



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Rebalance zásob podzemních vod

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Příloha č. 2/15

Stanovení zásob podzemních vod

Hydrogeologický rajon **2152 – Třeboňská pánev – střední 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. 2/15

Stanovení zásob podzemních vod

Hydrogeologický rajon

2152 – Třeboňská pánev – střední 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: RNDr. Martin Milický; Mgr. Ondřej Zeman, Ing. Libor Gvoždík; Ing. Jan
Uhlik, Ph.D. a Marie Chaloupková

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	24
4.1. Geologická stavba	24
4.1.1. Stratigrafie a litologie	24
4.1.2. Strukturní stavba	30
4.2. Hydrologie	34
4.3. Hydrogeologie	41
4.4. Hydrochemie	44
4.5. Geochemický model	50
4.6. Odběry a vypouštění vod	51
5. KONCEPČNÍ HYDROGEOLOGICKÝ MODEL	54
5.1. Systémová analýza oběhu podzemní vody	57
5.2. Návrh na doplnění pozorovací sítě podzemních vod	61
6. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD	63
6.1. Hydrologický model	63
6.1.1. Dotace podzemních vod	65
6.1.2. Posouzení možných dopadů změn klimatu	74
6.2. Hydraulický model proudění podzemní vody	75
6.2.1. Okrajové podmínky a vstupní data	76
6.2.2. Modelové průběhy hladin a směry proudění podzemní vody	78
7. KVALITATIVNÍ STAV ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD	89
7.1. Úpravárenská hlediska využití podzemních vod	89
7.2. Vývoj kvality podzemní vody	92
8. OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ	95
8.1. Prioritní maloplošná Chráněná území závislá na vodě	97
8.2. Potenciálně ohrožené ekosystémy závislé na vodě	99
9. STŘETY ZÁJMŮ	101
10. PŘÍRODNÍ ZDROJE A VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍ VODY	103
10.1. Výsledky ocenění přírodních zdrojů podzemní vody	104
10.2. Využitelné zdroje podzemní vody	108
11. ZÁVĚR	111
12. VÝBĚR LITERATURY	112

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1. Situace HGR 2152 - Třeboňská pánev - střední část.....	12
Obrázek 3-1. Situace vrtů použitých v HGR 2152 - Třeboňská pánev - střední část.....	14
Obrázek 3-2. Pozice vrtů s režimním pozorováním hladiny podzemní vody.....	16
Obrázek 3-3. Schéma situace hydrogeologických objektů dokumentujících zastoupené kolektory	17
Obrázek 3-4. Lokalizace nových průzkumných vrtů	20
Obrázek 4-1. Geologická mapa HGR 2152.....	27
Obrázek 4-2. Izoliniový model báze sedimentů třeboňské pánve v HGR 2152.....	28
Obrázek 4-3. Zjednodušený geologický řez HGR 2152 mezi Veselím nad Lužnicí a Zvíkovem.....	32
Obrázek 4-4. Zjednodušený geologický řez HGR 2152 mezi Kolným a Mlákou.....	33
Obrázek 4-5. Situace říční sítě	34
Obrázek 4-6. Pozice srážkoměrných stanic.....	34
Obrázek 4-7. Výškopis HGR 2152 Obrázek 4-8. Průměrné roční srážkové úhrny v 1981-2010.....	35
Obrázek 4-9. Pozice provedených měření PPP	37
Obrázek 4-10. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Miletinský potok.....	38
Obrázek 4-11. Pohyb hladiny podzemní vody v průzkumném vrtu 2152_01T Ponědrážka	40
Obrázek 4-12. Pohyb hladiny podzemní vody v průzkumném vrtu 2152_02T Velechvín	40
Obrázek 4-13. Pohyb hladiny podzemní vody v průzkumném vrtu 2152_03T Kolence	40
Obrázek 4-14.. Chemický typ podzemní v oblasti krystalinických hornin	46
Obrázek 4-15. Celková mineralizace včetně chemického typu podzemní vody v oblasti krystalinických hornin	47
Obrázek 4-16. Chemický typ podzemní vody kolektor NKreg křídových a neogenních sedimentů	48
Obrázek 4-17. Celková mineralizace včetně chemického typu podzemní vody kolektoru NK reg křídových a neogenních sedimentů.....	49
Obrázek 4-18.. Střední doba zdržení podle SF6, Obrázek 4-19.. Střední doba zdržení podle freonu	113
.....	51
Obrázek 4-20.. Schéma odběrů podzemní vody.....	52
Obrázek 4-21. Schéma lokalizace vypouštění vod.....	53
Obrázek 5-1. Třídy transmisivity a jejich zastoupení v HGR 2152	56
Obrázek 5-2. Distribuce transmisivity v HGR 2152	57
Obrázek 5-3. Časové řady kolísání hladiny podzemních vod na pozorovaných vrtech ČHMÚ	60
Obrázek 5-4. Časové řady kolísání hladiny podzemních vod na pozorovaných vrtech ČHMÚ	60
Tabulka 5-5. Hodnocení státní monitorovací sítě podzemních vod ČHMÚ a porovnání s modelem BILAN	61
Obrázek 5-6. Porovnání průběhu hladiny podzemní vody v nově realizovaných vrtech 2152_03T Kolence, 2152_01T Ponědrážka a 2152_03T Velechvín s vrty státní pozorovací sítě podzemních vod ČHMÚ	62
Obrázek 6-1. Lokalizace zájmové oblasti s polohou relevantních vodoměrných stanic VÚV a ČHMÚ	64
Obrázek 6-2. Souhrnné užívání vod v dílčích povodích	65
Obrázek 6-3. Pozorovaný a modelovaný odtok	66

Obrázek 6-4. Základní odtok.....	66
Obrázek 6-5. Mezipovodí Lužnice (Frahelž) - základní odtok	67
Obrázek 6-6. Modelovaná dotace podzemních vod	67
Obrázek 6-7. Mezipovodí Lužnice (Frahelž). Modelovaná dotace podzemních vod.....	68
Obrázek 6-8. Pravděpodobnostní pole – základní odtok.....	68
Obrázek 6-9. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody	69
Obrázek 6-10. Čára překročení měsíčního základního odtoku.....	69
Obrázek 6-11. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody	70
Obrázek 6-12. Matice koeficientů korelace mezi pozorovanými hladinami podzemní vody jednotlivých vrtů ...	70
Obrázek 6-13. Vývoj průměrných ročních srážek.....	71
Obrázek 6-14. Vývoj průměrné roční teploty	72
Obrázek 6-15. Vývoj aktuální evapotranspirace - odhad z modelu BILAN	72
Obrázek 6-16. Vývoj průměrného ročního odtoku - odhad z modelu BILAN.....	72
Obrázek 6-17. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody - odhad z modelu BILAN.....	73
Obrázek 6-18. Vývoj průměrného ročního základního odtoku - odhad z modelu BILAN	73
Obrázek 6-19. Měsíční změny srážek (poměr) a teploty (rozdíl) dle RCM simulací pro jednotlivé měsíce;	74
Obrázek 6-20. Měsíční změny základního odtoku, dotace zásob podzemní vody a odtoku	75
Obrázek 6-21. Situace modelového regionu 5 zahrnující celou strukturu treboňské pánve včetně HGR 2152	76
Obrázek 6-22. Schéma vertikální diskretizace modelu struktury treboňské pánve i HGR 2152.....	77
Obrázek 6-23.. Modelová distribuce horizontální hydraulické vodivosti v HGR 2152	79
Obrázek 6-24.. Bilance modelových vrstev – varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010.....	81
Obrázek 6-25. Modelová hladina podzemní vody bez odběrů podzemní vody	82
Obrázek 6-26. Modelová hladina podzemní vody s odběry podzemní vody	83
Obrázek 6-27.. Odběry podzemní vody v hydrologických letech 2001-2010.....	84
Obrázek 6-28.. Porovnání měřené a modelových hladin podzemní vody pro transientní simulaci ve vrtu V-1011	85
Obrázek 6-29.. Odhadovaná modelová velikost srážkové infiltrace pro HGR 2152	85
Obrázek 6-30.. Doplnění přírodních zdrojů v průměrném hydrologickém roce	86
Obrázek 6-31.. Drenáž do povrchových toků a rybníků v průměrném hydrologickém roce	86
Obrázek 7-1. Upravitelnost podzemní vody v krystaliniku.....	90
Obrázek 7-2. Upravitelnost podzemní vody regionálního kolektoru NKreg	91
Obrázek 7-3. Upravitelnost podzemní vody kolektoru připovrchové zóny včetně indikace znečištění	91
Obrázek 7-4. Objekty s časovými řadami chemických analýz podzemní vody státní pozorovací sítě ČHMÚ	92
Obrázek 7-5. Časové řady vybraných koncentrací makrosložek a celkové mineralizace v podzemní vodě s regresními přímkami	94
Obrázek 8-1. Biotopy s vazbou na vodu v HGR 2152	96

Obrázek 8-2. Rosnatka anglická.....	97
Obrázek 8-3. Čapulka bahenní.....	98
Obrázek 8-4. Vachta trojlistá	98
Obrázek 8-5. Kozák oříškový	99
Obrázek 9-1. Vývoj odběrů podzemní vody za období 1991-2013 v HGR 2152	102
Obrázek 10-1. Kolísání hladin podzemní vody v kolektorech a kolísání odběrů podzemní vody	105
Obrázek 10-2. Porovnání dotace ze srážek s kolísáním hladiny podzemní vody ve vybraných vrtech	106
Obrázek 10-3. Měsíční hodnoty zabezpečení základního odtoku z modelu BILAN za období 1981-2010... ..	107
Obrázek 10-4. Vrtý navržené k monitorování podzemní vody	110

Seznam tabulek

Tabulka 1-1. Základní údaje o hydrogeologickém rajonu 2152 (heis.vuv.cz)	11
Tabulka 3-1. Přehled hydrogeologických vrtů vyhloubených v rámci projektu a jejich základní údaje.....	13
Tabulka 3-2. Vrtná prozkoumanost - Geodatabáze.....	15
Tabulka 3-3. Vrtý s režimním pozorováním ČHMÚ	15
Tabulka 3-4. Vybrané skupiny hydrogeologických objektů	16
Tabulka 3-5. Rozdělení hydrogeologických objektů podle zastoupených kolektorů	16
Tabulka 3-6. Hydrogeologické objekty dokumentující krystalinikum.....	17
Tabulka 3-7. Hydrogeologické objekty dokumentující kvartérní a přípovrchový kolektor sedimentů s lokálním oběhem podzemní vody	18
Tabulka 3-8. Hydrogeologické objekty dokumentující kolektor předkvartérních sedimentů s regionálním oběhem podzemní vody.....	19
Tabulka 3-9. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2152_01T.....	21
Tabulka 3-10. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2152_02T	22
Tabulka 3-11. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2152_03T	23
Tabulka 4-1. Základní údaje o srážkoměrných stanicích	36
Tabulka 4-2. Základní údaje o průtokoměrných stanicích	36
Tabulka 4-3. Vývoj srážkových úhrnů.....	37
Tabulka 4-4. Vývoj teploty vzduchu	37
Tabulka 4-5. Přehled provedených měření PPP.....	38
Tabulka 4-7. Transmisivita v HGR 2152	44
Tabulka 4-8. Celkový přehled indexu transmisivit Y ve vrtech v HGR 2152	44
Tabulka 4-9. Počet chemických analýz použitý ke konstrukci hydrochemických map a map upravitelnosti	46
Tabulka 4-10. Koncentrace freonů a SF ₆ změřené v Spurenstofflabor ± směrodatná odchylka	50
Tabulka 4-11. Rozsah středních dob zdržení za předpokladu exponenciálního modelu podle 4 různých stopovačů	50
Tabulka 4-12. Přehled lokalizovaných odběrných objektů	52
Tabulka 4-13. Přehled lokalizovaných vypouštění odpadních vod	53
Tabulka 5-1. Popisná statistika hydraulických parametrů.....	56

Tabulka 5-2. Třídy transmisivity kolektorů	56
Tabulka 5-3. Přehled vybraných objektů ČHMÚ.....	59
Tabulka 5-4. Instalační údaje dataloggerů	62
Tabulka 6-1. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data	63
Tabulka 6-2. Míra ovlivnění průtoků ve vodoměrných stanicích	64
Tabulka 6-3. Shrnutí hydrologické bilance za období 1981-2010	71
Tabulka 6-4. Shrnutí hydrologické bilance za období 2001-2010	71
Tabulka 6-5. Vývoj odtoku (odhad z modelu BILAN)	73
Tabulka 6-6. Vývoj aktuální evapotranspirace (odhad z modelu BILAN)	73
Tabulka 6-7. Vývoj dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN)	74
Tabulka 6-8. Vývoj základního odtoku (odhad z modelu BILAN).....	74
Tabulka 6-9. Modelová bilance podzemní vody - varianta bez odběrů podzemní vody	80
Tabulka 6-10. Odběry podzemní vody zadané do stacionární simulace proudění podzemní vody při odběrech podzemní vody na úrovni roku 2010	80
Tabulka 6-11. Modelová bilance podzemní vody - varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010.....	81
Tabulka 6-12. Základní bilance variant stacionárního modelového řešení	87
Tabulka 7-1. Kategorie upravitelnosti.....	89
Tabulka 7-2. Přehled objektů s časovými řadami chemických analýz podzemní vody	92
Tabulka 8-1. Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 2152	95
Tabulka 8-2. Seznam evropsky významných lokalit a ptačích oblastí v HGR 2152.....	95
Tabulka 9-1. Přehled výsledků hodnocení znečištění	102
Tabulka 10-1. Archivní hodnoty přírodních zdrojů a využitelného množství podzemní vody	103
Tabulka 10-2. Přírodní charakteristiky HGR 2152	104
Tabulka 10-3. Zabezpečení.....	107
Tabulka 10-4. Porovnání výstupů z hydrologického a hydraulického modelu	107
Tabulka 10-5. Kolísání hladin podzemní vody na vrtech státní pozorovací sítě pro vybraná období odpovídající přírodním zdrojům podzemních vod v tabulce 10-4.....	108
Tabulka 10-6. Vrtý doporučené k monitorování hladin podzemní vody.....	110

