrázek 4-14. Schéma lokalizace vypouštění vod v HGR 2151

5. KONCEPČNÍ HYDROGEOLOGICKÝ MODEL

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 se zpracovateli hydrologických a hydrogeologických matematických modelů. Výsledkem je představa – schéma území, jako jednotný podklad pro pochopení stavby a základních funkcí rajonu. Prvotní koncepční model sloužil také k identifikaci chybějících dat a k jejich doplnění. Vytvoření koncepčního modelu je základním předpokladem pro úspěšnou konstrukci hydraulického modelu.

SESTAVENÍ UPŘESNĚNÝCH MAP GEOMETRIE KOLEKTORŮ A IZOLÁTORŮ

Prvotní mapy geometrie kolektorů a izolátorů byly aktualizovány a byla ukončena tvorba tabulek s přiřazením vrtů k jednotlivým kolektorům. Stejně přiřazení k jednotlivým kolektorům bylo použito pro hodnocené odběry podzemních vod a vytváření map s upřesněnou geometrií kolektorů, hydraulických, fyzikálních a ostatních parametrů kolektorů a hydrochemickým vlastnostem podzemní vody.

Digitální aktualizované mapy geometrie kolektorů a seznamy vrtů použitých na jejich konstrukci byly uloženy do datového skladu ČGS a následně použity zpracovateli hydraulických modelů.

SESTAVENÍ MAP HYDRAULICKÝCH, FYZIKÁLNÍCH A DALŠÍCH PARAMETRŮ

V HGR 2151 bylo v databázi výsledků k dispozici celkem 284 údajů z hydrogeologických vrtů. Každý záznam čerpací zkoušky je dokladován třemi možnými způsoby: 1 až 5 ustálenými sníženými pro dané čerpané množství (tj. 1 až 5 specifickými vydatnostmi), transmisivitou nebo hydraulickou vodivostí, které byly odvozeny z nestacionárního proudění podzemní vody, anebo jejich kombinacemi. Za nejspolehlivější hydraulický parametr považujeme stanovení podle první možnosti, kde transmisivita T1 je odvozena ze specifických vydatností. Transmisivita T2 odvozená z neustáleného proudění byla pro hodnocení použita v pouze případě absence specifických vydatností. Pokud se v databázi nevyskytovaly záznamy pro stanovení specifické vydatnosti a přímo stanovené transmisivity, byla použita transmisivita T3 vypočtená z hydraulické vodivosti.

V prvním kroku byl testován vztah hodnoty parametru Y, který charakterizuje transmisivitu kolektoru k otevřenému - potenciálně zvodněnému úseku vrtu. Za otevřený úsek se považoval rozdíl hloubek mezi hladinou podzemní vody před čerpací zkouškou a hloubkou vrtu. Je to odlišné pojetí než se běžně užívá, kdy se za otevřený úsek považuje vzdálenost horní a dolní hrany filtrů, ale bylo zvoleno toto řešení, které bere v úvahu také možnost zapažnicové komunikace vody v kolektoru při čerpání bez ohledu na délku filtrů. Pro srovnání byl také testován vztah hodnot Y a konečné hloubky vrtu resp. standardního otevřeného úseku pažnic, přičemž nebyly zjištěny zjevné rozdíly s předloženými závislostmi.

Index transmisivity Y narůstá s nárůstem mocnosti písčité složky v sedimentární výplni pánve. Pokud se množství písčité složky pohybuje do 25%, potom hodnota indexu transmisivity kolísá od 4 do 6. Pokud je písčité složky více než 25 %, pohybuje se index transmisivity nejčastěji mezi hodnotou 5 až 6. Nižší hodnoty indexu transmisivity 3,5 až 5 jsou na okraji pánve a logicky nejvyšších hodnot indexu

transmisivity 6 a více dosahuje index transmisivity v centrální části rajonu. Rozdělení písčité složky je v s. části třeboňské pánve pravidelnější, než je tomu u její j. části.

Na omezenou intenzitu proudění podzemní vody ve větších hloubkách upozorňuje již Domenico (1972), který uvádí, že 90 % infiltrované vody se nedostane hlouběji pod povrch než do 80 – 100 m v kolektorech, jejichž mocnost dosahuje 300 m.

Ze srovnání plošného rozdělení obou parametrů je zřejmé, že obě mapy jsou velmi podobné. Je to dáno tím, že otevřený úsek L má nejčastěji délku mezi 30-50 m, takže se hodnoty index transmisivity Y dělí čísla, která se příliš neliší. Index storativity - Z vykazuje kontrastnější znázornění maxim a minim než parametr Y.

Průměrná transmisivita kolektoru odvozená z parametru Y (bez zavedení přepočtové difference „d“ podle Jetela, 1985) je podle klasifikace Krásného (1978) v kategorii II.-III. střední až vysoká. Průměrný koeficient filtrace je v kategorii IV. – horniny mírně propustné (Jetel, 1973).

Transmisivita klikovského souvrství je ve střední části rajonu od Komárova k Dynínu vyšší než 500 m²/den a dosahuje v maximech 2000 m²/den. V ostatních částech transmisivita kolísá v závislosti na mocnosti sedimentů – pohybuje se většinou od 100 do 500 m²/den.

Proudění podzemní vody v j. polovině rajonu směřuje k SV do hlavní drenážní oblasti u Borkovic a je ovlivňováno významným odběrem podzemní vody na Horusické jímací linii mezi Dolním Bukovskem a Horusicemi. V severní polovině rajonu směřuje proud podzemních vod z oblasti Černické obory k J až JV, část podzemních vod je drénována v prostoru Mažických blat nad mažickou linií. Část proudu podzemní vody přes tuto linii přetéká a odvodňuje se rovněž v hlavní drenážní oblasti u Borkovic. Část proudu podzemní vody v okrajové sz části u Sudoměřic respektuje hydrologické povodí. Směřuje z. směrem a odvodňuje se do Blateckého a Sudoměřického potoka.

Odvození charakteristické specifické vydatnosti a následně transmisivity T1

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 T1 se pak vypočte:

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

Odvození transmisivity T2 dle databáze

Pokud je v databázi uvedena transmisivita, tato hodnota byla převedena na m²/den a označena jako transmisivita T2.

Odvození transmisivity T3 podle hydraulické vodivosti

U řady vrtů je uvedena pouze hydraulická vodivost. I tento údaj byl využit. Hodnota hydraulické vodivosti byla přenásobena mocností zvodně. Pokud se hladina podzemní vody nachází pod horní úrovní filtru, mocnost zvodně odpovídá rozdílu mezi bází filtru a ustálenou hladinou vrtu před čerpací zkouškou („HLPRED“ – „DO“). Pokud se hladina podzemní vody nachází nad horní úrovní filtru, mocnost zvodně odpovídá rozdílu mezi horní úrovní a bází filtru („OD“ – „DO“).

Použití transmisivity

Transmisivitu T1 odvozenou s ustáleného proudění lze považovat za nejspolehlivější charakteristiku hydraulických vlastností, proto měla přednost v použití. Pokud je k dispozici transmisivita T1, hodnota T1 charakterizuje daný vrt. Pokud není k dispozici transmisivita T1 a je k dispozici transmisivita T2, hodnota T2 charakterizuje daný vrt. Pokud není k dispozici transmisivita T1 a T2 a je k dispozici transmisivita T3, hodnota T3 charakterizuje daný vrt.

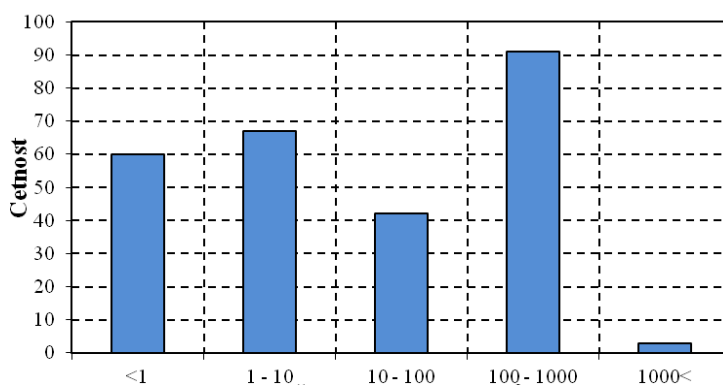
Z použité transmisivity byly následně odvozeny parametry Y a Z a hydraulická vodivost k, které byly staticky vyhodnoceny (tab. 5-1). Transmisivita byla dále zatříděna do 5 tříd (tab. 5-2 a obr. 5-1) a její plošná distribuce je zobrazena na obrázku 5-2.

Tabulka 5-1. Popisná statistika hydraulických parametrů

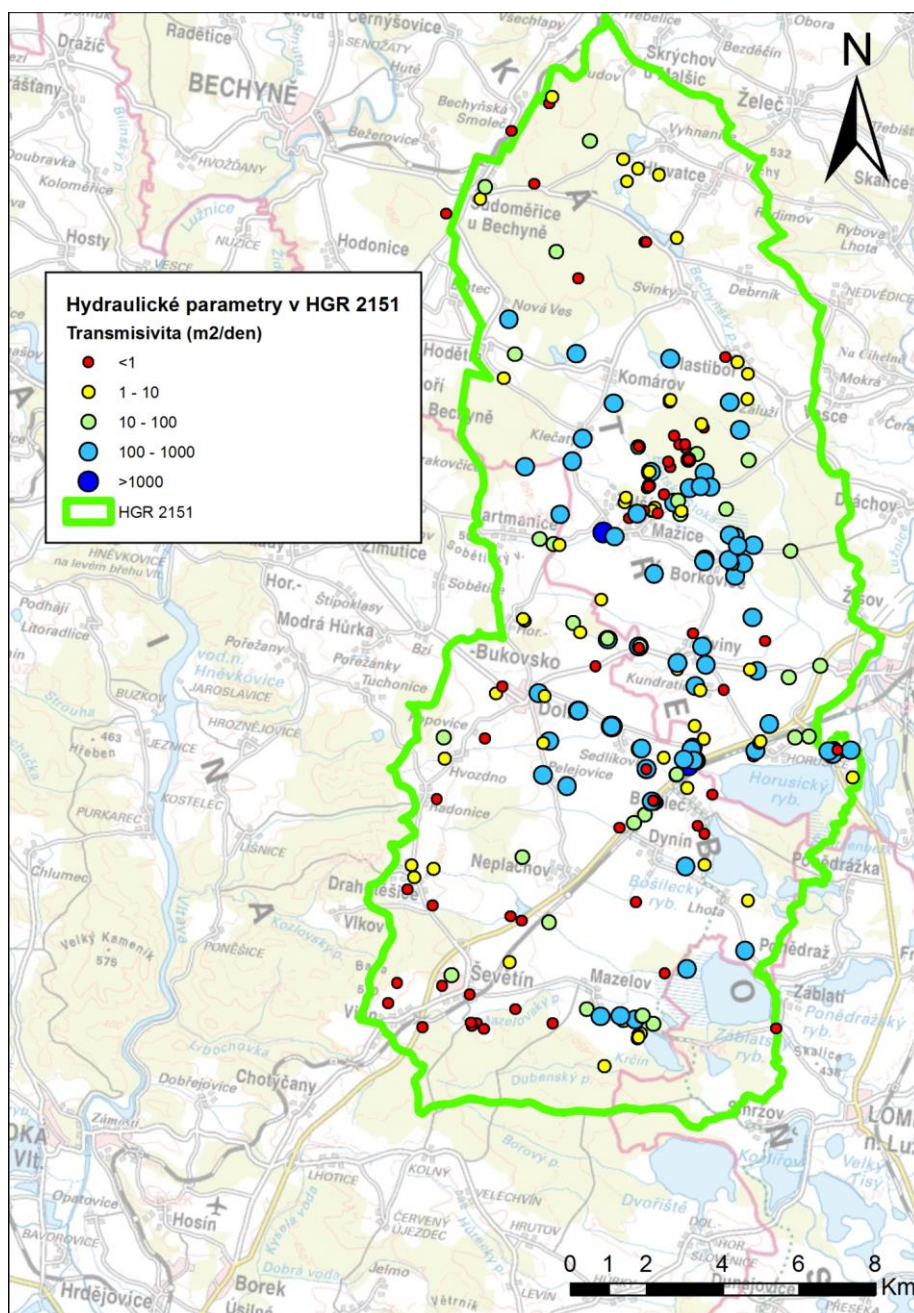
HGR 2151	Parametry			
Popisná statistika hodnot	Y (-)	T (m ² /den)	Z (-)	k (m/s)
Počet vrtů v Gdbasí	284	284	284	284
Počet použitých vrtů	263	263	263	263
Průměr	4,57	147,92	0,93	4,4E-05
Medián	4,54	11,34	1,08	1,2E-05
Směr. odchylka	2,39	266,38	0,94	5,7E-05
Minimum	2,08	0,01	-2,2	6,1E-09
Maximum	6,96	3154	2,5	3,4E-04
Rozdíl maxima a minima	4,88	-	4,8	-

Tabulka 5-2. Třídy transmisivity kolektorů

Třídy transmisivity (m ² /den)	Kumulativní četnost	Četnost
<1	60	60
1 - 10	127	67
10 - 100	169	42
100 - 1000	260	91
1000<	263	3



Obrázek 5-1. Třídy transmisivity kolektorů



Obrázek 5-2. Plošná distribuce transmisivity kolektoru v HGR 2151

5.1. SYSTÉMOVÁ ANALÝZA OBĚHU PODZEMNÍ VODY

Systémová analýza oběhu podzemní vody byla řešena pomocí tvorby třídimenzionálního obrazu umožňující charakteristiku oběhu podzemní vody. V tomto kroku byly definovány základní hydrogeologické funkce jednotlivých geologických struktur zájmového území a jejich charakteristiky. Charakter oběhu podzemní vody je uveden do vztahu s jejím chemickým složením (základní hydrochemické mapy) a vzhledem ke vztahu délky transportu vody kolektorem a reakcí podzemní vody na srážky a odvodnění, včetně odběrů podzemní vody.

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 následně sloužily jako podklad pro naplňování matematického modelu. Na základě dosavadních zkušeností byly pro konstrukci map využity jen vrty, které mají jednoznačné údaje o výstroji, resp. takové, které prokazatelně nepropojují více kolektorů a reprezentují vlastnosti popisovaného kolektoru.

Na základě hloubky vrtu, charakteru proudění podzemní vody i chemismu podzemní vody bylo vymezeno několik tzv. kolektorů (dělení dle Homolky a kol. 2013), k nimž byly přiřazeny jednotlivé vrty.

Krystalinikum v podloží sedimentů i na výchozech uvnitř rajonu.

Kolektor NK reg, regionální kolektor s regionálním prouděním podzemní vody s hloubkou přibližně do 100 m tvořený křídovými a neogenními sedimenty.

Kolektor QNK lok, kolektor kvartéru a křídových a neogenních sedimentů s lokálním prouděním podzemní vody do místních erozních bází, čili v podstatě připovrchová zóna.

Koncepce pro hydrogeologický matematický model regionu 5, jehož součástí je HGR 2151 je založena na následujících předpokladech:

- Proudění podzemní vody probíhá v prostoru křídových a terciérních sedimentů třeboňské pánve, v přilehlých připovrchových oblastech krystalinika a v krycí zvětralinové a kvartérní sedimentární vrstvě.
- Křídové a terciérní horniny třeboňské pánve jsou reprezentovány jílovitými, prachovitými a písčitými sedimenty s řadou faciálních přechodů a rychlým horizontálním i vertikálním nepravidlým střídáním propustných a nepropustných poloh. V prostoru pánve nelze vymezit rozsáhlejší souvislé kolektory a izolátory. Propustnost pánevních sedimentů je dominantně průlinová.
- Pánevní výplň je vzhledem k čockovitému charakteru limnické sedimentace výrazně propustnější v horizontálním směru než ve směru vertikálním.
- Zdrojem podzemní vody na území modelu je srážková infiltrace.
- Modelový region tvoří bilančně uzavřenou oblast.
- Odtok podzemní vody je realizován drenáží do říční sítě, rybníků, pramenů a do jímacích objektů (vodárenské a individuální odběry).
- Proudění podzemní vody v HGR 2151 je ovlivňováno mažickým zlomem. Zlom je považován do značné míry za nepropustný.
- Po obvodu pánve dochází v krystaliniku k sestupnému proudění po tektonických liniích a k částečné dotaci hlubších partií pánve. V okrajových částech pánve (s výjimkou drenážních bází kolem Lužnice) převažuje ve vertikálním směru sestupné proudění, takže dochází k infiltraci vody do hlubších horizontů. V oblastech drenáže je při režimu neovlivněném odběry předpokládáno vzestupné proudění.
- V HGR 2151 lze rozlišit proudění podzemní vody mělké a hluboké resp. lokální a regionální. Mělký oběh v kvartérní vrstvě zvětralin a ve svrchních partiích pánevní výplně směřuje od míst srážkové infiltrace do lokálních drenážních bází (blízké vodoteče a rybníky). Podzemní voda v

rámci hlubšího regionálního oběhu směřuje do hlavních drenážních bází, které podle dosavadních představ reprezentují kvartérní sedimenty, blata a dolní tok Blatské stoky v HGR 2151.

- Vertikálně je prostor modelu diskretizován v HGR 2151 do pěti vrstev.

Prostory dotace a odvodnění kolektoru byly popsány jako uzavřený oběh následovně:

1. Dotace – po okrajích pánve, v ploše na výchozech klikovského souvrství a přilehlého krystalinika a přetékáním mezi kolektory
2. Proudění – do drenážních bází – převažuje jv. směr
3. Odvodnění - skrytými přírony do Blatské stoky a Bechyňského potoka a centrem odvodnění jsou hlavně Mažická blata

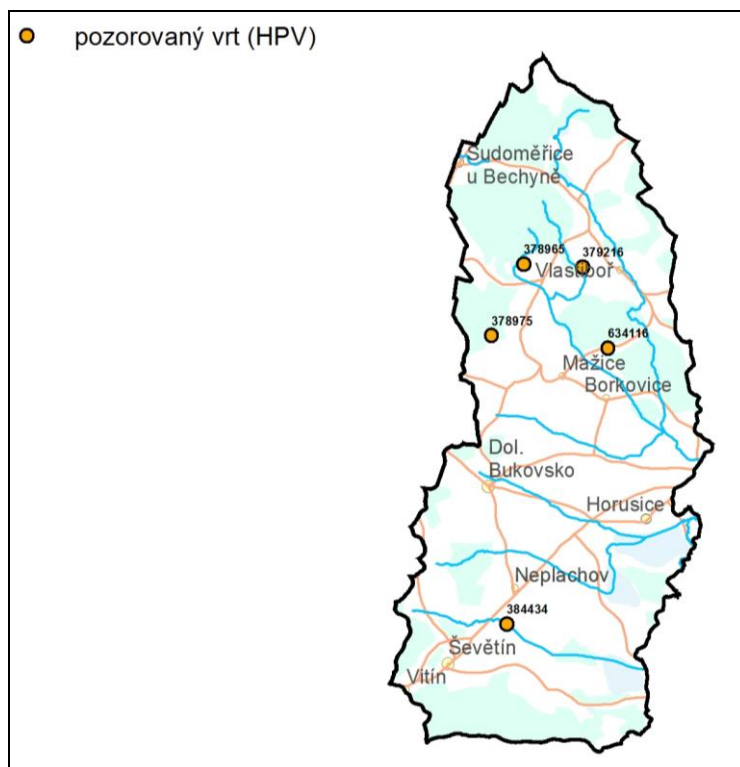
ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD KOLÍSÁNÍ HLADINY PODZEMNÍ VODY

Pro analýzu chování kolektoru jeho doplňování a vyprazdňování byl zvolen rozbor kolísání hladiny podzemní vody na vrtech pozorovaných ČHMÚ. Seznam vrtů použitých pro analýzu uvádí tabulka 5-3. Lokalizaci pozorovaných vrtů ukazuje obrázek 5-4 a výsledky pozorování obrázek 5-5.

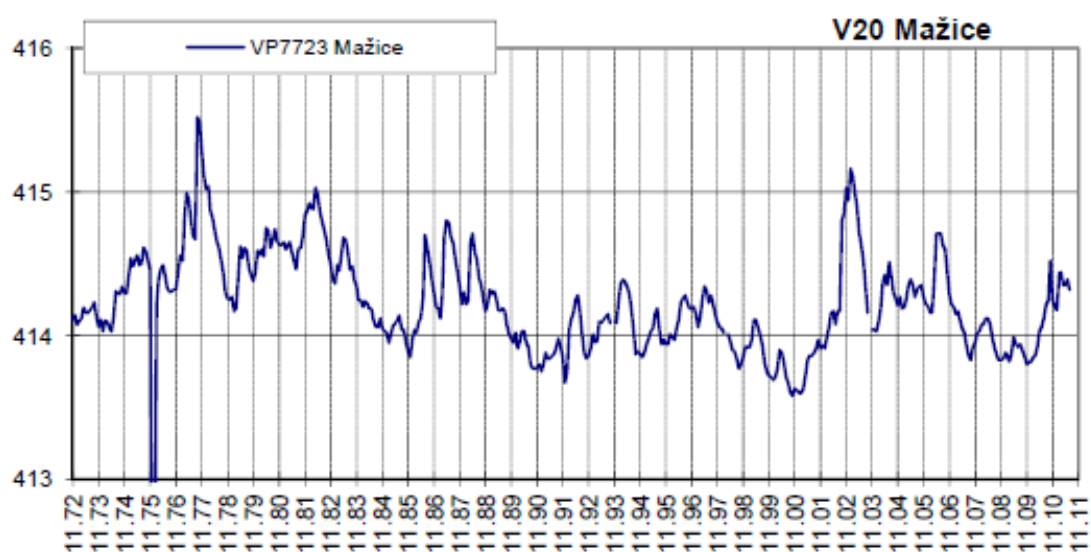
Tabulka 5-3. Přehled objektů ČHMÚ s časovými řadami pozorování hladiny podzemí vody

Název	Označení ČHMÚ	Lokalita	Sledován do roku	Sledovaný parametr	kolektor	Klíč GDO
B-2	VP 7720	Komárov	1972-2012	hladina, chemismus	NK reg	378965
B-13	VP 7721	Komárov	1972-2012	hladina, chemismus	NK reg	379216
B-11	VP 7722	Hartmanice	1972-2012	hladina, chemismus	NK reg	378975
V-20	VP 7723	Borkovice (Mažice)	1972-2012	hladina, chemismus	NK reg	634116
H-5	VP 7718	Ševětín (Mazelov)	1972-2012	hladina, chemismus	NK reg	384434

NK reg – regionální (mělký) oběh v sedimentech



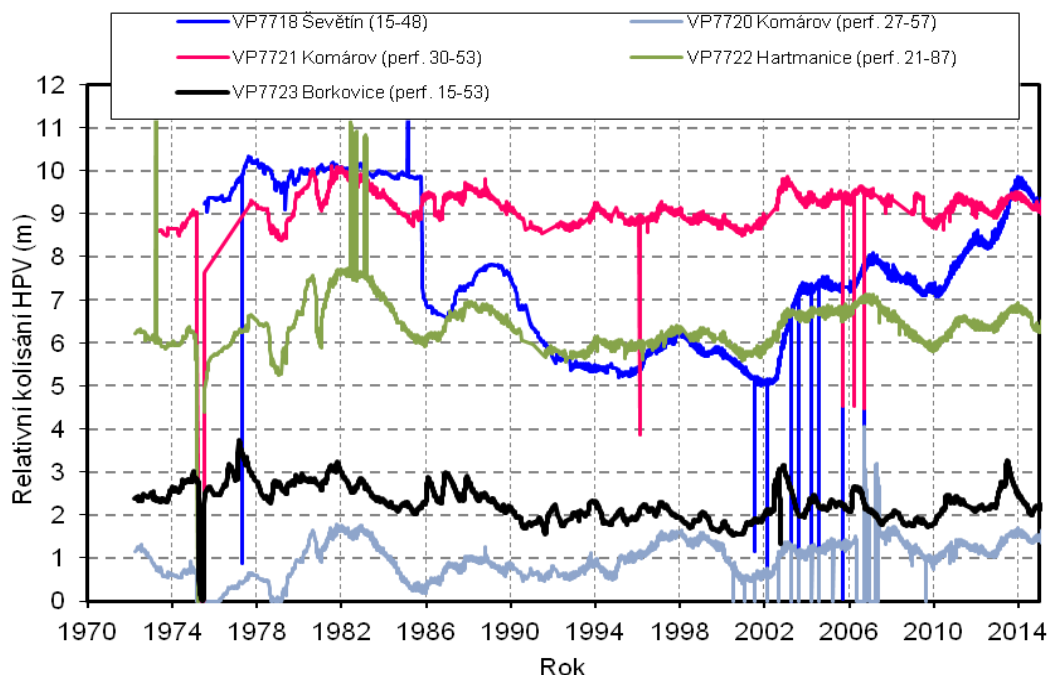
Obrázek 5-4. Situace objektů ČHMÚ



Obrázek 5-5. Časové řady kolísání hladiny podzemní vody v pozorovacích vrtech ČHMÚ – Mažice v m n.m.
(Milický 2012)

Kolísání hladiny podzemní vody je nepravidelné s mírně stoupajícím trendem na vrtech v Komárově a Hartmanicích a nepatrně klesajícím u vrtu v Mažicích a je zpožděné oproti vrcholu srážek, průtoku na profilu řeky Lužnice. Vrt Mazelov se nachází v těsné blízkosti jímání a proto je jeho kolísání ovlivněno čerpáním podzemní vody.

V HGR 2151 se nachází 5 vrtů, které sledují pánevní kolektory (obr. 5-6). Uvedené pánevní vrty vykazují výrazný pokles hladin podzemní vody v letech 1999-2001 a následný nástup hladin podzemní vody po roce 2002. Od roku 2002 se hladiny podzemní vody drží víceméně na stejné úrovni a od roku 2007 do roku 2010 dochází k opětovnému poklesu hladin podzemní vody. Extrémně srážkový rok 2010 znamená opět rychlý nárůst hladin podzemní vody. Do roku 2014 hladiny podzemní vody víceméně stagnují. Na všech vrtech převažuje spíše dlouhodobý trend v kolísání hladiny podzemní vody. Výjimku představuje vrt VP7718 Ševětín, který se nachází na okraji infiltrační oblasti horusické jímací linie. Hladina podzemní vody (HPV) mezi lety 2002 až 2013 setrvale roste, v období s nižší dotací nepatrně klesá. Hodnocení vrtů je uvedeno v tabulce 5-6.



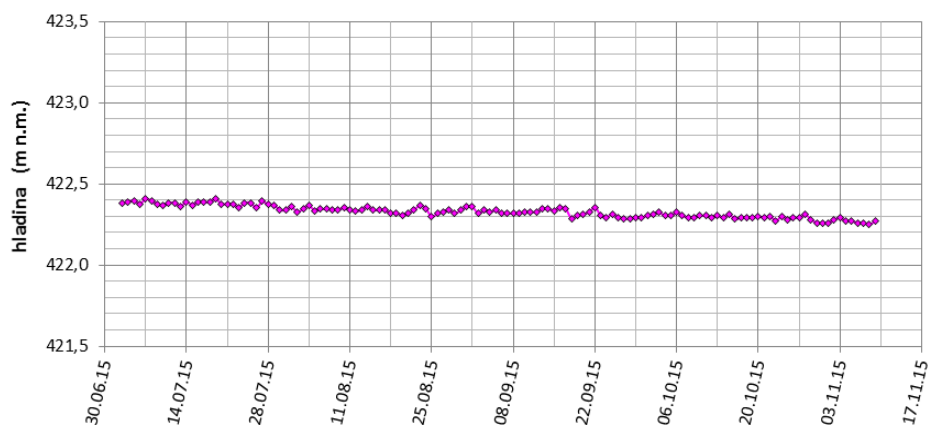
Obrázek 5-6. Časové řady kolísání hladin podzemní vody na pozorovaných vrtech ČHMÚ

Pro potřeby režimního měření byly hydrogeologické vrty vyhloubené v rámci projektu vybaveny měřicí technikou na měření kolísání hladiny podzemní vody a její teploty (datalogery). V souladu s praxí ČHMÚ jsou nastaveny intervaly sledování monitorovaných parametrů na 1 hodinu. Tabulka 5-5 ukazuje základní informace o výše uvedených průzkumných vrtech a umístění dataloggerů. Průběhy hladin podzemní vody v jednotlivých vrtech jsou na obrázcích 5-7 až 5-8.

Tabulka 5-1. Instalační údaje dataloggerů

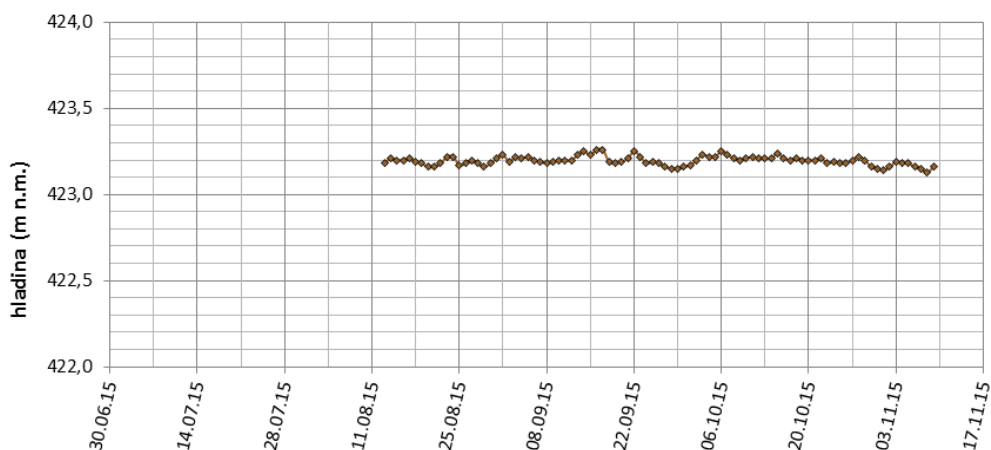
Označení objektu	Datum instalace	Odměrný bod nad terénem	Nadmořská výška OB	Délka kabelu hladinového snímače	Počáteční úroveň hladiny od OB
		(m)	(m n.m.)	(m)	(m)
2151_01T Vlastiboř	3. 7. 2015	0,96	433,86	17	11,49
2151_03T Horní Bukovsko	12. 8. 2015	0,66	452,25	32	29,07
2151_04T Drahotěšice	12. 8. 2015	1,02	495,56	72	68,62

OB – odměrný bod

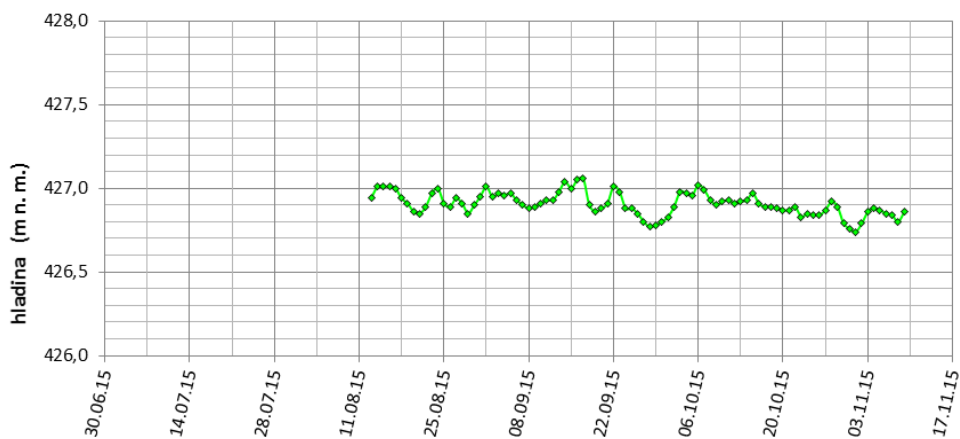


Obrázek 5-7. Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu Vlastiboř 2151_01T

U vrtů 2151_02T Horní Bukovsko a 2151_04T Drahotěšice, umístěných v nejhlubší části pánve u jejího z. tektonického okraje, byl ve sledovaném období 12.8. – 10.11.2015 zaznamenán celkový pokles hladin podzemní vody v rozsahu 0,02 – 0,08 m. Nepravidelný pohyb hladin podzemní vody souhlasný u obou vrtů je důsledkem změn čerpaného množství z vrtů na „Horusické jímací linii“.

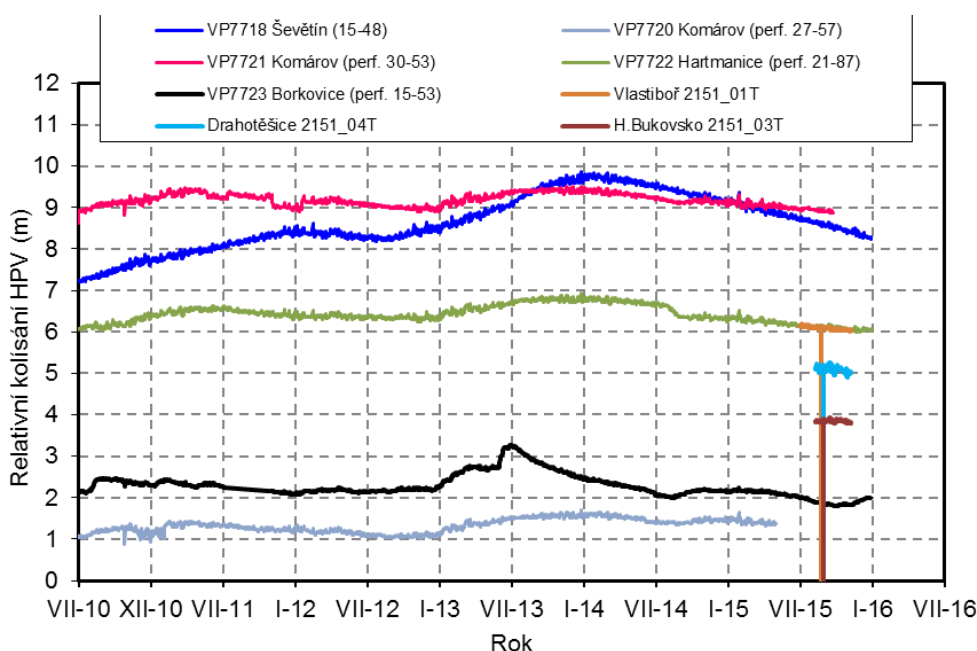


Obrázek 5-8. Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu Horní Bukovsko 2151_03T



Obrázek 5-9. Pohyb hladiny podzemní vody ve vrtu Drahotěšice 2151_04T

Výsledky režimního měření hladin podzemní vody (HPV) v nových hydrogeologických průzkumných vrtech a jejich porovnání s vrty ČHMÚ uvádí následující obrázek 3-5. Primární data z měření jsou v centrální databázi projektu.



Obrázek 5-10. Porovnání průběhu hladiny podzemní vody v nově realizovaných průzkumných vrtech Drahotěšice, Horní Bukovsko a Vlastiboř s vrty pozorovanými ČHMÚ

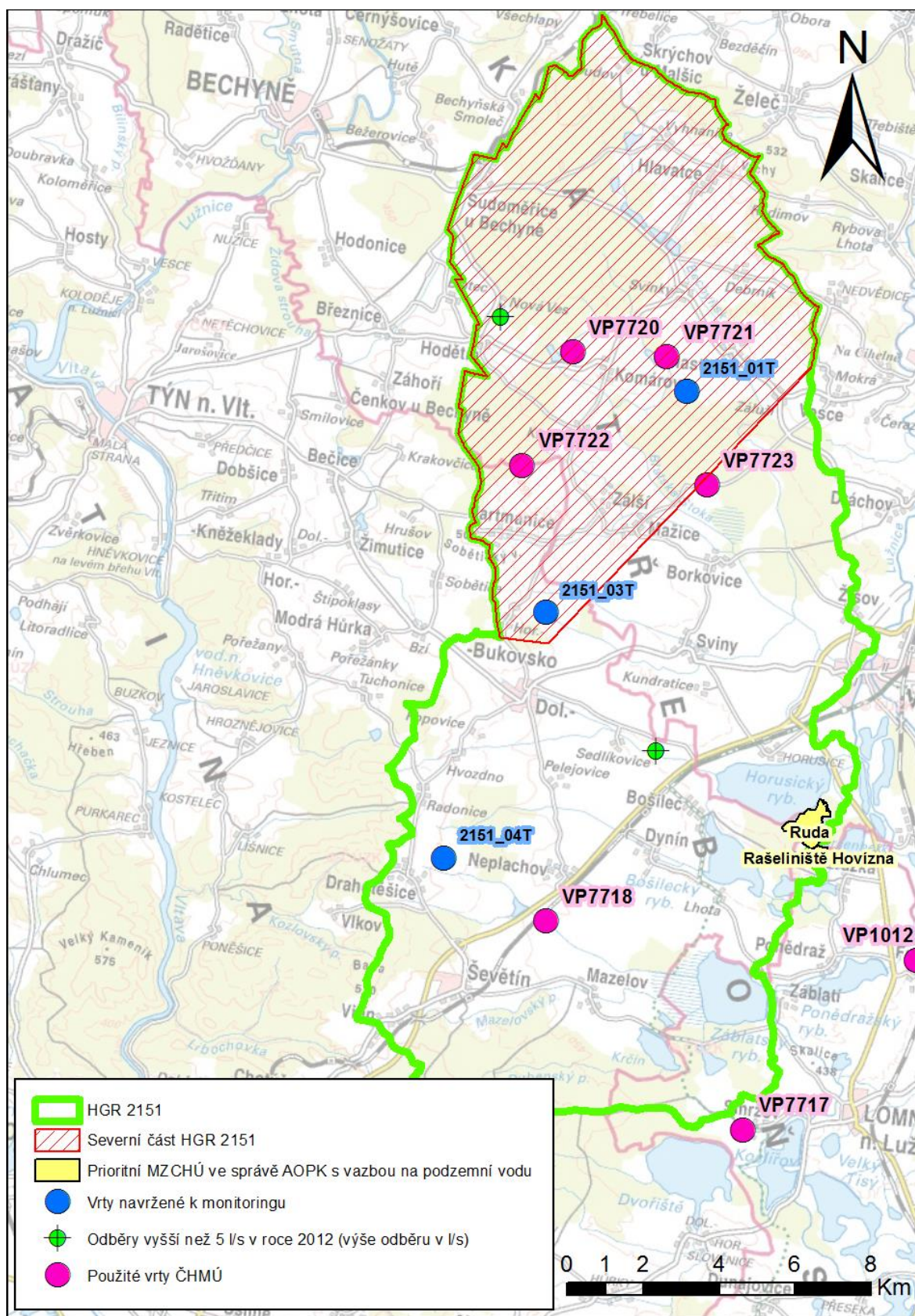
5.2. NÁVRH DOPLNĚNÍ POZOROVACÍ SÍTĚ

Pro hodnocení stavu hladin podzemní vody a zásob podzemní vody je nezbytné pokračovat v kontinuálním sledování hladin podzemní vody v monitorovacích vrtech sítě ČHMÚ a v nově vyhloubených průzkumných vrtech (tab. 5-5).