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

ČÚŽK 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 Rebalance zásob podzemních vod, financovaného Státním fondem životního prostředí v rámci Operačního programu Životní prostředí – prioritní osa 6 (dále jen „projekt Rebalance“ 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 Rebalance 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 Rebalance 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 o hydrogeologickém rajonu 2152 (heis.vuv.cz, doplněno)

ID hydrogeologického rajonu:	2152
Název hydrogeologického rajonu:	Třeboňská pánev - střední část
ID útvaru:	21520
Název útvaru:	Třeboňská pánev - střední část
Plocha, km ² :	202,172
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 terciérní a křídové sedimenty pánví sedimenty - regionální oběh Krystalinikum
Kraje:	Jihočeský

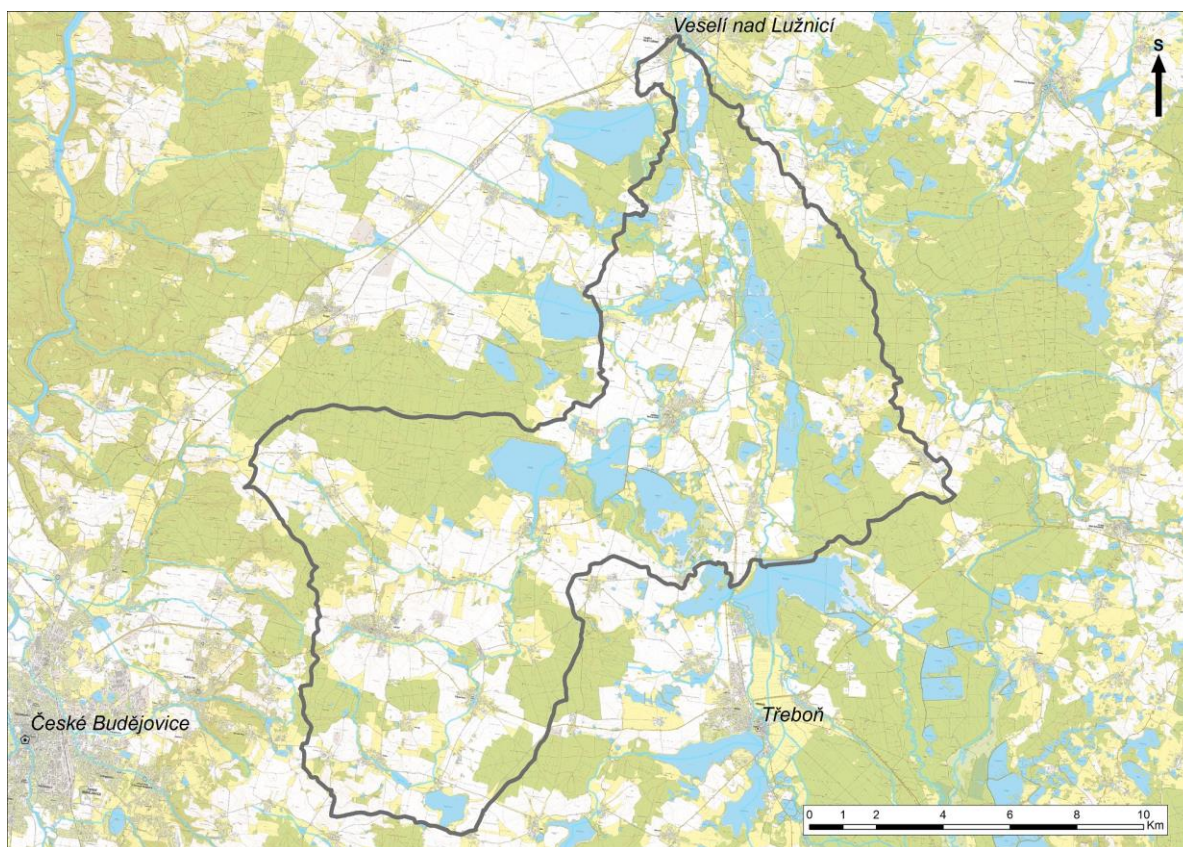
Platný dle vyhlášky č. 5/2011 Sb.,

2. VYMEZENÍ RAJONU

Hydrogeologický rajon 2152 s plochou 202 km² mezi Veselím nad Lužnicí, Novosedly nad Nežárkou, Dunajovicemi, Slavošovicemi, Ortvinovicemi, Kolným, Smržovem a Záblatím má komplikovanou stavbu. Nadmořská výška se pohybuje mezi 420 a 500 m n. m.

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. Pozici rajonu ukazuje obrázek č. 2-1. Zaujímá j. část tzv. horusického zvodnělého systému (ve smyslu Krásného et al. 2012).

Rajon tvoří sedimentární strukturu vyplněnou limnickými a fluvialními svrchnokřídovými sedimenty, na V sedimenty neogenního stáří. V podloží sedimentární výplně a jejím předpolí se nachází v jz. a v. části krystalinické horniny moldanubika. Hranici s rajonem 2151 Třeboňská pánev – severní část tvoří šalmanovicko – soběslavský příkop vyplněný méně propustnými neogenními sedimenty. Prostor rajonu omezují vesměs hydrologické rozvodnice.



Obrázek 2-1. Situace HGR 2152 - Třeboňská pánev - střední část

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 a kol. 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 a kol. 1964) a M-33-102-C (Lišov – Dornič a kol. 1962), které posloužily i jako hlavní podklad pro novou základní geologickou mapu, v jehož rámci přispěly i údaje ze strukturních vrtů. Předmětem zájmu dílčích hydrogeologických průzkumů v sedimentech křídového stáří byla mimo jiné Lomnice nad Lužnicí (Kroupa 1975, Petr 1981), dále Třeboň – Lužnice (Kroupa 1975) a v malém rozsahu Horusice (Zíma 1961, Petr 1975) a Horní Slověnice (Tybitancl 1998).

Neogenní jíly prozkoumali na lokalitě Lomnice nad Lužnicí Knapp a Volšan (1961). Lokalitu Pecák pak zpracovali Knapp a kol. (1960). Rozsáhlý výzkum těchto jílu byl proveden mezi obcemi Ponědrážka a Přeseke (Brunnerová et al. 1987). Dále byly prokázány jíly při hydrogeologickém průzkumu lokalit Přeseke a Břilice (Fučík 1962, 1975), na farmě Šaloun (Rajgl 1965), v Lomnici nad Lužnicí (Štěpánek 1959) atd. Horniny krystalinika, sedimenty třeboňské pánve a kvartéru byly zreambulovány, případně nově zmapovány při sestavení geologické mapy 1:25 000 na listech 22-444 Ševětín (Suk a kol. 1978), 23-333 Lomnice nad Lužnicí (Dornič a kol. 1990). V rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod proběhlo vyhloubení 3 hydrogeologických vrtů 2151_01T Ponědrážka, 2151_02T Velechvín a 2152_03 T Kolence (Homolka a kol. 2015), které zastihly celou mocnost výplně třeboňské pánve. Na území rajonu existuje dle archivních materiálů 77 záznamů z průzkumných vrtů, ale pouze 36 % lze využít k dalšímu zpracování.

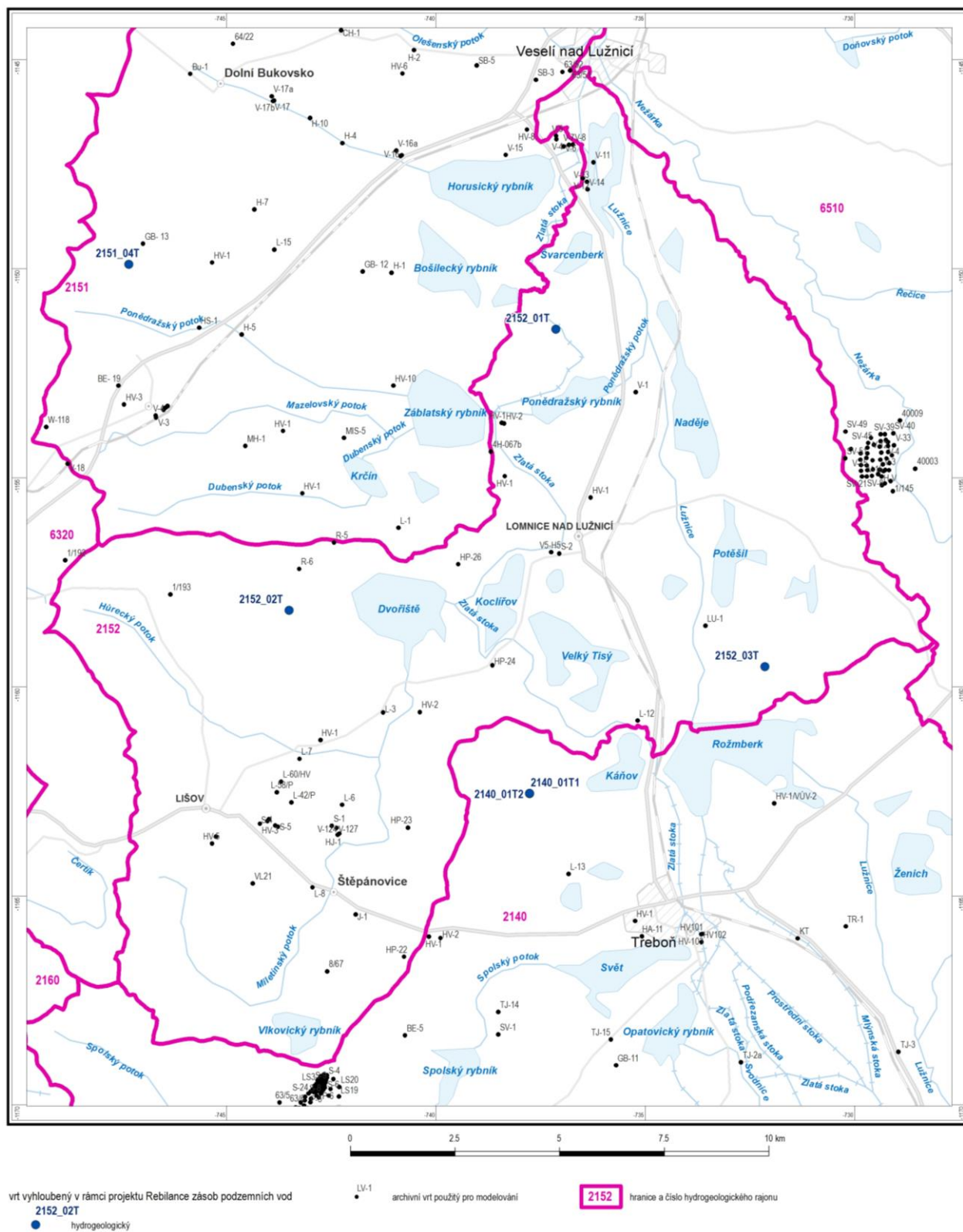
3.1.1. PRÁCE PROVÁDĚNÉ V RÁMCI PROJEKTU

Pro ověření pozice a hloubky jednotlivých kolektorů a izolátorů, ověření jejich hydraulických parametrů, chemismu podzemní vody a pro (případné) režimní sledování hladiny podzemní vody, především v místech, kde scházely relevantní hydrogeologické informace, byly vyhloubeny nové průzkumné hydrogeologické vrty (Homolka a kol. 2015a, b, c; zprávy za průzkumné vrty jsou uloženy v archivu ČGS).

Tabulka 3-1. Přehled hydrogeologických vrtů vyhloubených v rámci projektu a jejich základní údaje

ID vrtu	Název vrtu	cílový kolektor	hloubka vrtu (m)	Rozsah kolektoru /perforace (m)	Koeficient transmisivity (m^2/s)	Souřadnice Y	Souřadnice X	Z terén (m n.m.)
2152_01T	Ponědrážka	NK reg	49	0,2 – 47,5 /12,5 – 44,2	$1,2 \cdot 10^{-3}$	737137,58	1151452,65	424,57
2152_02T	Velechvín	NK reg	33	0,2 - 29,0 /8 – 31	$1,15 \cdot 10^{-3}$	743510,78	1158175,05	448,62
2152_03T	Kolence	NK reg	26,0	0,5 – 24,5 /8 - 24	$1,8 \cdot 10^{-5}$	732138,54	1159518,13	428,94

NK reg – regionální oběh v sedimentech



Obrázek 3-1. Situace vrtů použitých v HGR 2152 - Třeboňská pánev - střední část

3.2. HYDROGEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

První souhrn hydrogeologických poměrů území zpracovali Hynie (1949, 1961) a Zima (1964). Regionální průzkum třeboňské pánve začal koncem padesátých let 20. stol. a pokračoval komplexním hydrogeologickým zhodnocením s. části pánve (Hepnar – Jedlička 1970). Problematiku oběhu podzemní vody jihočeských pánví a přilehlého krystalinika shrnul Krásný (1974, 1980). Hydrogeologické poměry třeboňské pánve jsou přehledně zpracovány v souhrnné regionální monografii Krásného et al. (2012).

Mezi významné archivní práce o hydrogeologických průzkumech Třeboňska patří zprávy Čurdy et al. (1985) a Homolky et al. (1985), které hodnotí zásoby podzemní vody v kategorii C, v s. a j. části třeboňské pánve, vymezují akumulární a drenážní oblasti, vytipovávají oblasti vhodné pro soustředěné odběry podzemní vody. Infiltrační oblasti v s. části třeboňské pánve a v přilehlém krystaliniku jsou hlavním předmětem průzkumu Vašty (1978) a Chrástky (1989, 1990, 1991). Zhodnocení zdrojů podzemní vody kvartérních sedimentů Lužnice a Nežárky a jejich zařazení do kategorie C₂ (odhad přírodních zdrojů podzemní vody - 968 l/s a využitelné zásoby podzemní vody 66 l/s) zpracoval Vašta (1985).

VRTNÁ HYDROGEOLOGICKÁ PROZKOUMANOST

Vrtná databáze archivu ČGS a ostatních organizací byla pro projekt Rebilance zásob podzemních vod převedena do aplikací GDBase5, čímž vznikl komplex geologických, hydrogeologických, hydrochemických a karotážních informací, který byl účelově doplněn o časové řady pozorování ČHMÚ.

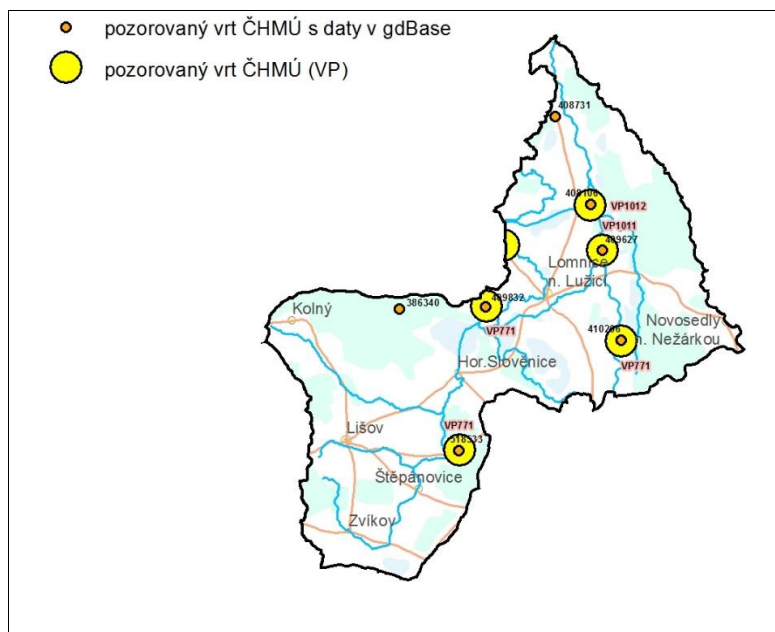
Využití GDBase5 umožnilo hromadné zpracování dat a jejich zobrazení v prostředí GIS, což byl významný krok k modernímu zpracování velkého objemu informací, které se v takovém rozsahu v ČR zatím nerealizovalo. Tabulka 3-2 poskytuje informace o počtech archivních vrtů uložených v Geodatabázi v hodnoceném území. Specifická pozornost byla věnována vrtům s dlouhodobým režimním měřením hladin podzemní vody. Tyto pozorované objekty ČHMÚ na území rajonu uvádí tabulka 3-3. V následující tabulce 3-4 jsou uvedeny počty objektů zařazených do stanovených výběrových skupin.

Tabulka 3-2. Vrtná prozkoumanost - Geodatabáze

Počet vrtů celkem	počet vrtů s hloubkou nad 5 m	počet vrtů s hydrogeologickou informací
1438	991	253

Tabulka 3-3. Vrtý s režimním pozorováním ČHMÚ

Označení ČHMÚ	klíč GDO	Původní označení	Lokalita	Hloubka	Stav
VP1011	409627	V-1011	Klec	7,7	funkční
VP1012	408106	V-1012	Frahelž	11,2	funkční
VP7707	408731	HV-1a	Horusice	66	funkční
VP7714	410206	Lu-1	Lužnice	40	funkční
VP7715	518533	HP-23	Horní Miletín	22	funkční
VP7716	386340	R-6	Velechvín	42	funkční
VP7717	409832	HP-26	Smržov u Lomnice nad Lužnicí	37	funkční



Obrázek 3-2. Pozice vrtů s režimním pozorováním hladiny podzemní vody

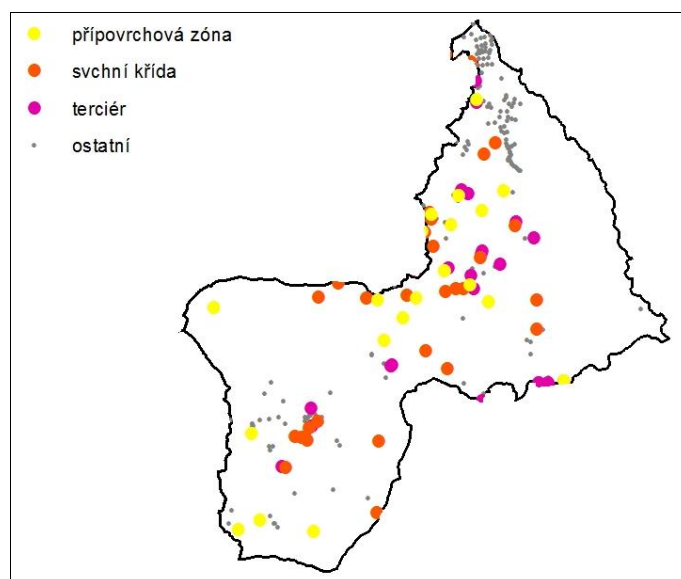
Tabulka 3-4. Vybrané skupiny hydrogeologických objektů

Výběrová skupina hydrogeologických objektů	Počet
Objekty v předané databázi ZUOa	381
Objekty vyřazené z databáze (mimo rajon, bez vztahu k hodnocené struktuře, studny, prameny, bez informací)	205
Objekty použité pro hodnocení rajonu	176
Objekty doplňované do databáze	4
Objekty s provedenými hydrodynamickými zkouškami	140
Objekty s režimně měřenými hladinami	45
Objekty s provedeným karotážním měřením	2

V souladu s charakterem sedimentů v oblasti treboňské pánve a současným způsobem bilančního hodnocení struktury je provedeno rozčlenění hydrogeologických objektů v rámci rajonu na objekty charakterizující oběh podzemních vod v rajonu a v oblasti krystalinika, v okolí pánevní struktury. Dále je vyčleněna skupina na objekty charakterizující oběh regionálního charakteru v nejhlubší části struktury, na objekty charakterizující oběh podzemních vod v předkvartérních sedimentech s odvodněním v hlavních drenážních oblastech pánevní struktury a na objekty charakterizující mělký oběh podzemních vod v kvartérních sedimentech a přípoверхové zóně předkvartérních hornin s odvodněním v úrovni místních erozních bází (Homolka a kol. 2013). Počty vrtů přiřazené k zastoupeným kolektorům uvádí následující tabulka 3-5.

Tabulka 3-5. Rozdělení hydrogeologických objektů podle zastoupených kolektorů

Kolektor	Počet objektů
Krystalinikum	44
Kvartérní a svrchní část předkvartérních sedimentů lokální oběh	93
Předkvartérní sedimenty regionální oběh	39

Hydrogeologické objekty vybrané pro hodnocení rajonu podle zastoupených kolektorů

Obrázek 3-3. Schéma situace hydrogeologických objektů dokumentujících zastoupené kolektory

Tabulka 3-6. Hydrogeologické objekty dokumentující krystalinikum

Klíč GDO	Název	Lokalita	HDZ	Režimní měření	Karotáž
386287	HV-1	Hůrky u Lišova	ano		
386539	L-14/P	Hůrky u Lišova		ano	
386545	L-25/P	Hůrky u Lišova		ano	
386550	L-30/P	Lišov		ano	
408474	HJ-1	Vlkov nad Lužnicí	ano		
408475	HJ-2	Vlkov nad Lužnicí	ano		
409026	H-6	Záblatí u Ponědraže	ano	ano	
409175	HV-1	Vlkov nad Lužnicí	ano		
409748	HV-5	Horní Slověnice	ano		
409875	HV-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
409922	HJ-1	Novosedly nad Nežárkou	ano		
410014	H-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
410094	HJ-1	Horní Slověnice	ano		
410206	Lu-1	Lužnice	ano	ano	ano
510026	S-1	Lišov	ano		
510028	S-3	Lišov	ano		
510029	S-4	Lišov	ano		
510067	HJ-1	Lišov	ano		
510617	HJ-1	Štěpánovice u Českých Budějovic	ano		
510762	HJ-1	Zvíkov u Lišova	ano		
510974	Li-1	Lišov	ano		
562479	HV-1	Ortvínovice	ano		
567904	HV-3	Vlkov nad Lužnicí	ano		
567928	HV-2	Zvíkov u Lišova	ano		
578598	HV-1	Lišov	ano		
578609	LS-1	Lišov	ano		
612215	HV-2	Horní Slověnice	ano		
621945	HV-2	Zvíkov u Lišova	ano		
635978	HV-1	Hvozdec	ano		
653798	S-1	Lišov	ano		
654231	LS-2	Lišov	ano		
654248	HV-3	Lišov	ano		
663958	HV-4	Lišov	ano		
683425	HV-4	Lišov	ano		

683468	HV-5	Lišov	ano		
684365	HV-1	Lišov	ano		
685848	VL-1	Vlkov nad Lužnicí	ano		
697073	HV-6	Lišov	ano		
705310	HV-3	Lišov	ano		
705556	HV-3	Levín u Lišova	ano		
713824	pč.-530/7	Vlkov nad Lužnicí	ano		
715373	HV-7	Lišov	ano		
715444	HV-4	Levín u Lišova	ano		
715453	LS-3	Lišov	ano		

Tabulka 3-7. Hydrogeologické objekty dokumentující kvartérní a přípovrchový kolektor sedimentů s lokálním oběhem podzemní vody

Klíč GDO	Název	Lokalita	HDZ	Režimní měření	Karotáž
386286	V-4	Hůrky u Lišova	ano		
386532	L-7/P	Lišov		ano	
386536	L-11/P	Hůrky u Lišova		ano	
386540	L-15/HV	Hůrky u Lišova	ano		
386542	L-21/P	Lišov		ano	
386544	L-23/P	Lišov		ano	
386549	L-29/P	Hůrky u Lišova		ano	
386571	L-59/P	Lišov		ano	
408013	P-27/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408016	P-42/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408106	V-1012	Frahelž	ano	ano	
408334	P-1/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408336	P-3/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408338	P-5/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408340	P-7/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408341	P-9/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408342	P-11/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408344	P-13/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408346	P-15/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408349	P-19/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408351	P-23/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408353	P-25/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408355	P-29/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408356	P-31/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408358	P-34/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408360	P-36/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408362	P-38/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408363	P-40/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408390	P-17/P	Veselí nad Lužnicí		ano	
408590	H-1	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408764	HV-1	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408769	HV-2	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408774	HV-3	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408779	HV-4	Frahelž	ano		
408784	HV-5	Frahelž	ano		
408789	HV-6	Frahelž	ano		
408794	HV-7	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408809	J-1	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408810	J-2	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408811	J-3	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408812	J-4	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408813	J-5	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408814	J-6	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408815	J-7	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408816	J-8	Val u Veselí nad Lužnicí	ano		
408817	J-9	Frahelž	ano		
408818	J-10	Frahelž	ano		