Tabulka 5-5. Doporučené vrty k monitoringu

Označení vrtu	Název lokality
VP7720	Komárov
VP7721	Komárov
VP7722	Hartmanice
VP7723	Borkovice
VP7718	Ševětín
2151_01T	Vlastiboř
2151_03T	Horní Bukovsko
2151_04T	Drahotěšice

Dále se doporučuje měření průtoků na vodoměrné stanici Mažice na Blatské stoce, popř. na dalších levostranných přítocích Lužnice a Zlaté stoky.



Obrázek 5-11. Situace hodnocených objektů v rajonu

Tabulka 5-6. Hodnocení monitorovací sítě ČHMÚ a jejich porovnání s modelem BILAN

Vrt	Charakteristika vrtu	Charakteristika kolísání HPV vs. model BILAN	Trend
VP7720 Komárov (perf. 27-57 m)	Vrt se nachází v infiltrační oblasti, 200 m od lokální drenáže Blatská stoka, perforace 27 – 57 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je pozvolnější oproti dotaci z modelu BILAN.	Málo výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem, HPV od roku 2002 roste, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst HPV. Dobrá shoda s režimem HPV na vrtu VP7721 Komárov.
VP7721 Komárov (perf. 30-53 m)	Vrt se nachází v infiltrační oblasti, na břehu rybníka Naděje (lokální drenáž), perforace 30 – 53 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je pozvolnější oproti dotaci z modelu BILAN.	Málo výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem, HPV od roku 2002 roste, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst HPV. Dobrá shoda s režimem HPV na vrtu VP7720 Komárov.
VP7722 Hartmanice (perf. 21-87 m)	Vrt se nachází v infiltrační oblasti, na hranici HGR, perforace 21 – 87 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je pozvolnější oproti dotaci z modelu BILAN.	Málo výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem, HPV od roku 2002 roste nebo stagnuje, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst HPV. Dobrá shoda s režimem HPV na vrtu VP7720 Komárov a VP7721 Komárov.
VP7723 Borkovice (perf. 15-53 m)	Vrt se nachází v drenážní oblasti, na území PR Borkovická Blata, perforace 15 – 53 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je pozvolnější oproti dotaci z modelu BILAN.	Málo výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem, HPV od roku 2002 roste, stagnuje nebo nepatrně kolísá, nicméně minimální HPV se drží výše oproti stavu 2001, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst HPV. Trendově dobrá shoda s režimem HPV na vrtu VP7720 Komárov, VP7721 Komárov a VP7722 Hartmanice.
VP7718 Ševětín (perf. 15-48 m)	Vrt se nachází na okraji infiltrační oblasti horusické jímací linie (Horusice-Bukovsko), perforace m 15 – 48 p.t.	Režim HPV z části odpovídá dotaci z modelu BILAN, nárůst HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV nepatrný, od roku 2002 do roku 2013 HPV víceméně roste.	Málo výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem, HPV mezi lety 2002 až 2013 setrvale roste, v období s nižší dotací nepatrně klesá.

HPV – hladina podzemní vody; p.t.- pod terénem; per. - perforace

6. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD

6.1. HYDROLOGICKÝ MODEL

Pánev je tektonicky predisponovaná deprese vyplněná sedimenty svrchní křídý (klikovské souvrství – senon), které představují pískovce, prachovce a jílovce s převládajícím písčitém vývojem, terciárními jíly a písky mydlovarského souvrství. V pánevní výplni se nepravidelně střídají propustné a méně propustné vrstvy. Omezení pánve je určeno stykem s okolním krystalinikem a z části je tektonické. Proudění podzemní vody v sedimentární výplni pánve je převážně průlinové, bez významnějšího podílu puklinové propustnosti.

V celém rozsahu pánve jsou rozdílné hydrogeologické poměry dané podmínkami vytvoření proudových systémů podzemní vody. Přirozený režim podzemních a povrchových vod v třeboňské pánvi je výrazně ovlivňován soustavou rybníků a umělých vodotečí (kanálů a stok).

POPIS SADY POVODÍ A DOSTUPNÝCH DAT

Bezmála celá plocha rajonu 2151 náleží do mezipovodí Lužnice s odtokem sledovaným ve stanici Klenovice – Lužnice (1310) a přítoky ve stanicích Hamr nad Nežárkou – Nežárka (1290), Frahelž – Lužnice (1230) a Pílař – Zlatá stoka (1200). Mezipovodí, vymezené sestavou stanic ČHMÚ zahrnuje přítoky Lužnice z obou stran toku, v posuzovaném rajonu jsou však jen levostranné přítoky. Pro postižení jejich režimu byla zřízena vodoměrná stanice na Blatské stoce, uvnitř HGR 2151 i využitého mezipovodí.

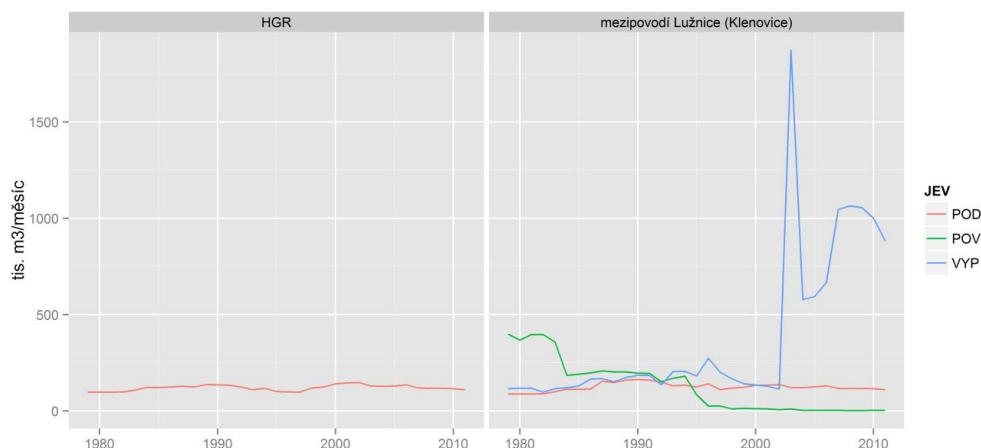
Tabulka 6-1. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data.

ID		ANALOG	P (mm)	Qa (m ³ /s)	NV (m n.m.)	A (km ²)	IA (km ²)	KALIB	SEP
2151m13 10-1290- 1230-1200	mezipovodí Lužnice (Klenovice)		663,96	2,293	478,99	636,41	242,15	1971-2010	x
HGR	HGR	TRANS	615,23	-	451,42	259,99	259,99	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; **SEP**: označení povodí, pro která byla provedena separace základního odtoku.

INFORMACE O MÍŘE OPRAV PRŮTOKŮ O UŽÍVÁNÍ

Průtokové řady použité pro kalibraci hydrologických modelů dílčích povodí i pro separaci základního odtoku nebyly opraveny o užívání vod. Obrázek 6-1 poskytuje informace o souhrnném užívání vod v dílčích povodích. Míru ovlivnění vyjádřenou v % celkového odtoku obsahuje tabulka 6-2.



Obrázek 6-1. Souhrnné užívání vod v dílčích povodích. POV: povrchový odběr, POD: podzemní odběr, VYP: vypouštění.

Tabulka 6-2. Míra ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích v % celkového odtoku

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	NaN	NaN	122,66	126,92	5,66	5,86
POD	mezipovodí Lužnice (Klenovice)	5,64	3,33	128,11	122,43	2,42	2,31
POV	mezipovodí Lužnice (Klenovice)	5,12	0,13	105,34	4,23	1,99	0,08
VYP	mezipovodí Lužnice (Klenovice)	16,88	21,89	388,24	887,96	7,32	16,74

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

POSTUP A VÝSLEDKY STANOVENÍ PODZEMNÍHO ODTOKU A DOTACE PODZEMNÍ VODY

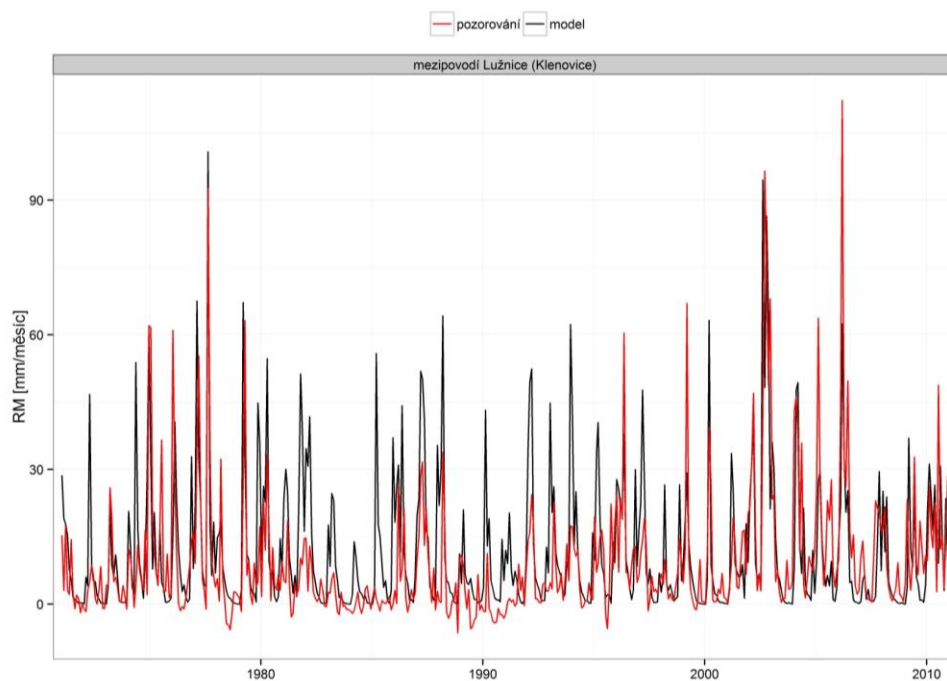
V případě hydrogeologických rajonů s menším počtem pozorovaných dat, což je případ HGR 2151 bylo nutno volit tento postup: pro všechna dílčí povodí a pro celý rajon byly vypočteny řady průměrných srážek a průměrných teplot v období 1981-2010. Pro povodí s měsíčním pozorováním byl kalibrován model BILAN s využitím pozorovaného odtoku. Hydrologická bilance pro rajon byla modelována pomocí meteorologických dat.

Pro rámcové posouzení dílčích i finálních výsledků jsou zobrazeny na obrázku 6-2 průběhy měsíčních řad pozorovaného a modelovaného odtoku, na obrázku 6-3 a 6-4 průběhy základního odtoku stanovené modelováním.

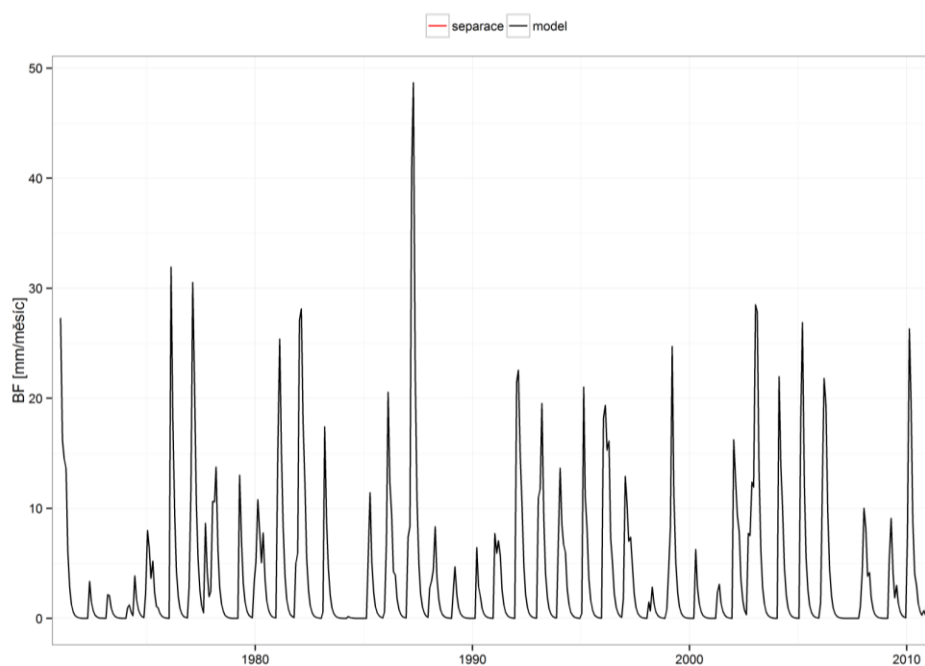
Hodnota koeficientu Nash-Sutcliffe pro vyjádření shody průtoků simulovaného modelem Bilan a měřeného průtoků je pro mezipovodí Lužnice (Klenovice) 0,29. Na obrázcích 6-5 a 6-6 jsou pro všechny použité dílčí části rajonu a pro rajon jako celek vyneseny řady měsíčních dotací zásob podzemní vody.

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 ukazuje obrázek 6-7. Stejně charakteristiky jsou na obrázku 6-8 pro dotaci podzemní vody.

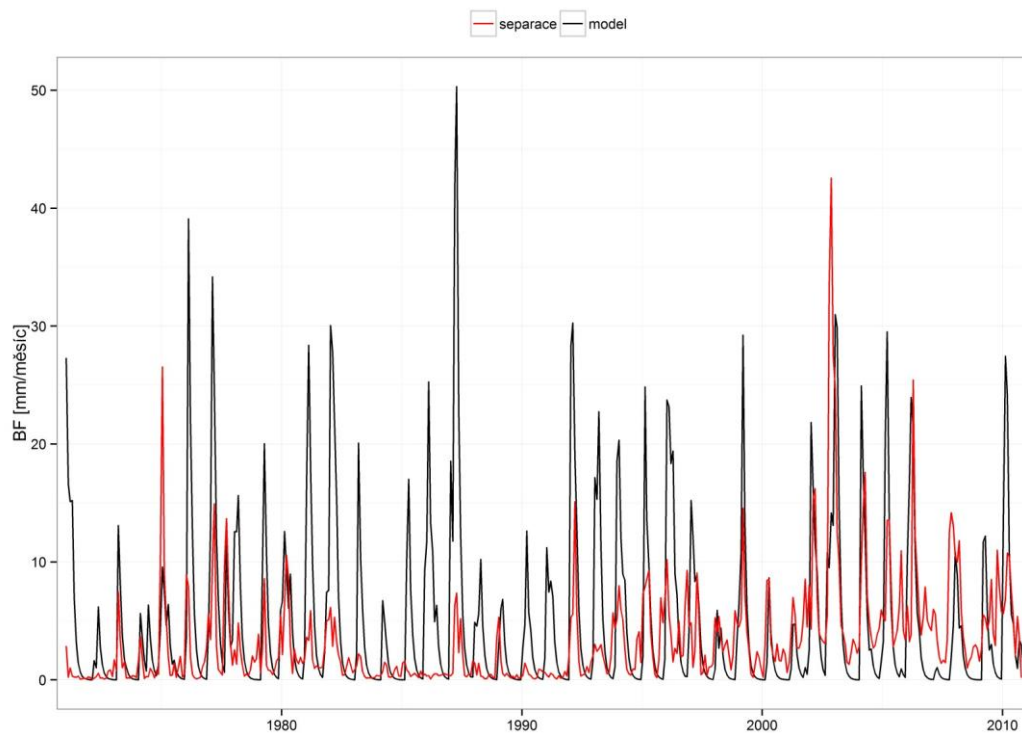
Čáry překročení jsou na obrázku 6-9 pro základní odtok a na obrázku 6-10 pro dotaci podzemní vody zpracované z chronologických řad, tj. ze všech měsíců období 1981-2010 a 2001-2010.



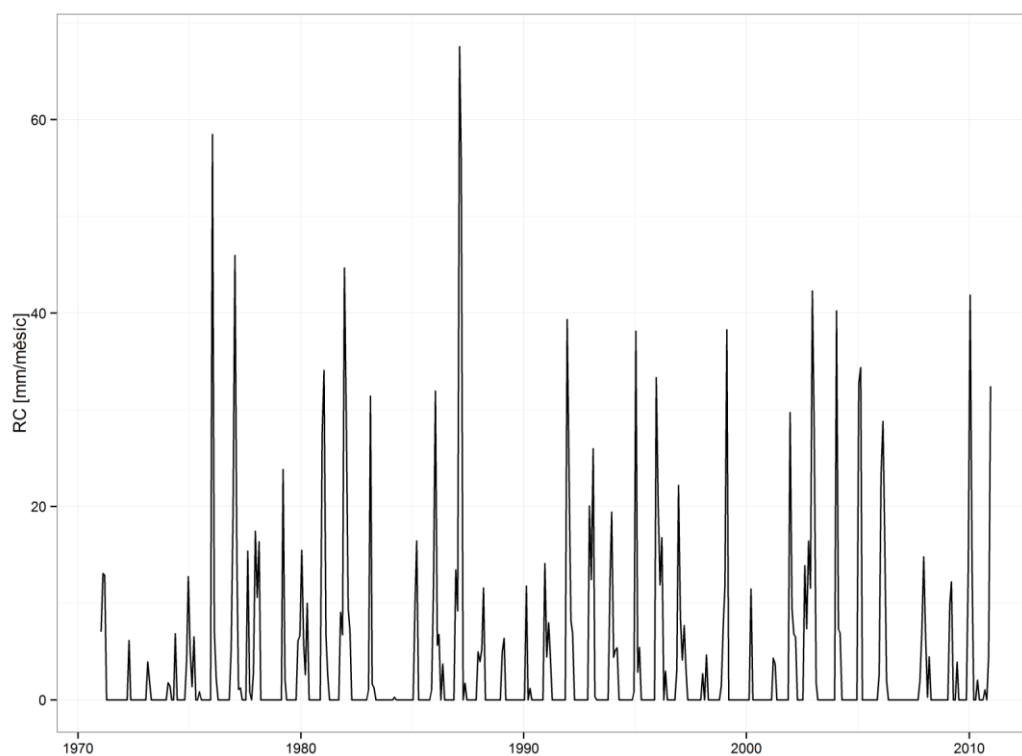
Obrázek 6-2. Pozorovaný a modelovaný odtok v HGR 2151



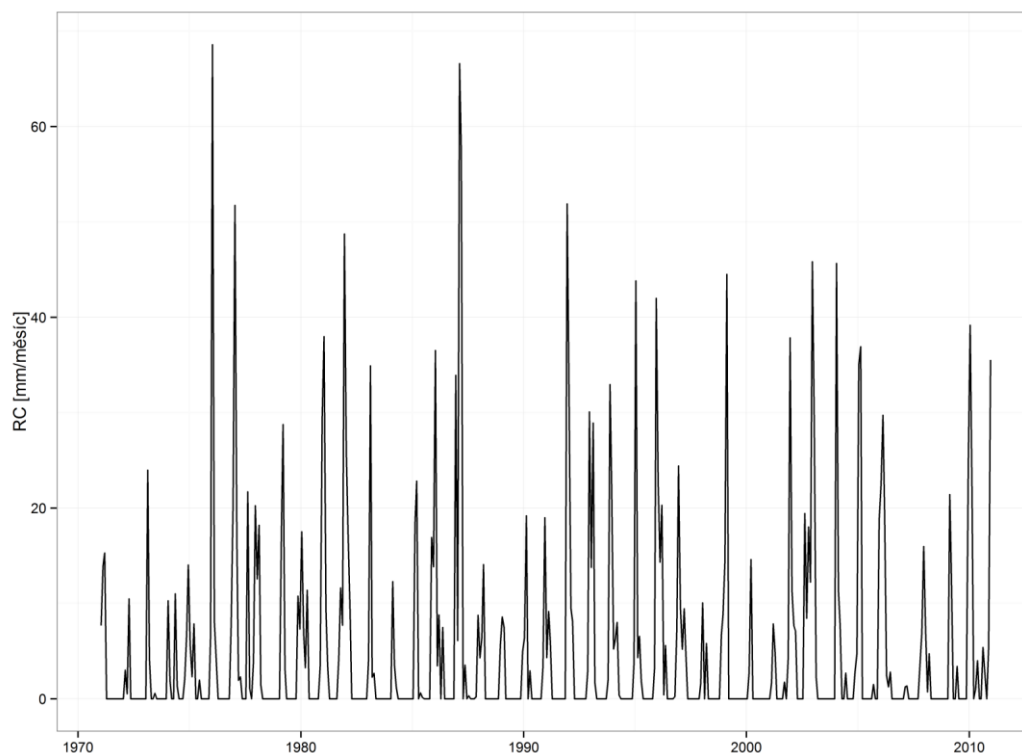
Obrázek 6-3. HGR 2151 Základní odtok.



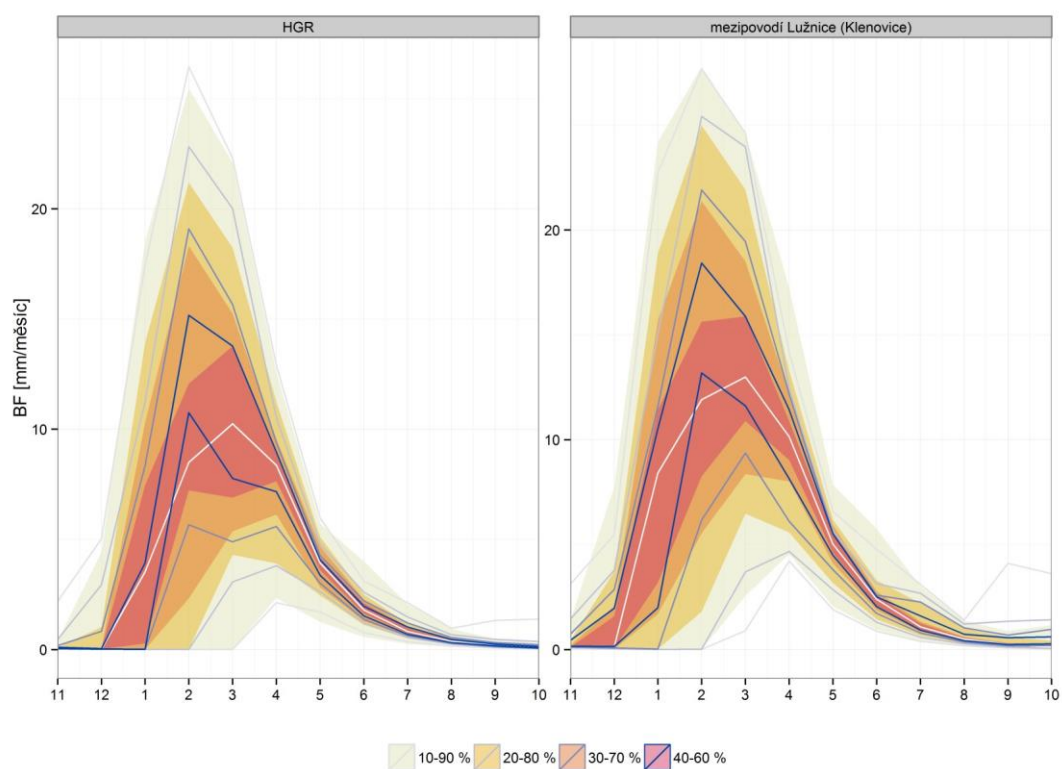
Obrázek 6-4. Mezipovodí Lužnice (Klenovice) - základní odtok



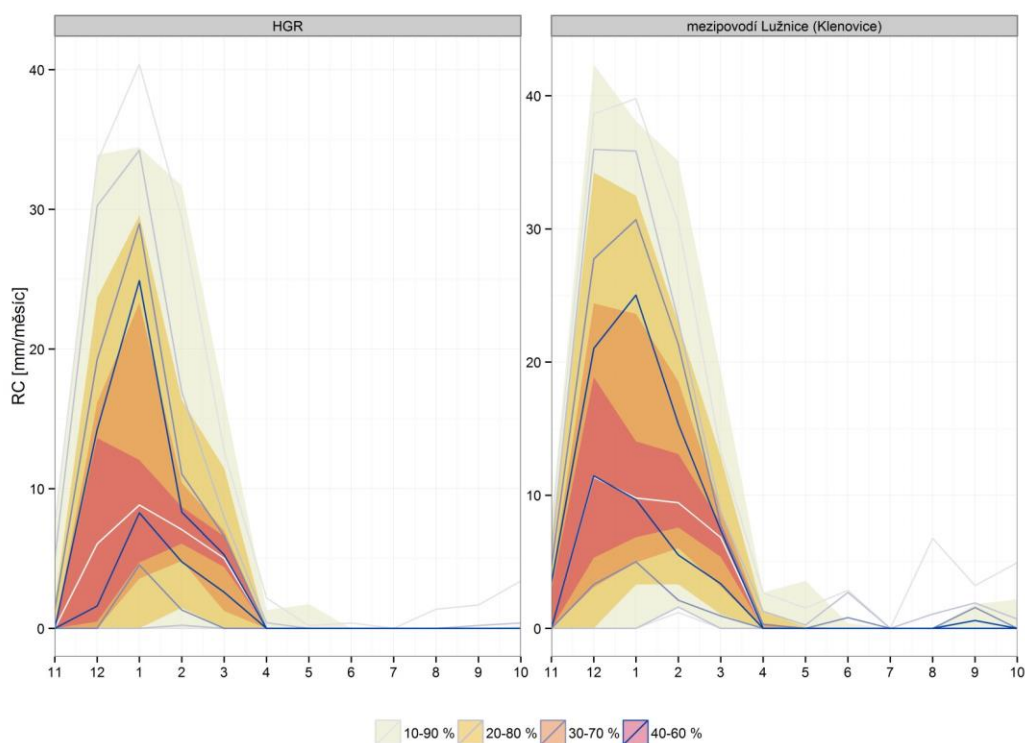
Obrázek 6-5. Modelovaná dotace podzemní vody v HGR 2151



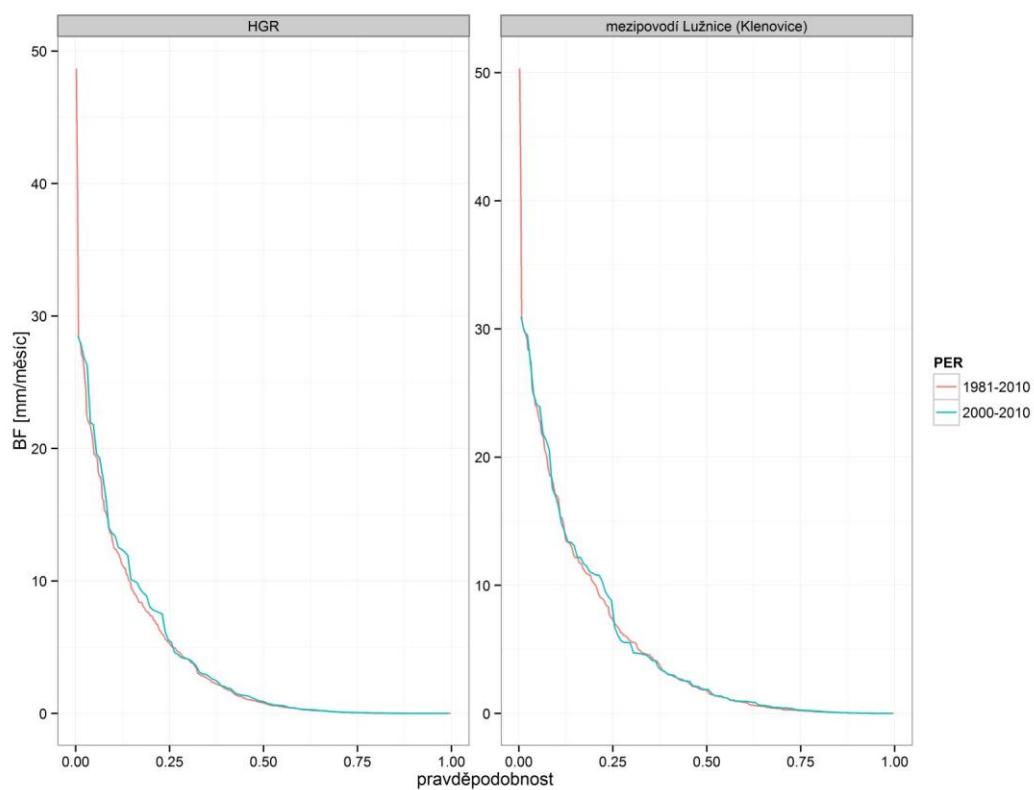
Obrázek 6-6. Mezířpovodí Lužnice (Klenovice) - modelovaná dotace podzemní vody



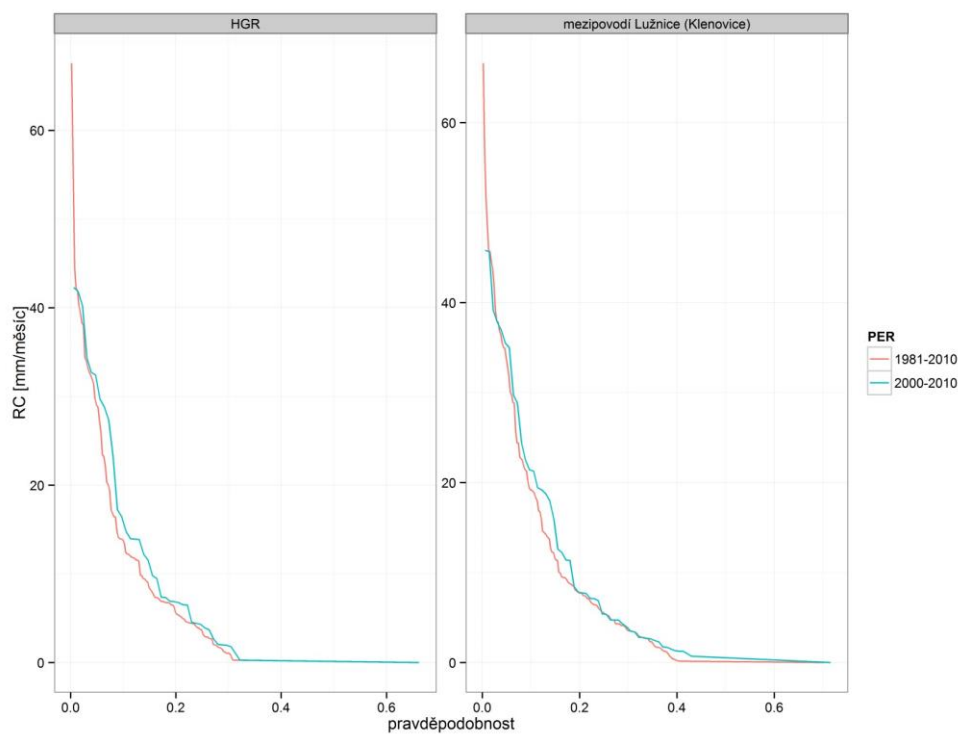
Obrázek 6-7. Pravděpodobnostní pole – základní odtok v HGR 2151
(Plné plochy odpovídají období 1981-2010, čáry období 2001-2010)



Obrázek 6-8. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody v HGR 2151
(Plné plochy odpovídají období 1981-2010, čáry období 2001-2010)

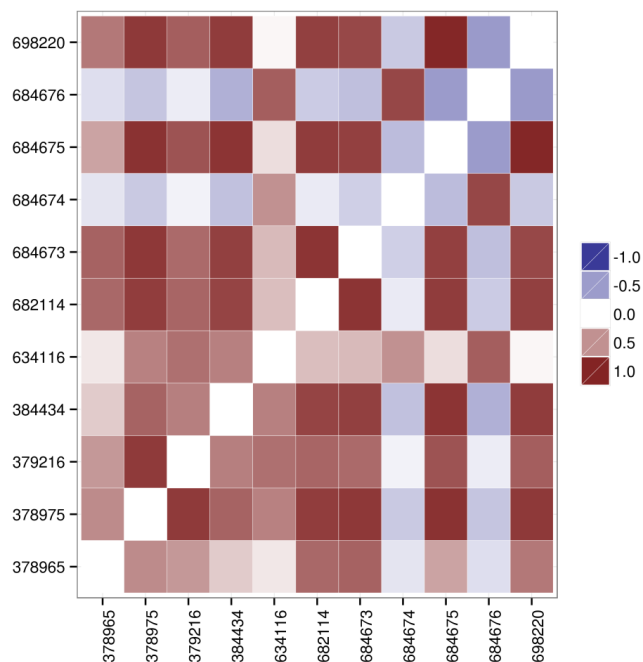


Obrázek 6-9. Čára překročení měsíčního základního odtoku v HGR 2151



Obrázek 6-10. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody v HGR 2151

VYČLENĚNÍ ZÁKLADNÍHO ODTOKU NA ZÁKLADĚ REŽIMU HLADIN PODZEMNÍ VODY – METODA KLINER – KNĚŽEK



Obrázek 6-11. Matice koeficientů korelace mezi pozorovanými hladinami podzemní vody jednotlivých vrtů

6.1.1. DOTACE PODZEMNÍ VODY

SOUHRNNÉ CHARAKTERISTIKY HYDROLOGICKÉ BILANCE

Podle hydrologického modelování na území rajonu činí za období 1981 až 2010 specifická dotace podzemních vod $1,57 \text{ l/s.km}^2$, celková dotace je pak $49,66 \text{ mm/rok}$.

Souhrnné charakteristiky hydrologické bilance za modelované mezipovodí a celý rajon jsou uvedeny v tabulce 6-3 a 6-4. Vypočtená specifická dotace podzemních vod pro rajon vyšla $1,57 \text{ l/s.km}^2$ (tab. 6-3). Na nově zřízené vodoměrné stanici Blatská stoka (Mažice) byla v rámci aktivity 4 stanovena dotace podzemní vody $2,58 \text{ l/s.km}^2$. Vzhledem k poloze pozorovaného povodí není výsledek v rozporu s výsledkem modelování. Je podkladem pro vystižení nerovnoměrnosti základního odtoku z plochy rajonu. Vyšší hodnoty zjištěného základního odtoku na profilu Mažice na Blatské stoce jsou odrazem známého faktu, že Blatská stoka je vedle Lužnice hlavní drenážní bází proudění podzemních vod v s. části třeboňské pánve.

Tabulka 6-3. Shrnutí hydrologické bilance za období 1981-2010

	P (mm)	R (mm)	RM (mm)	P - R (mm)	ET (mm)	RC (mm)	RC (l/s.km^2)
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	669,84	112,24	144,78	557,6	524,8	64,65	2,05
HGR	620,47	NA	105,71	514,76	514,52	49,66	1,57

Vysvětlivky: P – měsíční srážkový úhrn; R – měsíční odtoková výška pozorovaná; RM – měsíční odtoková výška modelovaná; ET – aktuální evapotranspirace; RC – dotace zásob podzemní vody; *nejsou k dispozici data pro celé období* nejsou k dispozici data pro celé období

Tabulka 6-4. Shrnutí hydrologické bilance za období 2001-2010

	P (mm)	R (mm)	RM (mm)	P - R (mm)	ET (mm)	RC (mm)	RC (l/s.km^2)
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	706,79	201,1	160,86	505,68	539,16	68,21	2,16
HGR	666	NA	122,11	543,89	536,3	54,71	1,73

POSOUZENÍ VÝVOJE PRŮMĚRNÝCH VELIČIN HYDROLOGICKÉ BILANCE

V tabulkách 6-7 až 6-11 jsou uvedeny průměry srážek, teploty vzduchu, odtoku, aktuální evapotranspirace, dotace zásob podzemní vody a základní odtok 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 vzduchu je uveden i v kap. 4.2.

Tabulka 6-7. Vývoj odtoku - odhad z modelu BILAN

období	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR	106,29	105,71	0,99	122,11	1,16
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	146,75	144,78	0,99	160,86	1,11

Tabulka 6-8. Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad z modelu BILAN).

období	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR	495,51	514,52	1,04	536,30	1,04
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	501,48	524,80	1,05	539,16	1,03

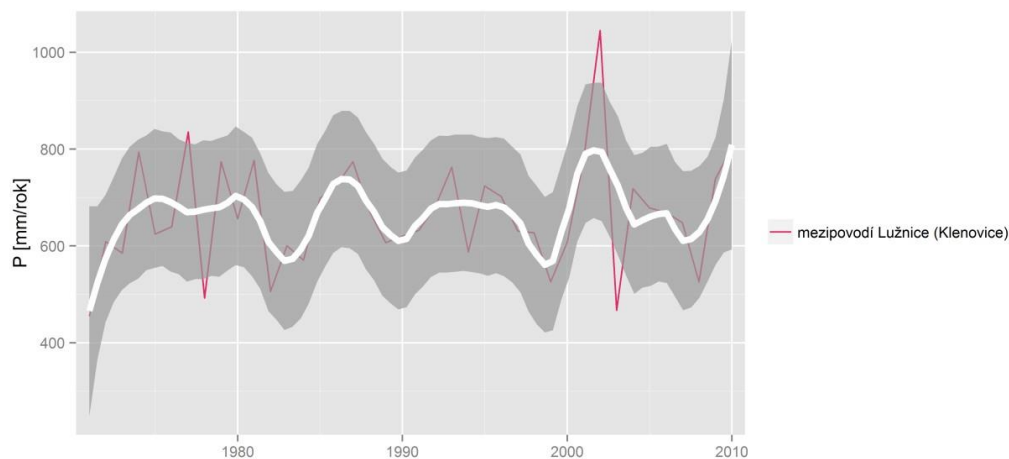
Tabulka 6-9. Vývoj dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN).

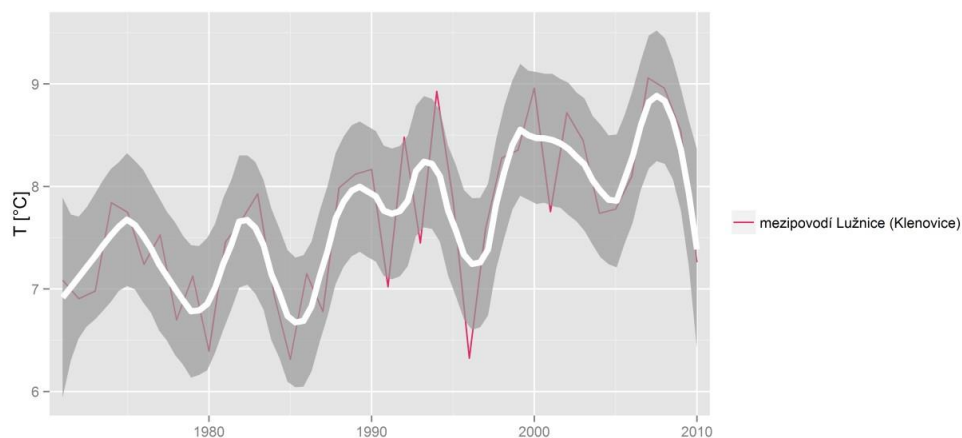
období	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR	40,45	49,66	1.23	54,71	1.10
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	55,09	64,65	1.17	68,21	1.06

Tabulka 6-10. Vývoj základního odtoku (odhad z modelu BILAN).