408819	J-11	Frahelž	ano		
408820	J-12	Frahelž	ano		
408821	J-13	Frahelž	ano		
408822	J-14	Frahelž	ano		
408823	J-15	Frahelž	ano		
408824	J-16	Frahelž	ano		
408825	J-17	Frahelž	ano		
408826	J-18	Frahelž	ano		
408827	J-19	Frahelž	ano		
408828	J-20	Frahelž	ano		
408886	PW-11	Horusice	ano		
408890	PW-16	Ponědrážka	ano		
408891	PW-17	Ponědrážka	ano		
408903	PW-14	Záblatí u Ponědraže	ano		
409118	HV-101	Veselí nad Lužnicí	ano		
409119	HV-102	Veselí nad Lužnicí	ano		
409120	HV-103	Veselí nad Lužnicí	ano		
409121	HV-104	Veselí nad Lužnicí	ano		
409142	HV-1	Veselí nad Lužnicí	ano		
409143	HV-2	Veselí nad Lužnicí	ano		
409627	V-1011	Klec	ano	ano	
409703	HJ-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
409745	HV-1	Horní Slověnice	ano		
409746	HV-3	Horní Slověnice	ano		
409747	HV-4	Horní Slověnice	ano		
409934	HV-1	Lužnice	ano		
409992	KS-11	Lomnice nad Lužnicí	ano		
410064	PW-11	Záblatí u Ponědraže	ano		
410095	HV-1	Klec	ano		
410204	HP-4	Rožmberská Bašta	ano	ano	
510027	S-2	Lišov	ano		
510117	S-1	Ortvínovice	ano		
510881	L-4/P	Lišov		ano	
510888	L-42/P	Lišov		ano	
612224	HV-2	Ponědrážka	ano		
631285	HV-1	Dolní Slověnice	ano		
631286	HV-2	Dolní Slověnice	ano		
657857	HP-1	Lišov	ano		
657858	HV-2	Lužnice	ano		
663957	HV-3	Lišov	ano		
677067	HV-3	Lužnice	ano		
684359	HV-1	Veselí nad Lužnicí	ano		
696887	HV-3	Lužnice	ano		
709754	BH-7/7	Veselí nad Lužnicí	ano		
717873	HV-1	Stará Hlína	ano		
717877	HV-5	Stará Hlína	ano		

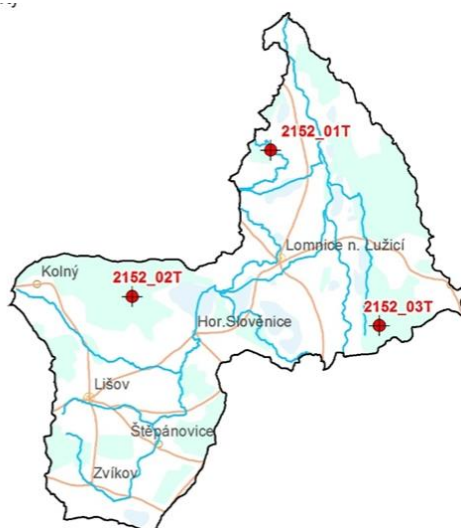
Tabulka 3-8. Hydrogeologické objekty dokumentující kolektor předkvartérních sedimentů s regionálním oběhem podzemní vody

Klíč GDO	Název	Lokalita	HDZ	Režimní měření	Karotáž
386339	R-5	Dolní Slověnice		ano	
386340	R-6	Velechvín		ano	
386572	L-60/HV	Lišov	ano		
408608	H-III A	Kolence	ano		
408624	H-IV/a	Kolence	ano		
408676	V-11	Horusice	ano		
408677	V-12	Horusice	ano	ano	
408678	V-13	Horusice	ano		
408722	HV-11	Ponědraž	ano		ano
408725	V	Ponědraž	ano		

408726	HV-1	Frahelž	ano		
408727	HV-2	Frahelž	ano		
408731	HV-1a	Horusice	ano	ano	
409168	HV-1	Záblatí u Ponědraže	ano		
409169	HV-2	Záblatí u Ponědraže	ano		
409704	S-3	Lomnice nad Lužnicí	ano		
409705	S-4	Lomnice nad Lužnicí	ano		
409744	HV-1	Záblatí u Ponědraže	ano		
409749	HV-1	Přesecka	ano		
409763	HV-1	Dunajovice	ano		
409803	VS-1	Jemčina	ano		
409819	H-V	Kolence	ano		
409830	HP-24	Horní Slověnice	ano	ano	
409832	HP-26	Smržov u Lomnice nad Lužnicí	ano	ano	
409876	S-2	Lomnice nad Lužnicí	ano		
409877	V-1	Přesecka	ano		
409928	R-4	Lomnice nad Lužnicí		ano	
410013	S-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
410025	HV-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
410027	HV-3	Lomnice nad Lužnicí	ano		
410028	HV-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
510030	S-5	Lišov	ano		
510758	HJ-1	Lišov	ano		
510759	HJ-2	Lišov	ano		
518532	HP-22	Štěpánovice u Českých Budějovic	ano	ano	
518533	HP-23	Horní Miletín	ano	ano	
572147	HV-1	Lomnice nad Lužnicí	ano		
663377	HV-3	Smržov u Lomnice nad Lužnicí	ano		
696931	HV-5	Lišov	ano		

NOVÉ HYDROGEOLOGICKÉ VRTY PROVÁDĚNÉ V RÁMCI PROJEKTU

V průběhu hloubení průzkumných vrtů probíhalo upřesňování konečné hloubky vrtů na základě litologického vývoje, výsledků karotážních měření včetně zpřesnění výstroje průzkumných vrtů ve smyslu daných cílů projektu. Po vyhloubení průzkumného vrtu a vyhodnocení těchto prací byla zhotovena zpráva obsahující dokumentaci zjištěné geologické stavby, vystrojení průzkumného vrtu (zahrnuje výsledky karotážních měření, technickou zprávu o provedení vrtu a výsledky čerpací zkoušky a rozborů vzorků vod) a hydraulických parametrech testovaného horninového prostředí. Zpráva za každý průzkumný vrt odpovídá náležitostem dle přílohy 1 vyhlášky ČBÚ č. 239/1998 Sb.



Obrázek 3-4. Lokalizace nových průzkumných vrtů

2152_01T Ponědrážka

Průzkumný hydrogeologický vrt je situován 130 m na JZ od mostu přes Zlatou stoku na silnici mezi Ponědraží a Ponědrážkou, v lesním porostu u s. okraje lesní komunikace. Cílem průzkumného hydrogeologického vrtu bylo získat hydrogeologické a geologické údaje poblíž hranice mezi s. a střední částí třeboňské pánve (mezi HGR 2151 a HGR 2152), ve svrchnokřídových sedimentech v blízkosti šalmanovicko – soběslavského příkopu vyplněného terciárními sedimenty v oblasti s nízkou úrovní prozkoumanosti.

Tabulka 3-9. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2152_01T

hloubka (m)		hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologický typ horniny
od	do			
0	0,2	lesní hrabanka	kvartér	poloizolátor
0,2	47,5	rozpadavé pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace, železité pískovce	svrchní křída	soubor kolektorů, poloizolátorů a izolátorů
47,5	49,0	biotitická rula	proterozoikum moldanubikum	izolátor

Vrt ověřil mocnost pánevní výplně 47,5 m na hranici mezi s. a střední částí třeboňské pánve (mezi HGR 2151 a HGR 2152). Podloží zastoupené biotitickou rulou bylo zastiženo v hloubce 47,5 m. Sedimentární výplň tvoří svrchnokřídové klikovské souvrství (střídání rozpadavých šedých, béžových, rudohnědých jílovců, prachovců, pískovců a jejich kombinací) s minimálním kvartérním pokryvem. V profilu silně převažují na rozdíl od předpokladů písčité uloženiny. Jednotlivé písčité vrstvy o mocnosti 0,5 – 5 m jsou rozmístěny pravidelně v celém rozsahu geologického profilu. Průzkumný vrt s aktivním úsekem 5,8 – 47,0 m byl vystrojen PVC zárubnicemi DN 125, s jílocementovým těsněním do hloubky 5,8 m. Hladina podzemní vody kolektoru klikovského souvrství je napjatá s negativní výstupní úrovní. V průběhu průzkumných prací se pohybovala v rozmezí 420,57 – 419,92 m n. m. (4,88 – 5,53 m pod terénem).

Hydrokarotážní měření identifikovalo přirozené proudění podzemní vody z kolektoru v hloubkovém rozmezí 13,7 – 28,2 m do kolektoru ve spodní části vrtu v rozmezí 32,2 – 44,2 m v celkovém množství cca 800 l/den. Sestupné proudění podzemní vody ze svrchních do spodních kolektorů odpovídá umístění vrtu v infiltrační oblasti na předělu mezi s. a j. částí třeboňské pánve. Orientační hydrodynamická zkouška (3+2 dni), při které byla čerpána podzemní voda v množství až 3,3 l/s, ověřila vysokou transmisivitu (koeficient transmisivity $T = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, koeficient filtrace $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, jednotková specifická vydatnost 2,02 l/s.m).

Vzorek podzemní vody odebraný v průběhu čerpací zkoušky má chemický typ $\text{CaMg-HCO}_3\text{SO}_4$. Voda je středně tvrdá ($T_{\text{celková}} 1,54 \text{ mmol/l}$), slabě kyslá (pH 6,67), s celkovou mineralizací 0,25 g/l, se zvýšeným obsahem železa (Fe 5,43 mg/l) a manganu (Mn 0,32 mg/l). Toxické kovy a mikro znečišťující organické látky v podzemní vodě zjištěny nebyly. Zjištěný chemismus vody odpovídá obvyklému složení podzemní vody v této části pánevního prostoru bez patrného antropogenního vlivu.

Revizní karotážní měření průzkumného vrtu ověřilo jeho vyhovující technický stav. Průzkumný vrt je plně vyhovující pro monitoring hladiny podzemní vody i a pro dynamické odběry vzorků vody. Konstrukce průzkumného vrtu a zjištěné hydraulické parametry sedimentů umožňují i jeho využití pro jímání podzemních vod.

2152_02T Velechvín

Průzkumný hydrogeologický vrt je situován 380 m na S od křižovatky lesních cest v jv. části Velechvinského polesí, na v. straně lesní komunikace, na Z od rybníka Dvořiště a na J od Borového potoka. Cílem průzkumného hydrogeologického vrtu bylo získat hydrogeologické a geologické údaje v z. pánevním výběžku z hlavního sedimentačního prostoru střední části třeboňské pánve, mezi rybníkem Dvořiště a z. okrajem pánve.

Tabulka 3-10. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2152_02T

hloubka (m)		Hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologický typ horniny
od	do			
0	0,2	hlína jílovitopísčitá	kvarter	poloizolátor
0,2	29,0	rozpadavé pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace	svrchní křída	soubor kolektorů, poloizolátorů a izolátorů
29,0	33,0	rozložená rula	proterozoikum moldanubikum	izolátor

Průzkumný vrt ověřil mocnost pánevních sedimentů 29,2 m v z. výběžku hlavního sedimentačního prostoru mezi rybníkem Dvořiště a Lhoticemi. Krystalinické podloží zastoupené biotitickou rulou bylo zastíženo v hloubce 29,2 m. Sedimentární výplň je tvořena svrchnokřídovým klikovským souvrstvím (běložedé, béžové arkóзовé pískovce, prachovce, rudohnědé jílovce a jejich kombinace) minimálním kvartérním pokryvem. Písčité sedimenty silně převažují v úseku 7 – 23,0 m. V jejich nadloží i podloží jsou pak uloženy jílovce a písčité jílovce. Vrt s aktivním úsekem 3 – 33,0 m byl vystrojen PVC zárubnicemi DN 125 s jílocementovým těsněním do hloubky 3,0. První přítok podzemní vody se objevil v průběhu vrtných prací v hloubce 10,2 m. Ustálená hladina kolektorů zkoušeného úseku 5,8 m – 33,0 m je napjatá s negativní výstupní úrovní. V průběhu průzkumných prací se hladina podzemní vody pohybovala v rozmezí 440,17 - 439,83 m n. m. (8,45 – 8,79 m pod terénem).

Hydrokarotážní měření identifikovalo přirozené horizontální proudění podzemní vody v úseku 18,6 - 19,5 m s rychlostí cca 0,4 m/den. Další přítoky podzemní vody do vrtu byly v režimu čerpání z vrtu identifikovány z hloubkového úseku 12,6 – 22,9 m.

Orientační hydrodynamickou zkouškou (3+2 dni) s odběrem podzemní vody v množství až 3,3 l/s, byly ověřeny vysoké hodnoty hydraulických parametrů (koeficient transmisivity $T=1,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, koeficient filtrace $4,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, jednotková specifická vydatnost 0,61 l/s.m). Vzorek podzemní vody odebraný v průběhu čerpací zkoušky má chemický typ CaMg-HCO₃. Voda je měkká ($T_{\text{celková}} 0,77 \text{ mmol/l}$), slabě kyselá (pH=6,54), s celkovou mineralizací 0,14 g/l, toxické kovy a mikro znečišťující organické látky ve vodě zjištěny nebyly. Zjištěný chemismus podzemní vody odpovídá obvyklému složení v této okrajové části pánevního prostoru s rychlým oběhem podzemní vody, bez patrného antropogenního vlivu.

Průzkumný vrt přinesl nové výsledky o charakteru sedimentů, jejich propustnostních parametrech, úrovni hladiny podzemních vod a její kvalitě v minimálně prozkoumané z. oblasti střední části třeboňské pánve, v blízkosti dílčí drenážní oblasti v prostoru na Z od rybníka Dvořiště.

Revizní karotážní měření zjistilo vyhovující technický stav průzkumného vrtu a vrt tak plně vyhovuje i pro dynamický odběr vzorku podzemní vody a lze jej plně využít pro monitorování úrovně hladiny a kvality podzemní vody v prostoru Velechvinského polesí v z. části rajonu.

2152_03T Kolence

Průzkumný hydrogeologický vrt je situován u křižovatky lesních asfaltových cest cca 3,35 km na JZ od Novosedel nad Nežárkou, v lesním porostu 1 km na S od hráze rybníka Rožmberk. Cílem průzkumného hydrogeologického vrtu bylo získat hydrogeologické a geologické údaje v oblasti na v. kraji pánevního prostoru, mezi toky Lužnice a Nežárky v minimálně prozkoumané oblasti na východním okraji střední části třeboňské pánve, ve výběžku sedimentů na V od hlavní erozní báze – Lužnice.

Tabulka 3-11. Základní litostratigrafická rozhraní průzkumného vrtu 2152_03T

hloubka (m)		Hornina	stratigrafické zařazení	hydrogeologický typ horniny
od	do			
0	0,5	hlína písčitojílovitá	kvartér	izolátor
0,5	24,5	rozpadavé pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace	svrchní křída	soubor kolektorů, poloizolátorů a izolátorů
24,5	26,0	rozložená rula	proterozoikum moldanubikum	izolátor

Průzkumný vrt věřil celkovou mocnost pánevních sedimentů 24,5 m ve v. okrajové části rajonu, na V od toku Lužnice, v prostoru s nízkou úrovní hydrogeologické prozkoumanosti Krystalinické podloží zastoupené rozloženou biotitickou rulou bylo zastiženo v hloubce 24,5 m. Sedimentární výplň je zastoupena svrchnokřídovým klikovským souvrstvím (šedé, béžové a rudohnědé pískovce, prachovce, jílovce) minimálním kvartérním pokryvem. Nejvýznamnější kolektor tvořený hrubozrnným pískovcem se nachází v hloubkovém rozmezí 6,7 – 9,4 m, další kolektory pak byly zastiženy v úseku 12,1 – 24,5 m. Vrt s aktivním úsekem 6,5 – 26 m je vystrojen PVC zárubnicemi DN 125 s jílocementovým těsněním do hloubky 6,35. Ustálená hladina podzemní vody zkoušeného kolektoru v úseku 6,5 - 26 m je napjatá s negativní výstupní úrovní. V průběhu průzkumných prací hladina podzemní vody pohybovala v rozmezí 425,53 – 424,53 m n. m. (3,41 – 4,41 m pod terénem).

Hydrokarotážní měření identifikovalo přirozené proudění podzemní vody z kolektoru v hloubkovém rozmezí 8,6 – 9,4 m do kolektoru v hloubkovém rozmezí 12,1 - 23,7 m v celkovém množství cca 600 l/den. Sestupné proudění podzemní vody ze svrchních do spodních kolektorů odpovídá umístění vrtu v infiltrační oblasti na východním okraji střední části Třeboňské pánve.

Orientační hydrodynamická zkouška s oděrem podzemní vody v množství až 0,48 l/s ověřila nízké hydraulické parametry (koeficient transmisivity $T=1,8 \cdot 10^{-5}$ m²/s, koeficient filtrace $9,0 \cdot 10^{-7}$ m/s, jednotková specifická vydatnost 0,041 l/s.m). Vzorek podzemní voda odebraný na konci čerpací zkoušky má chemický typ CaMg-HCO₃. Voda je měkká ($T_{\text{celková}} 0,50$ mmol/l), slabě kyselá (pH 6,74), s velmi nízkou celkovou mineralizací 0,098 g/l, toxické kovy a mikro znečišťující organické látky ve vodě zjištěny nebyly. Zjištěný chemismus vody odpovídá obvyklému složení podzemních vod v této okrajové části pánevního prostoru s rychlým oběhem, bez patrného antropogenního vlivu.

Revizní karotážní měření ověřilo vyhovující technický stav průzkumného vrtu a vrt je vhodný pro dynamické odběry vzorků vody a lze jej plně využít pro monitorování úrovně hladiny a kvality podzemní vody pánevních sedimentů ve v. okrajové části rajonu.

4. CHARAKTERISTIKA RAJONU

4.1. GEOLOGICKÁ STAVBA

Oblast HGR 2152 náleží střední nejmělejší části třeboňské pánve. Podloží pánevních sedimentů tvoří hrást' oddělující s. a j. hlubší části třeboňské pánve. Je tvořeno migmatity a granulity jihočeského moldanubika, kterým pronikají granity centrálního moldanubického plutonu. Krystalinikum vystupuje na povrch v podobě malých izolovaných ostrůvků.

Nejstarší sedimenty třeboňské pánve reprezentuje klikovské souvrství svrchnokřídového stáří. Rozsah mladších terciérních jednotek je výrazně menší a je omezen především na sedimenty mydlovarského a ledenického souvrství středně miocenního, resp. pliocenního stáří. Denudační relikt miocenního zlivského souvrství leží jak na horninách krystalinika, tak na sedimentech svrchní křídly.

Terciérní sedimenty jsou vázány svým vznikem a i dnešním rozsahem na tektonicky predisponovanou depresi směru SZ-JV až SSV-JJZ. Kvartérní sedimenty reprezentují zejména pleistocenní fluvialní terasami řeky Lužnice a Nežárky, které jsou vyvinuty v několika akumulacích stupních. Dále jsou přítomny povodňové hlíny, v menší míře splachové sedimenty a rašeliny.

4.1.1. STRATIGRAFIE A LITOLOGIE

PODLOŽNÍ JEDNOTKY

Moldanubikum

Podloží střední části třeboňské pánve je tvořeno migmatity a granulity jihočeského moldanubika, kterým pronikají granity centrálního moldanubického plutonu. Krystalinikum vystupuje většinou na povrch v podobě malých izolovaných ostrůvků. Větší rozsah povrchového výskytu granulitů je v z. části HGR 2152 u Líšova, kde se nachází granulity a granulitické ruly Líšovského prahu. Mezi Vlkovicemi a Štěpánovicemi vychází na povrch tektonicky omezená elevace tvořená granulity a dioritovými žilami, které jsou orientovány paralelně s SSV-JJZ zlomy. Při východním okraji HGR 2152 u Novosedel nad Nežárkou a Kolenců vystupuje komplex migmatitů protkaný intruzemi granitů a žilami amfibolitů. V průzkumném vrtu 2152_01T (Homolka a kol. 2015) byla zastižena silně kaolinizovaná, pravděpodobně původně biotitická pararula.

Variské vyvřeliny

Jsou zastoupeny vesměs drobnými tělesy, příslušejícími k moldanubickému plutonu. Jejich stáří je vzhledem k analogii v širším okolí pravděpodobně variské. V jihozápadní polovině rajonu tvoří podloží a okolí sedimentární výplně krystalinikum rudolfovské hrástě (migmatizované pararuly), granulity lišovského tělesa prostoupené vyvřelinami moldanubického plutonu – dvojslídne žuly ševětinského tělesa a tělesa dunajovické hory. Krystalinické podloží sedimentů a jejich sv. okolí je převážně zastoupeno migmatizovanými pararulami místy s hojnými vložkami amfibolitů, erlánů, kvarcitů, granulitů, na JV s tělesy dvojslídne žul.

V jižním okolí Ševětína vystupuje zpod pánevních sedimentů masívek dvojslídne granitu. Podle Suka et al. (1978) jsou však odpovídající granitoidy zastoupeny i v podloží třeboňské pánve dále k V, takže tvoří pokračování klenovského masívu v podloží křídových sedimentů na S od Ševětína, i v podloží lhotického permokarbonu. Kromě toho je celá oblast migmatizované pararuly až migmatitů prostoupena žilami granitoidů, aplitu a pegmatitu a četné žíly pronikají i do lišovského granulitu. Lze

se tedy domnívat, že v nevelké hloubce (nejvýše několika set metrů) pod krystalickými břidlicemi i pod lišovským granulitem vystupuje souvislé granitické těleso. V odkryté části ševětínského masívu se vyskytují dva typy granitoidů, které tvoří pruhy zhruba směru ZJZ-VSV.

Vnější pruh na SSZ při drahotešické dislokaci a sz. část hlavního tělesa mezi Vitínem a Mazelovem je tvořen kataklastickým biotitickým granitem tzv. "ševětínským granodioritem". Vnitřní pruh (jv. část tělesa) tvoří drobozrný až středně zrnitý dvojslídový granit. Vrána (1987, 1988) do prostoru ševětínského masívu umístil centrální elevaci předpokládaného meteoritového kráteru a popsal v horninách projevy šokové metamorfózy.

Žilné granity (žuly), podobně jako pegmatity a aplopegmatity, náležejí k horninám nejasné provenience a jsou nejspíše projevem pozdních fází variského plutonismu.

Perm

Na území HGR 2152 zasahuje svým sz. výběžkem příkopová propadlina tzv. Lhotický permokarbon u stejnojmenné obce a u Červeného Újezda. Je součástí nesymetrické synklinály zakleslé na radiálních zlomech do krystalinika. Jsou v něm rozlišována tři souvrství: spodní, střední a svrchní. Z permokarbonských sedimentů se vyskytují prachovce, pískovce a jílovce s polohami karbonátů a antracitovými slojkami. Dosahují celkové mocnosti až první stovku metrů (Suk et al. 1978).

SVRCHNÍ KŘÍDA

Klikovské souvrství

Souvrství klikovské je vertikálně, tak horizontálně nejrozšířenějším členem pánevní výplně HGR 2152. Relikty tohoto souvrství dokumentují jeho značný původní rozsah, který překračoval dnešní převážně tektonické hranice pánevní výplně. Maximální mocnosti dosahuje za j. hranicí rajonu v sousedním HGR 2140, kde u Břilic bylo vrtem zjištěno 145 m těchto sedimentů. Směrem k S dochází ke zmenšování mocnosti sedimentů. Klikovské souvrství lze rozdělit na spodní a svrchní oddíl, které se od sebe odlišují litologickým i floristickým obsahem.

Spodní oddíl tvoří převážně šedé až tmavo-šedo-fialové, místy rudě skvrnitě jemně písčité jílovce a šedé nezřetelně vrstevnaté jemnozrné pískovce a siltovce, místy s hojnými úlomky zuhelnatělých rostlin. Na bázi tohoto souvrství se nachází bělavé křemenné slepence. Uvedené typy sedimentů se v celé mocnosti mnohonásobně opakují v řadě cyklů, někdy neúplných (sedimentace nepravidelně cyklická – Slánská 1967). Na povrch vystupují tyto uloženiny pouze u sv. hranice rajonu na pravém břehu Nežárky. Jejich zjištěná mocnost zde činí necelých 20 m (Malecha a kol. 1969). Na území převládají sedimenty vyššího oddílu klikovského souvrství. Jejich styk s podložními vrstvami spodního oddílu je plynulý. Vyznačují se větší pestrostí sedimentačních typů, než má oddíl nižší, od něhož se odlišují především hrubozrnějším vývojem světlých písčitých vrstev a nepřítomností tmavošedých pískovců, hrubozrnějším vývojem světlých písčitých vrstev a nepřítomností tmavošedých pískovců, bohatých na tmavou slídu a organickou zuhelnatělou drť (Slánská 1967).

V území z. od dunajovické hrástě převládají křemenné světlé písky a štěrky, pískovce, ojediněle s polohami štěrků nebo slepenců bílého, bělavě šedého, žlutohnědého, okrově hnědého i rezavě hnědého, místy rudého zabarvení. Jsou nestejně zrnité, často s drobným štěrkem, místy přecházejí až ve slepence různého stupně zpevnění. Pískovce mají malé množství kaolinického pojiva nebo limonitického, příp. hematitového tmelu. Přítomnost značnějšího množství železitého tmelu se projevuje kromě tmavších odstínů často značným zpevněním; zpravidla jde o pískovce nebo i slepence tmavě rudého zabarvení, převážně s deskovitou až lavicovitou odlučností, mnohdy římsovitě

vystupující. Pro území podél dunajovické hrástě a zejména v. od ní je charakteristická převaha pestrých, bělavých, okrových, nažloutlých až rudých, často skvrnitých jílovců až siltovců, většinou nezřetelně vrstevnatých a kaolinických. Zrnitostní složení jílovců bývá často variabilní, písčité jílovce nebo prachovce přecházejí až v jílovité pískovce.

Přes velký plošný rozsah nepřesahuje mocnost uloženin svrchního oddílu klikovského souvrství v. od řeky Lužnice 10-15 m. Ve všech reliktech tohoto území je jejich mocnost poměrně shodná (Malecha 1969), kolem 10 m. Větší mocnost lze očekávat jz. a j. od Novosedel nad Nežárkou, kde vertikální rozsah klikovského souvrství narůstá od SZ k JV. V jižní a zejména jv. části zájmového území se pohybují mocnosti svrchního oddílu klikovského souvrství od 60 m do 90 m na s. okraji.