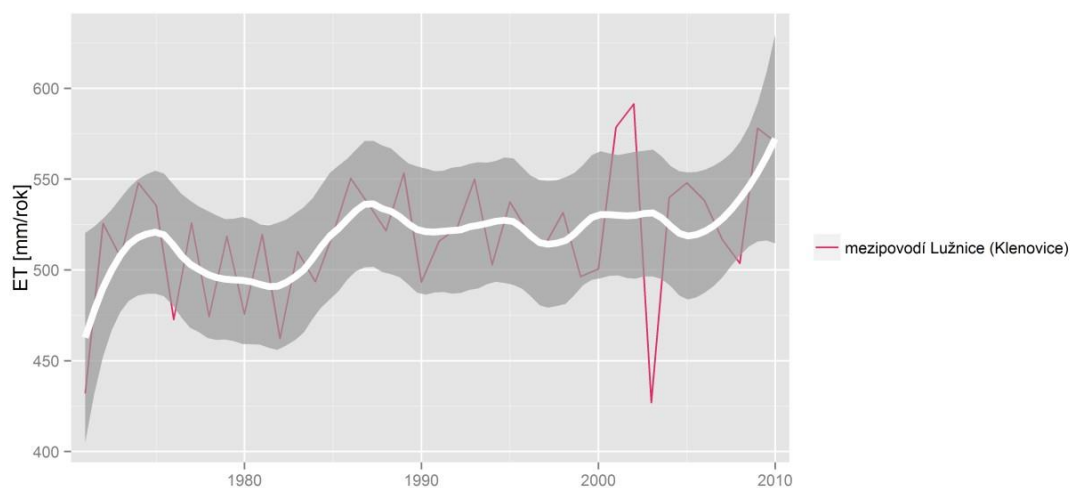
období	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR	42,71	49,43	1,16	51,26	1,04
mezipovodí Lužnice (Klenovice)	57,00	64,40	1,13	64,36	1,00

Obrázky 6-12 až 6-17 znázorňují průběhy ročních řad základních veličin hydrologické bilance za období 1961–2010 v jednotlivých dílčích povodích a částech rajonu. Silná čára vyznačuje 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.

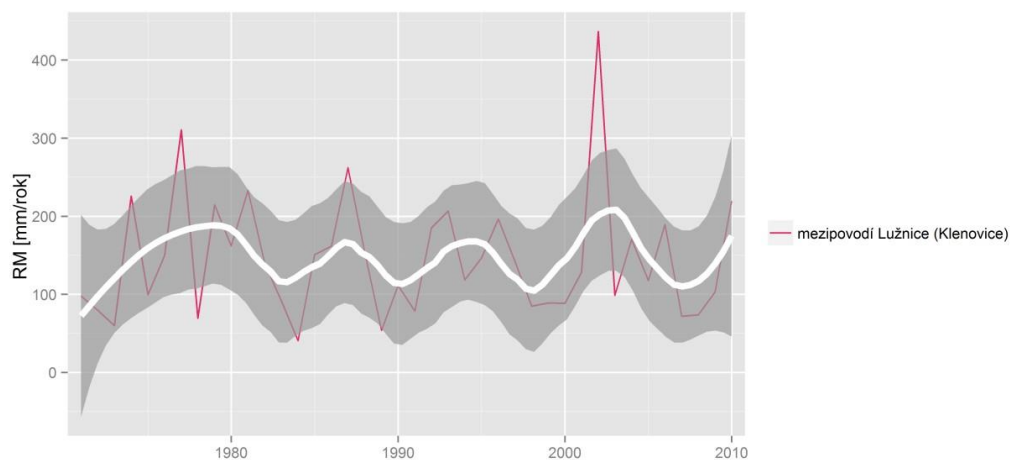
**Obrázek 6-12. Vývoj průměrných ročních srážek**



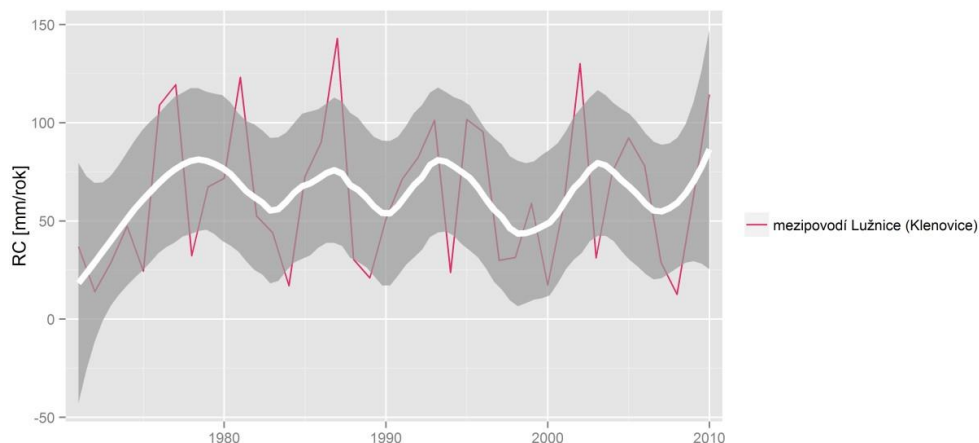
Obrázek 6-13. Vývoj průměrné roční teploty



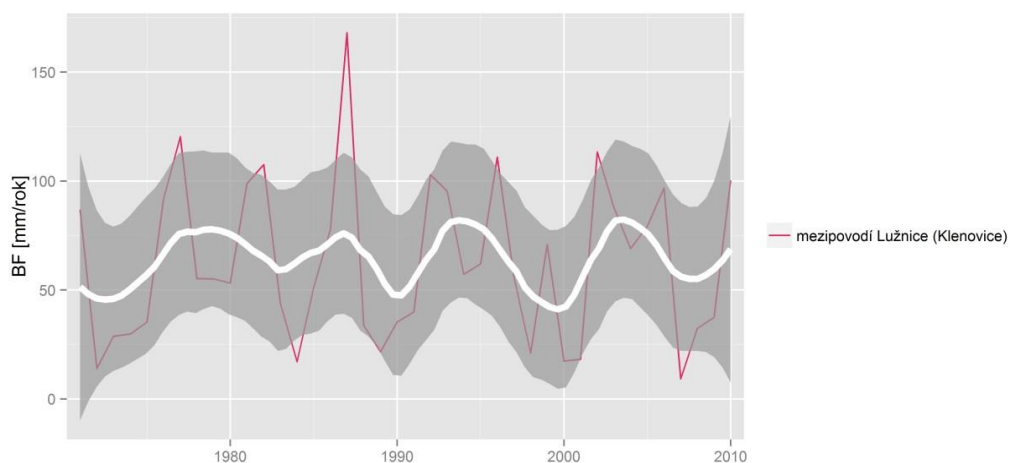
Obrázek 6-14. Vývoj aktuální evapotranspirace - odhad z modelu BILAN



Obrázek 6-15. Vývoj průměrného ročního odtoku - odhad z modelu BILAN



Obrázek 6-16. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody - odhad z modelu BILAN



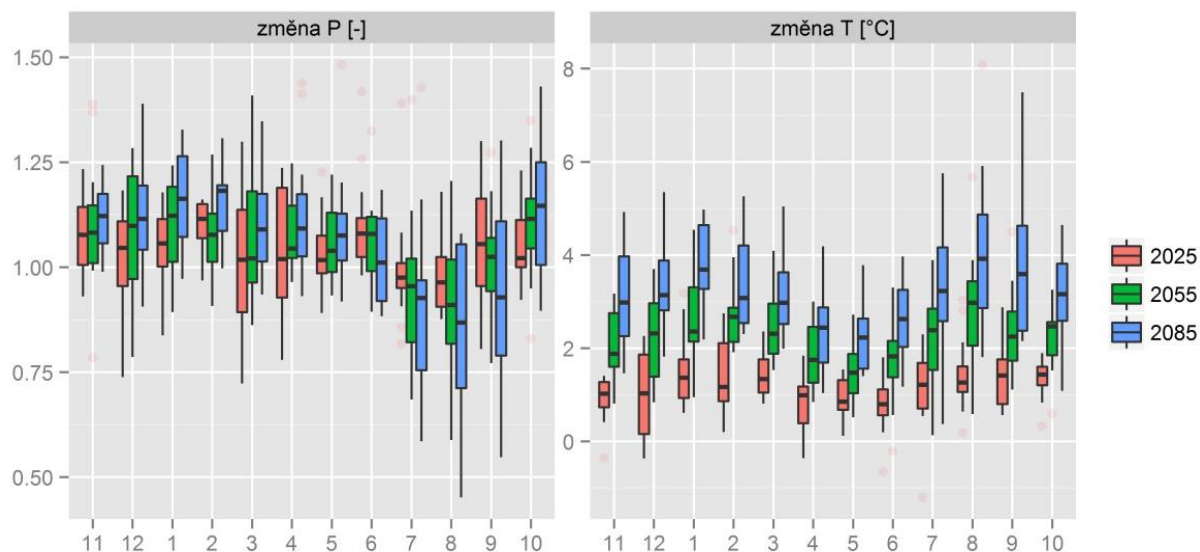
Obrázek 6-17. Vývoj průměrného ročního základního odtoku - odhad z modelu BILAN

6.1.2. POSOUZENÍ MOŽNÝCH DOPADŮ ZMĚN KLIMATU

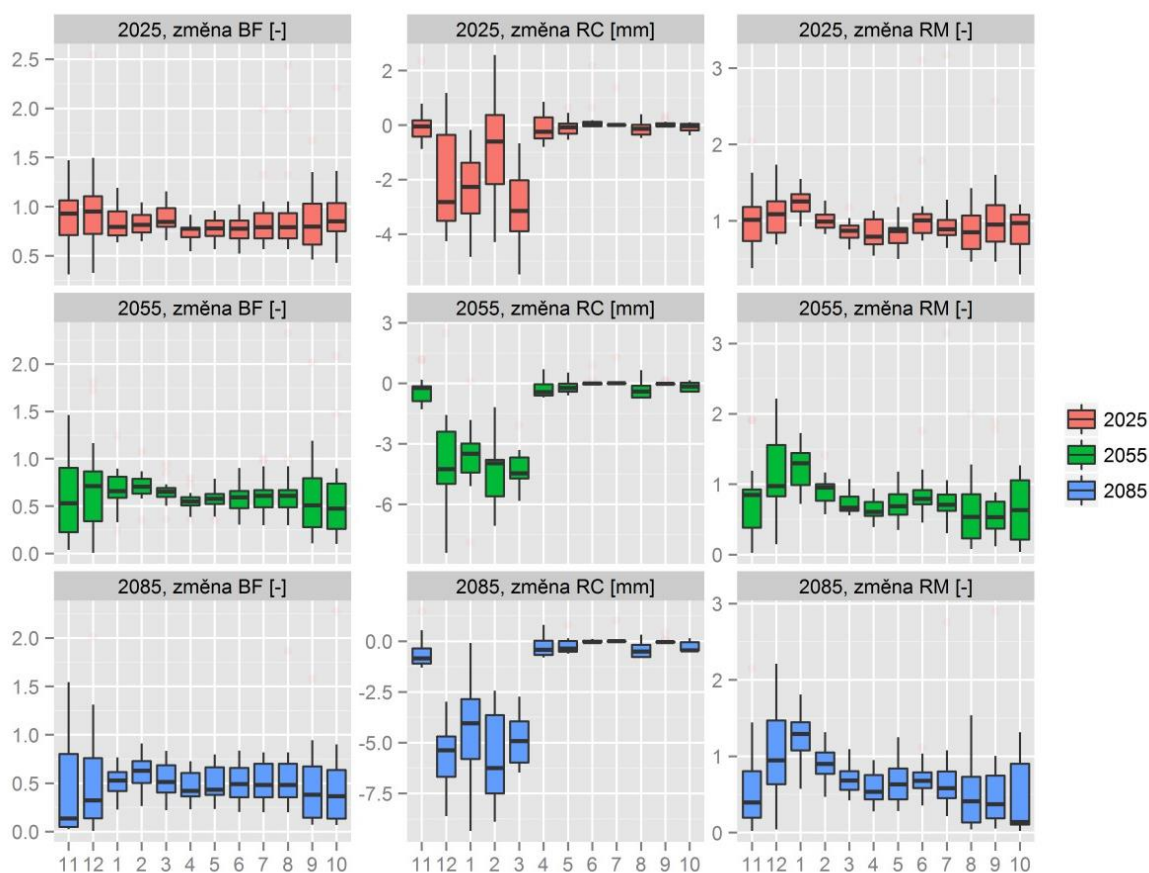
Posouzení možných dopadů klimatické změny bylo provedeno na základě simulací 15 regionálních klimatických modelů pro časové horizonty 2025 (2011-2040), 2055 (2041-2070) a 2085 (2071-2100). Vzhledem k dostupným datům jsou uvažovány změny oproti období 1961-1990, které je standardně uvažováno pro referenční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

Uvažované změny srážek i teploty vzduchu udává obrázek 6-18. Pro srážky předpokládají klimatické modely pokles v letních měsících dle časového horizontu 5-25 %, po zbytek roku spíše růst. Teplota vzduchu 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 obrázek 6-19. Z hlediska možných využití podzemních vod je podstatné, že zejména v časově vzdálenějších časových úrovních se základní odtok od května až do listopadu zmenšuje.



Obrázek 6-18. Měsíční změny srážek (poměr) a teploty vzduchu (rozdíl) dle RCM simulací pro jednotlivé měsíce. Krabicové grafy indikují 5%, 25%, 50%, 75% a 95% kvantil rozdělení měsíčních změn v souboru klimatických modelů



Obrázek 6-19. 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

Plocha rajonu je jen menší částí mezipovodí, vymezeného stanicemi ČHMÚ. Zřízením další stanice na Lužnici problém řešit nelze. Pro postižení režimu tohoto HGR byla zřízena vodoměrná stanice na Blatské stoce. Problém tohoto toku spočívá v tom, že ve vegetačním období celý zarůstá vodní vegetací. Pro dlouhodobé pozorování povrchových vod lze doporučit zřídit vodoměrnou stanici na Bechyňském potoce, který nezarůstá a kde lze najít lokalitu vhodnou pro zřízení vodoměrné stanice.

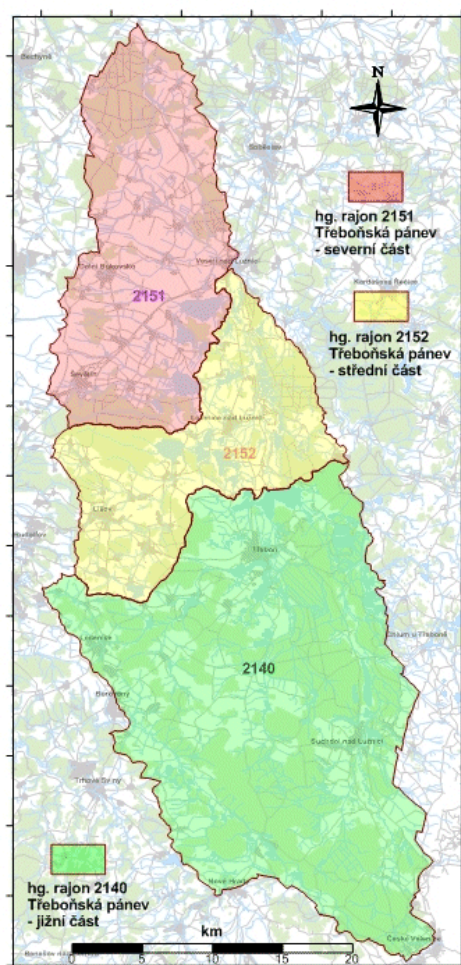
6.2. HYDRAULICKÝ MODEL PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

Hydraulický model proudění podzemní vody realizovaný v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod byl zpracován ve 3 etapách:

- Stacionární simulace ideových neovlivněných poměrů proudění podzemní vody a simulace proudění při konkrétních odběrech – kalibrace hydraulických parametrů a validace modelu.
- Transientní simulace proudění podzemní vody v období hydrologických let 2001 až 2010 – kalibrace kapacitních parametrů modelu. Statistickým zpracováním byl odvozen průměrný hydrologický rok v parametrech doplnění a prázdnění zásob podzemní vody.
- Stacionární simulace proudění při odběrech podzemní vody – rekalibrace modelu na základě výsledků realizovaných průzkumů a dalších hodnocení. Simulace proudění při variantních optimalizovaných odběrech podzemní vody.

KONCEPCE, DISKRETIZACE, OKRAJOVÉ PODMÍNKY A VSTUPNÍ DATA

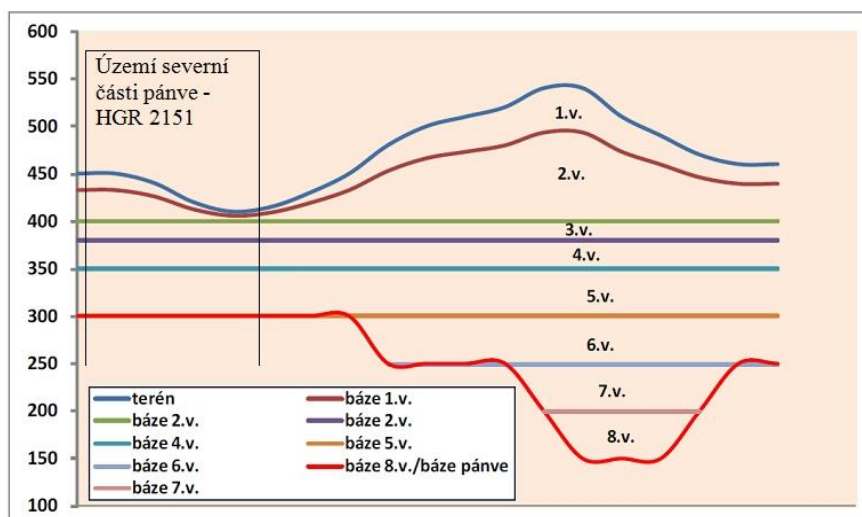
Koncepce pro hydrogeologický matematický model regionu 5 (obr. 6-20), jehož součástí je HGR 2151 je uvedena v kapitole 5 Koncepční hydrogeologický model.



Obrázek 6-20. Modelový region 5 a pozice HGR 2151

DISKRETIZACE MODELOVÉHO ÚZEMÍ

- modelové území tvoří bilančně uzavřenou strukturu, hranice jsou vedeny po rozvodnicích;
- přes hranice modelového území nedochází k přetokům podzemní vody,
- vertikálně je prostor modelu diskretizován do pěti až osmi vrstev podle mocnosti pánevní výplně (obr. 6-21), v HGR 2151 je prostor modelu diskretizován do pěti vrstev;
- první modelová vrstva reprezentuje vrstvu kvartérních uloženin a připovrchovou vrstvu zvětralin. Ve vrstvě se odehrává nejrychlejší proudění od míst infiltrace srážkové vody do míst nejbližší lokální drenážní báze. První vrstva zprostředkovává infiltraci i drenáž pro horniny pánevní výplně a krystalinika;
- mocnost první vrstvy je proměnlivá, v oblasti hlavní drenážní báze severní části pánve (oblast Veselí n. Lužnicí) je mocnost nejnižší (cca 6 m) a na z. okraji v oblasti krystalinika dosahuje až 50 m, obvyklá mocnost první vrstvy je mezi 10 a 15 m;
- báze ostatních modelových vrstev jsou zadány vodorovnými plochami,
- jednotlivé vrstvy zahrnují v nižších horizontech nejen pánevní sedimenty, ale na okrajích, nebo v místě elevací podloží i horniny krystalinika, které jsou od pánevních sedimentů odlišeny svými hydraulickými parametry;
- horizontálně je plocha modelu rozdělena do pravidelné sítě čtvercových elementů o straně 100 m, velikost modelových elementů je rovnoměrná;
- v modelu je celkem 583 920 aktivních buněk,
- okraje výpočetní sítě jsou orientovány rovnoběžně s osami Křovákova souřadného systému.



Obrázek 6-21. Schéma vertikální diskretizace modelu v HGR 2151 a celém regionu 5

6.2.1. OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Proudění podzemní vody v prostoru modelu je vymezeno zadáním okrajových podmínek odvozených z koncepčního modelu. Množství podzemní vody, které proudí v simulované, bilančně uzavřené struktuře, je dáno zadanou velikostí zdrojů podzemní vody, které v podobě efektivní infiltrace představují jedinou dotační (Neumanovu) okrajovou podmínku úlohy předepsanou na plochu představující povrch první modelové vrstvy. Na zbytku vnější hranice modelové oblasti je vzhledem k přijatému koncepčnímu modelu předepsána podmínka nulového toku (homogenní Neumanova podmínka). Odtok podzemní vody z modelového území probíhá prostřednictvím drenáže podzemní vody do říční sítě, vodních nádrží (Newtonova podmínka) a jímacích objektů (Neumanova podmínka).

INFILTRACE

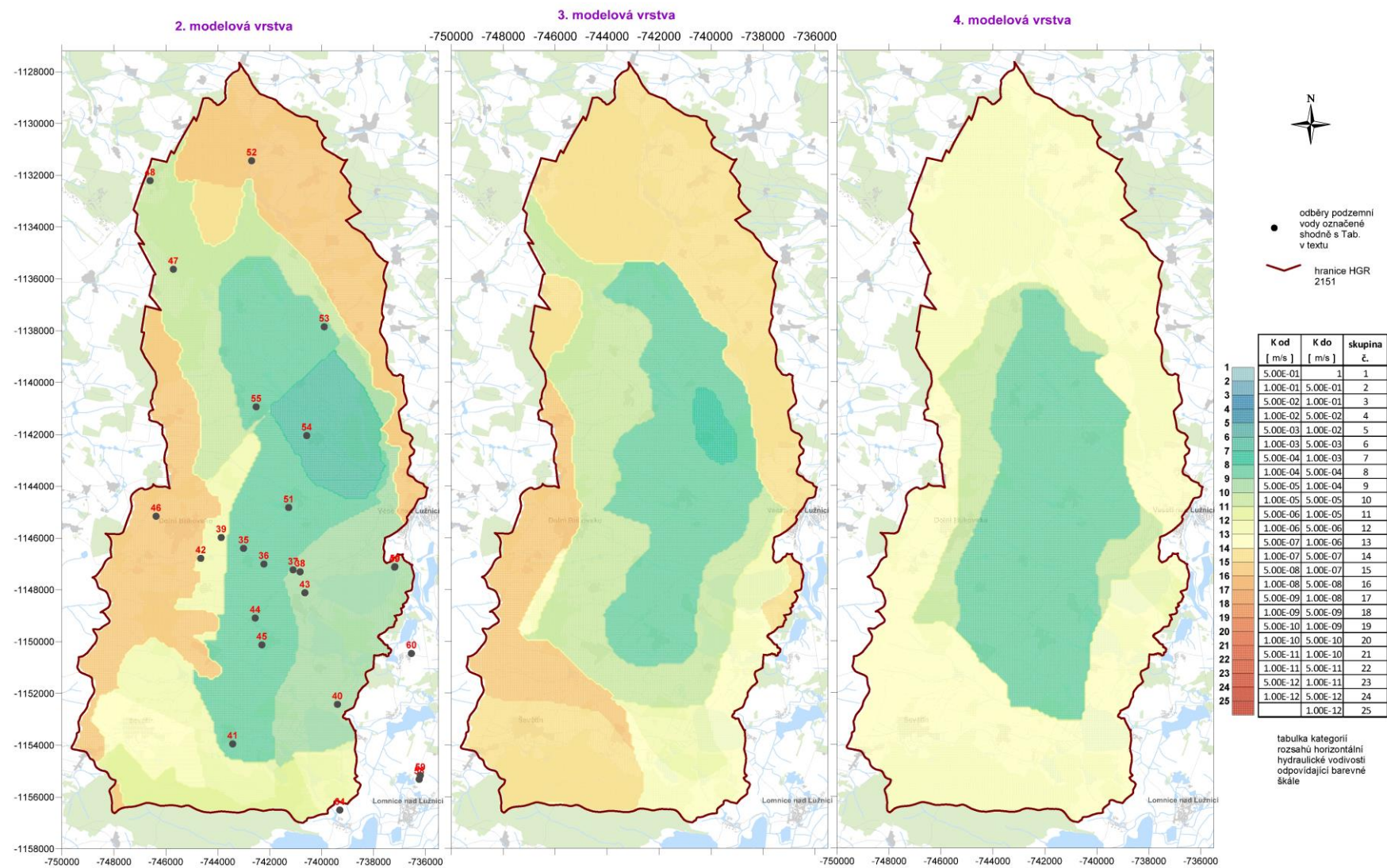
Ve stacionárním modelovém řešení byla srážková infiltrace zadána pomocí 30 zón s hodnotami v rozsahu X^{-11} m/s až X^{-9} m/s. Průměrná infiltrace pro celou modelovou oblast dosahovala přibližně hodnoty 2 l/s.km² ($2 \cdot 10^{-9}$ m/s), celková infiltrace zadaná do modelu regionu 5 je 2,046 m³/s. Stacionární řešení předpokládá, že efektivní infiltrace do prostředí terciérních a křídových sedimentů dosahuje v regionálním pohledu cca 50 % této hodnoty a druhá polovina odtéká v rámci velmi rychlého připovrchového proudění do nejbližších drenážních bází.

Pro HGR 2151 je modelová infiltrace zadána na celkové úrovni 454 l/s, což představuje specifický odtok ve výši cca 1,84 l/s.km², modelový odtok z povodí Blatské stoky a Bechyňského potoka je mírně vyšší – cca 2 l/s.km².

HYDRAULICKÉ PARAMETRY

Hydraulické odporové a kapacitní parametry horninového prostředí byly pro rajon odladěny v rámci stacionárních a transientních modelových simulací. Vstupní údaje, převzaté z dostupných informací vyhodnocených hydraulických zkoušek, byly plošně interpretovány v rámci procesu kalibrace pomocí zón s konstantní hodnotou hydraulické vodivosti. Rozložení modelových zón horizontální hydraulické vodivosti pro jednotlivé modelové vrstvy je dokumentováno na obrázku 6-22. Koeficienty hydraulické vodivosti kvartérních, terciérních a křídových sedimentů se pohybují v řádech x^{-6} až x^{-3} m/s, koeficienty v oblastech krystalinika x^{-7} až x^{-6} m/s. Obecně lze říci, že hydraulické vodivosti rostou od SZ a Z k v. okraji, kde je lokalizována hlavní drenážní báze rajonu. Modelová vertikální hydraulická vodivost se v prostoru HGR 2151 pohybuje v rozmezí x^{-6} až x^{-8} m/s a obvykle je o jeden až dva řády nižší než vodivost horizontální.

Modelové hodnoty storativity sedimentární výplně byly stanoveny na 4 až 7 % pro volnou storativitu a $3 \cdot 10^{-5}$ až $5 \cdot 10^{-5}$ (bezrozměrné) pro napjatou storativitu. Pro krystalinikum byl v modelu použit koeficient napjaté storativity v řádu x^{-10} .



Obrázek 6-22. Modelová distribuce horizontální hydraulické vodivosti

6.2.2. MODELOVÉ PRŮBĚHY HLADIN A SMĚRY PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

Koncepce stacionárních simulací je založena na předpokladu, že simulovány jsou ustálené úrovně hladiny podzemní vody při odpovídajících průměrných odběrech a při obvyklé drenáži podzemní vody do říční sítě. Stacionární model byl realizován ve dvou základních variantách:

- varianta ideového neovlivněného stavu bez odběrů podzemní vody,
- varianta při odběrech podzemní vody na úrovni roku 2010 – kalibrační varianta.

Kromě těchto základních modelových simulací byla provedena řada účelových modelových stacionárních simulací směřujících k analýze samotného matematického modelu (analýzy senzitivity parametrů modelu) a k analýze režimu proudění v zájmové lokalitě a jeho ovlivnění (simulace alternativ vodohospodářského využití struktury).

Základní varianta transientního modelu byla zpracována v měsíčním časovém kroku pro období hydrologických let 2001 - 2010.

SIMULACE PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY – REŽIM NEOVLIVNĚNÝ ODBĚRY PODZEMNÍ VODY

Izolinie hladiny podzemní vody pro variantu bez odběrů podzemní vody pro 2., 3. a 4. modelovou vrstvu jsou zobrazeny na obrázku 6-28. Hlavní drenážní bázi v rajonu 2151 tvoří oblast soutoku Lužnice a Bechyňského potoka ve Veselí nad Lužnicí. Dílčí drenážní oblastí je rybníční soustava při jv. okraji rajonu a prostor Veselských blat (Borkovická blata a Kozohlůdky) v centrální části rajonu. Směr proudění podzemní vody protékající rajonem je vzhledem k poloze drenážních oblastí v hlubších vrstvách generelně v s. části území od SV k JV a v j. části území od JZ k SV. Výjimku tvoří sv. cíp území nad mažickým zlomem, pro který je přirozenou drenáží oblast blat vzniklých díky těsnící funkci zlomu a proudění z této oblasti tak směřuje generelně k JZ. Vypočtená bilance podzemní vody je dokumentována v tabulce 6-11.

Tabulka 6-11. Modelová bilance podzemní vody - varianta bez odběrů podzemní vody

	přítok do HGR 2151	odtok z HGR 2151
	l/s	l/s
infiltrace	453,5	-
povrchové toky	-	430,9
přetok přes hranici z HGR 4152	20,6	43,2
odběr	-	-
suma	474,1	474,1

SIMULACE PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY – REŽIM OVLIVNĚNÝ ODBĚRY PODZEMNÍ VODY

Izolinie hladiny podzemní vody při simulovaných odběrech obsahuje obrázek 6-23. Vykresleny jsou rovněž izolinie snížení hladiny v důsledku simulovaných odběrů. Simulován byl průměrný odběr podzemní vody v roce 2010 na úrovni cca 115 l/s, poloha odběrů v příslušné modelové vrstvě je dokumentována na obrázku 6-23. Velikosti odběrů podzemní vody zadáné do této varianty simulace jsou dokumentovány v tabulce 6-11 a jejich poloha ukazuje obrázek 6-23.

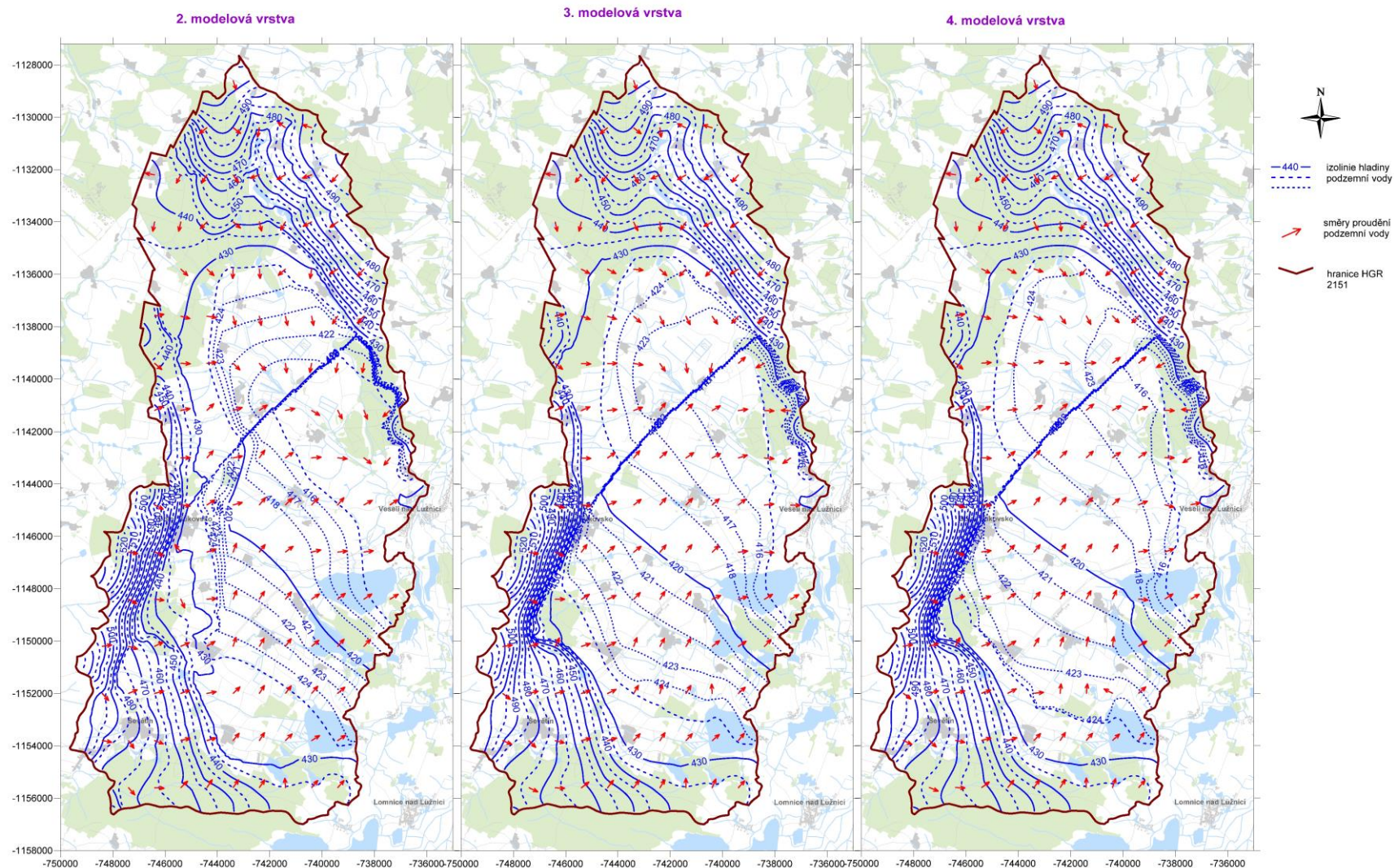
Tabulka 6-12. Odběry zadané do stacionární simulace proudění při odběrech na úrovni roku 2010

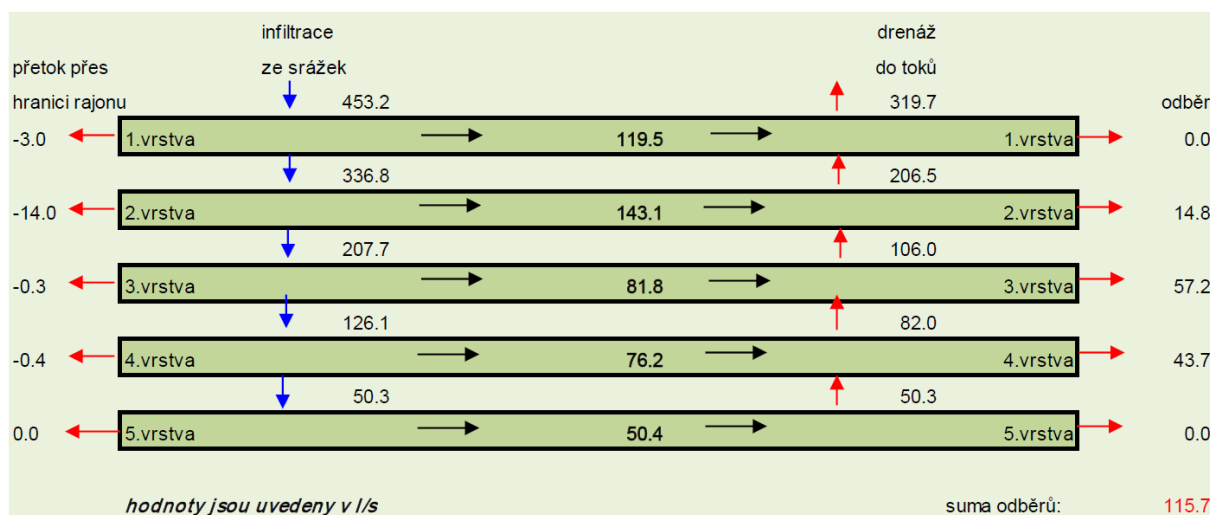
ID	objekt	nazev	ICO	odběr 2010 (l/s)
35	H10	Dolní Bukovsko	111004	21,61
36	H4	Sedlíkovice u Dolního Bukovska	111004	14,35
37	H3	Sedlíkovice u Dolního Bukovska	111004	28,70
38	V16e	Dolní Bukovsko	111004	25,00
39	V17b	Dolní Bukovsko	111004	3,90
40	HV-1	Lhota u Záblatí - Lhotský Dvůr	111023	0,36
41	HV-2	Mazelov Mavela	111032	1,14
42	HV-1 (Db-1)	Dolní Bukovsko	111033	0,37
43	V-11	Bošilec	111088	0,26
44	HV-1	SZ od Dynína mezi E55 a sklad.	111090	0,43
45	HV-1	Dynín	111094	0,30
46	kopaná studna	Dolní Bukovsko Bzí	111101	0,36
47	B-4	Blatec u Hodětína	118005	8,74
48	S1	Sudoměřice u Bechyně	118009	4,19
49	VS-2	Horusice, Fontea	118010	1,50
50	VS-3	Horusice, Fontea	118010	1,5
51	HV-1	Sviny	118021	0,55
52	NH4	Vyhnanice	118053	0,86
53	V-23	Vlastiboř u Soběslavi	118054	0,44
54	HV 2	Borkovice	118061	0,55
55	B18	Mažice	118062	0,58

Nejvýznamnějšími a největšími odběry podzemní vody v HGR 2151 jsou odběry z horusické jímací linie (Horusice-Bukovsko), kde je z pěti vrtů odebíráno cca 80 % z celkové sumy registrovaných odběrů. Tyto odběry způsobují v centrální části území pokles hladiny s maximem cca 6 m. Nejhlubší deprese je vypočtena bezprostředně kolem vrtu NH4 Vyhnanice (odběr cca 1 l/s), který je situován v prostoru odladěných velmi nízkých vodivostí za hranicí výskytu sedimentů pánve. Významné snížení hladiny podzemní vody je modelem vypočteno rovněž v okolí vrtů B-4 Blatec u Hodětína (odběr cca 8,7 l/s) a S1 Sudoměřice (odběr 4,2 l/s). Vlivem odběrů je snížena drenáž podzemní vody do povrchových toků cca o 110 l/s. Základní bilance podzemní vody vypočtená pro tuto variantu je dokumentována v tabulce 6-13, bilanční schéma pro jednotlivé modelové vrstvy je uvedeno v obrázku 6-24.

Tabulka 6-13. Modelová bilance podzemní vody - varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010

	přítok do HGR 2151	odtok z HGR 2151
	l/s	l/s
infiltrace	453,5	-
povrchové toky	-	319,3
přetok přes hranici s HGR 4152	20,6	39,1
odběr vody	-	115,7
suma	474,1	474,1





Obrázek 6-24. Bilance modelových vrstev – varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010

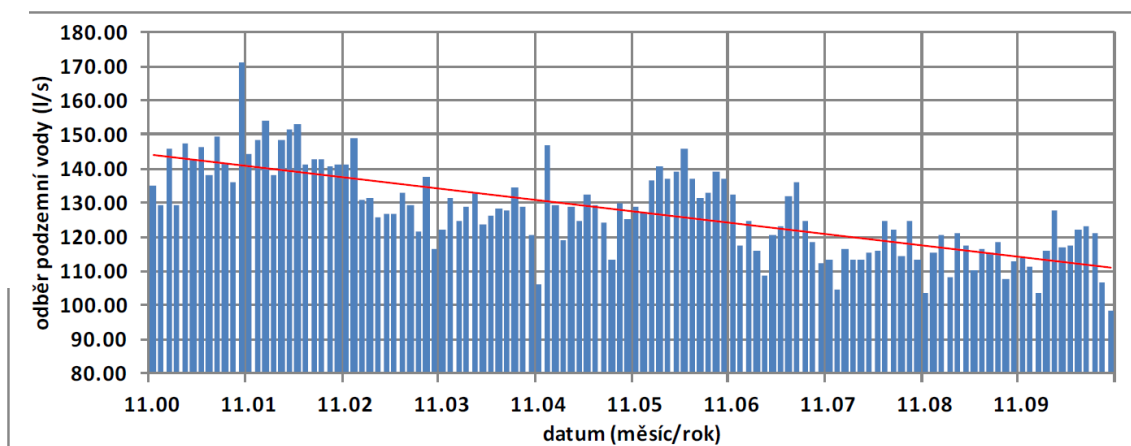
SIMULACE TRANSIENTNÍHO PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY V OBDOBÍ 2001 AŽ 2010

Transientní (neustálená) modelová simulace proudění podzemní vody je pro období hydrologických let 2001-2010 řešena v měsíčním kroku. Na vývoj úrovně hladiny podzemní vody ve vrtech v HGR 2151 má vliv především:

- velikost aktuální infiltrace,
- velikost kapacitních parametrů kolektoru,
- hloubka a poloha objektu.