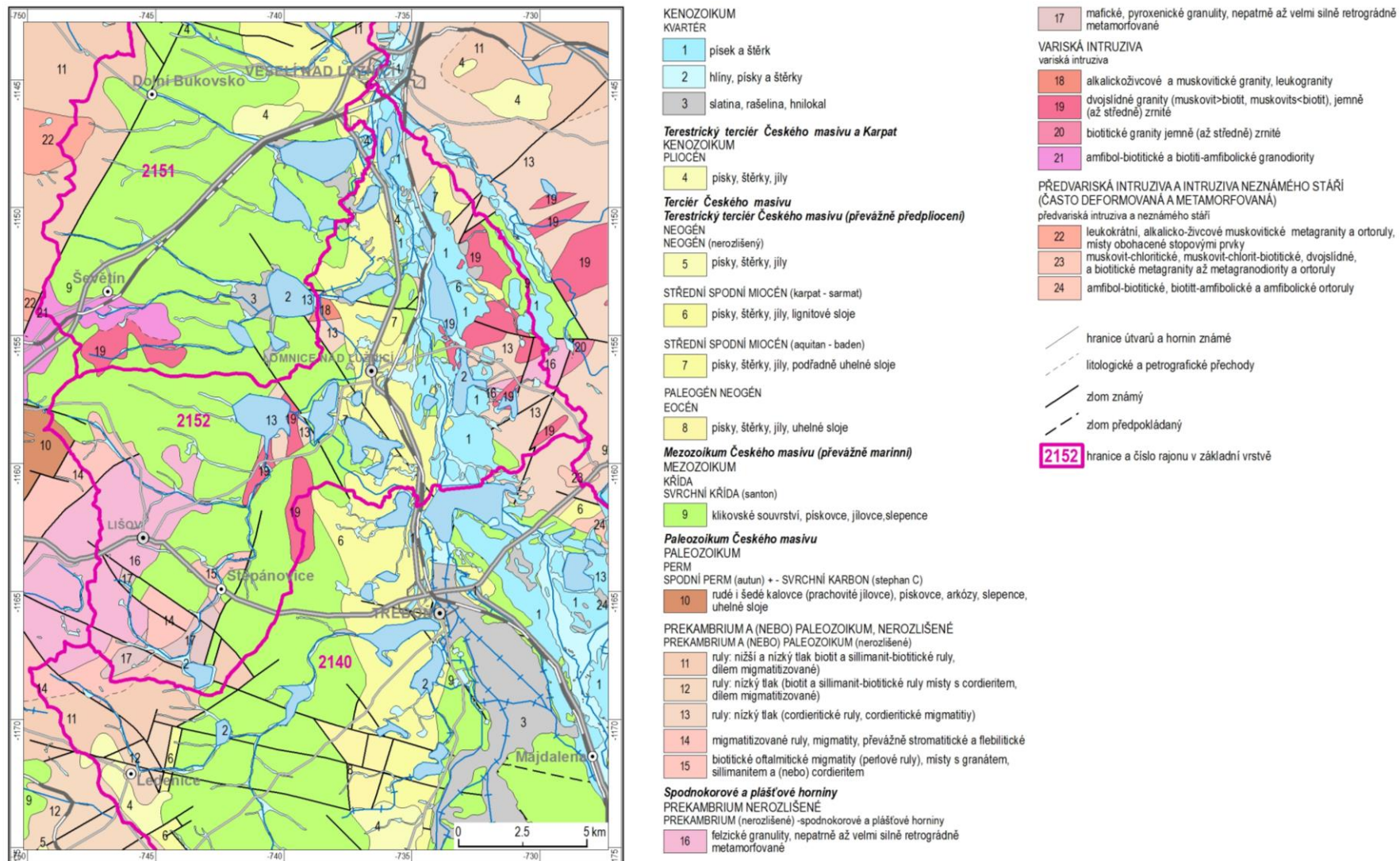
Sedimenty klikovského souvrství mají vcelku jednotvárné minerální složení (Slánská 1967), v němž jako hlavní složky vystupují křemen, živce, většinou draselné (ortoklas, často perthitický a mikroklin, plagioklasy jsou vzácnější), slídy, zejména biotit, dále jílovitá hmota a autigenní siderit. V malém množství je zastoupen chlorit a úlomky hornin. V asociaci těžkých minerálů (Slánská 1967) naprosto převažuje vždy přítomná složka zirkon a turmalín, u nichž je patrná jistá vzájemná kvalitativní závislost. Dále se uplatňují rutil, disten a opakní minerály, v menší míře jsou zastoupeny apatit, andalusit a granát. Akcesorie tvoří obvykle amfibol, minerály skupiny epidotu, monazit, sillimanit a staurolit. Obrázek 4-1 ukazuje geologické poměry HGR 2152 včetně jeho širšího okolí.

V rámci projektu proběhlo vyhloubení 3 průzkumných hydrogeologických vrtů, které prošly až do podloží klikovského souvrství. Tyto vrty ověřily redukovanou mocnost výplně střední části třeboňské pánve. Ve vrtu 2152_01T Ponědrážka bylo ve většině části sledu, který činí 47,5 m zastiženo střídání písčitých jílovců a jílovitých pískovců centimetrových až decimetrových řádů, v nejspodnější cca 7 m sledu převažují hrubozrné arkóзовé pískovce s podřízenými vložkami jílovců a zcela ojedinělých poloh železitých slepenců (Homolka a kol. 2015). Podobný vývoj byl zachycen ve vrtu 2152_03T Kolence, kde mocnost klikovského souvrství činila 24,5 m. Bylo zde zachyceno střídání jílovců a prachovců s podřízenými vložkami jílovitých pískovců, pouze spodních 4,5 m mocnosti mělo písčitéjší charakter (Homolka a kol. 2015). Vrtem 2152_02T Velechvín byly zachyceny pískovce především ve vyšší části litologického sledu. Směrem do podloží dochází k nárůstu podílů jílovců. Celková mocnost sedimentů klikovského souvrství zde dosáhla 29 m (Homolka a kol. 2015). Obrázek 4-2 ukazuje izolinie báze výplně třeboňské pánve v HGR 2152.

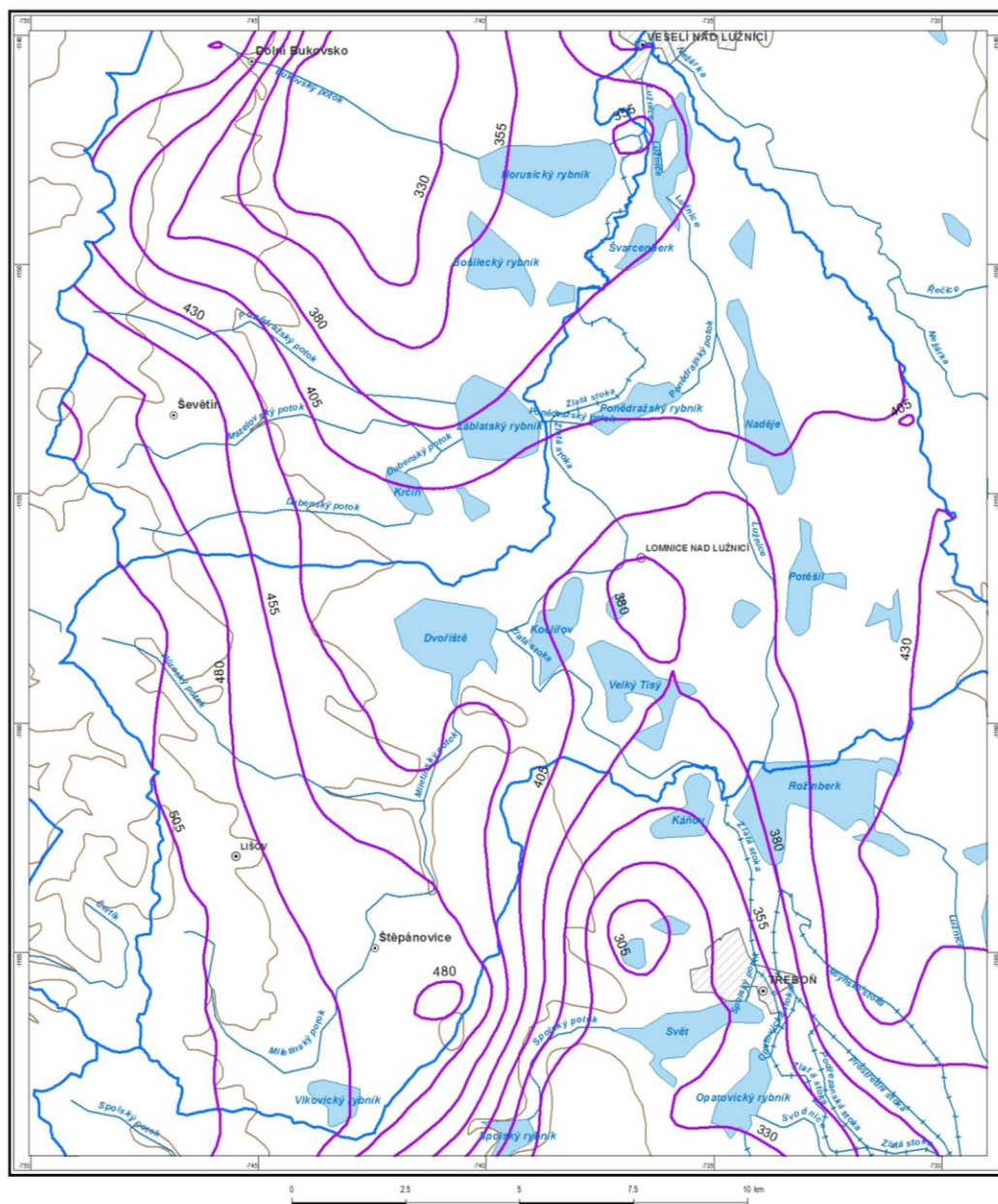
TERCIÉR – NEOGÉN

Zlivské souvrství

Jeho sedimenty se zachovaly jako relikty převážně v okolí Klece a v území mezi Lomnicí nad Lužnicí, rybníkem Koclířov a Přesekou. Dále byly zastiženy ve vrtech podél jv. hranice rajonu. Transgredují jak na křídové sedimenty, tak i mimo vlastní pánevní oblast – přímo na krystalinikum. Ve všech případech se vyskytují v podloží souvrství mydlovarského, od kterého jsou odděleny hiátem. Jejich průměrná mocnost se pohybuje většinou mezi 15 až 20 m, maximálně do 40 m. Pro zlivské souvrství je charakteristické silné prokřemenění slepenců, což způsobuje značnou odolnost těchto hornin vůči zvětrávání. Tato vlastnost se uplatňuje významně v morfologii tvorbou hřbetů a elevací.



Obrázek 4-1. Geologická mapa HGR 2152



Obrázek 4-2. Izoliniový model báze sedimentů třeboňské pánve v HGR 2152

Bazální polohy zlivského souvrství jsou tvořeny zelenavými, šedozelenými, zpravidla silně hrubě písčitémi, více nebo méně silicifikovanými a porézními jíly s kolísavým množstvím klastické složky. Na bázi této polohy se někde vyskytují slepence s valouny velkými asi 10 cm a jílovito-křemitým pojivem. V minerálním složení klastické složky se uplatňují křemen, živce a muskovit. Jílovitá hmota je tvořena kaolinitem, tmel je zpravidla limoniticko-křemitý. Nadloží jílů vytvářejí šedozelenavé, rezavě skvrnitě silicifikované jílovité, nevytříděné, porézní, středně zrnité až hrubozrné pískovce až slepence. Jejich zpravidla intenzivnější prokřemenění bývá často provázeno proželezněním, přičemž železitý tmel představují ooidy jemnozrných agregátů limonitu, koncentricky narůstajících kolem křemenných zrn (Slánská 1967). Hlavním minerálem slepenců (Slánská 1967) je křemen, v malém množství živce (většinou ortoklas) a muskovit. Z akcesorických minerálů byl zjištěn turmalín, zirkon, disten, rutil, granát, monazit, anatas a epidot. Jílovitá hmota, tvořená kaolinitem, je inkrustována křemitým tmelem, příp. limonitem. Nedostatek paleontologických důkazů neumožňuje přesnější

stratigrafické zařazení zlivského souvrství. Podle pozice v podloží mydlovarského souvrství, řazeného do konce karpátu až badenu, případně sarmatu, lze usuzovat, že začátek sedimentace zlivského souvrství odpovídá časově spodnímu miocénu (Dornič a kol. 1962) až karpátu.

Domanínské souvrství

V nadloží svrchní části mydlovarského souvrství vystupuje maximálně 20 m mocný komplex pestrých jemně písčitých jíílů, diatomových jíílů a jíílovitých písků, modrozeleného, a hnědošedého zabarvení, které jsou často, hlavně při bázi, prokřemenělé. Místy se vyskytují další vložky tmavě šedých až černohnědých uhelných diatomových jíílů. Jejich plošný rozsah je vázán na tektonicky omezenou poklesovou oblast mezi Břilicemi, Přesekou, Lužnicí a Lomnicí nad Lužnicí. Směrem k S se jejich mocnost zmenšuje. Byly zjištěny ve vrtu L-XI, ve starších vrtech VL-16 a VL-12. Také sedimenty ve vrtu L-II u Lomnice nad Lužnicí a L-XII u Přeseky, jehož i v širším okolí těchto obcí, patří již k mladšímu sedimentačnímu cyklu, než je mydlovarské souvrství, a je možno je považovat za ekvivalent domanínského souvrství. Autochtonní diatomová flóra v nich zjištěna nebyla, avšak obsahují sekundárně přemístěnou drť rozsivek z podložního mydlovarského souvrství.

Ledenické souvrství

Z průzkumných vrtů u Přeseky byly v intervalu 1,50-14,20 m v nadloží domanínského souvrství zjištěny sedimenty připomínající nejmladší jednotku jihočeských pánví, souvrství ledenické. Litologicky jde o zelenavě šedé, šedé, hnědošedé, modravě šedé, místy rezavě hnědě šmouhované jííly, místy slabě vápnité, slabě jemně slídnaté, v některých polohách jíílovité. Ojedinele se vyskytují zrna do 3-5 mm. Sedimenty obsahují polohu šedého křemenného písku a polohy uhelného jíílu.

Tyto sedimenty vystupují na povrch pouze v plošně omezeném úseku s. od výběžku Horusického rybníka. Převládají zde šedozelené, šedé a rezavě skvrnité, silně písčité tuhé jííly, střídající se s polohami jíílovitých písků až rozpadavých pískovců, drobnozrnných až středně zrnitých a jemně slídnatých. Horniny mydlovarského souvrství tu nasedají na svrchnokřídový podklad.

KVARTÉR

Fluviální pleistocenní sedimenty tvoří téměř souvislý lem podle toku Lužnice, který je částečně překryt fluviálními holocenními akumulacemi. Mají charakter hrubozrnných křemeno-živcových šterkovitých písků. Velikost křemenných zrn se pohybuje většinou do 1 cm, ojedinele až 5 cm, živcová zrna dosahují velikosti max. 2 cm. Častá jsou kaolinizovaná živcová zrna o velikosti do 0,5 cm (Dornič et al. 1990). Mocnost akumulací se pohybuje do 3 m (Muller a kol. 1996).

V oblastech V a S od Frahelže jsou vyvinuta rašeliniště s organickými sedimenty, kde převládají ostřico-mechové a ostřico-rákosové humolity. Tyto oblasti jsou charakteristické hladinou podzemní vody v blízkosti povrchu.

Spraše a sprašové hlíny tvoří zpravidla nesouvislé pokryvy na plošinách J od Lomnice na Lužnici nebo JV od obce Hvozdec v j. části rajonu. Plošně rozsáhlejší sprašový pokryv je dokumentován V od Lišova. Spraše jsou většinou nevápnité a zrnitostně velmi proměnlivé. Místy laterálně přecházejí do polygenetických sedimentů s příměsí drobně úlomkovitého materiálu. Mocnost spraší většinou nepřesahuje 2 m (Dornič a kol. 1990).

Holocenní fluviální sedimenty jsou vázány na území dnešní údolních niv Lužnice a dalších vodních toků. Mají charakter písků, hlín a jíílů s vertikálními i laterálními přechody mezi jednotlivými litotypy

a představují svrchní poloizolátor spočívající v nadloží sedimentů třeboňské pánve, případně údolní terasy Lužnice. Mocnosti těchto akumulací se pohybuje v řádu prvních metrů.

Svahové, většinou soliflukční sedimenty tvoří hlinité písky a jíly s drobnými úlomky hornin. Jsou zachovány v plošně malých výskytech v úpatních částech svahů, příp. lemují břehy nivy vodních toků. Dosahují mocnosti 1 až 3 m. Po stránce litologické se jedná o přemístěné zvětraliny podložních hornin, které jsou obohaceny o humózní příměs. Podobnou litologickou charakteristiku vykazují splachové sedimenty vyplňující periodicky protékaná údolí, ústící do niv vodních toků.

4.1.2. STRUKTURNÍ STAVBA

Charakteristickým rysem podložního krystalinika je monoklinální upadání foliace k S až SSZ, která se generelně shoduje s původní vrstevnatostí. Průniky granitů souvisí převážně se zlomovou tektonikou. Pohyby na těchto zlomech jsou však i mladší a výrazně ovlivňovaly paleogeografii během formování třeboňské pánve. Zlomy s.-j. směru daly vzniknout dunajovické hrásti tvořící hřbet s výskyty krystalinika ve střední části rajonu, která se projevovala během sedimentace ve svrchní křídě a částečně i během terciéru. Významným systémem dislokací, které ovlivňují geometrii sedimentární výplně, jsou zlomy směru SZ-JV, ZSZ-VJV až Z-V. Pohyby na těchto zlomech se projevovaly postupně a byly zčásti vyrovnávány sedimentací. Východní okraj pánve je patrně ovlivněn předterciérním zlomovým systémem směru SZ-JV, který vytváří hřbet oddělující hlavní část pánve na Z od reliktu v údolí Nežárky na V. Ve vývoji neogenních sedimentů jsou nejvýznamnější ty tektonické směry, které se shodují se směry největších mocností pánevních sedimentů. Jedná se především o zlomy směru SSV-JJZ (směr blanické brázdy) jako je drahotěšický zlom (Ambrož V. 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. Drahotěšický zlom je nepochybně velmi starého založení a později mnohokrát ožívovaný. Drahotěšický zlom odděluje v j. části moldanubické krystalinikum nejen od sedimentů třeboňské pánve, nýbrž i od výběžku variského ševětinského žulového masívu. Pro širší území má podle Dudka a Suka (in Dornič J. a kol 1962) zásadní význam, že v zóně mezi Dolním Bukovskem a Úsilným odděluje rozdílně metamorfované jednotky moldanubika. V úseku s. od Dolního Bukovska v sousedním HGR 2151 se drahotěšický zlom noří pod senonské sedimenty třeboňské pánve a stává se tak obtížněji sledovatelným. Z porovnání hloubek archivních 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 nepochybně představuje pokračování drahotěšického zlomu k SSV, dochází k výraznému prohloubení svrchnokřídové pánve směrem k V.

Vedle dislokací systému blanické brázdy, jeví se v nynějším tektonickém schématu studovaného území (vzhledem k radiálním pohybům v nejmladších fázích saxonské tektogeneze) jako relativně nejstarší, hrají ve stavbě území významnou roli též zlomy příslušného „párového“ (kolmého) systému směru ZSZ-VJV. Stejně jako zlomy systému blanické brázdy, byly neustále ožívovány, takže se nám dnes jeví z hlediska jejich funkce i vlivu na morfologii terénu jako relativně nejmladší. Také jejich charakter je ve srovnání s ostatními poruchovými systémy poněkud odlišný: lze jej sledovat na značné vzdálenosti, a to do určité míry i v území krystalinika, jak o tom svědčí 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. Z toho lze usuzovat, že tyto rozdíly se průběžně vyrovnávaly v následujících obdobích zvrtnými kernými pohyby, především v tektonicky nejživějších úsecích pánví.

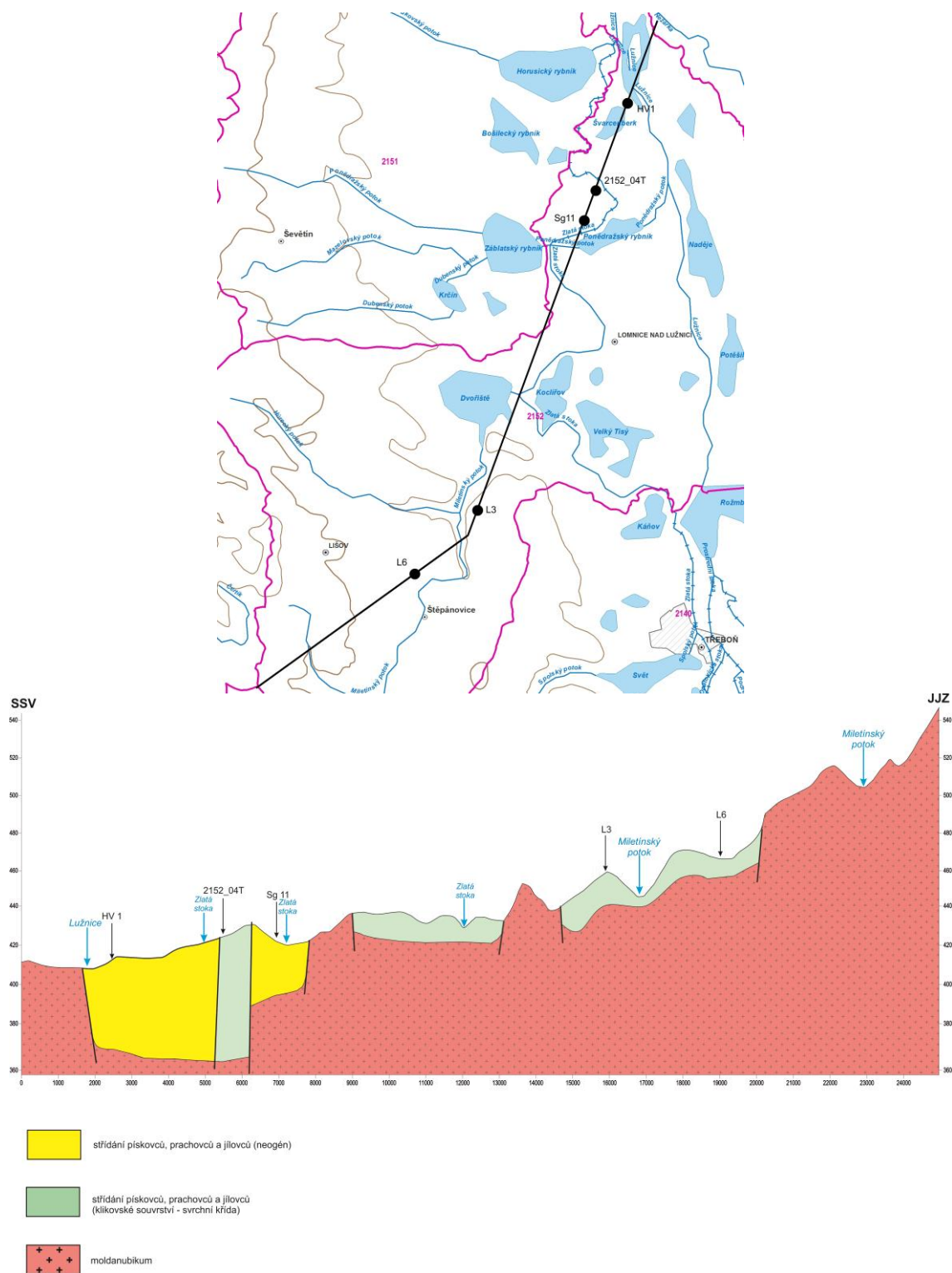
Velmi mladou funkci zlomů obou uvedených systémů dosvědčují náhlé rozšíření údolní nivy potoků a značné zvětšení mocnosti povodňových hlín těsně za tektonickým okrajem pánve při v. okraji Dolního Bukovska, který zde představuje hranici mezi oblastí eroze a akumulace a anomálie v morfologii údolní nivy Bukovského potoka v úseku v. od drahotěšického zlomu: potok zde tekl ve svých mocných nánosech v úrovni převyšující o několik metrů jen asi 100-150 metrů vzdálenou vz. depresi, jejíž vznik je možno spojovat se subrecentními až recentními pohyby na významném bukovském zlomu zsz.-vjv. směru a erozí, která je doprovázela.

Dislokace patrně nejvýznamnějšího tektonického systému v oblasti jihočeských pánví směru SZ-JV výrazně ovlivňují geometrii pánevních okrajů v daném území. Tyto zlomy byly též ožiovány během celé saxonské tektogeneze až do současné doby. Z hlediska projevů nejmladších fází této tektogeneze je můžeme v našem území klasifikovat jako relativně mladší ve srovnání s poruchami systému blanické brázdy, avšak starší nežli oba zbývající zlomové systémy (SV-JZ a ZSZ-VJV).