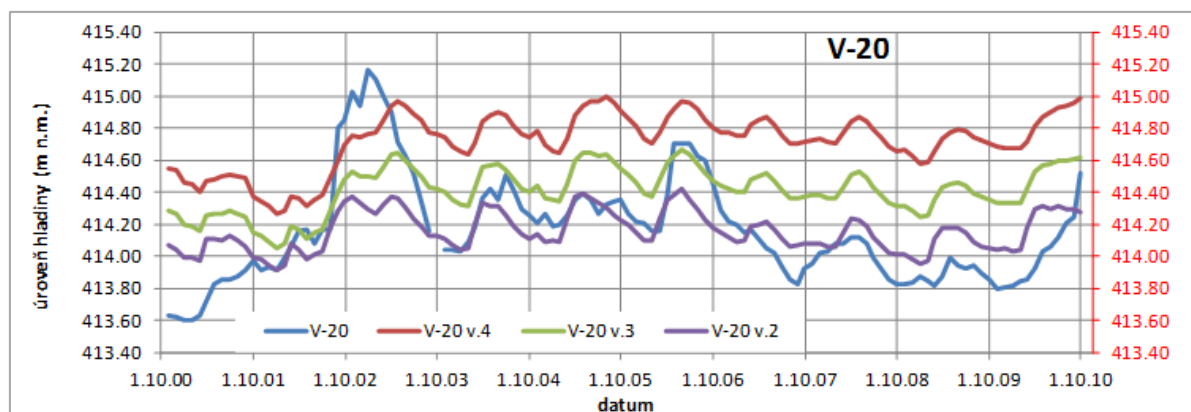
Vývoj odběrů podzemní vody v HGR 2151 v simulovaném období je dokumentován v obrázku 6-25.

Z trendové čáry odběrů podzemní vody je patrný pozvolný pokles velikosti odběrů v rajonu



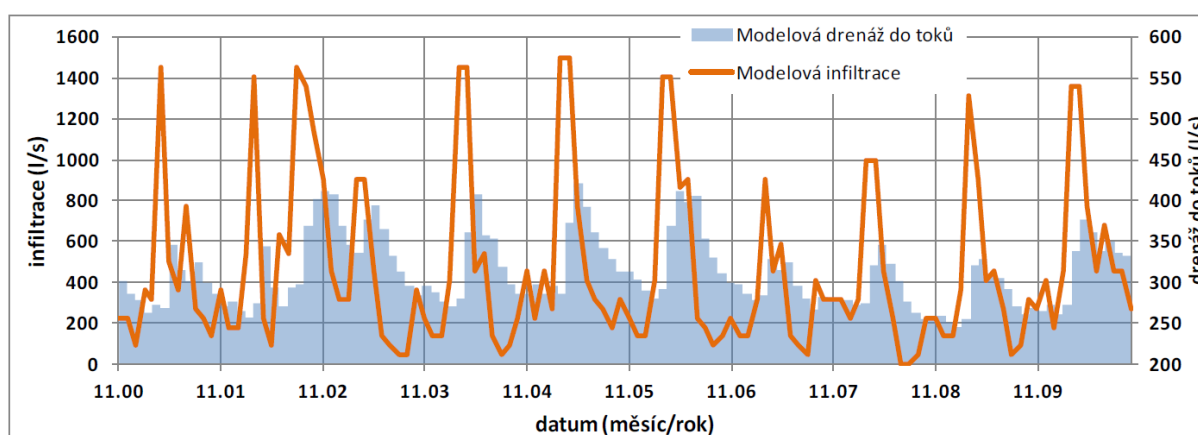
Obrázek 6-25. Vývoj odběrů podzemní vody v období hydrologických let 2001-2010

Měřené a modelové hladiny podzemní vody ve vrtu V-20 jsou porovnány na obrázku 6-26. Režim měřené hladiny podzemní vody ve vrtu je v grafu vyznačen modře, modelová hladina podzemní vody je červeně a hodnoty úrovně jsou uvedeny na ose popsané rovněž červenou barvou. Perforovaný úsek vrtu V-20 protíná 2. až 4. modelovou vrstvu. Měřená hladina podzemní vody ve vrtu vykazuje nízkou rozkolísanost s dobře patrným režimním chodem. Z porovnání modelové a měřené hladiny podzemní vody je zřejmé, že bylo dosaženo dobré shody v úrovních i v trendu vývoje hladiny podzemní vody. Z grafu je rovněž patrné, že reakce měřené hladiny podzemní vody ve vrtu na extrémní srážky v období srpna 2002 je mírně rychlejší a výrazně větší než reakce modelových hladin.



Obrázek 6-26. Porovnání měřené a modelových hladin podzemní vody pro transienční simulaci ve vrtu V-20

Cyklické kolísání hladiny podzemní vody je způsobeno rozdílnou dotací ze srážek v jednotlivých měsících simulovaného období. Výsledné modelové dotace pro jednotlivé měsíce hydrologických let 2001 až 2010 jsou dokumentovány obrázkem 6-27. Z grafu je patrné, že okamžitá srážková infiltrace ve smyslu měsíčního časového kroku simulace byla modelem odladěna přibližně v rozmezí nuly až trojnásobku průměrné (stacionární) infiltrace. V obrázku je rovněž uvedena velikost průměrné modelové drenáže podzemní vody do povrchových vodotečí a rybníků. Vypočtené zpoždění maxim drenáže oproti maximům infiltrace je cca 1 až 2 měsíce.



Obrázek 6-27. Odladěná modelová velikost srážkové infiltrace pro HGR 2151

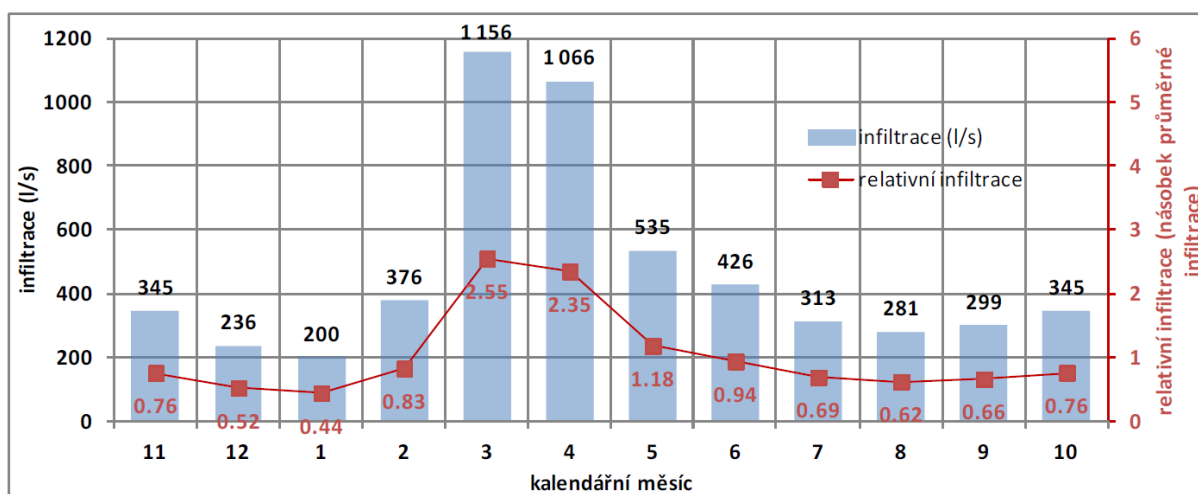
Na režimně měřených hladinách, ani na modelem vypočtených hladinách podzemní vody v monitorovaných vrtech se neprojevují výrazné výkyvy způsobené změnami čerpání podzemní vody. V simulovaném období let 2001 až 2010 nedocházelo k takovým změnám čerpaných množství u

významných odběrů podzemní vody, které by mohly překrýt vliv sezónního kolísání hladin podzemní vody v pozorovacích vrtech sítě ČHMÚ.

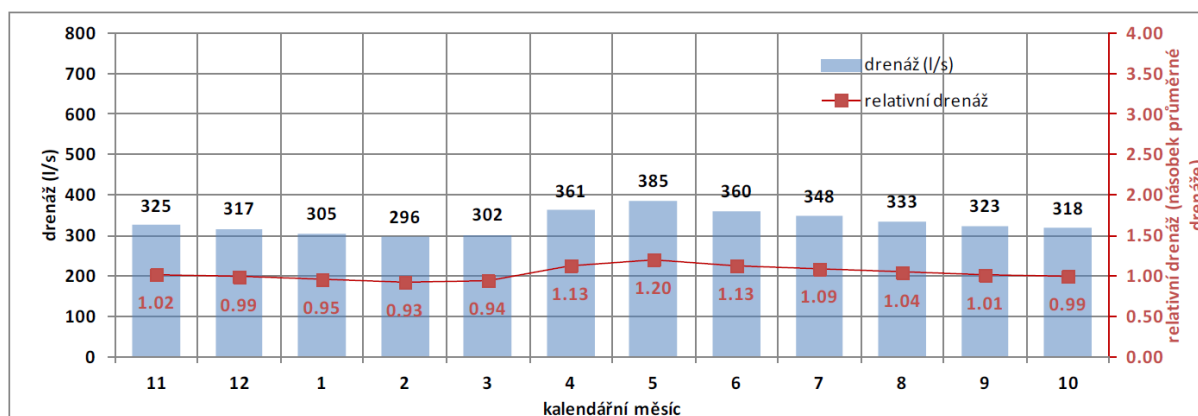
PROGNÓZNÍ MODELÝ PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

TRANSIENTNÍ SIMULACE - PRŮMĚRNÝ HYDROLOGICKÝ ROK

Transientní simulace průměrného hydrologického roku je založena na velikosti dotace stanovené jako aritmetický průměr měsíčních hodnot infiltrace odladěných v rámci transientního modelu pro období hydrologických let 2001 až 2010. Průměrné měsíční dotace podzemní vody jsou dokumentovány v obrázku 6-28, průměrná měsíční drenáž v obrázku 6-29. Odběr je zadán po celou dobu simulace konstantní na úrovni 110,5 l/s (obr. 6-30).



Obrázek 6-28. Doplnění přírodních zdrojů podzemní vody v průměrném hydrologickém roce



Obrázek 6-29. Drenáž podzemní vody do povrchových toků a rybníků v průměrném hydrologickém roce

Nejvyšší infiltrace podzemní vody vychází pro měsíce březen a duben, kdy dochází k dotaci podzemní vody vlivem zvýšeného nasycení přikoprové zóny při tání sněhu spolu s jarními srážkami, které v tomto období nejsou spotřebovávány evapotranspirací. Mírně nadprůměrná dotace je modelem předpokládána ještě v měsíci květnu, všechny ostatní měsíce mají dotaci podzemní vody podprůměrnou. Nejmenší efektivní infiltrace byla odvozena pro zimní měsíce

prosinec a leden (zámraz půdy, srážky v pevném skupenství) a pro letní resp. podzimní měsíce srpen a září, kdy jsou dlouhodobě spíše nižší srážkové úhrny s menším počtem extrémních srážkových epizod (např. v porovnání s červencem), výpar dosahuje maximálních hodnot a trvá vegetační období.

Modelová drenáž podzemní vody to povrchových toků je relativně stabilní, maximální základní odtok podzemní vody byl vypočten pro období duben až červen.

VARIANTNÍ SIMULACE VODOHOSPODÁŘSKÉHO VYUŽITÍ ÚZEMÍ

V rámci hydrogeologických modelů byly realizovány stacionární simulace, které zohledňovaly různé potenciální varianty odběrů podzemní vody. Prezentovány byly 3 modelové varianty, které umožňují posoudit ovlivnění režimu proudění podzemní vody ve struktuře při zvýšení nebo snížení odběrů podzemní vody oproti kalibrovanému stavu odpovídajícímu roku 2010. Jedná se o varianty:

- varianta blízké perspektivy – odběry podzemní vody na úrovni maxima dosaženého za roky 2010 až 2014 z každého registrovaného odběru, celkem 121,7 l/s.
- varianta plošného navýšení odběru podzemní vody – navýšení všech odběrů podzemní vody přesahující v roce 2010 průměr 1 l/s o 15 %, celkem 132,3 l/s.
- varianta plošného snížení odběrů podzemní vody - snížení všech odběrů podzemní vody přesahující v roce 2010 průměr 1 l/s o 15 %, celkem 99,1 l/s

V tabulce 6-14 je uvedena základní bilance pro tyto varianty. Varianta blízké perspektivy představuje zvýšení odběrů podzemní vody o cca 6 %, varianta zvýšených resp. snížení odběrů podzemní vody představuje změnu (navýšení či snížení) odběrů o cca 15 % (odběry podzemní vody pod 1 l/s nebyly navýšeny).

Tabulka 6-14. Základní bilance variant stacionárního modelového řešení

varianta	blízká perspektiva		plošného navýšení odběrů		plošného snížení odběrů	
	přítok do	odtok z	přítok do	odtok z HGR	přítok do	odtok z HGR
	l/s					
infiltrace	453,5	-	453,5	-	453,5	-
povrchové toky	-	313,7	-	303,6	-	335,2
přetok přes hranici z HGR 4152	20,5	38,6	20,4	38,1	20,5	39,8
odběr	-	121,7	-	132,3	-	99,1
suma	474	474	473,9	474	474	474,1

Tabulka 6-15. Varianty velikosti modelového čerpání podzemní vody pro dva její významné provozovatele

varianta modelu	odběr 2010	blízká perspektiva	plošné navýšení	plošné snížení
odběr - skupina	odběr (l/s)			
horusická jímací linie (H-10, H-4, H-3, V16e, V17b), hgr.2151	93,6	97,6	107,6	79,5
B4 Blatec u Hodětína	8,7	5,7	10,1	7,4

Modelové navýšení významných odběrů podzemní vody způsobuje pokles celkové přirozené drenáže podzemní vody do povrchových toků. Rovněž se úměrně snižují přírodní zdroje podzemní vody v prostoru hlubších částí pánve. V tabulce 6-15 jsou uvedeny velikosti odběrů podzemní vody při jednotlivých variantách pro dva významné registrované odběry podzemní vody z horusické jímací linie a pro odběr z vrtu B4 – Blatec u Hodětína.

V jednotlivých modelových variantách odběrů podzemní vody byly sledovány velikost a rozsah snížení (zvýšení) hladiny podzemní vody oproti modelové variantě odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010. Změny v úrovni hladiny podzemní vody v přípovrchové vrstvě byly sledovány zejména v prostoru prioritních MZCHÚ RP Hovízna a NPP Ruda vybraných AOPK ČR jako MZCHÚ s úzkou vazbou na podzemní vodu.

V případě varianty odběrů podzemní vody na úrovni blízké perspektivy bylo modelové snížení v prostoru prioritních MZCHÚ vypočteno na cca 1-3 cm, v případě varianty plošného navýšení odběrů podzemní vody na cca 10 cm a v případě plošného snížení odběrů podzemní vody bylo v prostoru RP Hovízna a NPP Ruda vypočteno zvýšení hladiny o cca 5 cm. Významnějším změnám hladiny zabráňuje předpokládaná hydraulická souvislost obou chráněných území s okolními povrchovými vodními toky a plochami.

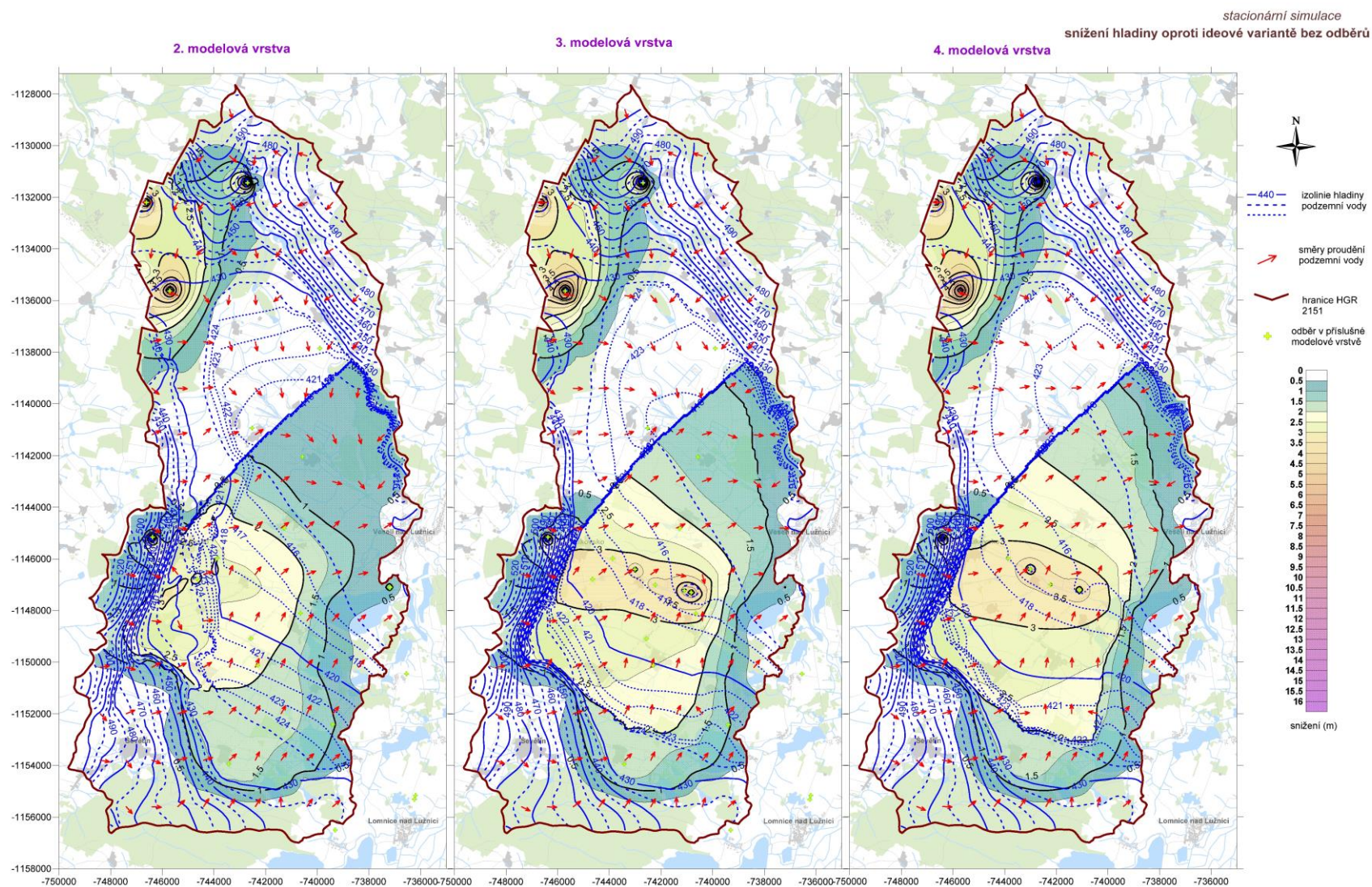
Nejrozsáhlejší snížení je generováno nejvýznamnějším odběrem podzemní vody v oblasti horusické jímací linie.

Maximální velikost změny hladiny podzemní vody dosahuje v této oblasti:

- snížení cca 40 cm pro variantu blízké perspektivy,
- snížení do 1m pro variantu plošného navýšení odběrů,
- zvýšení o cca 70 cm pro variantu plošného snížení odběrů.

Stacionární modelové varianty odběrů podzemní vody byly zvoleny tak, aby umožnily posoudit vliv změny těchto odběrů na režim proudění podzemní vody v oblasti HGR 2151. Z hlediska celkové velikosti odběrů podzemní vody lze konstatovat, že zvýšení jejich odběrů na úroveň varianty blízké perspektivy režim proudění podzemní vody v modelové oblasti změní pouze nepatrně. Plošné zvýšení úrovně významných odběrů podzemní vody v modelovém regionu o 15 % ovlivní režim podzemní vody významněji, ale přesto se jedná o variantu, která je z hlediska režimu proudění podzemní vody ve struktuře (bez znalosti a ohledu na možné limity dané nastavením hodnot minimálních hladin podzemní vody na konkrétních vrtech a průtocích na profilech toků) přijatelná. Z variant zvýšení a snížení odběrů podzemní vody je patrné, že na změnu čerpání podzemní vody je významněji citlivá spodní část pánve, kde jsou přírodní zdroje již značně omezeny. Do svrchních částí sedimentární výplně se však tyto změny promítají jen velmi omezeně.

Při odhadě hodnotě velikosti přírodních zdrojů pro celý region na úrovni 454 l/s, představuje celkový odběr podzemní vody v prezentované variantě plošného navýšení cca 30 % přírodních zdrojů. Pro samotné pánevní sedimenty (při odečtení přírodních zdrojů a odběrů podzemní vody v přípovrchové zóně rychlého proudění) dosahuje využití přírodních zdrojů cca 65 %. Tato čísla nezohledňují lokální situaci ani lokální vodohospodářské potřeby v jednotlivých jímacích územích v rajonu a posuzují rajon pouze jako celek. Lze ovšem konstatovat, že další navýšení odběrů podzemní vody nad hodnotu zadanou do modelové varianty plošného navýšení těchto odběrů je možné jen o jednotky litrů.



Obrázek 6-30. Modelové hladiny podzemní vody – odběry podzemní vody na úrovni roku 2010, snížení hladiny podzemní vody oproti ideové variantě bez odběrů podzemní vody

7. KVALITATIVNÍ STAV ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD

7.1. ÚPRAVÁRENSKÁ HLEDISKA VYUŽITÍ PODZEMNÍCH VOD

UPRAVITELNOST PODZEMNÍ VODY NA VODU PITNOU

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 chemických analýz vod z pramenů a nových průzkumných vrtů provedených v rámci projektu za období 2013 až 2015. Hodnocení upravitelnosti podzemních vod na vodu pitnou bylo provedeno dle vyhlášky č. 120 ze dne 29. dubna 2011, 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. Hodnoceny byly všechny složky dle vyhlášky č. 120/2011 Sb.

Tabulka 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 plynných 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 vícestupňovou 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.

Z hodnocení upravitelnosti podzemních vod v bilancovaných rajonech byly vyřazeny všechny analýzy starší roku 1960. V každém rajonu (regionu) byly zkonstruovány účelové mapy pro každý zastoupený významný kolektor samostatně a pro přípovrchovou zónu.

Počet vrtů v GDbázi a počty přiřazené k jednotlivým kolektorům na území rajonu uvádí tabulka 4-9 v kap. 4-4.

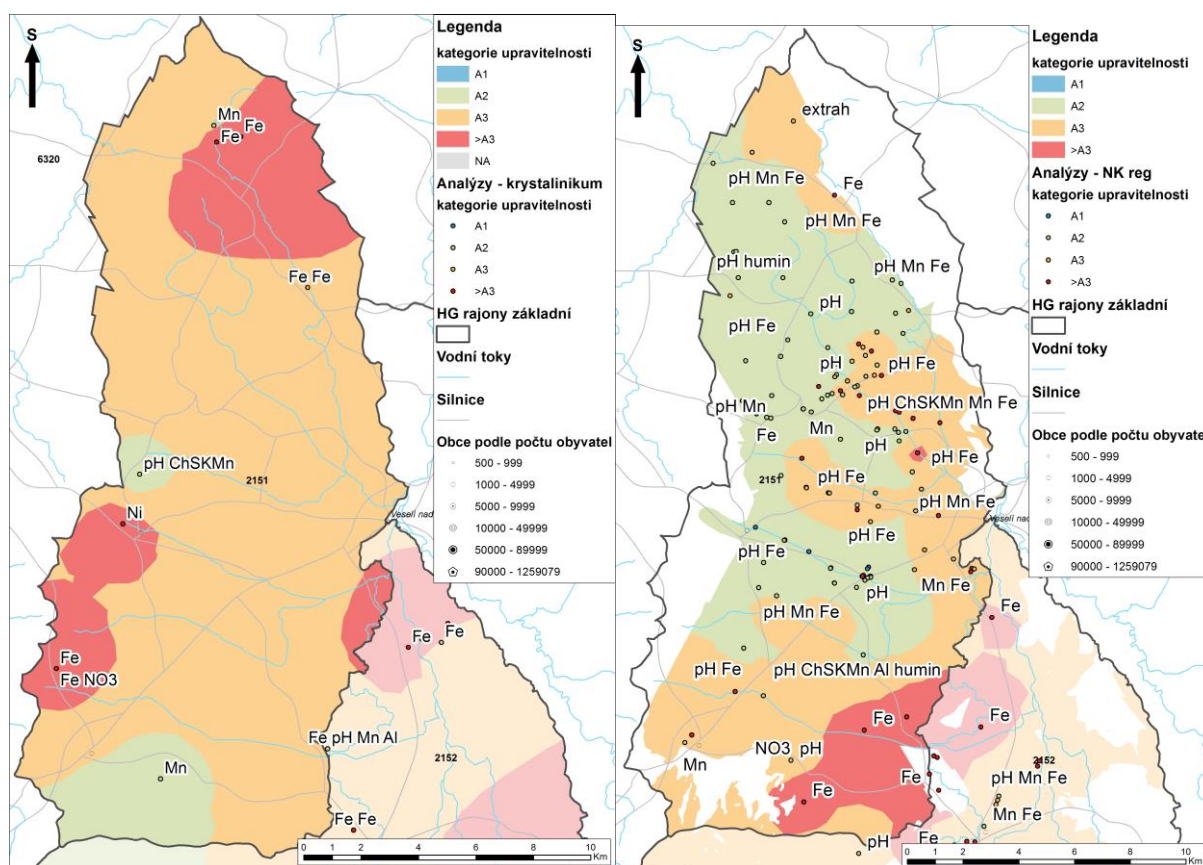
Upravitelnost podzemní vody v HGR 2151 spadá nejčastěji do kategorie A2 nebo A3, místy >A3 způsobené nejčastěji vysokými koncentracemi železa a manganu. Do kategorie A1 spadají pouze ojedinělé vrty, větší oblast není možno vymezit.

V přípovrchovém kolektoru krystaliniku v podloží křídových sedimentů se na většině území střední a s. části převažuje kategorie A3 až >A3 způsobená zvýšenými koncentracemi železa, případně manganu. Podzemní voda ve dvou vrtech byla zařazena ko kategorie A2. K dispozici je velmi málo vrtů dokumentujících zvědeň krystalinika, proto je plošné rozšíření kategorií velmi nepřesné.

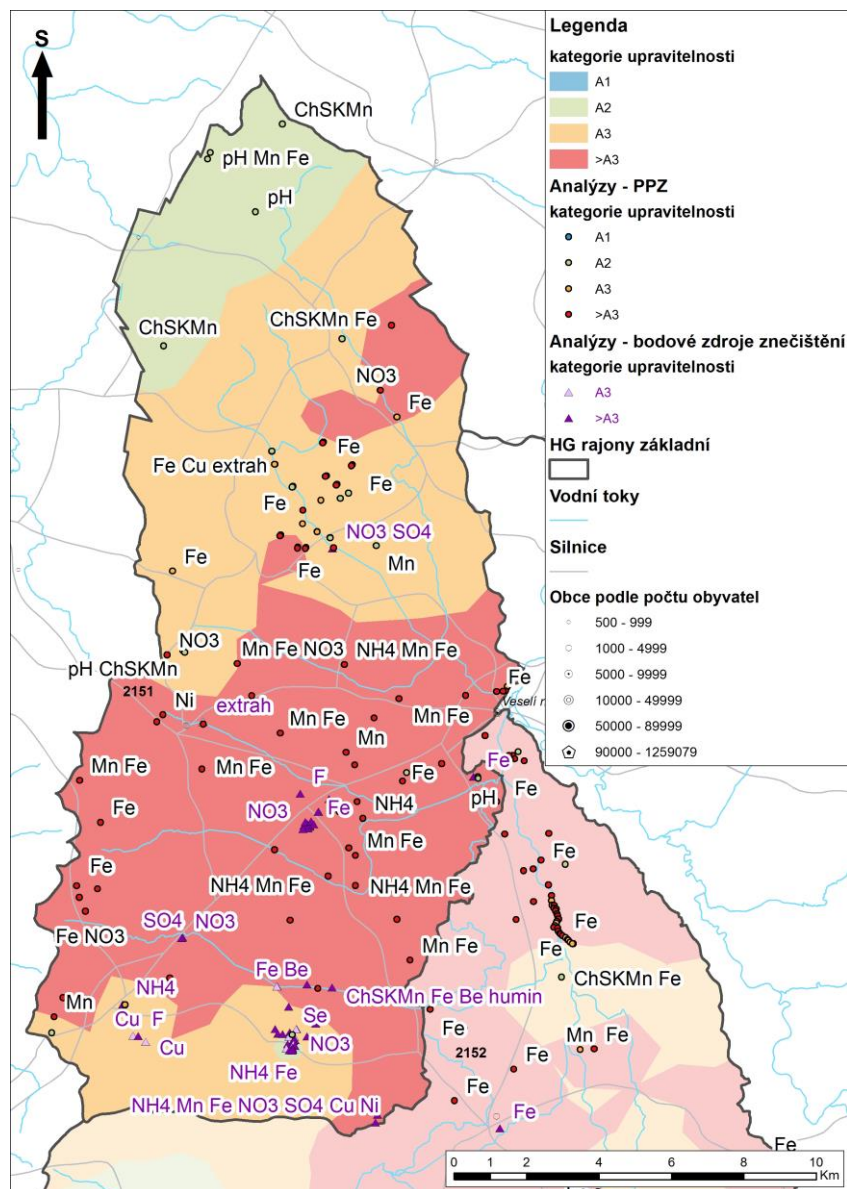
Kolektor NK reg. regionální kolektor s hloubkou přibližně do 100 m tvořený křídovými a neogenními sedimenty má podzemní vodu kvality proměnlivější. V severní části rajonu převažuje kategorie A2, ve střední části postupně přechází do kategorie A3. Na hranici s HGR 2152 převažuje podzemní voda kategorie >A3. Zhoršenou upravitelnost podzemní vody způsobují opět obsahy železa a místy manganu a také často nízké pH.

V podzemní vody přípovrchové zóny v s. zalesněném cíp rajonu v okolí Sudoměřic u Bechyně nachází v kategorii A2, jižněji v okolí Vlastiboře a Mažic převažuje kategorie A3 místy se objevují podzemní vody i v kategorii >A3. Od Mažic na J se nachází území s podzemní vodou kategorie >A3. Jižní okraj rajonu má podzemní vodu opět v kategorii A3 upravitelnosti.

Znečištění podzemní vody souvisí zejména se zemědělskou velkovýrobou (velkovýkrma v Mazelově, zemědělský provoz Dynín apod.).



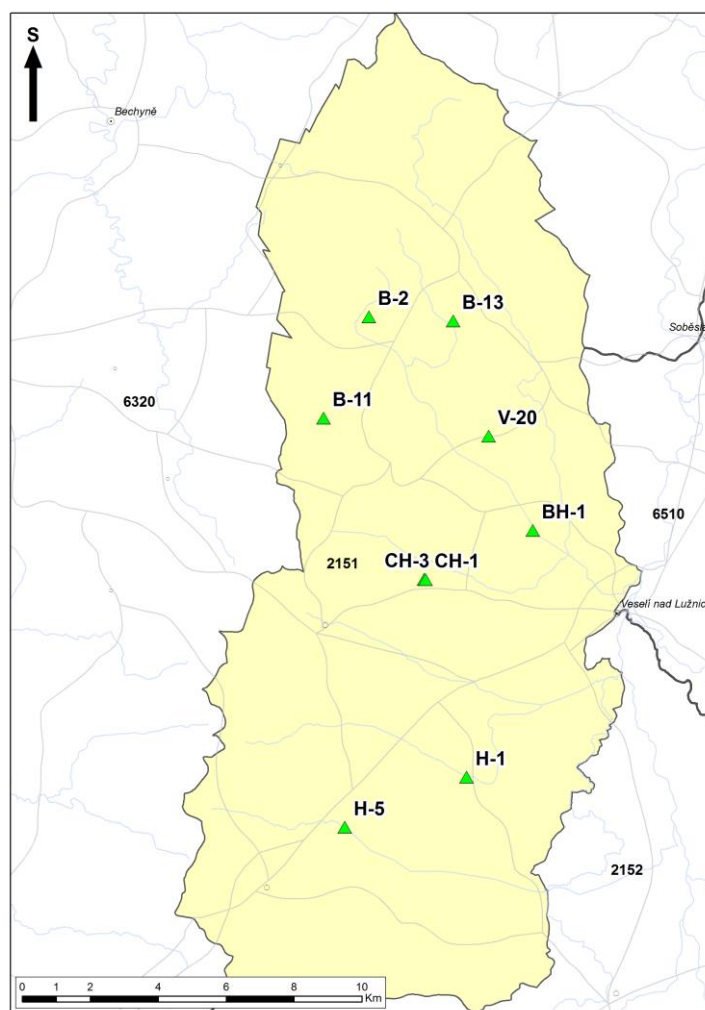
Obrázek 7-1. Upravitelnost podzemní vody v (přípovrchové zóně) krystaliniku. Obrázek 7-2. Upravitelnost podzemní vody kolektoru NK reg



Obrázek 7-3. Upravitelnost podzemní vody připovrchové zóny včetně indikace znečištění

7.2. VÝVOJ KVALITY PODZEMNÍ VODY

V HGR 2151 se nachází 9 vrtů s reprezentativními časovými řadami chemického složení podzemní vody. Výše uvedené vrtů reprezentují jen kolektor NKreg - regionální kolektor s hloubkou přibližně do 100 m tvořený křídovými a neogenními sedimenty. Odběry podzemní vody byly prováděny dvakrát ročně od roku 1991. Přehled monitorovaných vrtů je uveden v tabulce 7-2 a na obrázku 7-4. Grafy koncentrací vybraných prvků v podzemní vodě dokumentují obrázky 7-5 až 7-7.



Obrázek 7-4. Lokalizace vrtů s časovými řadami chemického složení podzemní vody

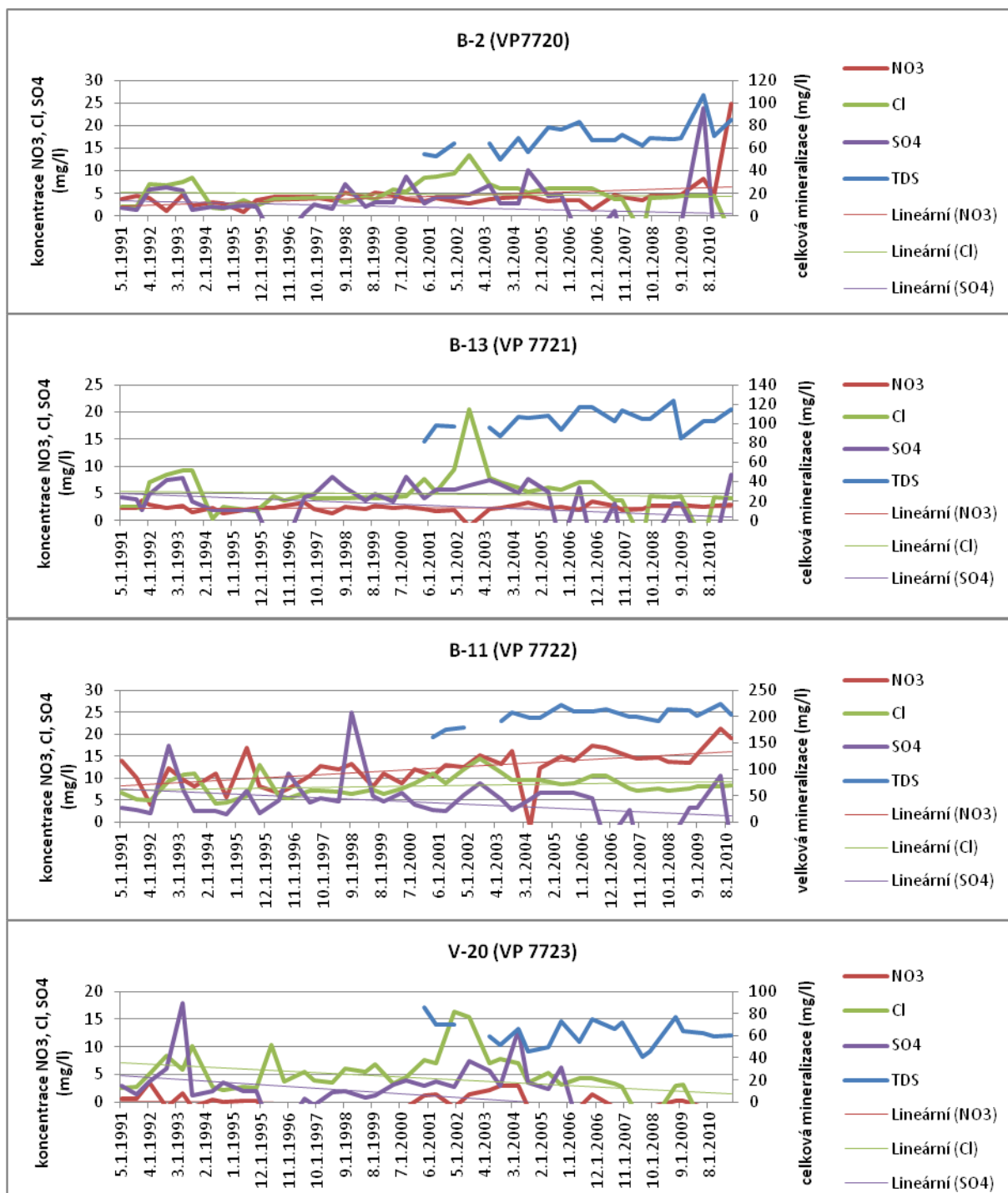
Tabulka 7-2. Přehled objektů s časovými řadami chemických analýz podzemní vody

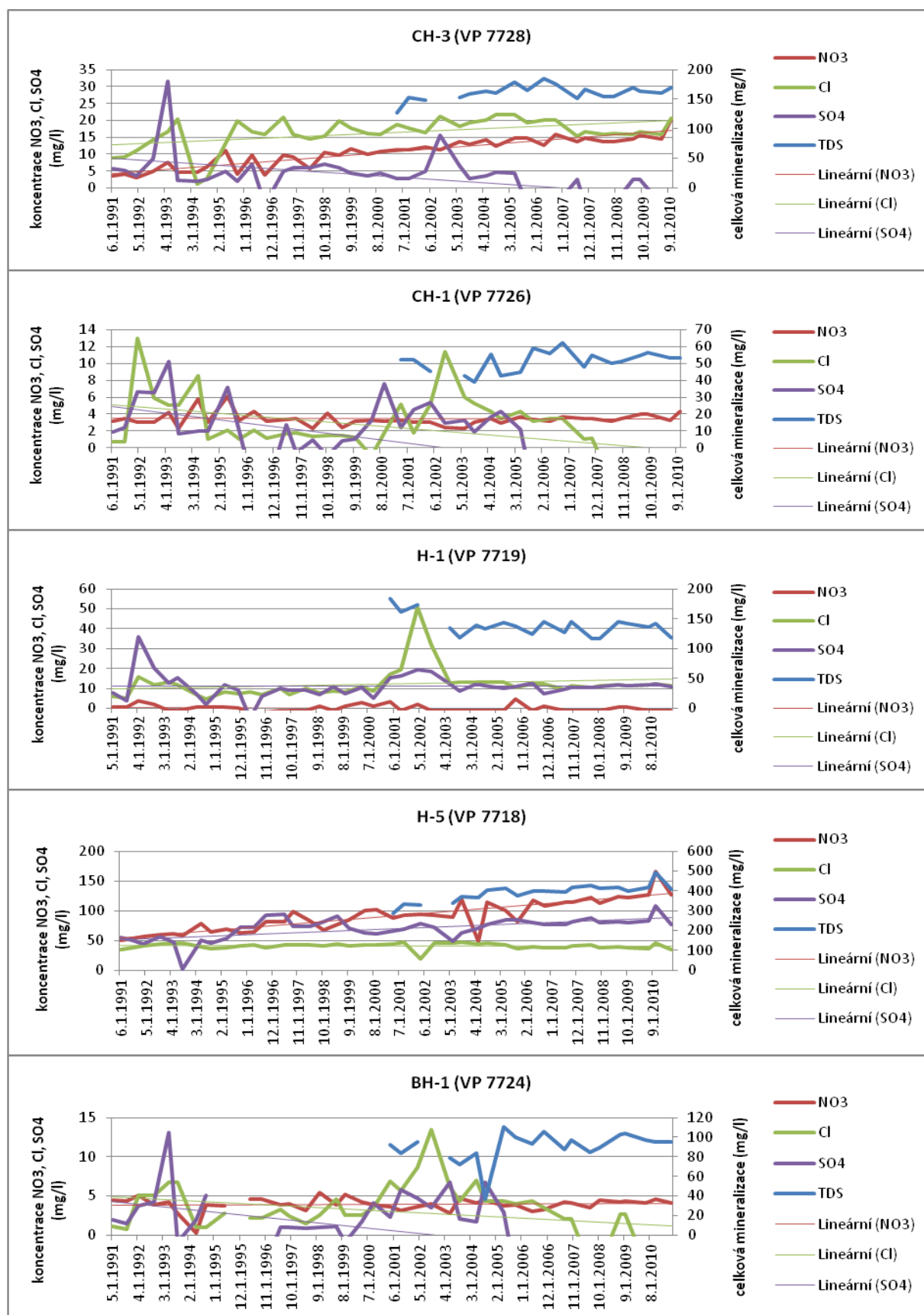
GDO	X	Y	Z (m n.m.)	název vrtu	ČHMÚ	kolektor	hloubka (m)	lokalizace
378965	-743934	-1136571	431,45	B-2	VP 7720	NK reg	57	Komárov
379216	-741460	-1136693	429,85	B-13	VP 7721	NK reg	53	Komárov
378975	-745273	-1139554	447,37	B-11	VP 7722	NK reg	87	Hartmanice u Žimutic
634116	-740410	-1140080	419,54	V-20	VP 7723	NK reg	58	Borkovice
383842	-742310	-1144286	425,95	CH-3	VP 7728	NK reg	38	Sviny
383844	-742270	-1144296	425,94	CH-1	VP 7726	NK reg	116,7	Sviny
384431	-741059	-1150098	420,63	H-1	VP 7719	NK reg	63,5	Dynín
384434	-744642	-1151569	439,81	H-5	VP 7718	NK reg	48	Ševětín
718452	-739114	-1142855	411,84	BH-1	VP 7724	NK reg	15	Borkovice

Podzemní voda ve všech monitorovaných vrtech ČHMÚ má nízkou celkovou mineralizaci a pohybuje se mezi 0,05 a 0,13 g/l. Pouze ve vrtu H-5 je celková mineralizace (TDS) vyšší a od roku 2000 se zvýšila z 0,3 g/l na více než 0,4 g/l. V tomto vrtu vykazuje také podzemní voda velmi vysokou koncentraci dusičnanů se stoupajícím trendem – z 50 mg/l v roce 1991 na 120 mg/l v roce 2010.

Obsah chloridů je v podzemní vodě konstantní 40 mg/l a obsah síranů se mírně zvyšuje na 60 – 80 mg/l. U ostatních vrtů podzemní voda obsahuje chloridy nepřesahující 10 mg/l s výjimkou vrtů CH-3 a H-1, kde se pohybuje mezi 10 – 20 mg/l. Koncentrace dusičnanů a síranů sev podzemní vodě ve všech vrtech mimo již zmíněného H-5 pohybují do 20 mg/l.

Celkově se v HGR 2151 nedá vysledovat jednoznačný trend poklesu/vzrůstu koncentrací hlavních makrosložek v podzemní vodě za posledních 20 let jak dokumentují obrázky 7-5 až 7-7.





Obrázek 7-5. Časové řady koncentrací Cl, NO₃ a SO₄ v podzemní vodě včetně její celkové mineralizace s proloženými regresními přímkami

8. OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ

AOPK ČR má zpracovanou databázi chráněných území - biotopů dle metodiky Lustyk – Guth (2014). Tato vrstva byla poskytnuta pro projekt s bufferem 500 m a výběrem prioritních území s cennými ekosystémy, které jsou závislé na vodě.

Vrstva se skládá z pěti dílčích částí zahrnujících a) vrstvu biotopů vázaných na vodu, b) vrstvu všech maloplošných zvláště chráněných území (MZCHÚ) a tabulku citací předmětů ochrany, c) vrstvu evropsky významných lokalit (EVL) a ptačích oblastí (PO) včetně identifikace těch s předmětem ochrany vázaným na vodu, d) vrstvu MZCHÚ s vazbou na podzemní vodu a e) prioritní území v péči AOPK ČR s cennými ekosystémy k podrobnějšímu zpracování. Tato vrstva byla využita při výpočtech využitelných zdrojů podzemní vody a modelování dopadů poklesů hladin podzemní vody v důsledku odběrů podzemní vody.

V rámci hodnoceného rajonu byly stanoveny využitelné zdroje podzemní vody tak, aby byla zachována ochrana přírody a krajiny včetně minimálních zůstatkových průtoků na rajon zpravidla dle metodiky Balvín – Mrkvičková (2013).

V HGR 2151 je evidováno celkem 1052 vodních biotopů jejichž pozici ukazuje obrázek 8-4. Seznam maloplošných zvláště chráněných území, evropsky významných lokalit, ptačích oblastí uvádí tabulky 8-1, 8-2 a 8-3 a jejich pozici v rámci hodnoceného rajonu ukazují obrázky 8-1 až 8-3.

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.

Tabulka 8-1. Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 2151

OBJECTID	KOD	KAT	NAZEV	ROZL (ha)	ROZL_BIOT (ha)	% PLOCHY RAJONU	ORGAN_OP
31984	670	OP	Borkovická blata	6,7	0,7	10,9	krajský úřad
31985	670	PR	Borkovická blata	104,2	52,3	50,2	krajský úřad
31662	375	NPP	Ruda	70,2	55,1	78,5	AOPK ČR
34507	5671	OP	Veselská blata	31,7	4,8	15,2	krajský úřad
34508	5671	PP	Veselská blata	453,8	166,5	36,7	krajský úřad
33487	1841	OP	Kutiny	2,9	2,9	98,5	krajský úřad
33488	1841	PP	Kutiny	0,8	0,8	100,0	krajský úřad
34268	2452	PP	Černická obora	9,3	8,0	86,3	krajský úřad
34848	5873	PP	Lužnice	432,2	16,1	3,7	krajský úřad
32729	1291	OP	Horusická blata	17,1	2,5	14,8	AOPK ČR
32730	1291	PR	Horusická blata	47,0	22,2	47,1	AOPK ČR
32734	1294	OP	Kozohlůdky	7,0	6,9	98,6	krajský úřad
32735	1294	PR	Kozohlůdky	80,4	74,2	92,3	krajský úřad
33287	1709	PR	Záblatské louky	139,3	113,3	81,4	AOPK ČR
32851	1388	OP	Hliníř	9,0	3,3	36,8	AOPK ČR
32852	1388	PP	Hliníř	4,7	3,2	67,6	AOPK ČR
32867	1397	OP	Lhota u Dynína	10,3	3,5	33,9	AOPK ČR
32868	1397	PP	Lhota u Dynína	7,1	3,4	48,2	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 souhrnně rozlohu biotopů s vazbou na podzemní vodu v hektarech, procento - jejich souhrnné plošné procentuální zastoupení v daném území.

Tabulka 8-2. Seznam evropsky významných lokalit v HGR 2151

KOD	SITECODE	KAT	NAZEV	ROZL (ha)	BIOREG	SHAPE_AREA (m ²)	PO_VODNI	PO_HABITAT	PO_DRUH
2635	CZ0314021	EVL	Borkovická blata	638,8	c	6387830,5	ano	6410, 7140, 91D0	1042
2645	CZ0313098	EVL	Hliníř - Ponědrážka	164,3	c	1643175,3	ano	3160, 7140	1166
2647	CZ0314126	EVL	Hlubocké obory	3257,1	c	32570504,7			
2662	CZ0313106	EVL	Lužnice a Nežárka	859,5	c	8595026,7	ano		1032, 1145, 1355
2679	CZ0314109	EVL	Ruda	77,8	c	777623,1	ano	3160, 7140, 7150, 91D0	1903

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

Tabulka 8-3. Seznam ptačích oblastí v HGR 2151

KOD	SITECODE	KAT	NAZEV	ROZL (ha)	PO_VODNI	PO_DRUH
2292	CZ0311036	PO	Hlubocké obory	3321,6		
2297	CZ0311033	PO	Třeboňsko	47360,3	ano	A030, A023, A229, A081, A075, A193, A272, A027

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

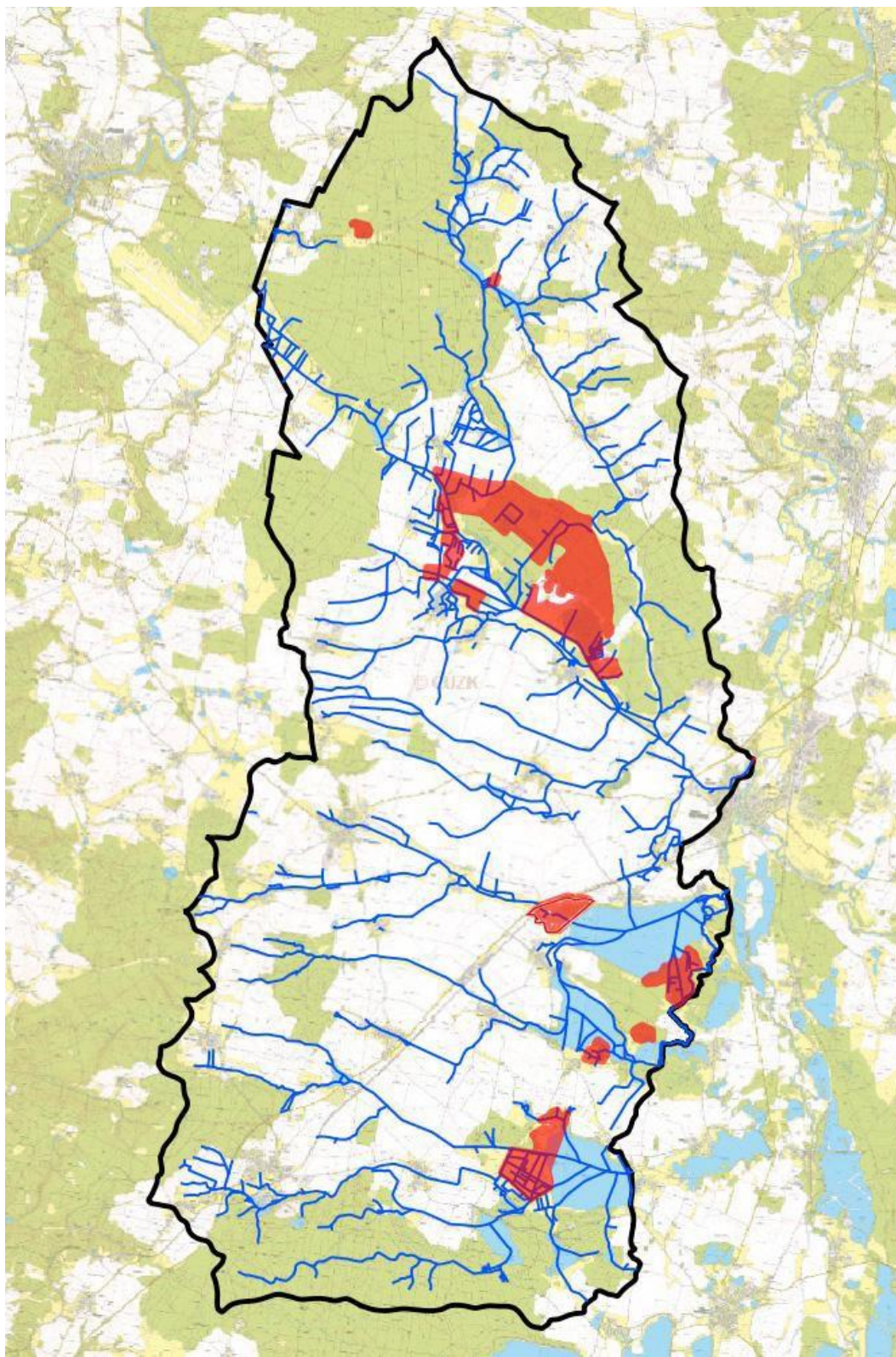
SITECODE – mezinárodní kód EVL či PO používaný v rámci soustavy NATURA 2000; KAT – kategorie PO; PO_vodni – uvádí, zda je v dané EVL předmět ochrany vázaný na vodu; PO_druh – uvádí, které druhy jsou předmětem ochrany EVL či PO

Území celého HGR 2151 představuje oblast s vysokou koncentrací zájmů ochrany přírody.

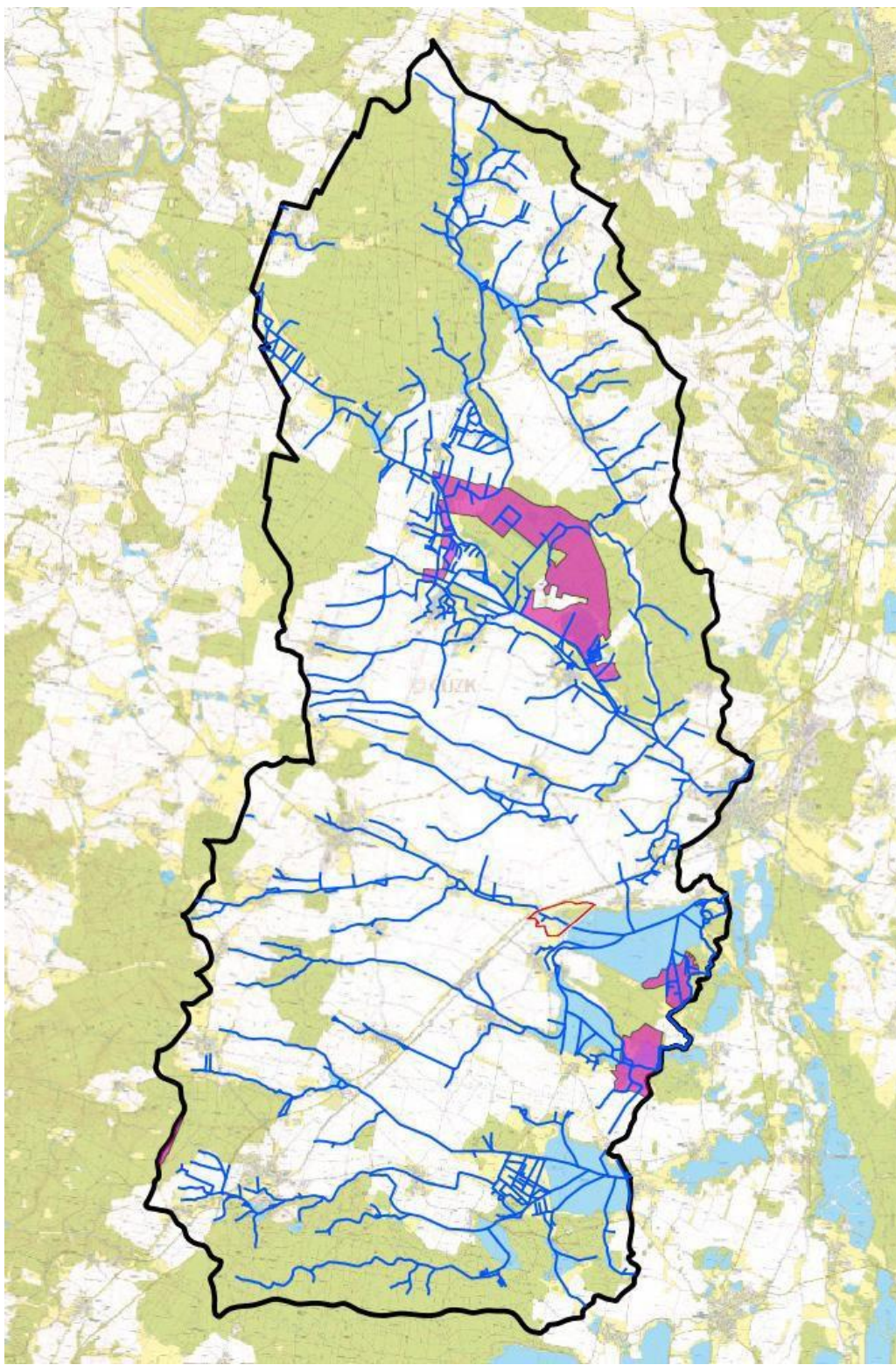
Z velkoplošných chráněných území sem zasahuje chráněná krajinná oblast Třeboňsko (CHKO) a celé její území zároveň tvoří i biosférickou rezervaci Třeboňsko (MAB). Maloplošná chráněná území a území evropské soustavy chráněných území Natura 2000.

PRIORITNÍ MALOPLOŠNÉ ZVLÁŠTĚ CHRÁNĚNÁ ÚZEMÍ VE SPRÁVĚ AOPK ČR S VAZBOU NA PODZEMNÍ VODU

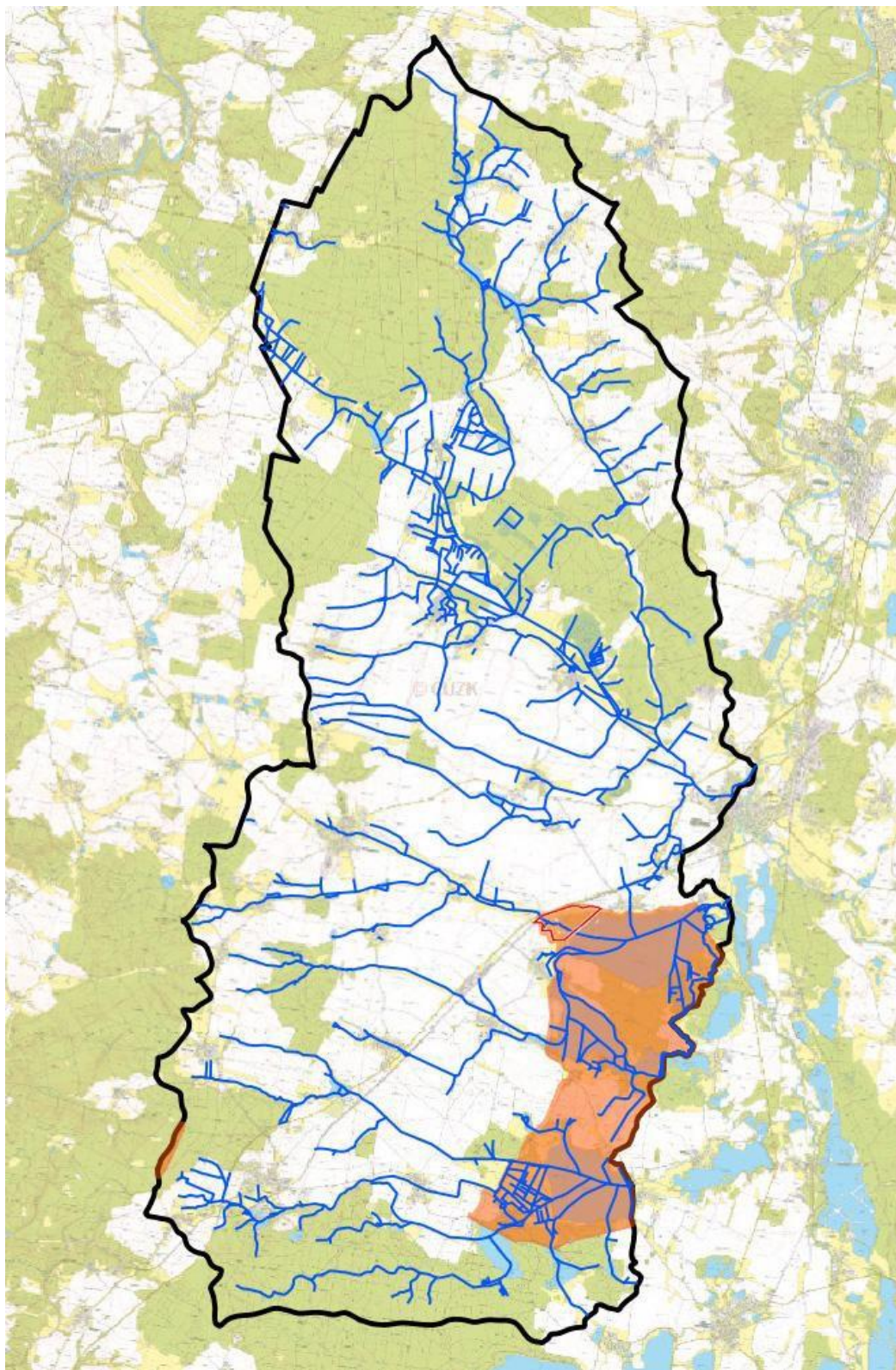
Vybrané prioritní lokality jsou takové, u kterých je známé nebo předpokládané výraznější přímé ohrožení vodního režimu antropogenními činnostmi. Na těchto lokalitách by bylo vhodné zpracovat detailnější hydrogeologický průzkum resp. je podrobit hlubším hydrogeologickým analýzám, zjistit optimální parametry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



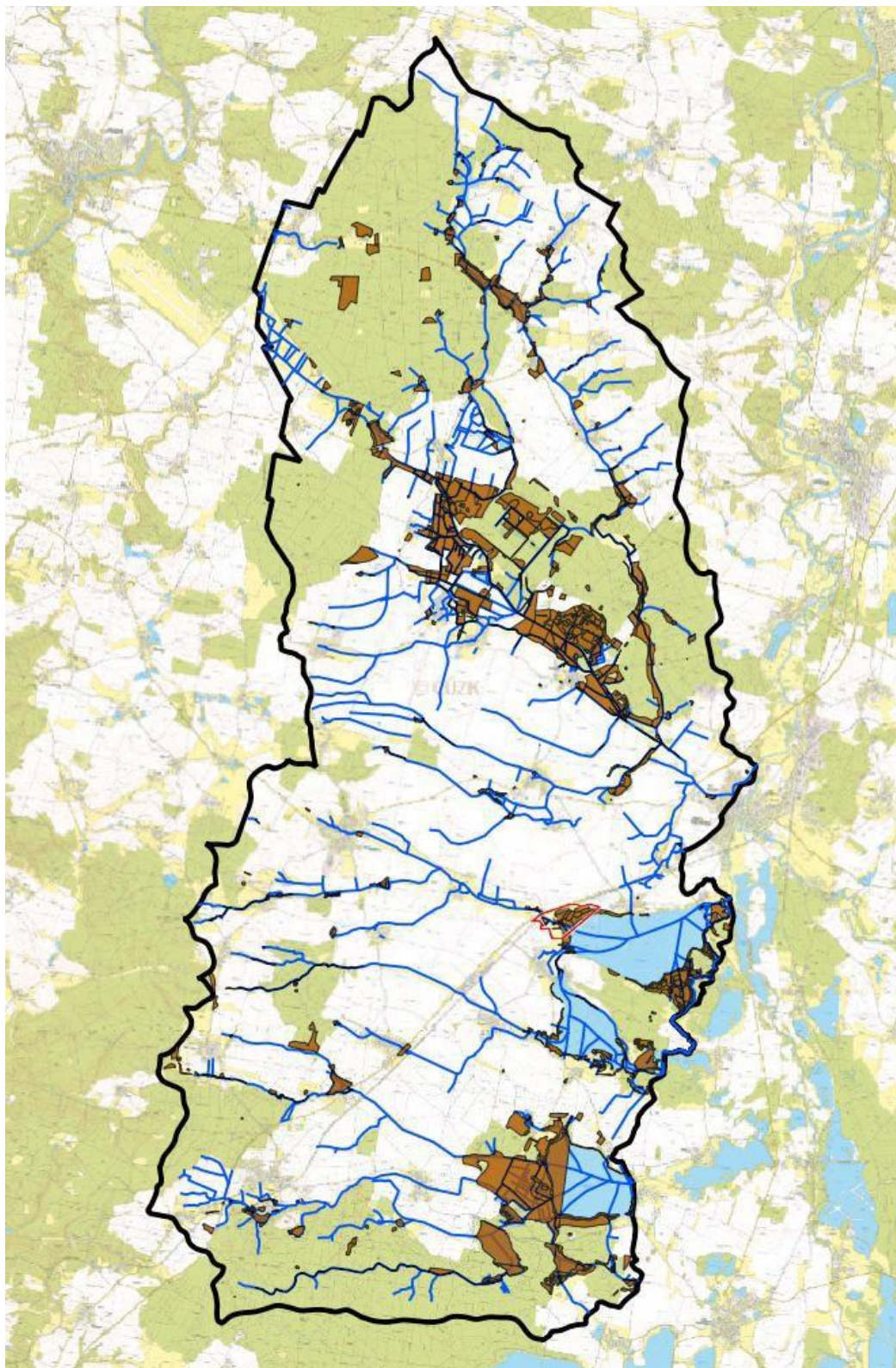
Obrázek 8-1. HGR 2151 Třeboňská pánev – severní část, maloplošná ZCHÚ (Patzelt, Z. et al. 2015)



Obrázek 8-2. HGR 2151 Třeboňská pánev – severní část, území soustavy Natura 2000 - EVL (Patzelt, Z. et al. 2015)



Obrázek 8-3. HGR 2151 - území soustavy Natura 2000 – ptačí oblasti (Patzelt, Z. et al. 2015)



Obrázek 8-4. HGR 2151 - vodní biotopy (Patzelt, Z. et al. 2015)

8.1. TERESTRICKÉ EKOSYSTÉMY ZÁVISLÉ NA VODĚ

Jižní polovina hodnoceného HGR 2151 se nachází na území chráněné krajinné oblasti Třeboňsko (CHKO Třeboňsko). Jeho SZ část leží v Lomnické pánvi, geomorfologickém podcelku Třeboňské pánve a s. polovina pak zahrnuje oblast tzv. jihočeských blat. Obě tyto oblasti chrání stanoviště vázaná na „vysokou“ hladinu podzemní vody, především blatkové bory, rašeliniště a rybníky.

Třeboňsko je chráněnou krajinnou oblastí od roku 1979 dle výnosu Ministerstva kultury ČSR. Už o dva roky dříve bylo v rámci programu „Člověk a biosféra“ zařazeno do sítě biosférických rezervací UNESCO. Od středověku krajinu intenzivně člověk přetvářel, přesto významné části (rašeliniště, mokřadní lesy, výtopy některých rybníků) vykazují vysoký stupeň přirozenosti a ekologické stability. Podloží je budováno horninami moldanubika, hlavní pánevní výplní jsou druhohorní světlé kaolinické pískovce až slepence a pestré jílovce klikovského souvrství (svrchní křída) s mocností až 300 metrů. Místy, především v z. části, vystupují na povrch třetihorní sedimenty neogénu. Rašeliniště se vyvíjela od konce poslední doby ledové na místech s příhodnou konfigurací terénu a málo propustným podložím. Bývají definována jako rašeliniště přechodného typu. Role vývěrů podzemní vody při vzniku a udržování vodního režimu těchto stanovišť je významnější právě v s. části rajonu, kde mají charakter kyselých, avšak živinami bohatších slatinišť.

Potenciální vegetaci tvoří především blatkové bory (*Pino rotundatae-Sphagnetum*), které porůstají nejstarší části rašelinišť. Po obvodu rostou podmáčené smrčiny (*Equiseto- Piceetum*, *Mastigobryo- Piceetum*). Na rašelinných prameništích najdeme ostřicovorašeliníková společenstva třídy *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Pokročilejší stadia se vzácnými druhy se nachází jen j. od Horusického rybníka. Pro oligotrofní tůňky jsou typická společenstva bublinek (*Sphagno-Utricularion*). V čistých vodách se vyskytují hojné porosty parožnatek (*Nitellion flexilis*). V mezotrofních vodách rostou stulík žlutý (*Nuphar lutea*) a leknín bělostný (*Nymphaea candida*). Rozsáhlé plochy ve výtopách rybníků tvoří rákosiny a porosty vysokých ostřic (*Phragmites*, *Magnocaricion elatae*), na rašelinných loukách převažují ostřicovomechové porosty (*Caricion fuscae*) a ostřicovorašeliníková společenstva (*Sphagno recurvi-Caricion canescentis*). Na různé typy mokřadních ekosystémů jsou vázána cenná společenstva bezobratlých. Výjimečný je i počet ptačích druhů – 280 druhů zde bylo pozorováno, nejméně 182 jich zde pravidelně hnízdí.

Nejcennější lokality jsou chráněny i maloplošně. Na území rajonu se v CHKO Třeboňsko nacházejí evropsky významné lokality Hliníř-Ponědrážka (jádrovou část zaujímá přírodní památka Hliníř), EVL Malý Horusický rybník (lokalita puchýřky útlé – *Coleanthus subtilis*) a především EVL Ruda u Horusického rybníka. Dále se zde nachází velmi cenná PR Rašeliniště Hovízna, PR Zábalské louky a PR Horusická blata.

8.1.1. PŘÍRODNÍ REZERVACE HORUSICKÁ BLATA

Přírodní rezervace Horusická blata (PR) leží v jedné z nejdůležitějších drenážních oblastí s. části třeboňské pánve. Jedna ze základních podmínek výskytu chráněných jevů, trvalé podmáčení půdního horizontu, je v přímé vazbě na výskyt podzemní vody, přičemž v s. části třeboňské pánve existuje řada intenzivních odběrů podzemní vody.

Stručný popis území a charakteristika jeho přírodních poměrů

Přírodní rezervace Horusická blata se nachází při sz. okraji Horusického rybníka, v místech vyústění delty Bukovského potoka, j. od železniční trati České Budějovice -Tábor, cca 1km s. od středu obce Bošilec a cca 1,5 km z od středu obce Horusice, v nadmořské výšce 415–416 m n. m.

Rezervaci tvoří okrajová část rozsáhlého slatiniště, částečně zatopeného plochou rybníka. Vodní plocha přechází v charakteristickou hydrosérii a mozaiku pobřežních porostů rákosin a vysokých ostřic, společenstva mokřadních vrbin a slatinné olšiny a zrašelinělých mokřadních luk. Lokalita byla vyhlášena jako chráněný přírodní výtvor vyhláškami bývalého Okresního úřadu v Českých Budějovicích dne 30. 12. 1991 a Okresním národním výborem v Táboře dne 18. 11. 1990. Po novelizaci zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, převedena do kategorie přírodní rezervace. Celková rozloha území je 53 ha.

Geomorfologie a geologie PR Horusická blata

Dle geomorfologického členění (Culek M. et al., 1987) se lokalita řadí do provincie Česká vysočina, Česko-moravské subprovincie, oblasti Jihočeské pánve, celku Třeboňská pánev, podcelek Lomnická pánev a nejnižší geomorfologickou jednotkou je okrsek Borkovická pánev. Horninové podloží je tvořeno světlými kaolinickými pískovci až slepenci a pestrými bělošedými jílovci svrchní křídý svrchního oddílu klikovského souvrství (coniak – santon). Na okraji chráněného území se vyskytují kvarterní spraše, sprašové hlíny, fluvialní nivní sedimenty (Bukovský potok). Převážnou část tohoto území tvoří holocenní ložisko přechodové rašeliny přecházející do rybníka. Rašelinisté je pravděpodobně částečně syceno vývěry podzemní vody, jejíž proudění v této části CHKO směřuje k Horusickému rybníku. Vznikla zde organozem typická (glejová), lemovaná glejem organozemním a pseudoglejem typickým.

Hydrologické a klimatické poměry PR Horusická blata

Osu území tvoří postupně se rozšiřující delta Bukovského potoka, který napájí vlastní těleso Horusického rybníka. Povodí Bukovského potoka sbírá povrchové odtoky na rozsáhlém mírně se svažujícím území o rozloze cca 60 km² a při zvýšených srážkových úhrnech (např. roky 2002, 2013) přivádí povodí Bukovského potoka enormní množství vod. Okolní zemědělsky intenzivně využívaná krajina nezadržuje srážky a narovnaný a zpevněný horní tok Bukovského potoka svádí přívalové deště přímo do Horusického rybníka. Z okolní agrární krajiny se tak do rybníka dostává velké množství organického sedimentů a zvyšuje se kumulace bahna na úkor vodního sloupce. Rybník založený v roce 1511 Štěpánkem Netolickým má velkou retenční schopností, proto nemá vybudovaný bezpečnostní přeliv. Do Horusického rybníka je přepouštěn při výlovech výše položený Bošilecký rybník. Výpustní stokou, která přivádí odpouštěnou vodu z Bošileckého rybníka, se do Horusického rybníka pravidelně při výlovech dostávají bahnitě sedimenty z loviště Bošileckého rybníka a přispívají k jeho zanášení v jeho sz. části. V posledních letech vzniká v této sz části rybníka stagnující vodní laguna, která je při výlovu téměř neodvodnitelná, takže část ryb zůstává v této části rybníka neslovená. V periodách extrémních srážek dochází k výraznému zvýšení hladiny povrchové vody rybníka a k následnému zaplavení přilehlého litorálu.

Dle Atlasu podnebí ČR spadá území do oblasti mírně teplé (B) a okrsku mírně teplého a mírně vlhkého (B3) s mírnou zimou typu pahorkatinného. Průměrná roční teplota je kolem 7 °C. Průměrná teplota vzduchu v lednu činí -3 °C, v červenci pak 17 °C. Průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období (IV–IX) je 13 °C. Průměrný úhrn srážek v lednu je 40 mm, v červenci pak 100 mm. Průměrný uváděný roční úhrn srážek je 650-700 mm, ve vegetačním období (IV–IX) pak 450 mm. Podle

klimatické klasifikace (Quitt, 1971) náleží celé území k mírně teplé klimatické oblasti a v rámci ní k jednotce MT 10.

Fytogeografické poměry a potenciální vegetace PR Horusická blata

Dle regionálně fytogeografického členění ČR spadá PR Horusická blata do fytogeografické oblasti Mezofytikum, obvodu Českomoravské mezofytikum, okresu 39 – Třeboňská pánev. Podle mapy potenciální přirozené vegetace ČR (Neuhäuslová et al. 1998) je území řazeno do zóny výskytu střemchových doubrav a olšin, s ostřicí třeslicovitou, místy v komplexu s mokřadními olšinami a společenstvy rákosin a vysokých ostřic.

Flora PR Horusická blata

Z hlediska ochrany rostlinných společenstev je nejdůležitější především pruh nezpevněných zrašelinělých půd v akumulačním prostoru ústí Bukovského potoka pokrytých společenstvy svazu Carici-Rumicion hydrolapathi s výskytem populací kapradiníku bažinného (*Thelypteris palustris*), pryskyřníku velkého (*Ranunculus lingua*), kapradí hřebenité (*Dryopteris cristata*), ostřice dvoumužné (*Carex diandra*), zábělníku bahenního (*Comarum palustre*), bazanovce kytkokvětého (*Naumburgia thyrsoflora*), vachty trojlísté (*Menyanthes trifoliata*). Silně zvodnělé zrašelinělé louky a společenstva vysokých ostřic jsou cenné výskytem všivce bahenního (*Pedicularis palustris*), který pro svou zdárnou existenci potřebuje občasné narušování travního drnu (např. mechanicky podmítačem či hluboké koleje po kolech traktoru). Z dalších druhů pak významný výskyt prstnatce májového (*Dactylorhiza majalis*) a bradáčku vejčitého (*Listera ovata*) nebo ostřice dvouřadé (*Carex disticha*). Souvislé plochy rákosu (*Phragmites australis*) plynule přecházejí v rozsáhlé plochy ostřic (*Magnocaricion gracilis*), do kterých pronikají křovité formace vrb (*Salicion cinereae*). V severní části ve směru k obci Horusice se k nim přidávají nálety břízy bělokoré (*Betula pendula*), olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a topolu osiky (*Populus tremula*). V největší a nejstarší uzavřené olšině povrch rašeliněště degraduje a tvoří se slatina. Přilehlé kulturní louky přirozeně navazují na ostřicové nebo vrbové formace a nacházejí se v různém stupni podmáčení a za příznivých podmínek, kdy není nadměrně zvýšená hladina podzemní vody, jsou tyto louky pravidelně koseny.



Obrázek 8-5. Zábělník bahenní (Patzelt et al. 2015) Obrázek 8-6. Bazanovec kytkokvětý (Patzelt et al. 2015)

Na lokalitě se vyskytuje řada chráněných a ohrožených druhů rostlin, vázaných na stanoviště s vysokou hladinou podzemní vody. Na rozvolněných plochách v olšině a mokřadních vrbinách rostou

kriticky ohrožená kaprad' hřebenitá (*Dryopteris cristata*), silně ohrožená vrbina kytkokvětá (*Lysimachia thyrsiflora*) a ohrožený kapradiník bažinný (*Thelypteris palustris*). Na zrašeliněných podmáčených loukách se vyskytuje vzácně silně ohrožený všivec bahenní (*Pedicularis palustris*) a ohrožený prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*). V litorálu vysokých ostřic roste silně ohrožená ostřice plstnatoplodá (*Carex lasiocarpa*) a ve zvodněných rákosinách silně ohrožený pryskyřník veliký (*Ranunculus lingua*).

Fauna PR Horusická blata

Lokalita je především významným hnízdištěm na litorální porosty a mokré louky vázaných druhů ptáků. Hnízdí zde řada vzácných druhů ptáků, ze silně ohrožených druhů např. chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), chřástal kropenatý (*Porzana porzana*), bekasina otavní (*Gallinago gallinago*), slavík modráček (*Luscinia svecica*), sýkořice vousatá (*Panurus biarmicus*) a rákosník velký (*Acrocephalus arundinaceus*). Z ohrožených druhů v rákosinách pravidelně hnízdí moták pochop (*Circus aeruginosus*), cvrčilka slavíková (*Locustella luscinioides*), v slatině olšině se starými rozpadajícími se kmeny olší strakapoud prostřední (*Dendrocopos medius*). Dále zde hnízdí linduška luční (*Anthus pratensis*), konipas luční (*Motacilla flava*) a cvrčilka zelená (*L. naevia*). Počátkem osmdesátých let zde hnízdil bukač velký (*Botaurus stellaris*), zrzohlávka rudozobá (*Netta rufina*), výjimečně i moták lužní (*Circus pygargus*).

Horusický rybník je jedním ze čtyř nejvýznamnějších shromaždišť vodních ptáků v době migrací na Třeboňsku (až deset tisíc exemplářů). V území se objevuje i vydra říční (*Lutra lutra*). Vzácně zde žije užovka obojková (*Natrix natrix*), z obojživelníků se vyskytují silně ohrožená rosnička zelená (*Hyla arborea*) a skokan zelený (*Rana esculenta*), z ohrožených druhů ropucha obecná (*Bufo bufo*).

Biokoridor Bukovského potoka přivádí ze zemědělské krajiny na SZ do rezervace množství migrující zvěře (srnčí, zaječí, černá), která se na lokalitu dostává pod mostem skrze železniční násep. V minulosti byl na této trase pozorován i pohyb losů evropských.



Obrázek 8-7. Skokan zelený (Patzelt et al. 2015)

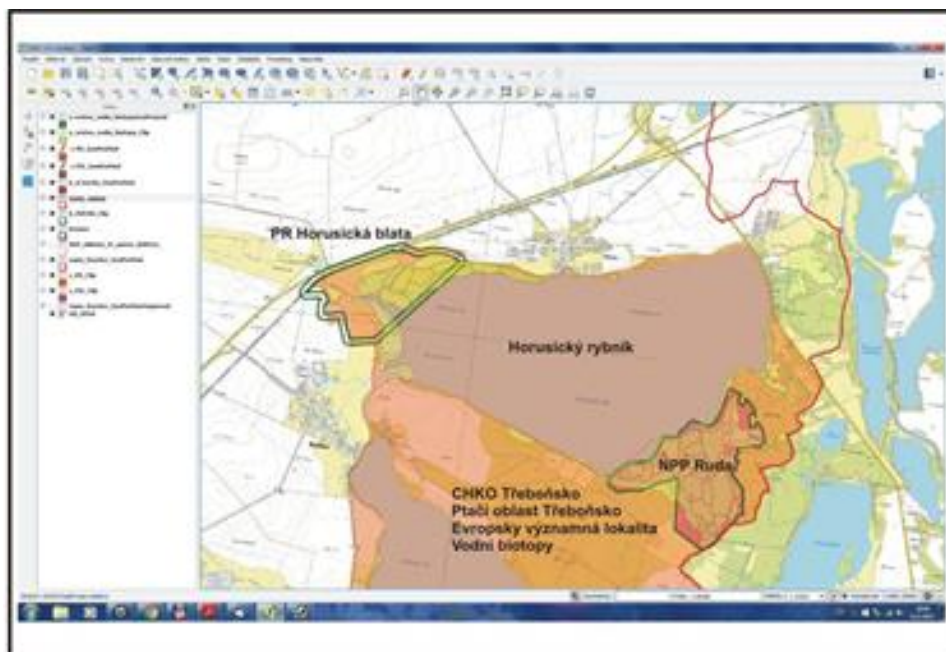
Vzácné druhy a společenstva vázané na vysokou hladinu podzemní vody

Carici-Rumicion hydrolapathi – vegetace bažinných bylin na nezpevněných organických substrátech. Svaz zahrnuje jednak společenstva mohutných travin (ostřice nedošáchor, o. zobánkatá, rákos obecný),

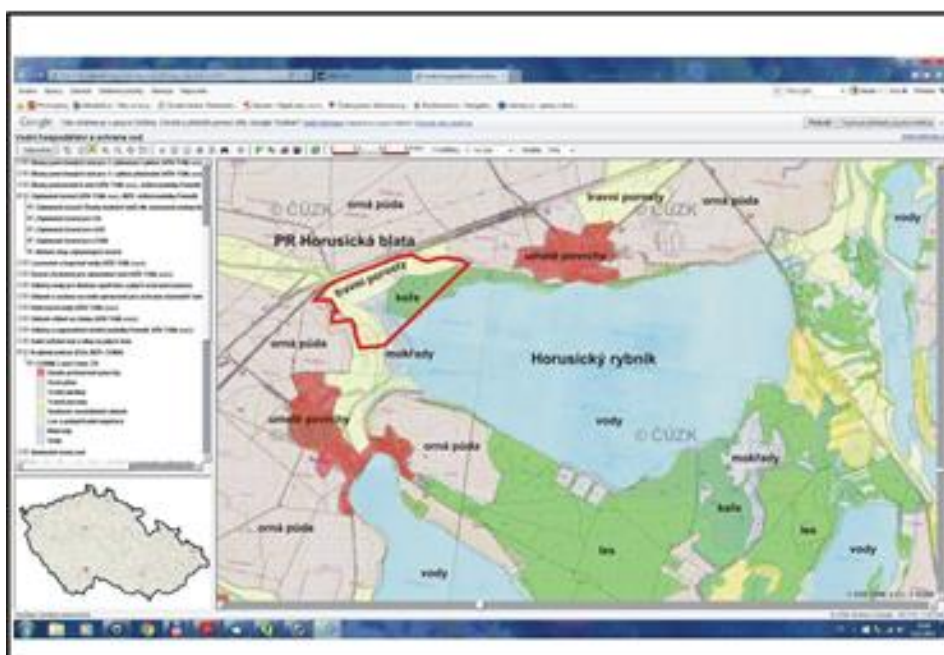
dvouděložných bylin (např. rozpuč jízlivý a šťovík koňský) a kapradin (např. kapradiník bahenní), jednak porosty s převahou nízkých plazivých dvouděložných bylin (dřáblik bahenní, vachta trojlistá, mochna bahenní). Společnou vlastností těchto druhů je zejména tvorba plazivých výběžků, oddenků a adventivních kořenů, které jim zajišťují stabilitu v nepevných organických sedimentech. Mnohé druhy jsou díky tomu schopny vytvářet plovoucí ostrůvky i na volné hladině. U nás se tato vegetace vyskytuje hlavně na okrajích rybníků, především na rašelinných substrátech. Tato vegetace netoleruje záplavy, při nichž dochází k sedimentaci bahna. Většinou snáší krátkodobý pokles vodní hladiny na úroveň substrátu, ne však jeho vyschnutí. Hloubka vody se na stanovištích této vegetace pohybuje do 50 cm, přičemž vrstva organogenního sedimentu může být několikanásobně mocnější. Reakce substrátu je většinou kyselá až neutrální, vzácněji až mírně bazická. Typický je velký obsah organického uhlíku a naopak malý obsah fosforu.

Dobře vyvinuté porosty se vyskytují na stanovištích v pokročilém stadiu sukcese. Mohou navazovat na společenstva stojatých vod (*Potametum*, *Nupharetum pumilae*, *Nymphaetum candidae*, *Utricularion minoris*). Někdy se mohou od okraje vodní nádrže šířit přímo do vody, což vede k postupnému zazemnění nádrže. U nás patří tato společenstva k ohroženým typům vegetace, což souvisí hlavně s ničením mělkých mokřadů. Vyskytuje se v nich řada vzácných druhů, které dnes z většiny svých původních lokalit vymizely.

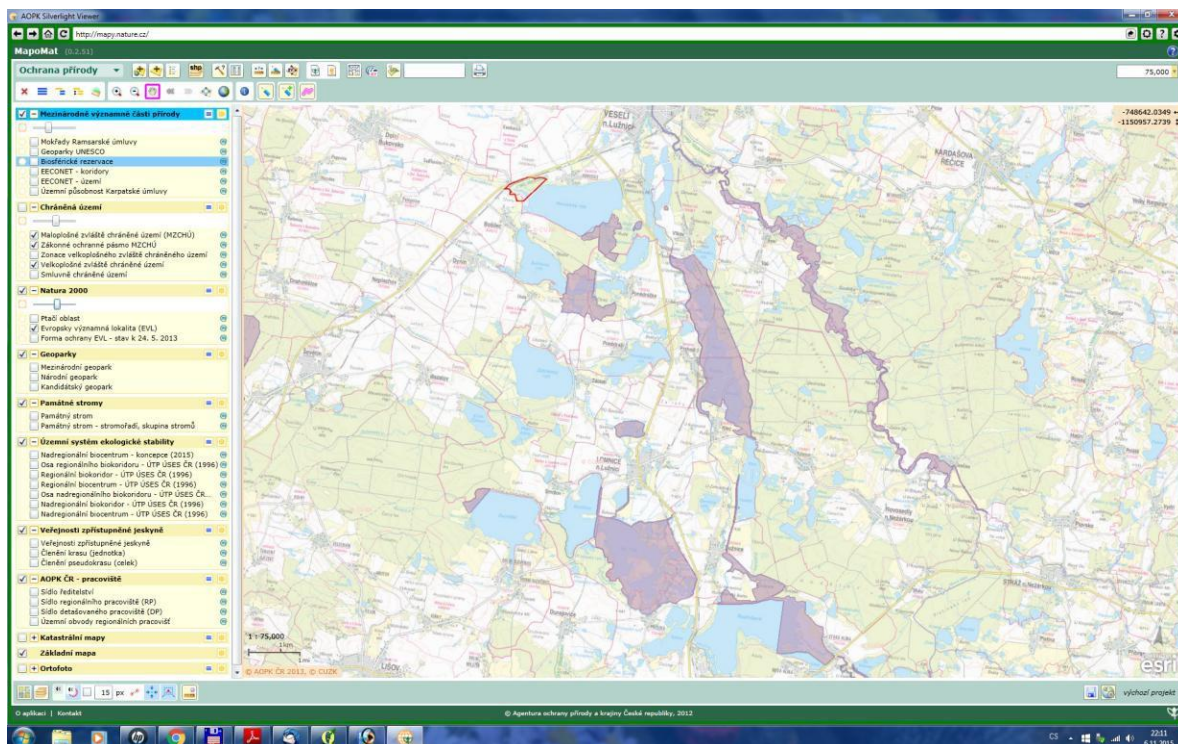
Zájmy ochrany přírody v lokalitě PR Horusická blata se nedotýkají pouze vlastního území přírodní rezervace, ale dochází zde k plošnému překryvu celé řady kategorií ochrany. Prakticky ve všech případech je předmět ochrany vždy vázán na vodní biotopy.



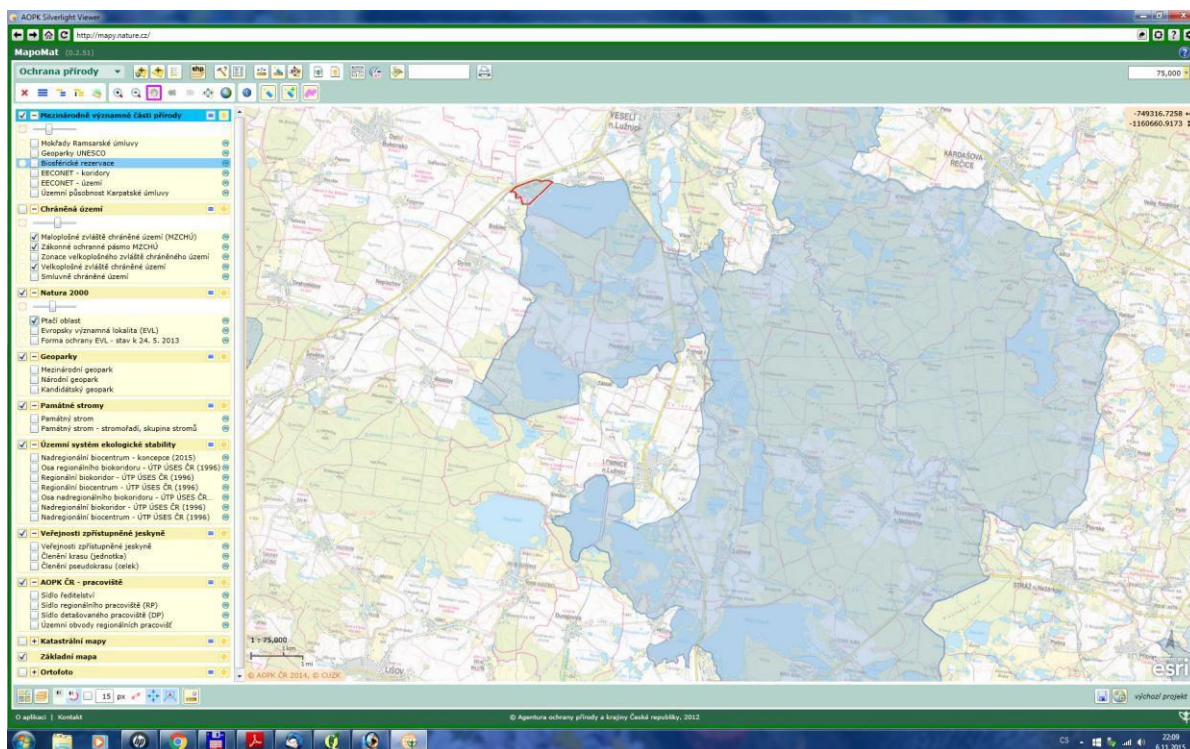
PR Horusická blata - mapa průniku zájmů ochrany přírody (GIS, Patzelt die AOPK ČR)



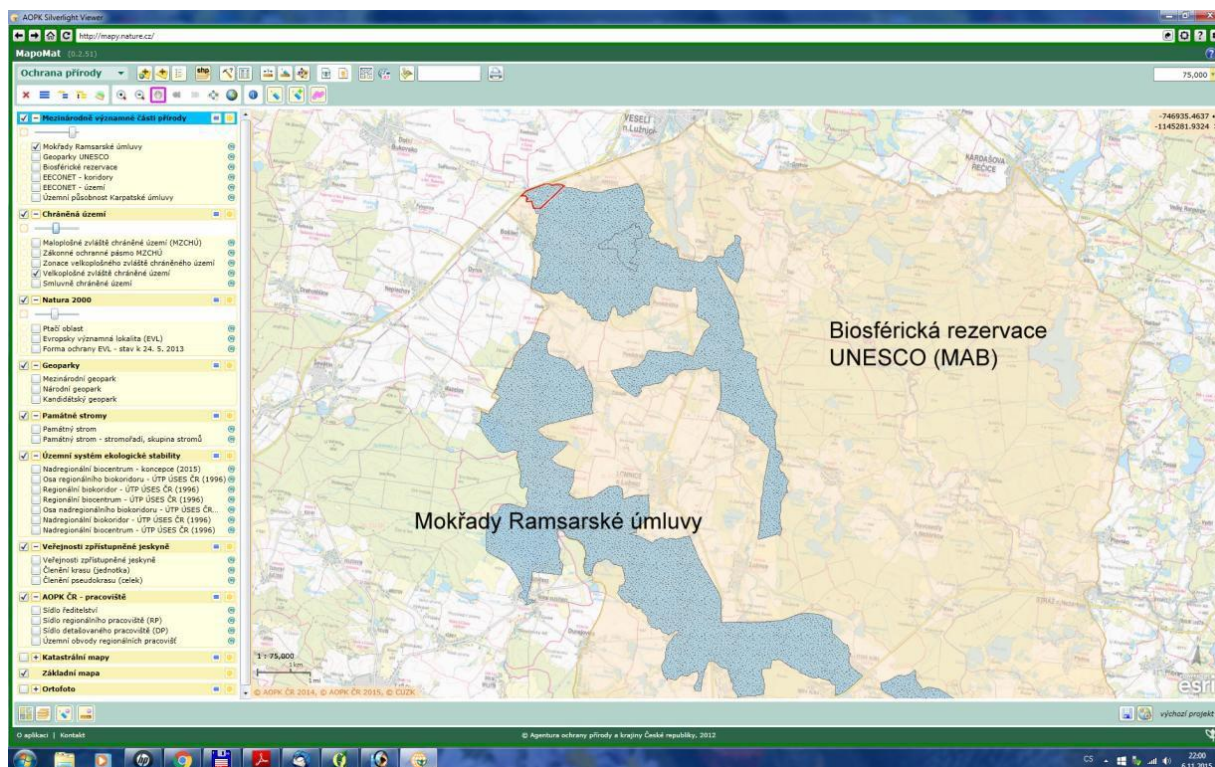
Obrázek 8-8. PR Horusická blata – zájmy ochrany přírody (<http://www.heisvuv.cz/>)



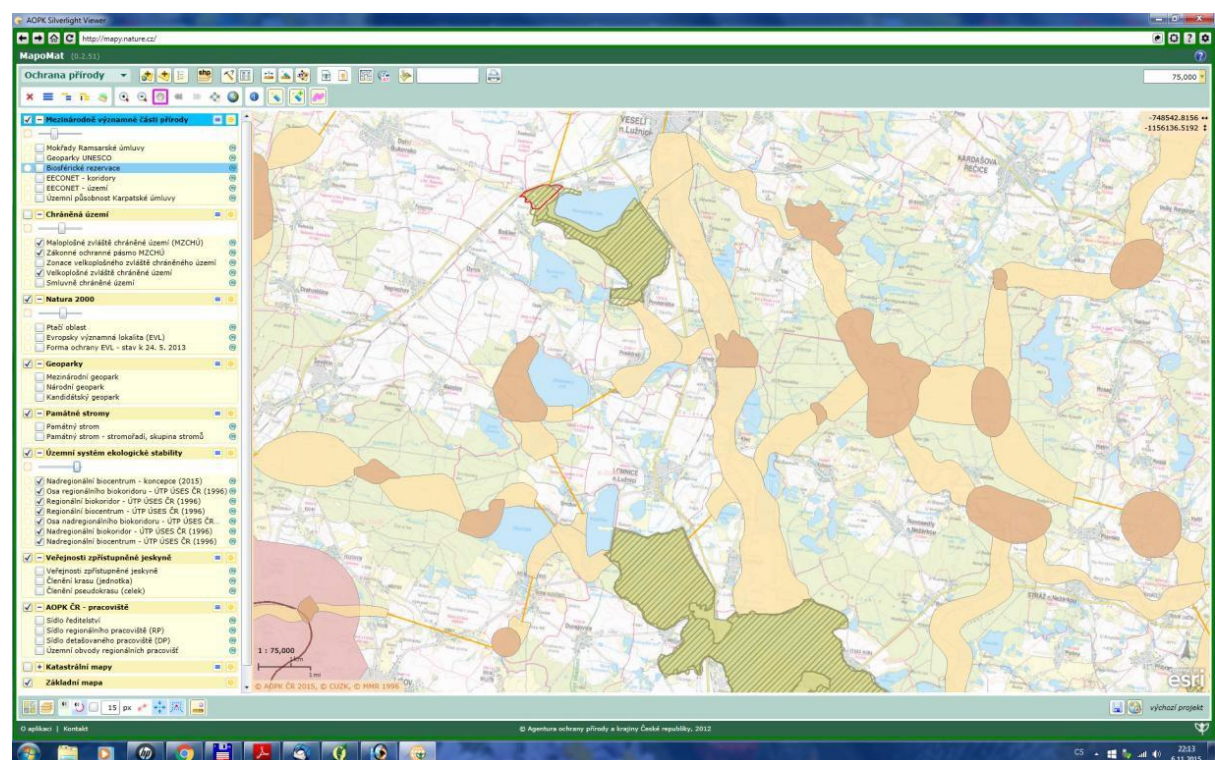
Obrázek 8-9. PR Horusická blata – širší okolí – evropsky významné lokality - NATURA 2000 (Patzelt et al. 2015)



Obrázek 8-10. PR Horusická blata – širší okolí – ptačí oblasti - NATURA 2000 (Patzelt. et al. 2015)



Obrázek 8-11. PR Horusická blata – mokřady chráněné podle Ramsarské úmluvy a MAB (Patzelt et al. 2015)



Obrázek 8-12. PR Horusická blata – širší okolí – územní systém ekologické stability (Patzelt et al. 2015)

8.1.2. EVL HLINÍŘ-PONĚDRÁŽKA

Rašeliniště Hliníř pravděpodobně vzniklo na vývěrech podzemní vody hlubšího oběhu na dislokacích svrchnokřídových sedimentů. Jedná se o lokalitu zahrnující tři rybníky Hliníř, Kvícadlo a Švambírek s navazujícími stokami a litorálními porosty, okolní louky, lesní porosty, menší rašeliniště a malou lesní pískovnu. Součástí je přírodní památka Hliníř přechodové rašeliniště s mělkými tůňkami. V rašelinných tůňkách rostou společenstva svazu Sphagno-Utricularion. Vedle světlezeleného zevaru nejmenšího (*Sparganium minimum*) se zde vyskytuje i leknín bělostný (*Nymphaea candida*) a velká populace bublinatky bleďožluté (*Utricularia ochroleuca*). V místech, kde dochází kolísáním vody k obnažování surového humolitu, se vyskytují bohaté porosty bublinatky menší (*Utricularia minor*) a bublinatky prostřední (*Utricularia intermedia*). Na obvodech jezírek roste běžně hrotnosemenka bílá (*Rhynchospora alba*), řidší porosty tvoří ostřice mokřadní (*Carex limosa*). V ostřicových porostech s převahou ostřice zobánkaté (*Carex rostrata*) je hojně zastoupen suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*). Vyvýšená místa v rašeliništi jsou porostlá řídkým a nízkým lesem s převahou borovice lesní (*Pinus sylvestris*) s podrostem brusnicovitých rostlin. V depresích roste klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*). Vyskytuje se zde charakteristická fauna bezobratlých slatinných rašelinišť, zjištěn byl např. výskyt vážky čárkované (*Leucorrhinia dubia*) a vážky jarní (*Sympetrum fonscolombei*). Hojná je ještěrka živorodá (*Lacerta vivipara*). Pro ochranu čolka velkého (*Triturus cristatus*) mají největší význam trvalé a periodické oligotrofní tůňky.

8.1.3. PR HOVÍZNA

Toto chráněné území navazuje na jižní okraj NPR Ruda, je od něj odděleno jen Zlatou stokou. Jde o jedno z nejceněnějších rašelinišť na pramenných vývěrech, v minulosti bylo několikrát poškozeno snahami o jeho odvodnění. Nejcenější společenstva se vyskytují na prameništích v počátečních fázích rašelinění. Roste zde řada kriticky ohrožených druhů, např. hrotnosemenka bílá (*Rhynchospora alba*), rosnatka anglická (*Drosera anglica*), rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*), jejich kříženc rosnatka obvejčitá (*Drosera x obovata*), ostřice dvoudomá (*Carex dioica*), bublinatka menší (*Utricularia minor*), suchopýr štíhlý (*Eriophorum gracile*), třtina nachová (*Calamagrostis purpurea*). Dále se zde vyskytuje řada vzácných druhů rašelinišť a rašelinných luk.

8.1.4. EVL BORKOVICKÁ BLATA

Území chrání zbytek původního rozsáhlého rašeliništního komplexu Soběslavsko-veselských blat, který leží v severozápadní části Třeboňské pánve (Borkovická pánev), s nadmořskou výškou 410-430 m n. m. Část území byla v minulých stoletích odvodněna, ložisko rašeliny vytěženo a dnes dochází na obnažených plochách k sukcesi s návratem cenných druhů i celých společenstev. Jádrové části EVL jsou chráněny v přírodních rezervacích Borkovická blata, Kozohlůdky a nově od roku 2011 i Veselská blata. Celková rozloha území je 638 ha.

Jedná se o plochý a z velké části zalesněný komplex pánevních rašelinišť v rozsáhlé terénní sníženině, s celkovým velmi mírným spádem k J. V detailním utváření povrchu terénu se uplatňují zejména antropogenně podmíněné struktury hlubokých odvodňovacích příkopů (na ložisku Borkovická blata až 5 m široké a 3 m hluboké). Na komplex rašelinného lesa a přechodových rašelinišť navazují vlhké louky a pozměněné borové doubravy, s výskytem významné entomofauny a avifauny. Na obvodu pánevní sníženiny, na mírně se zdvíhajícím terénu, se

nachází věnec menších obcí s dochovanými početnými stavbami lidové blatské architektury (selské baroko).

Flora a vegetace: Nejvýznamnějšími složkami vegetace jsou zbytky blatkových borů (as. *Pino rotundatae-Sphagnetum*) a rašelinných brusnicových borů (as. *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*) na ložisku Borkovická blata (severozápadní část území) a rozsáhlý komplex společenstev přechodového rašeliniště na ložisku Kozohlůdky (jihovýchodní část území), který zahrnuje mozaiku fytocenóz svazů *Sphagno recurvi-Caricion canescentis*, *Eriophorion gracilis*, *Sphagno-Utricularion*, v malé míře i vrchovištní společenstva svazu *Sphagnion medii*. V blatkových a rašelinných borech je běžný rojovník bahenní (*Ledum palustre*), v otevřených společenstvech přechodového rašeliniště jsou velmi hojné klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*), rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*), ostřice plstnatoplodá (*Carex lasiocarpa*), místy i početné populace kapradě hřebenitě (*Dryopteris cristata*) a extrémně vzácně se objevuje i suchopýr štíhlý (*Eriophorum gracile*). Zejména po obvodu ložiska Kozohlůdky a západně od Borkovických blat je vyvinuta mozaika mokřadních vrbín (as. *Salicetum pentandro-cinereae*), porostů tavolníku vrbolistého (*Spiraea salicifolia*), nepříliš typických mokřadních olšin s výskytem vrbiny kytkokvěté (*Lysimachia thyrsiflora*) a vysokostébelných ostřicových porostů svazu *Caricion gracilis*. V rašelinných tůňkách roste hojně bublinatka jižní (*Utricularia australis*) a místy i b. menší (*U. minor*) a zevar nejmenší (*Sparganium minimum*). Místy se ve vodních příkopech objevuje žebratka bahenní (*Hottonia palustris*). Zdejší porosty jsou velmi významné jako doklad rozsáhlého výskytu zmíněných rašelinných lesů v nejsevernější části Třeboňské pánve. Společenstva přechodového rašeliniště Kozohlůdky, vzniklá jako série sukcesních stadií po dřívější ruční těžbě rašeliny, jsou floristicky i fytocenologicky velmi cenná a představují jeden z nejvýznamnějších komplexů rašelinného bezlesí v jižních Čechách. Plošně nejvýznamnějším typem luční vegetace jsou louky svazu *Molinion*, vyvinuté v několika základních typech (polokulturní až kulturní *Sanguisorbo-Festucetum pratensis*, přirozenější porosty *Junco-Molinietum caeruleae* a posléze monocenotické porosty bezkolence modrého (*Molinia caerulea*) na rašelině). Louky jsou aktuálně většinou kosené, z menší části i pasené (a většinou tím degradované) a malá část leží ladem. Z významnějších druhů na nich rostou svízel severní (*Galium boreale*), olešník kmínolistý (*Selinum carvifolia*), bukvice lékařská (*Betonica officinalis*), čertkus luční (*Succisa pratensis*), řebříček bertrám (*Achillea ptarmica*), kosatec sibiřský (*Iris sibirica*), ostřice Hartmanova (*Carex hartmanii*) a rdesno hadí kořen (*Bistorta major*). Je nutné zmínit ještě relativně významně zastoupené mezofilní ovsíkové louky svazu *Arrhenatherion*, vyskytující se zde ve vlhčím typu (*Arrhenatheretum elatioris* subas. *sanguisorbetosum*) s vyšším podílem psárky luční (*Alopecurus pratensis*), medýňku vlnatého (*Holcus lanatus*) a metlice trsnaté (*Deschampsia cespitosa*).

Ve vymezeném území jsou významně zastoupeny borové lesy s malou příměsí dubu letního (*Quercus robur*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*), klasifikované jako subkontinentální borové doubravy se sníženou reprezentativností a zachovalostí. Jejich výrazně acidofilní podrost je druhově velmi chudý, místy dominují lišejníky puklérka islandská (*Cetraria islandica*) a dutohlávka (*Cladonia* sp. div.).

Fauna: Území hostí početné populace tyrfobiontní a tyrfofilní entomofauny, pestrá ptačí společenstva lesa i rašelinného bezlesí a velké populace obojživelníků. K nejvýznamnějším bezobratlým patří perleťovec severní (*Boloria aquilonaris*), modrásek stříbroskvrný (*Vacciniina optilete*), můra *Anarta cordigera*, střevlíček *Amara famelica*, drabčící *Tachyporus transversalis* a *Lathrobium rufipenne*, pestřenka *Sericomyia silentis* a mera *Cacopsylla ledi*. K druhům zařazeným do soustavy Natura 2000 patří vážka jasnoskvrná (*Leucorrhinia pectoralis*), vázaná na

rašeliništní mokřady s tůňkami. Izolovaná populace vážky jasnoskvrnné leží na severozápadní hranici subareálu jejího výskytu na mokřadech Třeboňska a Jindřichohradecka. Z Borkovických blat byl uváděn též výskyt na loukách žijícího ohniváčka černočárného (*Lycaena dispar*), tento výskyt zde však v poslední době nebyl potvrzen. K důležitým ptákům patří např. bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), bekasina otavní (*Gallinago gallinago*), čečetka zimní (*Carduelis flammea*) a kalous pustovka (*Asio flammeus*). K významným druhům obojživelníků náleží skokan krátkonohý (*Rana lessonae*), skokan ostronosý (*Rana arvalis*), rosnička zelená (*Hyla arborea*) a naturový druh kuňka obecná (*Bombina bombina*).

Hlavním negativním faktorem je dřívější vytěžení a hluboké odvodnění převážné části ložiska Borkovická blata. Silný pokles hladiny podzemní vody má za následek postupné odumírání blatkových porostů a rozvoj nežádoucí křovinné vegetace - krušiny olšové (*Frangula alnus*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*). Blatka je zde navíc silně zasažena introgresivní hybridizací s borovicí lesní (hojný kříženec *Pinus* × *digenea*). Velká část plochy tohoto vytěženého ložiska po skončení těžby zarostla nálety expanzivních dřevin (bříza, osika), nebo byla uměle zalesněna a je silně narušena expanzí třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Po zaslepení nejhlubších odvodňovacích příkopů a zpětném zavodnění se na části plochy přímo přiléhající ke zbytku blatkových borů dobře regeneruje rašeliništní i další mokřadní vegetace. Naopak ruční těžba s vyhloubením těžebních jam, dnes zaplněných vodou, aplikovaná historicky na ložisku Kozohlůdky, vyvolala obnovu rašelinotvorného procesu už před delší dobou, takže zde vznikla cenná společenstva přechodového rašeliniště. Volné plochy na rašeliništi jsou ohroženy postupným nalétáváním borovice, břízy, krušiny a vrby popelavé, takže musí být periodicky těchto náletů zbavovány. Vlhké bezkolencové louky jsou na části plochy ohroženy příliš intenzivní pastvou, menší část (většinou v bezprostředním okolí rašeliniště) je ponechána ladem, degraduje a zarůstá dřevinnými nálety. Naprostá většina luk je kosena 1-2x ročně, dodnes se však projevují negativní důsledky jejich dřívějšího odvodnění a regulace drobných potoků, které jimi protékají (převaha kulturních trav, snížená floristická diverzita).

8.1.5. NPP RUDA

Předmětem ochrany národní přírodní památky Ruda je unikátní přechodové a slatinné rašeliniště s četnými rašelinnými prameništi na jihovýchodním okraji Horusického rybníka a okolní podmačené rašelinné louky se zachovalými boreálními reliktními společenstvy s výskytem vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů.

První chráněné území na lokalitě bylo zřízeno vyhláškou Ministerstva školství, věd a umění 11. května 1950 na ploše 0,492 ha v katastru obce Horusice. V osmdesátých letech 20. století bylo připravováno vyhlášení ochrany na souvislém území na obou katastrech celkové rozloze 52,421 ha. Vyhláškou Okresního úřadu v Českých Budějovicích byl dne 30. prosince 1991 zřízen chráněný přírodní výtvar o rozloze 14,1635 ha katastru obce Bošilec. Část ležící na území okresu Tábor v té době vyhlášena nebyla. Obě vyhlášené části území byly přílohou číslo 5 vyhlášky Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb. (prováděcí vyhláška k zákonu č. 114/1992 Sb. zařazeny do kategorie „národní přírodní rezervace“. Snaha o legislativní ochranu celé lokality byla završena v roce 2009, kdy bylo území vyhlášeno v kategorii národní přírodní památka a významně rozšířeno na rozlohu 70,3044 ha. Území přírodní památky Ruda leží v nadmořské výšce 415 - 417 m n.m.



Obrázek 8-13. NPP Ruda – letecký snímek (zdroj Geodis, seznam.cz)

Geologie NPP Ruda

Podloží tvoří převážně různobarevné pískovce, slepence, jílovce a prachovce svrchnokřídového stáří o mocnosti 50-100 m tvořící svrchní oddíl klikovského souvrství (santon). V západní části území se objevují na povrchu rovněž terciérní sedimenty mydlovarského souvrství (neogén). Svrchnokřídové sedimenty jsou překryty kvartérním pokryvem slatinné rašeliny. Slatiniště je syceno především vývěry podzemní vody hlubšího oběhu na dislokacích křídových a terciérních sedimentů. Charakteristická je přítomnost rezavohnědých železitých sraženin v pomalu protékající i stagnující vodě (centrální kanál Červená stoka). S vysokým obsahem železa ve vodě pramenných vývěrů souvisí výskyt sedimentárních organogenních bahenních rud železa, vytvářejících v rašelině čočkovitá tělesa o průměru 10-20 cm. Sedimentární rudy železa a limonitové jíly byly v okolí kolem roku 1850 dobývány (původ názvu lokality). Až do poloviny 20. století se v rašelině různě intenzívně těžil humolit. Geomorfologicky je lokalita je součástí Třeboňské pánve (její části Lomnická pánev). Půdní pokryv zastupuje převážně organozem typická až glejová (převážně *Hypnum-fen* a *Carex-fen*) a glej organozemní.

Flora NPP Ruda

Mělké šlenky neprůchodných pramenišť se společenstvy svazu *Scheuchzerio – Caricetea fuscae*, táhnoucích se v jižní části slatiniště, jsou pokryty krátkostébelnými porosty ostřice šedavé (*Carex canescens*), na několika místech se připojuje o. mokřadní (*C. limosa*) a o. plstnatoplodá (*C. lasiocarpa*), nejpočetnější populaci v jižních Čechách zde má ostřice šlahounovitá (*Carex chordorrhiza*), velké populace vachty trojlísté (*Menyanthes trifoliata*) a přesličky poříční (*Equisetum*

fluviatile) s řídkými porosty suchopýru štíhlého (*Eriophorum gracile*). Velmi cenná jsou prameniště v počátečních fázích rašelinění s hrotnosemenkou bílou (*Rhynchospora alba*) a rosnatkou okrouhlostou (*D. rotundifolia*). Na obvodech rašeliníkových bultů tu skrytě kvete i malá orchidej hlízovec Loeselův (*Liparis loeselii*), prioritní druh v rámci Evropské unie. Místa zpevněná suchomilnějšími rašeliníky pokrývá dlouhými šlahouny klikva bahenní (*Oxyccocus palustris*), nízká vrba rozmarýnolistá (*Salix rosmarinifolia*) a pouze na jednom místě i kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*). Sporadicky se v mechovém patře vyskytují vzácné druhy mechorostů - *Helodium blandowii*, *Sphagnum obtusum* a druh přílohy 2 Směrnice o stanovištích srpnatka fermežová (*Hamatocaulis vernicosus*), jenž byl recentně zjištěn ve dvou mikropopulacích ve zbytkovém porostu silně zamokřeného minerotrofního rašeliníště. Přítomné mikropopulace tohoto mechu jsou od sebe vzdálené asi 650 m. Severní mikropopulace roste asi 300 m zsz. od hájovny Ruda na okraji vlhké slatinné louky. Celkově populace zaujímá plochu asi 0,4 m².



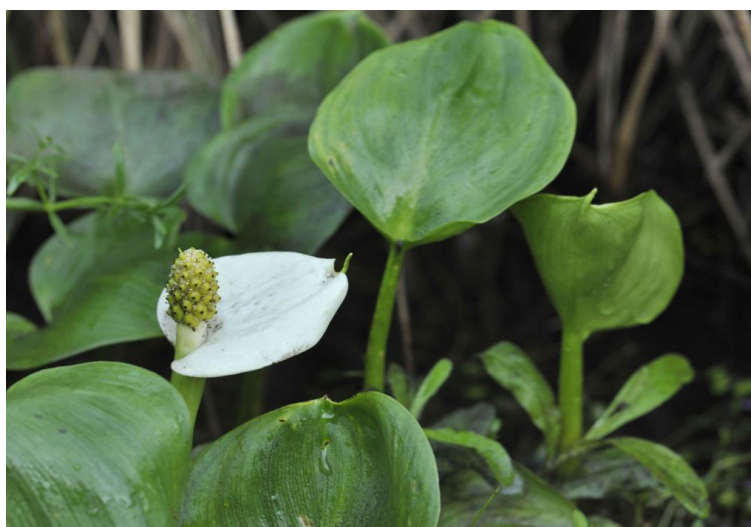
Obrázek 8-14. Hlízovec Loeselův, (evropsky významný druh) a žebratka bahenní (Patzelt et al. 2015)



Obrázek 8-15. Leknín bělostný a rosnatka okrouhlostá (Patzelt et al. 2015)

V řídké olšině v s. části území roste v zabahněných vodách ďáblík bahenní (*Calla palustris*) a v zástinu vrbín bazanovec kytkokvětý (*Naumburgia thyrsiflora*). Těžbou nezasazené plochy mají snahu se vrátit v porosty rašelinných a bažinných vrbín (*Salicion cinerea*), sušší místa pokrývá nálet borovic a bříz s podrostem krušiny olšové (*Frangula alnus*) a tavolníku vrboлистého (*Spiraea salicifolia*). Narušené plochy po těžbě humolitu tvoří pestrou mozaiku mělkých jezírek, pokrývajících se společenstvy rostlin svazu *Sphagno – Utricularion*. Jen v několika větších nádržkách kvete leknín bělostný (*Nymphaea candida*), zevar nejmenší (*Sparganium minimum*) a pouze na jednom místě žebratka bahenní (*Hottonia palustris*). Na okrajích jezírek je v mělké vodě za absence mechového patra doprovází bublinatka prostřední (*Utricularia intermedia*), ostřice zobánkatá (*Carex rostrata*) a zábělník bahenní (*Comarum palustre*). Z koberců rašelínků sem proniká ostřice šlahounovitá (*Carex chordoriza*). Na březích jezírek ve střední části území se objevuje, kromě suchopýru úzkolistého (*Eriophorum angustifolium*), sítina alpská (*Juncus alpino-articulatus*), rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), hrotnosemenka bílá (*Rhynchospora alba*), ostřice dvoudomá (*Carex dioica*) a dvoumužná (*Carex diandra*) a suchopýrek alpský (*Trichophorum alpinum*). Jinde jsou drobné nádržky bez vegetace uzavřeny v porostech třtiny šedavé (*Calamagrostis canescens*) a vzácnější třtiny nachové (*C. purpurea*). Na ploše mokřých luk se vyskytují společenstva typická pro rašelinné louky s významnou populací všivce lesního (*Pedicularis sylvatica*).

Lokalita je z hlediska výskytu vzácných druhů rostlin jednou z nejcennějších v rámci celých jižních Čech. Většina z nich je vázána na prameniště, jezírka a jejich břehy, tedy na stanoviště zvláště citlivá na pokles hladiny podzemní vody. Z kriticky ohrožených druhů se zde vyskytují hlízovec Loeselův (*Liparis loeselii*), hrotnosemenka bílá (*Rhynchospora alba*), suchopýr štíhlý (*Eriophorum gracile*), třtina nachová (*Calamagrostis purpurea*), ostřice šlahounovitá (*Carex chodorhizza*), ostřice dvoudomá (*Carex dioica*) a bublinatka bleďožlutá (*Utricularia ochroleuca*). Mezi silně ohrožené druhy patří vrbina kytkokvětá (*Lysimachia thyrsiflora*), leknín bělostný (*Nymphaea alba*), všivec lesní (*Pedicularis sylvestris*), zblochan nejmenší (*Sparganium natans*) a suchopýrek alpský (*Trichophorum alpinum*). K ohroženým druhům patří vachta trojlístá (*Menyanthes trifoliata*), rosnatka okrouhlostá (*Drosera rotundifolia*), ďáblík bahenní (*Calla palustris*), ostřice plstnatoplodá (*Carex lasiocarpa*), ostřice mokřadní (*Carex limosa*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), kyhanka sivolístá (*Andromeda polifolia*), žebratka bahenní (*Hottonia palustris*), pupečník obecný (*Hydrocotyle vulgaris*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*) a vrba rozmarýnolistá (*Salix rosmarinifolia*).



Obrázek 8-16. Ďáblík bahenní (Patzelt et al. 2015)

Fauna NPP Ruda

Na území památky se vyskytují cenná společenstva bezobratlých s řadou tyrfobiontů a tyrfofilů. Zjištěno bylo několik druhů vzácných druhů brouků. Na čertkusu lučním byl zaznamenán výskyt krasce *Trachys troglodytes*, na sítinách krasce *Aphanisticus pusillus*. V prameništích se vyskytuje několik druhů rákosníků (*Chrysomelidae*, *Donaciinae*), z nichž zejména výskyt druhu *Donacia obscura* je velmi zajímavý. Tento druh je vázán na ostřici zobánkatou (*Caraex rostrata*) a na území České republiky se vyskytuje velmi vzácně a lokálně ve vyšších polohách. Na vrbách rostoucích na houpavých porostech ostřic žije vzácný krasec *Agrilus salicis*. V rašelinných tůňkách žije řada druhů vodních brouků, mezi tyrfofilní druhy patří např. potápníci *Agabus affinis* nebo *Hydroporus angustatus*. Dalším významným druhem mandelinky je krytohlav *Cryptocephalus decemmaculatus*, který žije na solitérních menších vrbách na prameništích a vlhkých loukách. V rámci jižních Čech je také významná početná populace rákosníčka *Plateumaris rustica*, vázaného na porosty suchopýrů. Rozsáhlé porosty tavolníku v širším okolí jsou stanovištěm velice početné populace bělopáska tavolníkového (*Neptis rivularis*). V posledních letech byl zaznamenán také výskyt reliktního chladnomilného perleťovce severního (*Boloria aquilonaris*).

Nejvýznamnějšími obratlovci jsou kriticky ohrožená bekasina otavní (*Gallinago gallinago*) a chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), dále linduška luční (*Anthus pratensis*) a skokan ostronosý (*Rana arvalis*).

Biotop s hlízovcem *Liparis loeselii* je značně ohrožen invazí náletových druhů dřevin - krušiny olšové (*Frangula alnus*), borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), vrbami *Salix* sp. div, které rovněž přispívají k vysušování stanoviště. V případě ručního kosení lokality je třeba zachovat původní charakter biotopu - střídavě plošky bultů a jezírek se stagnující vodou. Celé rašeliniště je v důsledku suchých let koncem 20. století pod silným tlakem sukcese dřevin. Tomuto tlaku odolávají jen prameniště a jámy po těžbě, které jsou dnes zality vodou, nebo pokryty nepevnou vrstvou rašeliníků. Část území byla v minulosti využívána jako kosené louky, dnes dochází k jeho postupnému zarůstání náletovými dřevinami. V rámci řízené péče je část luk udržována kosením. Je nutné monitorovat případný nálet dřevin, zejména na lokalitách srpnatky fermežové a hlízovce Loeselova. V případě ručního kosení lokality je třeba zachovat původní charakter biotopu - střídavě plošky bultů a jezírek se stagnující vodou.



Obrázek 8-17. Rosnička zelená (Patzelt et al. 2015)

Srpnatka fermežová (*Hamatocaulis vernicosus*) - v současné době nebyly, kromě zarůstání náletovými dřevinami, na lokalitě pozorovány žádné vlivy, jež by nějakým způsobem ovlivňovaly přítomnou populaci tohoto mechu. Vyřezávání náletových dřevin je nutné provádět ručně, zejména v průběhu zimního období, kdy bude lokalita zpevněná ledem, aby nedošlo k přílišnému "rozdupání" lokality. Je žádoucí rovněž občasné ruční kosení travin a ostřic za současného odstraňování pokosené biomasy. Jednoznačně nejdůležitější je zachovat hydrologický režim, zamezit vysušování a drénování lokality.

8.2. RIZIKA IDENTIFIKOVANÁ BIOLOGICKÝM HODNOCENÍM A DOPORUČENÍ

Největší hrozbou pro všechny typy mokřadních společenstev na březích Horusického rybníka (PR Horusická blata i NPR Ruda) je dnes eutrofizace a následná sukcese. Pro společenstva tůní s bublinatkami a přechodových rašelinišť v NPR Ruda sycená minerálními prameny je určitým rizikem i pokles hladiny podzemní vody nebo její výraznější kolísání. Eutrofizace je způsobována především intenzivním hospodařením na Horusickém rybníce (hnojení a vápnění obohacuje vodu o nadměrné množství živin), splachy z okolních zemědělsky využívaných pozemků a atmosférickým spadem dusíku. Větší přísun živin, případně absence hospodaření, má za následek sukcesi, která ohrožuje nejdříve konkurenčně slabá společenstva a postupně vede k zarůstání dřevinami.

Rizika jsou zhodnocena podle jednotlivých rostlinných společenstev, která svým druhovým složením nejlépe charakterizují vazbu skupin významných druhů na výši hladiny podzemní vody. Zhodnocení rizik pro rostlinná společenstva zahrnuje i rizika pro jednotlivé významné druhy, které mají většinou poměrně úzkou ekologickou amplitudu, jsou charakteristickými druhy těchto společenstev a mimo ně se vyskytují jen v omezené míře nebo vůbec. Zároveň jsou vzhledem k úzké vazbě rostlinných společenstev na vlhkostní podmínky stanoviště zhodnocena vodní stanoviště trvalá, dočasná i periodická, jak bylo uvedeno v zadání.

ZHODNOCENÍ RIZIK PRO RAŠELINNÉ TŮNĚ

Mělké vodní plochy s vzácnou vegetací i společenstva bublinek, které se nacházejí v tůňkách v prohlubních rašelinišť nebo jezírcích po těžbě rašeliny, jsou ve studovaném území snad nejohroženějším typem vegetace. Postupně mizí zazemňováním a zvláště tůň s bublinatkami jsou významně ohroženy poklesem i kolísáním hladiny podzemní vody. Přeplovování živinami bohatou vodou z rybníka při přívalových deštích i kolísání hladiny podzemní vody, které při vyschnutí substrátu vede k uvolňování živin, způsobuje výrazný úbytek těchto společenstev. Tento negativní vývoj velmi dobře dokumentuje práce Navrátilové a Navrátila (Navrátilová a Navrátil 2007), kteří porovnáním fytocenologických snímků z NPR Ruda z let 1984 a 2004 zhodnotili změny ve vývoji vegetace. Zjistili, že nejvíce ohrožena jsou společenstva rašelinných tůní a druhově bohatších minerotrofních rašelinišť. Společenstvo s bublinatkou jižní (*Utricularia australis*) zmizelo úplně, vegetace otevřených vod se udržela jen na 8 %, vegetace tůní s bublinatkami na pouhých 2 % původní rozlohy. K záchraně těchto unikátních společenstev, jejichž druhy patří většinou mezi kriticky ohrožené, již nestačí pasivní přístup. Zamezit dalšímu poklesu hladiny podzemní vody nebo jejímu výraznému kolísání je nezbytným, ale ne jediným předpokladem. Je nutné aktivně zasáhnout v jejich prospěch a na vybraných vyčištěných plochách vytvořit lehkou mechanizací malé vodní plochy. Tak bude znovu umožněn rozvoj těchto iniciálních sukcesních stadií a zároveň i rašelinotvorný proces.

ZHODNOCENÍ RIZIK PRO VEGETACI BAŽINNÝCH BYLIN A SPOLEČENSTVA VYSOKÝCH OSTŘIC

Společenstvo bažinných bylin s výskytem velmi vzácných druhů kapradin kapradě hřebenité (*Dryopteris cristata*) a kapradiníku bažinného (*Thelypteris palustris*) patří na našem území k velmi vzácným typům vegetace. Stejně jako na většině ostatních lokalit i zde je ohrožena eutrofizací. Splachy půdy z okolní zemědělské krajiny, které přináší Bukovský potok, a další nánosy bahnitého materiálu z Horusického rybníka, které se do porostů dostávají při zvýšené hladině vody nebo přívalových deštích, způsobují zvýšenou eutrofizaci. Na úkor těchto společenstev se pak zvětšují v deltě Bukovského potoka plochy nitrofilních porostů, především zblochanu vodního (*Glyceria aquatica*) a rychleji se také šíří nálety vrb a ostatních druhů dřevin. Tato sukcese ohrožuje i společenstva vysokých ostřic, ve kterých se mimo jiné vyskytuje silně ohrožený všivec bahenní (*Pedicularis palustris*). Tato společenstva velmi dobře snášejí i velké výkyvy půdní vlhkosti ve vegetačním období, dokážou se vyrovnat i s velkým přísunem dusíku a fosforu. Zásadní podmínkou pro úspěšné přežívání rostlinných společenstev litorálních porostů je zejména zabezpečení příznivého hydrologického režimu. Hydrologický režim lokality je úzce spjatý s kolísající hladinou rybníka Horusický a pro chráněné rostlinné druhy je důležité udržet úroveň hladiny rybníka v průběhu vegetační sezóny bez výraznějších výkyvů. Výška vodní hladiny v obou těchto společenstvech je závislá na výšce hladiny rybníka, která je doporučena plánem péče a projednána s hospodařícím subjektem, kterým je vlastník rybníka Rybářství Třeboň. Kolísání hladiny podzemní vody by tedy nemělo vést k jejich ohrožení. Důležité je pro populaci všivce bahenního i kvůli omezení vlivu eutrofizace aspoň občasné kosení porostů vysokých ostřic.

ZHODNOCENÍ RIZIK PRO RAŠELINIŠTĚ

Cenná přechodová rašeliniště na vývěrech podzemních vod, která se vyskytují nejen v NPR Ruda, ale i v sousední PR Hovízna a sotva 1km vzdálené PR Hliníř, jsou velmi vzácným typem vegetace, která se u nás vyskytuje ve větším počtu lokalit jen na Třeboňsku, Dokesku a Českomoravské vrchovině. Většina vzácných a ohrožených druhů jednotlivých lokalit se vyskytuje právě zde. Tato stanoviště jsou domovem velkého počtu kriticky ohrožených druhů, kdy zvláště boreální druhy ostřic a měkkýši jsou považovány za glaciální relikty, což svědčí pro kontinuální vývoj a velké stáří těchto společenstev. Tyto typy vegetace jsou ohroženy poklesem hladiny podzemní vody, který znamená nástup konkurenčně schopnějších druhů rašeliníků a další acidifikaci stanoviště. To pak vede k ústupu specializovaných druhů a celkovému druhovému ochuzení stanoviště. Pro tento typ stanovišť stejně jako pro rašelinné tůň je pokles hladiny podzemní vody silně limitujícím faktorem. Podle informací od pracovníků státní ochrany přírody by však vývěry podzemních vod, které sytí tato chráněná území, neměly komunikovat s kolektorem podzemních vod, ze kterého jsou v současné době prováděny odběry. Neměla by tedy být případným poklesem hladiny za účelem vodárenských odběrů negativně ovlivněna.

Stejně významným ohrožením je i eutrofizace, na které se podílí dešťová i povrchová voda z rybníka, obsahující zvýšené množství živin. Na lokalitách s vodou eutrofizovanou dusíkem a zejména fosforem jsou mnohé ohrožené slatiništní mechorosty vytlačovány rychle rostoucími druhy jako je například *Sphagnum fallax*. Rašeliništní vegetace jako celek zůstává zachována, jen ustupují druhově bohaté typy a jsou zvýhodněny druhy s širší ekologickou amplitudou. Obdobný fenomén pravděpodobně nastal i v oblasti Třebońska, kde od přelomu 70. a 80. let ustoupila celá řada druhově bohatých typů slatiništní vegetace a na jejich stanoviště se rozšířila právě vegetace asociace *Sphagno recurvi-Caricetum rostratae*. Pro NPR Ruda existují díky už citované práci Navrátilové a Navrátila i přesná

data mezi lety 1984 a 2004 společenstva asociace *Agrostio caninae*-*Caricetum diandrae* ustoupila z 12,5 % na 2,5 % a asociace *Sphagno recurvi*-*Caricetum lasiocarpae* z 4,9 % na 2 %. Zvýšilo se naopak zastoupení kyselých druhově chudších přechodových rašelinišť asociace *Sphagno recurvi*-*Caricetum rostratae* z 9,4 na 11,7 %. Celková rozloha bezlesí se snížila o 11 %, podíl sušších degradovaných lesních porostů s dominantní borovicí lesní se naopak zvýšil z 15,5 na 28,8 %.

Vysoký obsah živin na stanovištích minerálně bohatých pramenišť i na dalších lokalitách na Třeboňsku dokládá vyšší zastoupení druhů náročnějších na živiny. Řada pramenišť v současné době zarůstá travinami jako bezkolenec modrý (*Molinia caerulea*), třtina šedavá (*Calamagrostis canescens*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) nebo nálety dřevin (krušina olšová, bříza bradavičnatá, vrba popelavá).

Vyloučení negativních vlivů není v současnosti příliš ovlivnitelné, stávající plán péče proto navrhuje zamezit a zpomalit rozšiřování dřevin a udržovat na většině plochy bezlesí. Nadále bude prováděno odstranění veškerých dřevin na vybraných plochách vlastního rašeliniště. Dřeviny budou káceny s co nejnižším pařezem, aby mohla být plocha v následujících letech udržována sečením lehkou mechanizací. V další fázi by měly být na vybraných vyčištěných plochách vytvořeny lehkým bagrem malé vodní plochy z důvodů umožnění obnovy rašelínovotvorného procesu. Zbytek vyčištěného území na ploše cca 20 ha bude v následujících letech zbavován zmlazujících se dřevin s výjimkou tavolníku vrbového s cílem vytvořit trvalé bezlesí. Při redukci vrbových porostů v prameništích je třeba brát v úvahu výskyt některých významných druhů brouků na ně vázaných (*Agrilus salicis*, *Cryptocephalus decemmaculatus*) a ponechávat jednotlivé solitérní jedince v prameništích.

ZHODNOCENÍ RIZIK PRO RAŠELINNÉ LOUKY

Rašelinné louky svazu *Caricion canescenti-nigrae* jsou rozšířeny v méně zamokřených částech PR Horusická blata a navazují na společenstva vysokých ostřic. Díky vysoké vlhkosti a dobře přístupným živinám je v těchto porostech vyšší zastoupení lučních druhů včetně řady vzácných a ohrožených. Vůči kolísání hladiny podzemní vody projevují tato společenstva určitou odolnost, jsou více závislé na výšce hladiny rybníka. Menší výkyvy by tedy neměly vést k jejich ohrožení. Porosty jsou na okrajích rezervace hraničících se zemědělsky využívanou půdou a v západní části i na kontaktu s železničním náspem v současné době silně ovlivněny invazí ruderalních společenstev. Zvýšené zásoby dusíků indukují nitrofilní druhy – kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), bez černý (*Sambucus nigra*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), ostružiník maliník (*Rubus idaeus*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*). Louky se udržují kosením, v rámci agroenvironmentálních dotačních titulů jsou vedeny jako hnízdiště bahňáků a koseny jedenkrát, v příznivém případě i dvakrát ročně.

Zvýšenou pozornost si vyžaduje populace všivce bahenního (*Pedicularis palustris*), která byla v minulosti zdárně rozšířena a obnovena narušením travního drnu podmítnutím. Management lokality spočívá ve sledování početnosti aktuálního stavu populace, sběru dozrálých semen všivce po odkvětu a rozsévání semen na místa s narušeným travním drnem, popřípadě tento travní drn uměle rozrušit (vláčení, podmítka, mělká orba v úzkých pásech).

8.3. ZÁVĚRY HYDROGEOLOGICKÉHO HODNOCENÍ

PR HORUSICKÝ RYBNÍK

U hodnoceného rajonu byly v rámci hydraulického modelování hodnoceny dvě hlavní varianty vlivů způsobujících potenciálně možný pokles hladiny podzemních vod v budoucnu. Varianta blízké perspektivy představuje trvalé zvýšení odběrů podzemní vody na úroveň krátkodobých maxim z posledního období. V principu se jedná o navýšení odběrů podzemní vody cca o 6 % oproti stavům z let 2009 až 2011. Varianta zvýšených odběrů podzemní vody představuje nárůst odběrů o 15 % oproti stavům z let 2009 až 2011 se jedná o nárůst cca o 14 %, jelikož odběry pod 1 l/s nebyly navýšeny.

U varianty blízké perspektivy je v první modelové vrstvě rozsahem nejvýznamnější snížení hladiny podzemní vody generováno v oblasti jz. části HGR 2151 v prostoru jímání z horusické jímací linie (jímání Horusice-Bukovsko) obzvláště v prostoru okraje pánve, kde je významnější mocnost nesaturované zóny, nižší předpokládané hydraulické vodivosti a sklon hladiny podzemní vody (daný terénem) je relativně velký. V prostoru zájmové PR Horusická blata je modelové snížení hladiny podzemní vody vypočteno na cca 4-8 cm, u prioritních MZCHÚ RP Hovízna a NPP Ruda pak modelové snížení hladiny podzemní vody činí 1 – 3 cm. První modelová vrstva představuje přímý komunikační prvek s povrchovými vodami hydraulicky souvisejícími s vodami podzemními, proto je pro řešenou problematiku nejvíce významná. Naopak hlouběji situované modelové vrstvy, kde se projevuje snížení výtláčné úrovně v mírně větších hodnotách (cca do 40 cm), nemají na povrchové vody bezprostřední vliv.

U varianty zvýšení odběrů podzemní vody o 15 % se stejně jako v případě odběrů podzemní vody blízké perspektivy projeví navýšení čerpání nejvíce v j. části HGR 2151, kde je nejvýznamnější odběr podzemní vody z horusické jímací linie a srážková infiltrace je relativně nízká a v nejhlubší části pánve, kde jsou zdroje podzemní vody omezené. Při tomto navýšení odběrů dosahuje vypočtené snížení hladiny v zájmové PR Horusická blata 6 – 20 cm, v prostoru dalších prioritních MZCHÚ PR Hovízna a NPP Ruda do 10 cm.

Na základě provedeného hodnocení hydraulického modelování lze konstatovat, že zvýšení odběrů podzemní vody na úroveň varianty blízké perspektivy režim proudění podzemní vody v modelové oblasti téměř nemá měřitelný vliv. Scénář plošného zvýšení úrovně vodárenských odběrů v HGR 2151 o 15 % ovlivní režim významněji. Přesto lze i tuto variantu hodnotit jako přijatelnou, avšak vyžadující trvalý monitoring aktuálního vývoje úrovně hladiny podzemní vody. Pro tento účel lze doporučit zřízení trvalého monitorovacího objektu v bezprostřední blízkosti PR Horusická blata, resp. NPP Ruda, pro sledování hladiny podzemní vody mělkého oběhu.

Z variant zvýšení a snížení odběrů podzemní vody je patrné, že na změnu čerpání těchto vod je významněji citlivá hlubší část pánevní výplně, kde jsou přírodní zdroje již značně omezeny. Do svrchních částí sedimentární výplně přímo komunikující s vodami povrchovými se však tyto změny promítají jen velmi omezeně.

Z hlediska ovlivnění hydrologických poměrů jsou největším zásahem odběry podzemní vody z horusické jímací linie v HGR 2151 a odběry z hluboké zóny pánevní výplně. V případě simulace plošného zvýšení odběrů podzemní vody se ukazuje, že mírné navýšení těchto odběrů ze stávajících zdrojů oproti současnému stavu o jednotky l/s v případě odběru Horusice-Bukovsko je možné a k významnějšímu ovlivnění životního prostředí včetně prioritních MZCHÚ nedojde (Polák 2015).

ZÁVĚRY BIOLOGICKÉHO HODNOCENÍ PRO PR HORUSICKÝ RYBNÍK

V obou územích na březích Horusického rybníka (PR Horusická blata a NPP Ruda) se nachází řada velmi cenných společenstev, vázaných na vysokou hladinu podzemní vody. Většina z nich je ohrožena eutrofizací a následnou sukcesí, která vede až k zarůstání lokalit náletovými dřevinami. Nejcitlivější jak na zvýšený přísun živin, tak na změnu hladiny podzemní vody jsou rašelinné tůně a rašeliniště, zejména společenstva minerálně bohatých slatinišť a mezotrofních rašelinišť. Přechodová rašeliniště se naopak v současné době mírně šíří na jejich úkor, protože obsahují druhy s širší ekologickou amplitudou. Vývěry podzemní vody napájející území nesouvisí s kolektorem, který slouží k odběru podzemní vody. Zdejší rostlinná společenstva by tak neměla být jeho případnými změnami výrazněji ohrožena. Přesto by bylo vhodné prostřednictvím monitorovacích vrtů hladinu podzemní vody v této oblasti sledovat. Rašelinné louky určitý pokles hladiny podzemní vody i její kolísání snášejí. Jsou ohroženy více eutrofizací z okolních zemědělských pozemků. Vegetace vysokých ostřic snáší jak výkyvy půdní vlhkosti, tak zvýšený přísun živin a je tedy v rámci území nejodolnějším společenstvem. Naopak mohou mít za určitých okolností, např. při absenci pravidelného kosení, expanzivní tendence.

Území je součástí CHKO Třeboňsko, je dlouhá desetiletí předmětem zájmu botaniků i zoologů. Přímo na okraji NPP Ruda se nachází terénní stanice Univerzity Karlovy, kde se pravidelně konají kurzy a je navštěvována nejen studenty v rámci výuky, ale i odbornými pracovníky. V posledních letech je také věnována velká pozornost výzkumu slatin a rašelinišť, které dnes patří mezi naše nejohroženější biotopy. Podrobně je zkoumána jejich reakce na změny hladiny podzemní vody a jejího chemizmu, na změny v obsahu jednotlivých živin i minerálních látek a další parametry prostředí.

Z hlediska ochrany přírody se jedná se mimořádně cenné území. Horusický rybník patří k důležitým hnízdištím i tahovým zastávkám vzácného vodního ptactva. Vegetace minerálně bohatších rašelinišť v NPP Ruda hostí celou řadu ohrožených rostlinných druhů a lokalita patří z botanického hlediska v jižních Čechách bezesporu k nejcennějším. O tom svědčí i vyhlášení jádrové části lokality chráněným územím již v roce 1950. Obě chráněná území jsou dnes spravována chráněnou krajinnou oblastí Třeboňsko (součást RP AOPK ČR Jižní Čechy), která také zajišťuje pravidelný management bezlesí.

9. STŘETY ZÁJMU

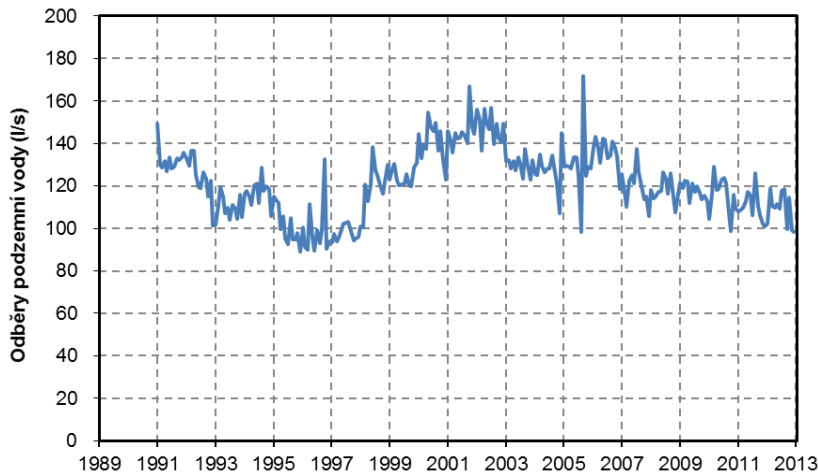
STŘETY ZÁJMU S ODBĚRY PODZEMNÍ VODY

Odběry podzemní vody v j. části rajonu dosáhly maximálních hodnot 150 l/s (obr. 9-9-1). Toto množství se zřejmě podílelo na poklesu hladin podzemní vody na dlouhodobě sledovaných objektech. Odběry podzemní vody měly za následek překročení minimálního zůstatkového průtoku. Vysoké odběry podzemní vody v minulosti ověřily možnost jejího využívání a ukazují, že současné odběry podzemní vody jsou na hranici využitelných zdrojů. Na horusické jímací linii je v současnosti povoleno odebírat 110 l/s (2012). V roce 2012 se zde odebíralo 94,7 l/s.

Možné negativní přetížení z hlediska množství odebírané podzemní vody v jímacím území horusické linie je zamezeno regulací:

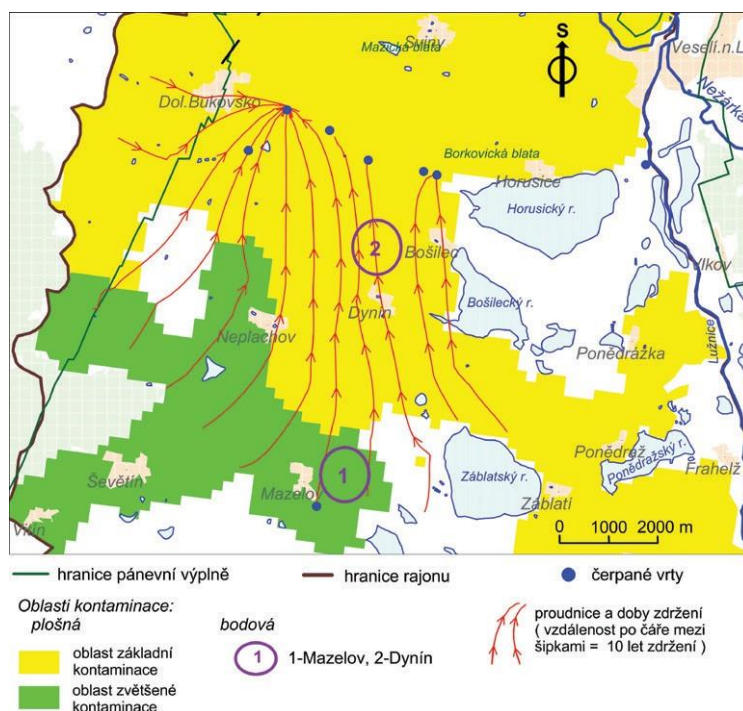
- čerpaného množství podzemní vody v souhrnném objemu ze všech jímacích vrtů na max. 120 l/s, prům. 115 l/s, max. 308 016 m³/měsíc a 3 626 640 tis. m³/rok;
- dodržování minimálních hladin podzemní vody ve vrtu Hv1 Mažice na úrovni **414,3 m n. m.** a H7 Pelejovice na úrovni **419,3 m n. m.**;
- zachování minimálního průtoku 50 l/s na Bechyňském potoce v profilu V12 na říčním km 1,155 ve Veselí n. Lužnicí.

Odběry podzemní vody v s. části rajonu dosahují 15 l/s. Toto množství tvořilo 17 % odhadnutých využitelných zdrojů v této části rajonu.



Obrázek 9-1. Kolísání odběrů podzemní vody v HGR 2151

Významnou negativní starou dusičnanovou zátěží jsou bývalý sklad hnojiv ACHP Dyním, dále zemědělské objekty Mazelov (MAVELA - velkokapacitní prasečák, Neplachov - velkokapacitní ustájení hovězího dobytka); ze kterých se pozvolna šíří dusičnanová kontaminace ve směru proudění podzemních vod k jímací horusické linii (viz obr. 3). Jakost podzemních vod je dále ovlivňována intenzivním zemědělským hospodařením.



Obrázek 9-2. Směry šíření dusičnanové kontaminace z oblastí kontaminace k jímací horušické linii

TĚŽBA SUROVIN

V rámci rajonu probíhá těžba cihlářských hlín na ložiscích Dolní Bukovsko a Popovice u Dolního Bukovska (HELUZ cihlářský průmysl v.o.s., Dolní Bukovsko) a za j. okrajem pánevního prostoru v tělese ševětinského granodioritu těžba stavebního kamene na ložisku Ševětín 1 (Kámen a písek s.r.o. Český Krumlov). Těžbou jsou ovlivňovány hydrogeologické poměry pouze v prostoru ložisek a jejich bezprostředním okolí.

ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ A JEJICH VZTAH K OVĚŘENÝM ZÁSOBÁM PODZEMNÍCH VOD

Kontaminací podzemních vod ve vybraných hydrogeologických rajonech se zabývala Prchalová (2015). Výsledky hodnocení plošného a bodového znečištění v přehledu uvádí tabulka 9-1.

Pro hodnocení zdrojů znečištění byly využity výsledky hodnocení významnosti zdrojů znečištění a hodnocení jakosti podzemních vod převzaté z plánů povodí, a to plošného znečištění ze zemědělství (dusičnany a pesticidy), plošné znečištění z atmosférické depozice (vybrané kovy a polyaromatické uhlovodíky) a bodové znečištění ze starých kontaminovaných míst (vybrané kovy, polyaromatické uhlovodíky, chlorované uhlovodíky).

Základním podkladem pro vyhodnocení plošného znečištění byla data ČHMÚ z období 2007-2012, u hodnocení dusičnanů i data o jakosti odběrů podzemní vody za stejné období. Vlastní hodnocení plošných zdrojů znečištění bylo provedeno nezávislým vyhodnocením údajů o významných zdrojích znečištění, jejich ověření monitoringem jakosti podzemní vody a následném vyhodnocení jakosti podzemní vody.

Při hodnocení bodového znečištění ze starých kontaminovaných míst bylo využito výsledků hodnocení ze SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst) podle kritérií hodnocení dobrého chemického stavu. Za významné bodové zdroje znečištění byly považovány výskyty alespoň 1 z 28 relevantních nebezpečných látek přesahující 20ti násobek hodnoty dobrého chemického stavu podzemních vod v posledním půlroce sledování a zároveň podle priority místa (A1 až A3) a stavu dokončenosti sanace (výsledky monitoringu za poslední půlrok sledování).

Tabulka 9-1. Přehled výsledků hodnocení znečištění v HGR 2151 dle Prchalové (2015)

HGR	Útvar podzemních vod	Plošné			Bodové
		dusičnany	pesticidy	z atmosférické depozice	
2151	21510	ověřeno	nezjištěno	nezjištěno	0

Plošné znečištění z atmosférické depozice zejména dusíkem a sírou je určováno mírou emisí síry ze spalovacích zařízení a dusíku zejména z automobilové dopravy. Bodové znečištění z kontaminovaných míst ovlivňuje kvalitu podzemních vod zejména z hlediska zvláště nebezpečných a nebezpečných látek.

VZTAH SOUČASNÉHO VYUŽITÍ ZÁSOB PODZEMNÍ VODY K ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACI

Podle výsledků vodohospodářské bilance, prováděné každoročně podniky Povodí i podle hodnocení kvantitativního stavu, je stupeň odebíraného množství podzemních vod nízký vůči přírodním zdrojům. Plány eventuálního rozvoje vodárenských odběrů podzemní vody 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.**

Zvýšenou pozornost při povolování odběrů podzemní vody v jednotlivých jímacích územích s lokálními vodohospodářskými potřebami je nutné věnovat hydrogeologickým podmínkám v konkrétní lokalitě; využitelné množství podzemní vody musí zohledňovat lokální podmínky jako minimální průtok v konkrétním profilu toku a úroveň hladiny podzemní vody v konkrétních hydrogeologických monitorovacích vrtech.

10. PŘÍRODNÍ ZDROJE PODZEMNÍCH VOD

Cílem projektu bylo kombinací souboru nejmodernějších technologických a metodických postupů přehodnotit přírodní zdroje a využitelné množství podzemní vody v hodnoceném hydrogeologickém rajonu. Shrnutím všech dosažených zkušeností, řešitelský tým dospěl k následujícímu metodickému závěru, který je obecně použitelný pro všechny rajony s podobnými přírodními podmínkami.

Pro kolektory, které komunikují s povrchovými toky, resp. se odvodňují do povrchového toku, lze přírodní zdroje stanovit dle hydrologického modelu. Model BILAN užívá měsíční hodnoty bilančních vztahů na povrchu území (velikost srážek, teplot vzduchu a jeho relativní vlhkosti, výparu, evapotranspirace, infiltrace do zóny aerace, procesy v zóně aerace včetně zahrnutí vlivu vegetačního krytu) a procesy v zóně podzemní vody charakterizované úrovní její hladiny a posléze velikostí základního odtoku. Model je zpravidla verifikován vztahem vypočítaného odtoku z území k naměřené velikosti průtoku v uzávěrovém profilu povodí. Skladba modelu umožňuje i extrapolaci výsledků v základním povodí na dílčí oblasti přiléhající k řešenému rajonu na základě existujících meteorologických vstupů, které byly zpracovány podle parametrů kalibrovaných na základním povodí. Hlavní výstup modelu BILAN je časová řada základního odtoku území v měsíčním kroku. Přírodní zdroje podzemní vody jsou definované jako medián základního odtoku. Hodnota přírodních zdrojů byla srovnána s výsledkem hydraulického modelu pro daný kolektor.

U rajonů se zakrytými kolektory anebo kolektory, které nekomunikují s povrchovými toky anebo se v uzávěrovém profilu plně neodvodňují do toku je použití hydrologického modelu zavádějící. Využitelné množství podzemní vody zakrytých kolektorů lze vyčlenit z celkových přírodních zdrojů pouze odborným odhadem a zohledněním veškerých dostupných podkladů o charakteristice kolektoru a režimních měření hladin podzemní vody a s použitím hydraulického modelu za předpokladu dostatečného množství vstupních dat. Hydraulický model je schematická numerická reprezentace hydraulického systému proudění podzemní vody.

VYUŽÍVÁNÍ A OCHRANA PODZEMNÍCH VOD

Subkomisí KKZ byly v roce 1984 v s. části Třeboňské pánve schváleny využitelné zásoby v kategorii C₂ ve výši 292 l/s, v kategorii C₁ 274 l/s, v kategorii B 205 l/s a kategorii A 95 l/s. V bilančním hodnocení zásob podzemní vody (Čurda 2002) jsou přírodní zdroje v celkové výši 290 l/s rozděleny na oblast sz. od mažického zlomu (110 l/s) a j. část pánve (180 l/s). Z celkového využitelného množství 87 l/s v prostoru sz. od mažického zlomu připadá na 17,0 l/s na dlouhodobě provozně ověřený odběr podzemní vody z vrtu B-4 Nová Ves. Zbýlých 70 l/s ověřených průzkumnými pracemi na mažické jímací linii je vázáno na zabezpečení vodního režimu v oblasti Mažických a Borkovických blat. Ovlivnění vodního režimu v oblasti blat bylo doloženo sledováním hladin podzemní a povrchové vody v průběhu dlouhodobých hydrodynamických zkoušek. Z celkového využitelného množství 165 l/s v j. části pánve na J od mažického zlomu připadá 105 l/s na odběr podzemní vody z vrtů Horusické jímací linie. Provozním jímáním na horusické jímací linii je ověřena možnost odběru podzemní vody 125 l/s. Při tomto odebrání množství však nelze vyloučit ovlivnění vodního režimu v oblasti výše uvedených blat. Rozdíl 20 l/s podzemní vody byl proto zařazen do vázaných zásob. V jímacím území Borkovice byla hydrodynamickými zkouškami zjištěna možnost odběru podzemní vody 40 l/s, který je však vázán na zabezpečení vodního režimu v Borkovických blatech a potřebou zachování průtoků v Blatské stoce v období minimálních stavů.

Největší soustředěný odběr podzemní vody probíhá od poloviny 70. let 20. stol z vrtů jímací linie mezi Horusicemi a Dolním Bukovskem. Průměrné roční odebírané množství podzemní vody se pohybuje mezi 70 – 125 l/s. Ve stejném období je provozován odběr podzemní vody u sz. okraje pánve u Nové Vsi, který se pohybuje mezi 5 – 20 l/s. Další registrované odběry podzemní vody rozložené nepravidelně v pánevním prostoru, které jednotlivě nepřesahují hodnotu 2,5 l/s (obecní vodovody, zemědělské podniky aj.) se v roce 2001 pohybovaly na 7,3 l/s. V pánevním prostoru lze předpokládat ještě značné množství neregistrovaných individuálních odběrů podzemní vody, jejichž celkové množství lze odhadnout na 10,0 - 15 l/s.

Skutečný odběr podzemní vody v pánevní struktuře dosahuje v současnosti hodnoty kolem 150 l/s. Kapacita části pánve j. od horusické linie je v současnosti téměř využita a lze zde maximálně počítat se zajištěním omezeného množství individuálních zdrojů o vydatnosti nepřesahujících první jednotky l/s. V některých částech však bude již v současnosti komplikací zvýšený obsah dusičnanů v podzemní vodě. Ověřená množství podzemní vody, které by bylo možno jímat na mažické jímací linii (Mažice – Záluží) a jv. od Borkovic ve výši 110 l/s jsou vázána ovlivněním režimu vod v rašeliništích u Mažic a Borkovic a zachováním průtoku v Blatské stoce. Nebude je zřejmě možno využívat pro trvalý soustředěný odběr podzemní vody, ale není vyloučeno časově omezený odběr celého množství podzemní vody v případě havarijního zásobování obyvatel vodou nebo trvalý odběr podzemní vody ve výši 20 – 30 % jímacími objekty situovanými v dostatečné vzdálenosti od rašelinišť, bez podstatného vlivu na jejich vodní režim.

10.1. VÝSLEDKY OCENĚNÍ PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ PODZEMNÍ VODY

V HGR 2151 byly k dispozici pro hodnocení přírodních zdrojů dva výstupy: modelový základní odtok a modelová dotace z modelu BILAN za období 1961-2010 očištěné o odběry a vypouštění podzemních a povrchových vod a modelové odtoky podzemní vody z hydraulického modelu podzemních vod za období 2001-2010.

Modelový základní odtok a dotace modelem BILAN byly stanoveny na základě kontinuálního měření průtoků na Lužnici na stanicích Klenovice a Frahelž a na Nežárce na stanici Hamr nad Nežárkou. Model BILAN poskytl průběh dotace, která byla použita jako vstup pro kalibraci transientního hydraulického modelu podzemních vod v HGR 2151. Tato infiltrace byla dále upravována podle bilance (podle měření metody PPP) a kolísání hladin podzemní vody.

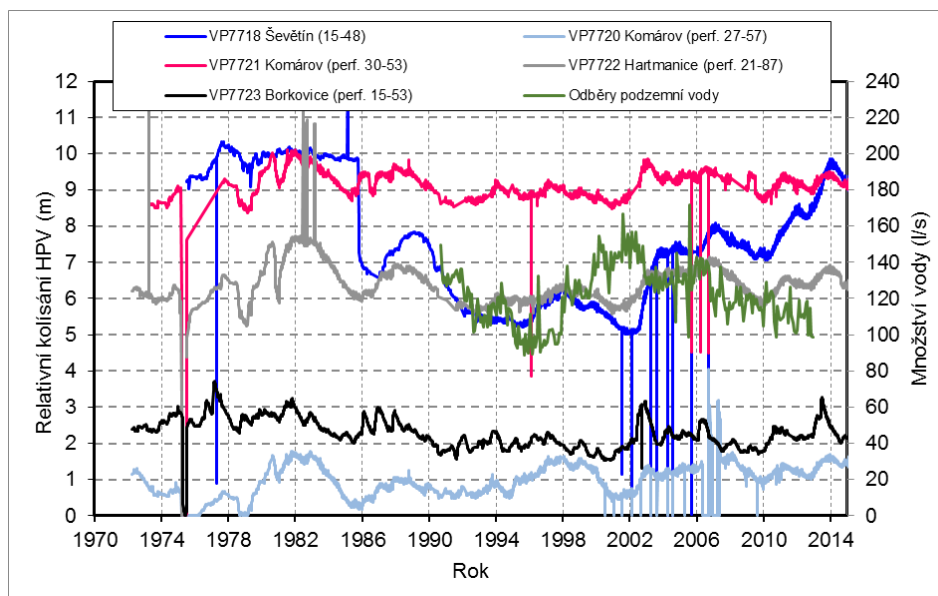
V rámci rajonu byla zkoumána korelace dlouhodobých časových záznamů kolísání hladin podzemní vody versus přírodní zdroje a dotace z modelu BILAN (tj. základní odtok očištěný o odběry a vypouštění podzemních a povrchových vod) a infiltrace z hydraulického modelu do pánevních kolektorů. Tento přístup sloužil k vyhledání reprezentativního vrtu (popř. vrtů) s dlouhodobým pozorováním hladin podzemní vody v dílčím povodí rajonu, ke kterému jsou vztaženy výpočty základního odtoku. Pro každou časovou řadu přírodních zdrojů byl hledán charakteristický měřený vrt (vrty), jehož (jejichž) kolísání hladiny podzemní vody bylo korelováno s kolísáním modelové dotace z modelu BILAN a modelové měsíční infiltrace podzemní vody z hydraulického modelu podzemních vod.

Dlouhodobě sledované vrty vykazují výrazný pokles hladin podzemní vody v letech 1999-2001 a následný nástup hladin podzemní vody po roce 2002. Od roku 2002 se hladiny podzemní vody drží

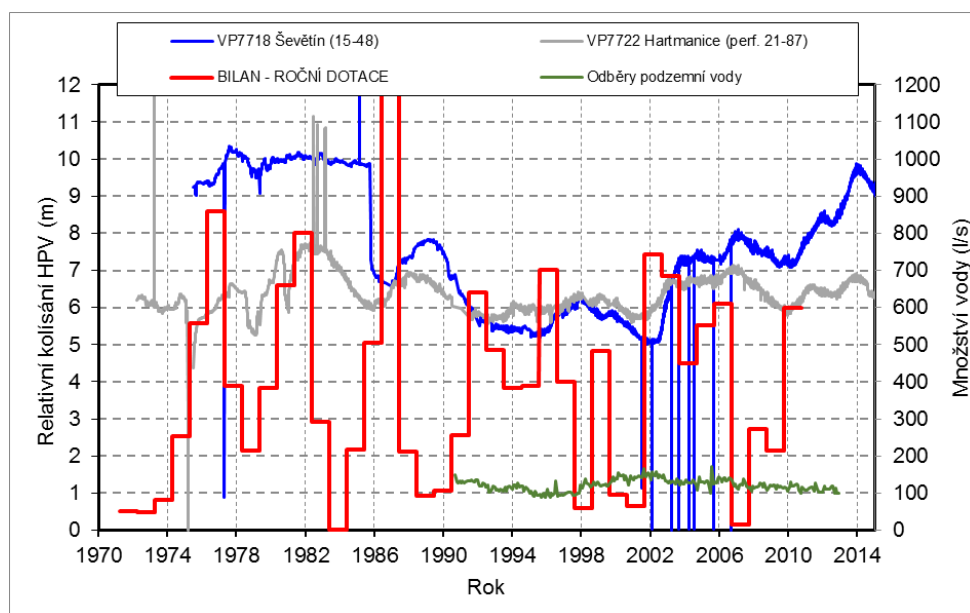
víceméně na stejné úrovni a od roku 2007 do roku 2010 dochází k opětovnému poklesu hladin podzemní vody. Extrémně srážkový rok 2010 znamená opět rychlý nárůst hladin podzemní vody. Do roku 2014 hladiny podzemní vody víceméně stagnují.

Poklesy hladin podzemní vody na přelomu let 1999 až 2001 mohou být způsobeny zčásti odběry podzemní vody (týká se především vrtu VP7718 Ševětín) viz obrázek 10-10-1, nicméně zásadní poklesy hladin podzemní vody nejsou způsobeny těmito odběry, které od roku 2002 klesly ze 150 l/s na cca 110 l/s v roce 2010. Významnější vliv má zřejmě tvorba přírodních zdrojů. Simulace modelu BILAN ukazuje, že roky 2000-2001 a 2007-2009 vykazují velmi nízkou dotaci podzemní vody, které zřejmě mají za následek poklesy hladin podzemní vody, tzn. z hlediska trendů BILAN velmi dobře koresponduje s kolísáním hladiny podzemní vody (obr. 10-2).

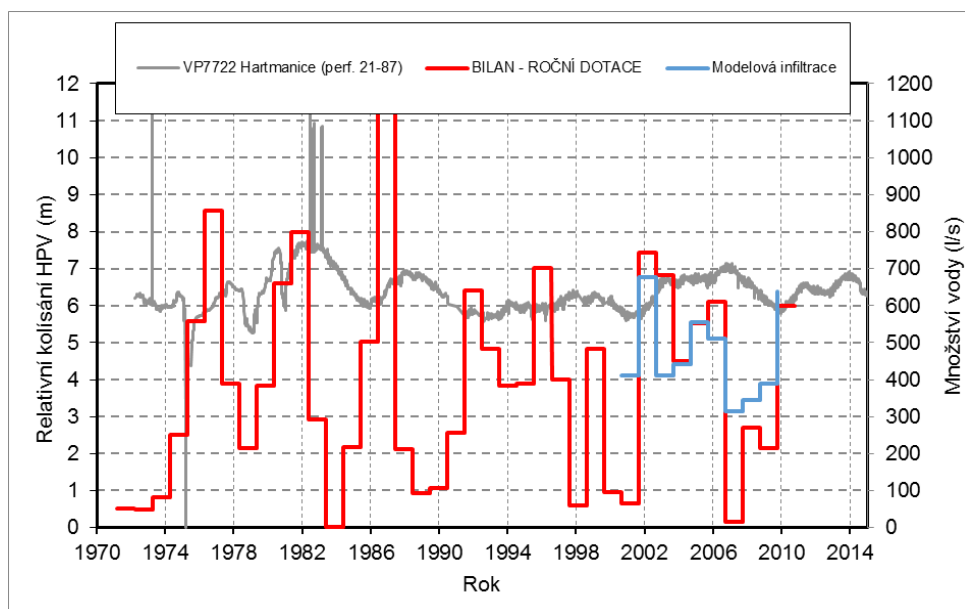
Model BILAN byl kalibrován na pozorovaný základní odtok, což mohlo zatížit výpočty nezanedbatelnou chybou. Výsledek je, že hodnoty základního i celkového odtoku se v sušším období často blíží k nulovým hodnotám nebo dokonce v případě celkového odtoku dosahuje i záporných hodnot. Zdrojem nesouladu je velikost základního a celkového odtoku na úrovni chyby měření a aktivity na rybnících mezi měřicími stanicemi. Výsledkem je extrémně velký rozdíl mezi mediánem a průměrem základního odtoku za období 1981-2010, přičemž hydraulický model prokázal vyšší hodnoty než je průměr základního odtoku za období 1981-2010 (tab. 10-10-2). Z tohoto důvodu byl upřednostněn hydraulický model proudění podzemních vod za období 2001-2010 pro stanovení přírodních zdrojů podzemních vod (obr. 10-3).



Obrázek 10-1. Kolísání hladin podzemní vody v pánevních kolektorech a kolísání odběrů podzemních vod



Obrázek 10-2. Kolísání hladin podzemní vody na vybraných vrtech a kolísání přírodních zdrojů



Obrázek 10-3. Porovnání dotace podzemních vod

Přírodní zdroje podzemní vody za referenční období 2001-2010 byly stanoveny podle dotace z hydraulického transienčního modelu za období 2001-2010 na 469 l/s. Měsíční hodnoty zabezpečení základního odtoku z modelu BILAN za období 1981-2010, které mají pouze ilustrativní charakter, dokumentuje obrázek 10-4.

Přírodní zdroje podzemní vody v tomto rajonu neodpovídají základnímu odtoku, proto nebylo možné stanovit hodnoty za referenční období 1981-2010 na základě výpočtu. Hydrologické mezipovodí Lužnice, ze kterého byl odvozen základní odtok v rajonu, zahrnuje i pravostranné přítoky Lužnice, která odvodňují hydrogeologicky velmi odlišnou oblast krystalinických hornin. Přirozený režim podzemních a povrchových vod v třeboňské pánvi je navíc výrazně ovlivňován soustavami rybníků a umělých vodotečí. Z těchto důvodů jsou výsledky i přes korekce zatíženy nepřesnostmi. Proto pro

stanovení přírodních zdrojů byl využit hydraulický transientní model, který má přesnější vypovídací hodnotu.

V samotném období 2001-2010 lze podle kolísání měřených hladin podzemní vody a infiltrace z hydraulického modelu vymezit několik období (tab. 10-1 a 10-2):

- 1) 2001-2006 s výrazně nadprůměrnou tvorbou přírodních zdrojů 501 l/s s nejvyšší hladinou podzemní vody;
- 2) 2007-2008 s podprůměrnou tvorbou přírodních zdrojů 329 l/s a s nejnižší hladinou podzemní vody;
- 3) 2009-2010 s výrazně nadprůměrnou tvorbou přírodních zdrojů 514 l/s a s nadprůměrnou hladinou podzemní vody.
- 4) Nebilancované období 2011-2014 hladiny podzemní vody na úrovni období 2001-2003 nebo vyšší.

Tabulka 10-1. Porovnání výstupů z hydrologického a hydraulického modelu

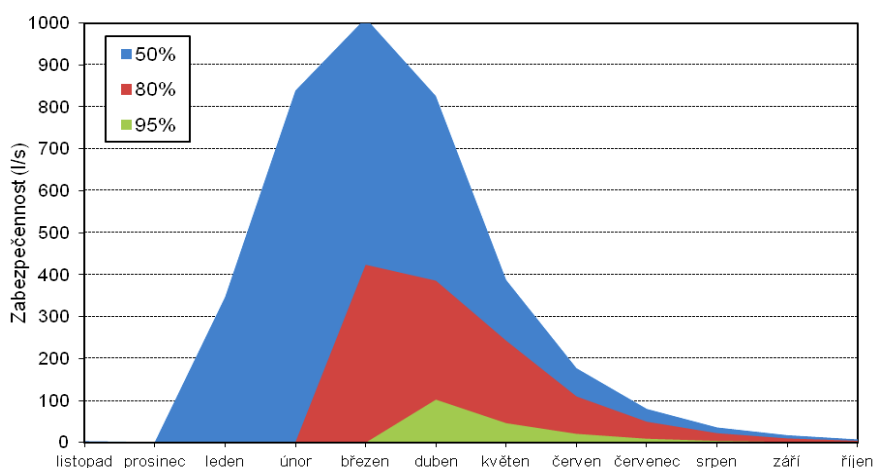
Období (hydrologické roky)		Medián z měsíčních hodnot	Průměr z měsíčních hodnot za uvedené období				
		BILAN - modelový základní odtok	BILAN - modelový základní odtok	BILAN - modelová dotace	Přírodní zdroje = transientní model	Využitelné množství**	Využitelné množství**
		l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	% zabezpečení
1981	2010	76	407	407	-	-	-
2001	2010	79	420	420	469	225	-*
2001	2006	120	517	517	501	257	-*
2007	2008	6	144	144	329	85	-*
2009	2010	133	404	407	514	270	-*
2011	2014	-	-	-	-	-	-

Vysvětlivky: * - nelze stanovit; ** - hodnota využitelného množství byla stanovena při zohlednění minimálního zůstatkového průtoku v rajonu pro celý rajon, neodráží tedy hodnotu využitelného množství v té části rajonu, kde byla dlouhodobými vodárenskými odběry prokázána jiná velikost využitelného množství

Tabulka 10-2. Kolísání hladin podzemní vody na vrtech státní pozorovací sítě pro vybraná období odpovídající přírodním zdrojům podzemních vod v tab.10-1

Období (hydrologické roky)		Průměrná hladina podzemní vody za uvedené období				
		VP7720 Komárov	VP7721 Komárov	VP7722 Hartmanice	VP7723 Borkovice	VP7718 Ševětín
		m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.	m n.m.
1981	2010	427,23	424,59	425,16	414,16	424,98
2001	2010	427,22	424,50	425,16	414,11	424,97
2001	2006	427,22	424,52	425,22	414,29	424,53
2007	2008	427,82	-	425,31	414,03	425,40
2009	2010	427,13	424,24	424,64	414,00	424,97
2011	2014	427,38	424,48	425,12	414,36	426,33

V hodnoceném období je patrná variabilita zdrojů v závislosti na množství srážek a jejich rozložení během roku i více let.



Obrázek 10-4. Měsíční hodnoty zabezpečení základního odtoku z modelu BILAN za období 1981-2010

10.2. VYUŽITELNÉ ZDROJE PODZEMNÍ VODY

Využitelné množství podzemní vody v rajonu jako celku je chápáno jako ta část podzemní vody, kterou lze bez omezení využít a která je vztažena na celý rajon. Toto množství pro celý rajon tedy nepostihují zdroje dílčích jímacích území, které je nezbytné řešit a bilancovat v mnohem větším detailu. Stanovení využitelných zdrojů je vztaženo na rajon jako celek. Hodnota nezohledňuje lokální vodohospodářské potřeby v jednotlivých jímacích územích, kde je nezbytné stanovit využitelné množství podle požadavku na minimální velikost průtoků na konkrétních profilech toků a na konkrétní minimální úrovni hladin podzemní vody v konkrétních monitorovacích vrtech.

Pro stanovení využitelného množství byl rajon rozdělen na dvě části: jižní oblast v horusické jímací linii a zbývající severní část rajonu. Jižní část rajonu je plně využita, což bylo prokázáno dlouhodobými vodohospodářskými odběry podzemní vody.

V jižní části rajonu, kde dochází k významnému jímání podzemní vody na horusické jímací linii, jsou odběry podzemní vody omezeny tak, aby byl zachován stanovený minimální zůstatkový průtok. Využitelné množství tak bylo prokázáno dlouhodobými odběry podzemní vody. V současné době je zde povoleno odebírat 110 l/s. Využitelné množství odpovídá povoleným odběrům podzemní vody. Výpočet prostřednictvím metody minimálního zůstatkového průtoku v rajonu ukázal hodnotu **využitelného množství zdrojů na 152 l/s, nicméně dlouhodobými odběry podzemní vody je prokázáno využitelné množství 110 l/s.**

V severní části rajonu bylo využitelné množství stanoveno jako rozdíl mezi přírodními zdroji v rajonu a minimálním zůstatkovým průtokem v rajonu. Pro stanovení minimálního zůstatkového průtoku v rajonu se použil koeficient minimálního zůstatkového průtoku podle metodiky Mrkvičková a Balvín (2013) a odvozený celkový odtok v rajonu, vypočtený podle podkladů z hydrologického modelu. Pro každý rajon byla stanovena průměrná srážka v rajonu a celkový odtok ve sledovaném povodí v rajonu. Za předpokladu stejného odtokového koeficientu v povodí a v celém rajonu byl vypočten celkový odtok pro rajon. Z koeficientu minimálního zůstatkového průtoku pro danou oblast (podle metodiky Mrkvičková a Balvín, 2013) a z celkového odtoku na rajon se stanovil minimální zůstatkový průtok na rajon.

Od přírodních zdrojů byl odečten minimální zůstatkový průtok na rajon, odečteny/přičteny odtoky z/do rajonu a následně stanoveno využitelné množství podzemní vody. **Hodnota využitelného množství je 92 l/s** a byla stanovena z hodnot uvedených v tabulce 10-3.

Tabulka 10-3. Souhrnný přehled pro výpočet minimálního zůstatkového průtoku, využitelného množství

Plocha HGR	259,99	km ²	zdroj: hydrologický model
Plocha mezipovodí Lužnice	636,41	km ²	zdroj: hydrologický model
Plocha mezipovodí Lužnice v HGR	242,15	km ²	zdroj: hydrologický model
Srážka v mezipovodí Lužnice	663,96	mm/rok	zdroj: hydrologický model
Celkový odtok Qa v mezipovodí Lužnice	2293	l/s	zdroj: hydrologický model
Odtokový koeficient v mezipovodí Lužnice	0,17	-	dopočet
Celkový odtok Qa v mezipovodí Lužnice v HGR	872,47	l/s	dopočet
Celkový odtok Qa v HGR	936,75	l/s	dopočet
Srážky v rajonu	615,23	mm/rok	zdroj: hydrologický model
Koeficient minimálního zůstatkového průtoku	0,24	-	Mrkvičková, Balvín 2013
Minimální zůstatkový průtok v HGR	225	l/s	dopočet
Přírodní zdroje v rajonu	469	l/s	hydraulický model
Využitelné množství	244	l/s	dopočet
Současné odběry	110	l/s	zdroj: data ČGS
Maximální odběry	167	l/s	zdroj: data ČGS
Plocha severní části HGR (nepřetížená)	98,09	km ²	podle výstupů hydraulického modelu
Minimální zůstatkový průtok v severní části HGR	85	l/s	dopočet
Přírodní zdroje v severní části HGR	177	l/s	hydraulický model, dopočet
Využitelné množství v severní části HGR	92	l/s	dopočet
Současné odběry v severní části HGR	15,3	l/s	zdroj: data ČGS
Disponibilní zdroje v severní části HGR	77	l/s	dopočet
Plocha jižní části HGR (plně využitá)	161,9	km ²	podle výstupů hydraulického modelu
Minimální zůstatkový průtok v jižní části HGR	140	l/s	dopočet
Přírodní zdroje v jižní části HGR	292	l/s	hydraulický model, dopočet
Využitelné množství v jižní části HGR	152	l/s	dopočet
Současné odběry v jižní části HGR	94,7	l/s	zdroj: data ČGS
Maximální odběry v jižní části HGR	152	l/s	zdroj: data ČGS

NÁVRHY

Pro sledování přírodních zdrojů podzemních vod v HGR 2151 je navrženo 5 vrtů ze státní pozorovací sítě ČHMÚ se signálními hladinami a 3 vrty vyhloubené v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod. Dále lze doporučit vodoměrnou stanici na Bechyňském potoce.

Tabulka 10-4. Monitorovací vrty se signálními hladinami podzemní vody

Vrt	Signální úroveň HPV
VP7720 Komárov	426,80 m n. m. (podle HPV ze 16.1.2010)
VP7721 Komárov	423,87 m n. m. (podle HPV ze 15.1.2010)
VP7722 Hartmanice	424,38 m n. m. (podle HPV ze 16.1.2010)
VP7723 Borkovice	413,85 m n. m. (podle HPV ze 16.1.2010)
VP7718 Ševětín	424,84 m n. m. (podle HPV ze 16.1.2010)
2151_01T Vlastiboř	nově vyhloubený vrt – bude stanoveno v 2020
2151_03T Horní Bukovsko	nově vyhloubený vrt – bude stanoveno v 2020
2151_04T Drahotěšice	nově vyhloubený vrt – bude stanoveno v 2020

11. ZÁVĚR

Cílem projektu bylo kombinací pestrého souboru nejmodernějších technologických a metodických postupů přehodnotit přírodní zdroje a využitelné zásoby podzemní vody v jednotlivých posuzovaných hydrogeologických rajonech.

- **Přírodní zdroje podzemních vod** byly stanoveny podle dotace hydraulického transientního modelu za období 2001-2010 na **469 l/s**.
- Přírozený režim podzemních a povrchových vod v třeboňské pánvi je výrazně ovlivňován soustavou rybníků a umělých vodotečí. Tato skutečnost způsobuje, že i přes korekce jsou výsledky zatíženy nepřesnostmi. Přírodní zdroje podzemní vody v tomto rajonu neodpovídají vypočtenému základnímu odtoku z hydrologického modelu, proto nebylo možné stanovit hodnoty za referenční období 1981-2010.
- **Hodnota využitelného množství podzemní vody** byla stanovena na cca **244 l/s**, z toho **v severní části rajonu na cca 92 l/s a v jižní části rajonu na cca 152 l/s** při zachování minimálního zůstatkového průtoku na rajon a respektování ochrany přírody a krajiny.
- Odběry podzemní vody v jižní části rajonu dosáhly v minulosti maximálních hodnot 150 l/s. Toto množství se zřejmě podílelo na poklesu hladin podzemní vody na dlouhodobě sledovaných objektech, které v tomto období zaznamenali výrazný pokles. Odběry podzemní vody měly za následek překročení minimálního zůstatkového průtoku na rajon. Výše uvedené vysoké odběry podzemní vody ověřily možnost jejího dlouhodobého využívání a ukázaly, že současné odběry podzemní vody jsou na hranici využitelných zdrojů. Na horusické jímací linii je v současnosti povoleno odebírat 110 l/s (2012) podzemní vody. Možnému přetížení struktury z důvodu čerpání podzemní vody v jímacím území horusické linie je omezeno nastavenými limity:
 - povolené odběry podzemní vody v celkovém objemu ze všech jímacích vrtů jsou max. 120 l/s, prům. 115 l/s, tj. max. 308 016 m³/měsíc a 3 626 640 tis. m³/rok;
 - dodržování minimálních hladin podzemní vody ve vrtu Hv1 Mažice na 414,3 m n. m; H7 Pelejovice na 419,3 m n. m;
 - zachování minimálních průtoků 50 l/s na Bechyňském potoce v profilu V12 na říčním km 1,155 ve Veselí n. Lužnicí.
- Odběry podzemní vody v severní části rajonu dosahují 15 l/s. Toto množství tvoří 17 % odhadnutých využitelných zdrojů podzemní vody v této části rajonu.
- Největší doplňování zásob podzemní vody nastává v měsících **březen a duben**, kdy dochází k dotaci podzemní vody vlivem zvýšeného nasycení připovrchové zóny při tání sněhu spolu s jarními srážkami, které v tomto období nejsou spotřebovávány evapotranspirací.
- Mírně nadprůměrná dotace je modelem předpokládána ještě v měsíci květnu, všechny ostatní měsíce mají dotaci podzemní vody podprůměrnou.
- Nejmenší efektivní infiltrace byla odvozena pro zimní měsíce prosinec a leden a pro měsíce srpen a září, kdy jsou dlouhodobě spíše nižší srážkové úhrny, výpar dosahuje maximálních hodnot a trvá po vegetační období.

- Pro sledování přírodních zdrojů podzemní vody jsou navrženy hydrogeologické vrty státní pozorovací sítě ČHMÚ se stanovenými signálními hladinami a 3 průzkumné hydrogeologické vrty vyhloubené v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod.

12. VÝBĚR LITERATURY

- Ambrož V. (1935): Studie o krystaliniku mezi Hlubokou a Týnem n. Vltavou. – Spisy přírodověd. Fak. Univ. Karl., 138, 1-48. Praha.
- Bělař F. (1985): Halámky – Rožmberk. - MS Vodní zdroje Praha.
- Brunnerová Z., Dušek K., a Vlčková L. (1987): Zemědělské karbonáty Jihočeského kraje. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Bruthans J. (2006): Využití přirozených stopovačů (^{18}O ; ^3H , freony; SF_6) a dalších metod pro zhodnocení doby zdržení vod a charakteru proudění v krasových oblastech ČR. Doktorská disertační práce. - PřF UK. Praha 207.str.
- Bruthans J., Kůrková I., Grundloch J., Churáčková Z., Slavík M. a Kadlecová R. (2015): Střední doba zdržení v detailně hodnocených rajonech. Projekt Rebilance zásob podzemních vod, část aktivity 8. 106 str. - MS Česká geologická služba. Praha.
- Burda J. (1991): Hydrogeologická mapa ČSR. List 22-42 Bechyně, 1:50000. - Český geologický ústav. Praha.
- Buzek F., Jačková I., Čejková B. a Lněničková Z. (2015): Působení napájecích vod na prameny, povrchové vody a podzemní vody na základě izotopového složení $\delta^2\text{H}$ a $\delta^{18}\text{O}$ a kontaminace vybraných vodních zdrojů zemědělskou činností. Projekt rebilance zásob podzemních vod, část aktivity 8. - MS Česká geologická služba. Praha
- Čech V. (1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XVII České Budějovice, M-33-XXXIII Vyšší Brod. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Čech V. (1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XVII České Budějovice, M-33-XXXIII Vyšší Brod. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Čech V. (1964): Krystalinikum jižních Čech. – Sbor. Jihočes. Muz. (Č. Budějovice), přír. Vědy, 4, 49-56. České Budějovice.
- Čech V. (1964): Krystalinikum jižních Čech. – Sbor. Jihočes. Muz. (Č. Budějovice), přír. Vědy, 4, 49-56. České Budějovice.
- Čurda S. (2002): Třeboňská pánev – severní část, bilance zásob podzemních vod v hydrologickém roce 2001. - MS Progeo. Praha.
- Čurda S. et al. (1985): Třeboňská pánev – severní část. Závěrečné zhodnocení hydrogeologického průzkumu. MS Vodní zdroje a Česká geologická služba. Praha.
- Daněk A. (1986): Mazelov - hydrogeologické práce. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Daněk A. (1995): Švamberk - ovčín, zdroj vody, zpráva o hydrogeologickém průzkumu. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Daněk A. a Homolka M. (1994): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Dynín – individuální systém. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Domenico P. (1972): Concepts and Models in Groundwater Hydrology. – Mc Graw-Hill. New York.
- Dorníč J., Čech V., Čtyrský P., Gabriel M., Krásný J., Knobloch E., Řeháková Z., Suk M., Středa M., Šalanský K., Žebera K. (1990): Vysvětlivky k základní geol. mapě ČSSR 1:25 000, list 23-333 Lomnice nad Lužnicí. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Dorníč J. (1962): Vysvětlivky k základní geol. mapě ČSSR 1:50 000, list M-33-102-C (Lišov). – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Fučík F. (1962): Hydrogeologický průzkum - Přesecka. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.

- Fučík F. (1972): Zpráva o výsledku čerpací zkoušky z vrtu HV1 ve Svinech. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Fučík F. (1975): Zpráva o výsledku čerpací zkoušky ze stávajícího vrtu HV 1 v Břilicích. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Hazdrová M., Krásný J., Daňková H., Kněžek M., Kulháněk V. a Trefná E. (1984): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000 list 22 Strakonice. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Hazdrová M., Štefek J., Daňková H., Kněžek M., Kulháněk V., Kožnárek Z., Sukovitá D., Trefná E (1984): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000 list 33 Třeboň. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Hepnar J. a Jedlička B. (1970): Závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu v rajonu VII R 15 cd severní části třeboňské pánve. Pitná voda. – MS archiv Česká geologická služba.. Praha.
- Homolka M. (1985): Třeboňská pánev – jižní část. - MS Stav. geol. České Budějovice.
- Homolka M. (1995): Veselí n L. – VaK JČ. - MS Hydroprůzkum, Č. Budějovice.
- Homolka M. (2005): Mažice – náhradní a havarijní prameniště pro úpravnu vody Dolní Bukovsko. - MS Hydroprůzkum, Č. Budějovice.
- Homolka M. (1989): Horní Bukovsko. Hydrogeologický průzkum. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Homolka M. (1995): Veselí n L. – VaK JČ. - Hydroprůzkum, Č. Budějovice
- Homolka M. (2001): Vyhnalice - Hlavatce. Zpráva o hydrogeologickém průzkumu. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Homolka M. (2003): Hartmanice - náhradní zdroj. – MS archiv Česká geologická služba.. Praha.
- Homolka M. (2005): Mažice – náhradní a havarijní prameniště pro úpravnu vody Dolní Bukovsko, Hydroprůzkum, Č. Budějovice.
- Homolka M. (2009): Bošilec - průzkumný vrt H-38 na parc. č. 1172/6, zpráva o hydrogeologických pracech. – MS ČGS – Geofond. Praha.
- Homolka M. (2011): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Ševětín - zdroj vody. – MS ČGS –Geofond. Praha.
- Homolka M., Hroch T., Procházka M., Jankovský F. a Starý, J. (2015): Závěrečná zpráva průzkumného hydrogeologického vrtu 2151_01T Vlastiboř. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Homolka M., Hroch T., Procházka M., Jankovský F. a Starý, J. (2015): Závěrečná zpráva průzkumného hydrogeologického vrtu 2151_03T Horní Bukovsko. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Homolka M., Hroch T., Procházka M. a Starý J. (2015): Závěrečná zpráva průzkumného hydrogeologického vrtu 2151_04T Drahotěšice. – MS Česká geologická služba.. Praha.
- Hrkal Z. (1986): Hydrogeologická mapa ČSR. List 22-44 Hluboká nad Vltavou, 1:50000. - Ústřední ústav geologický Praha.
- Hrkal Z. (1987): Hydrogeologická mapa ČSR. List 33-11 Třeboň, 1:50000.- Ústřední ústav geologický. Praha.
- Hrkal Z. (1993): Hydrogeologie in: Müller V. edit. (1993): Vysvětlivky k souboru geologických a účelových map přírodních zdrojů list 22-44 Hluboká nad Vltavou. – Český geologický ústav. Praha.
- Hrkal Z. (1986): Hydrogeologická mapa ČSR. List 22-44 Hluboká nad Vltavou, 1:50000. Ústřední ústav geologický Praha.
- Hynie O. (1949): Vodárensky využitelné vydatné nádrže podzemních vod v Čechách. Geotechnica. sv. 8. Stát. geol. úst. Československé republiky. 115 s.
- Hynie O. (1961): Hydrogeologie ČSSR, I. díl, Prosté vody. Čes. Akademie věd. 562 s.

- Chrátka F. (1989): Třeboňská pánev, severní část – infiltrační oblasti, zpráva za I. etapu. - MS Vodní zdroje GLS, Praha.
- Chrátka F. (1991): Třeboňská pánev, severní část – infiltrační oblasti, zpráva za II. etapu. - MS Vodní zdroje GLS, Praha.
- Chrátka F., Jerie R. a Pecková M. (1995): Mazelov II - individuální studna, závěrečné zhodnocení. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Jetel J. (1973): Logický systém pojmů – základní podmínka formalizace a matematizace v hydrogeologii. - Geol. Průzk., 15, 1, 13-17. - Praha
- Jetel J. (1985): Metody regionálního hodnocení hydraulických vlastností hornin. – Metodická příručka 1. - Ústř. Úst. Geol., 6, 459-461. Praha
- Kadlecová R. (1994): Hydrogeologická mapa ČSR. List 23-31 Soběslav, 1:50000. Český geologický ústav. Praha.
- Kašpárek L., Hanel M. a kol. (2015): Aktivita 6 Hydrologické modely. HGR 2151 – Třeboňská pánev – severní část. – MS Česká geologická služba.
- Kliner K. a Wurmová M. (1972): Závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu v rajonech VIIR14cd, VI, VIIR13cd. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Knapp R., Suchan J. a Vohanka, L. (1960): Průzkum keramických jíly a kaolinů 1959 Pecák. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Knapp R. a Volšan V. (1961): Lomnice nad Lužnicí. Surovina: jíly. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Kněžek V. (1964): Hydrogeologický průzkum v severní části Třeboňské pánve v okolí Mažic – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Kněžek V. (1976): Závěrečné zhodnocení hydrogeologického průzkumu. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Krásný J. (1974): Základní hydrogeologický výzkum jihočeských pánví. Závěrečná etapa za 1. etapu výzkumu. MS Ústř. Úst. geol. Praha.
- Krásný J. (1980): Hydrogeologie jihočeských pánví. *Sborník geol. Věd, HIG*, 14, s. 7-81. ISSN 0036-5289.
- Krásný J. (1985): Klasifikace transmisivity a její použití. – Geol. Průzk., 28, 6, 177-179. - Praha
- Krásný J. (1986a): Klasifikace transmisivity a její použití. - Geol. Průzk. 6, 28, 177-179. Praha.
- Krásný J. (1986b): Hydrogeologická mapa ČSR. List 32-22 České Budějovice, 1:50000.- Ústřední ústav geologický. Praha.
- Krásný J. (1990): Hydrogeologická mapa ČSR. List 23-33 Veselí nad Lužnicí, 1:50000.- Ústřední ústav geologický. Praha.
- Krásný J. (1991): Hydrogeologie in: Müller V. edit. (1991): Vysvětlivky k souboru geologických a účelových map přírodních zdrojů list 32-22 České Budějovice. – Český geologický ústav. Praha.
- Krásný J. et al. (1982): Odtok podzemní vody na území Československa. ČHMÚ.
- Krásný J. a Čurda S. (2001): Optimální vodárenská exploatace a ochrana povrchových a podzemních vod v Jihočeském regionu. MS PROGEO, Roztoky u Prahy.
- Krásný J., Čurda S. a Homolka M. (2005): Hydrogeologické podklady pro využití a ochranu podzemních vod jihočeského regionu. Sbor. 12 nár. hydrol. kongr. České Budějovice, 19-20. ČAH Praha.

- 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. 1143 str. - Česká geologická služba. Praha.
- Kroupa J. (1975): Lomnice nad Lužnicí, hydrogeologický průzkum. Závěrečná zpráva. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Kříž L., Šimek J. a Vohanka, L. (1967): Závěrečná zpráva Dolní Bukovsko, surovina: cihlářské jíly. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Malecha A., Hazdrová M., Holásek O., Klečák J., Líbalová J., Mašek J., Pokorný J., Šalanský K., Volšan V. (1991): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSFR 1:25 000, list 22-442 Dolní Bukovsko. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Malecha A. (1964): Vysvětlivky k základní geol. mapě ČSSR 1:50 000, list M-33-102-A (Soběslav). – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Malecha A., Domečka K., Opletal M., Stříba M., Šalanský K., Žebera, K. (1976): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 22-424 Zálší. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Milický M., Baier J., Gvoždík L., Chaloupková M., Polák M., Uhlík J. a Zeman O. (2015): Hydraulický model proudění podzemní vody v regionu 5. – MS PROGEO, s,r,o, – Roztoky u Prahy
- Mrkvičková M. a P. Balvín (2013): Návrh postupu stanovení minimálního zůstatkového průtoku. VTEI, roč. 55, č. 3, 2013, p. 12–16, příloha Vodního hospodářství č. 6/2013.
- Neurad E. a Vohanka L. (1958): Průzkum jílů - 1958 Hodětín. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Olmer M., Kessl J. et al. (1990) : Hydrogeologické rajony.-Práce a studie,sešit 176, VÚV v SZN. 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.
- Patzelt Z. et al. (2015): Vyhodnocení rizik změn režimu využívání podzemních vod pro příslušné biotopy ve vybraných hydrogeologických rajonech projektu Rebilance podzemních vod. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Petr J. (1981): Lomnice nad Lužnicí. Závěrečné vyhodnocení hydrogeologického vrtu S-2. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Pitter P. (2009): Hydrochemie. 4th ed. Praha. VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-701-9
- Polák M. (2012): Hydraulický model proudění podzemní vody v regionu 5. Zpráva z a1. etapu. – MS PROGEO, s,r,o, – Roztoky u Prahy
- Prchalová H. (2015): Kontaminace podzemních vod ve vybraných hydrogeologických rajonech. – MS Česká geologická služba.
- Pupík V. (1987): Podrobný inženýrskogeologický průzkum pro stavbu areálu školy v přírodě v Majdaleně, okres Jindřichův Hradec. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Ryant F. (1964): Zpráva o předběžném průzkumu zásobování vodou a varianta uspořádání skupinového vodovodu Mazelov - Ševětín - Drahotěšice. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Rajgl, F. (1965): Závěrečná zpráva o výsledku hydrogeologického průzkumu pro zajištění vodního zdroje na farmě Šaloun Velkovýkrmna, Státní statek, n. p. Třeboň. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Slánská J. (1967): Sedimentologie jihočeských pánví. Kandidátská práce. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.

- Suk M., Dornič, J., Hokr Z., Holásek O., Holub V., Líbalová J., Odehnal, L., Sattran V., Šalanský K., Zíma K. a Žebera, K. (1978): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 22-444 Ševětín. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Sušický Z. (1975): Závěrečná zpráva inženýrsko-geologického průzkumu pro biologický rybník ve Svinech. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Štěpánek M. (1959): Zpráva o geotechnickém průzkumu staveniště závodu na výrobu stožárů v Lomnici nad Lužnicí. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Toman L. a Vohanka L. (1961): Závěrečná zpráva akce Bechyňsko I. Surovina: keramické jíly. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Tybitancl, J. (1989): Horní Bukovsko. Hydrogeologický průzkum. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Tybitancl, J. (2014): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu Ševětín, zdroj vody. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Vašta V. (1985): Náplavy – Lužnice a Nežárka – závěrečná zpráva. - MS Stav. geol. České Budějovice.
- Vašta V. a Vrána M. (1980): Jižní Čechy. Hydrogeologická studie. - MS Stav. geol. České Budějovice.
- Vašta V. (1978): Lužnice – Nežárka. - MS Stav. geol. Č. Budějovice, 1978
- Vrána, S. et al. (1980): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 22-443 Hluboká n. Vlt. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Yurtsever Y. (1983): Models for tracer data analysis. In Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology, Tech. Rep. Ser. 91. – International Atomic Energy Agency. Wien.
- Zíma, K. (1961): Hydrogeologický průzkum severní části Třeboňské pánve u Horusic. Závěrečná zpráva 1. etapy. – MS ČGS – Geofond. Praha
- Zíma, K. (1962): Hydrogeologický průzkum severní části Třeboňské pánve - okolí Horusického rybníka. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Zima K. (1964): Artéské vody jihočeských pánví. Vod. Hospod. 9, 329-333.
- Žáček L. (1981): Chemické a technologické procesy úpravy vody. – Stát.Nakl.Tech.Liter. Praha.
- 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. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, 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
- 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 MZd. ČR č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a rozsah kontroly pitné vody.
- Vyhláška č. 369/2004 Sb. ze dne 3. června 2004 o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování Zákon č 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

<http://geoportal.gov.cz>

<http://voda.gov.cz>

<http://portal.cenia.cz>

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>