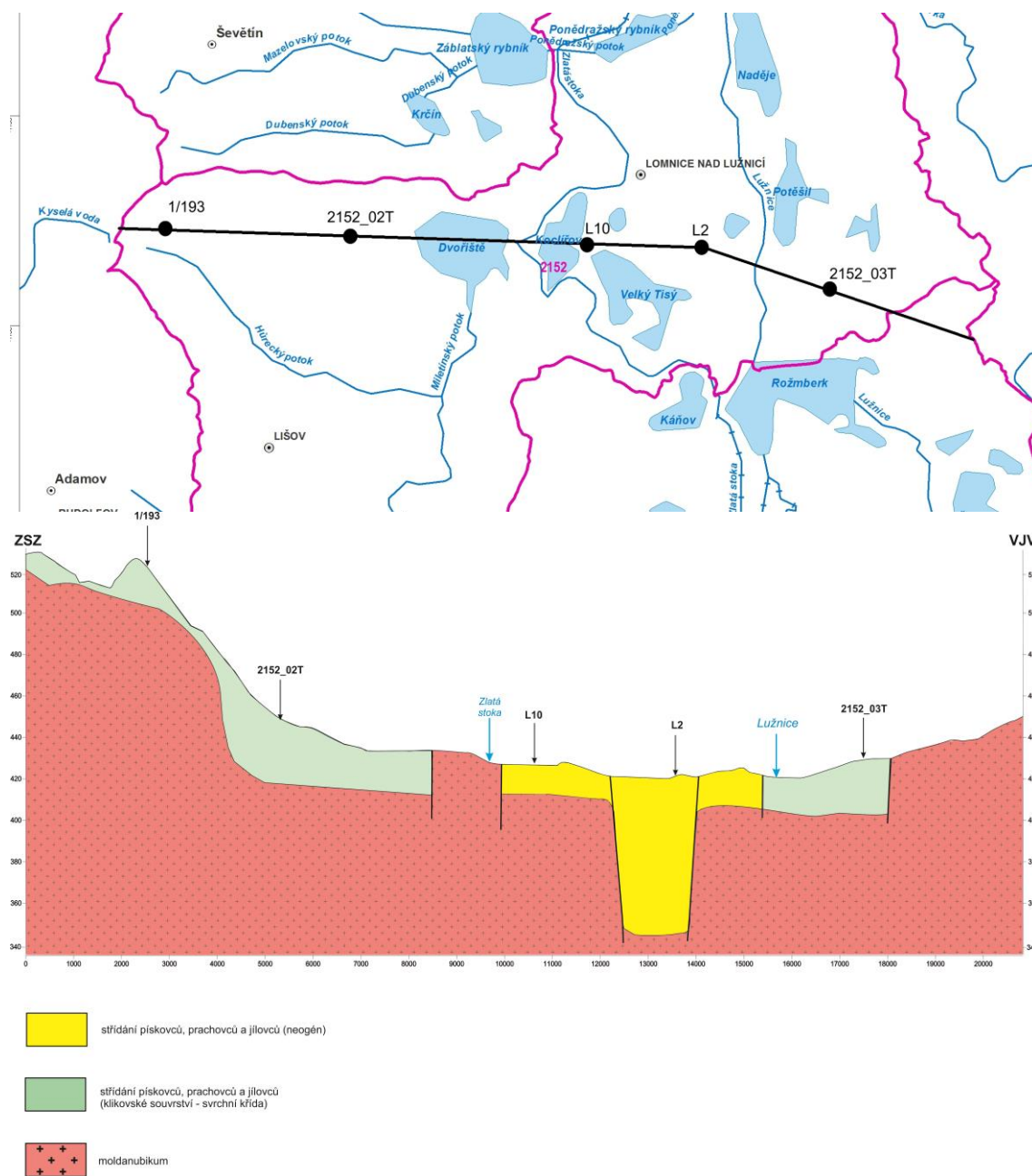
Zlomy příslušného kolmého směru SV-JZ se zdají hrát v tektonické stavbě území již podřadnější roli. Lze je zachytit jednak na okraji senonské pánve v úsecích uvnitř pánve, kde tvoří hranici mezi horninami svrchní křídly a neogénu. Smysl jejich úklonu nebývá jednotný v celém jejich průběhu a zřejmě se měnil i v jednotlivých obdobích vzniku a vývoje pánevních sedimentů.

Dnešní tvar třeboňské pánve byl vytvořen mladými tektonickými pohyby v období po pliocenní sedimentaci. Tehdy došlo k relativnímu vyzvednutí krystalinika Lišovského prahu a současně k poklesu českobudějovické pánve proti třeboňské zhruba o 50 – 100 m. Původní strukturní pojetí třeboňské pánve vykazovalo velké množství zlomových struktur, které tuto pánev rozčleňovaly do mnoha malých segmentů. Některé vymezené zlomové struktury se však jeví problematické, nemají oporu v geologických, hydrogeologických a ani geomorfologických datech.

Na základě vrtných dat a morfotektonické interpretace distančních dat byla redukována původní zlomová síť a vytvořen model báze výplně pánve, která ve starších podkladech vykazovala značnou hustotu zlomů, přitom neměly geologické opodstatnění. V této souvislosti došlo na některých místech k dílčímu upřesnění stávajících hranic rozsahu výplně. Oproti původním podkladům byly na základě vrtných dat a morfotektonické interpretace distančních dat redukována zlomová síť. Geologická stavba byla ověřena 3 průzkumnými vrty, které prokázaly daleko menší mocnosti sedimentární výplně než v ostatních částech pánve. Vrty zachytily sedimenty klikovského souvrství v mocnosti 24,5 m ve vrtu 2152 _03T Kolence, 29 m ve vrtu 2152 _02T Velechvín a 47,5 m ve vrtu 2152 _01T Ponědrážka. Litologický vývoj sedimentů je podobný vývoji v ostatních částech pánve. Ani v jednom vrtu nebyly zachyceny miocenní sedimenty potvrzující jejich omezený plošný rozsah.



Obrázek 4-3. Zjednodušený geologický řez HGR 2152 mezi Veselím nad Lužnicí a Zvíkovem

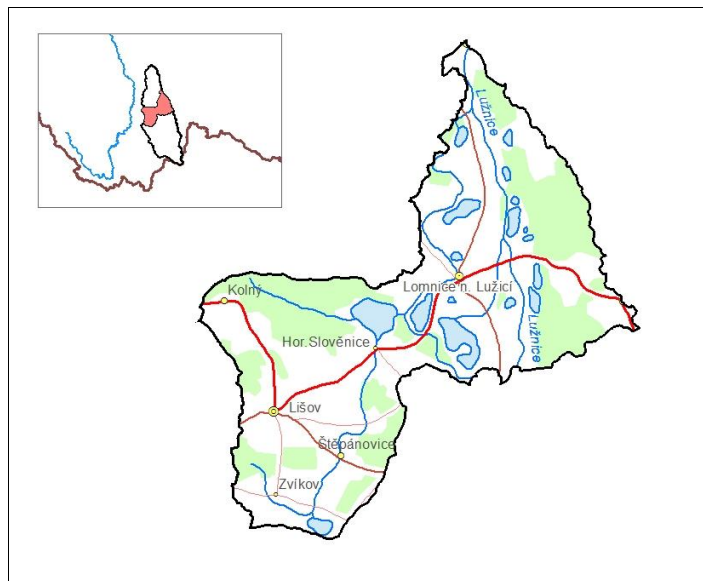


Obrázek 4-4. Zjednodušený geologický řez HGR 2152 mezi Kolněm a Mladou

4.2. HYDROLOGIE

Nadmořská výška treboňské pánve se pohybuje mezi 420 a 500 m n. m. Území patří do mírně teplé oblasti s roční průměrnou teplotou vzduchu mezi 7 a 8 °C. Střední roční úhrn srážek (medián) ve stanici ČHMÚ Borkovice z let 1970 až 2011 se pohybuje okolo 604 mm. V roce 2011 byl roční srážkový úhrn 675 mm. Celé území rajonu náleží do povodí řeky Lužnice. V zájmovém území jsou přírodní odtokové poměry ovlivněny soustavou rybníků propojených řadou náhonů a stok vytvářených již od 16. století.

Situace a popis říční sítě rajonu ukazuje obrázek 4-4. Plocha HGR 2152 je drénovaná hlavním tokem Lužnice a jejími přítoky: od J Miletínským potokem a Borovým potokem (rybník Dvořiště).



Obrázek 4-5. Situace říční sítě

Pro stanovení srážko-odtokových vztahů rajonu byla převzata archivní data o srážkách a odtocích z ČHMÚ. Základní data o srážkoměrných stanicích uvádí tabulka 4-1 a jejich pozice obrázek 4-6.



Obrázek 4-6. Pozice srážkoměrných stanic

Tabulka 4-1. Základní údaje o srážkoměrných stanicích

Číslo	Lokalita	Doba měření
900074, 900075	Třeboň (Lužnice)	1.5.2005 - 2014
900072, 900073	Třeboň (Kolence)	1.5.2002 – 30.4.2005

V území rajonu se nenachází žádná vodoměrná stanice státní pozorovací sítě povrchových vod, kterou provozuje ČHMÚ. Nejbližší stanice situovaná mimo území rajonu je na Bechyňském potoce ve Veselí nad Lužnicí (V-12). Průtoky na Bechyňském potoce (vdč. 12) uvádí tabulka 4-2. Pro výpočty byla použita režimní data z vodoměrných stanic ČHMÚ, data z dvouletého režimního měření na účelových vodoměrných stanicích provozovaných VÚV a měření PPP na vybraných tocích.

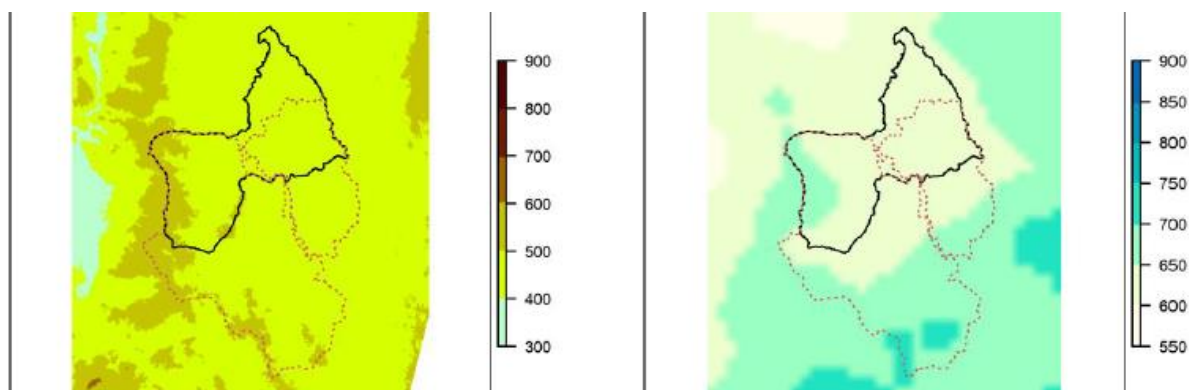
Tabulka 4-2. Základní údaje o průtokoměrných stanicích

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

PROMĚNLIVOST SRÁŽEK NA PLOŠE RAJONU

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 4-3 až 4-5. Údaje o nadmořských výškách a plošné distribuci srážkových úhrnů v hodnoceném rajonu jsou na obrázcích č. 4-6 a 4-7.

Ze srovnání hodnocených období vyplývá, že průměrná teplota vzduchu v rajonu roste, což prokazuje statisticky významný trend s gradientem 0,03 °C/rok s počátkem v roce 1963. U průměrného ročního úhrnu srážek nebyl mezi obdobími 1981-2010 a 2001-2010 zjištěn statisticky významný trend.



Obrázek 4-7. Výškopis HGR 2152 (m n. m.) Obrázek 4-8. Průměrné roční srážkové úhrny v 1981-2010 (mm/rok)

Tabulka 4-3. Vývoj srážkových úhrnů

	1961-1980	1981-2010	dif.(-)	2001-2010	dif.(-)
	(mm)	(mm)		(mm)	
HGR	645,82	655,65	1,02	720,53	1,10
mezipovodí Lužnice (Frahelž)	647,88	660,20	1,02	733,59	1,11

Tabulka 4-4. Vývoj teploty vzduchu

	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(m)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR	7,34	8,12	0,78	8,48	0,36
mezipovodí Lužnice (Frahelž)	7,28	8,05	0,77	8,40	0,35

Zpracování korelace dlouhodobých časových záznamů kolísání hladiny podzemní vody a separace základního odtoku sloužilo k vyhledávání reprezentativního vrtu s dlouhodobým pozorováním hladiny podzemní vody v dílčím povodí rajonu, ke kterému by byly vztaženy výpočty základního odtoku. Pro každou časovou řadu základního odtoku se hledal charakteristický měřený vrt, jehož kolísání hladiny podzemní vody je korelováno s kolísáním podzemního odtoku. Na reprezentativním vrtu se ověřoval vztah mezi změnami hladiny podzemní vody a základního odtoku. K dvojici bylo definováno území, které reprezentuje. Korelace byla testována na hodnotách základního odtoku podle různých metod a v případě pozitivních výsledků se hledaly možné příčiny vyplývající z vlastností hydrogeologické struktury (např. více kolektorový systém, velké rozdíly mezi hydrologickými a hydrogeologickými souvislostmi), ale také charakteristiky povodí, sledované reprezentativním profilem (hlavně z hlediska možných ovlivnění průtoků).

Stanovení odtoku podzemní vody v třeboňské pánvi označil Polák (2012) jako nejednoznačné.

V roce 2007 byl ve VÚV realizován v programu BILAN hydrologický model pro oblast budějovické pánve (HGR 2160), který stanovil průměrný základní odtok na úrovni 1080 l/s, což při rozloze pánve cca 450 km² představuje 2,4 l/s.km². Při předpokladu analogické tvorby přírodních zdrojů v budějovické a třeboňské pánvi a přibližně stejných srážkových úhrnech, je možné předpokládat, že průměrná srážková infiltrace v modelovém regionu R5 (celá třeboňská pánev) bude dosahovat celkové hodnoty cca 2430 l/s.

Na základě výše uvedených úvah (Polák 2012) byla zvolena plošně variabilní srážková infiltrace o celkové průměrné hodnotě 2,4 l/s.km². Předpokládá se, že cca 50 % veškeré infiltrované srážkové vody odtéká velmi rychle k nejbližší drenážní bázi vrstvou kvartérních sedimentů a zvětralin aniž by vstupovala do mělkého či hlubokého oběhu probíhajícího v rámci pánevních sedimentů.

MĚŘENÍ POSTUPNÝCH PROFILOVÝCH PRŮTOKŮ NA TOCÍCH

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 zcela 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, směr proudění podzemní vody, preferenčních cest proudění apod.) rajonu pro potřeby koncepčních i matematických modelů.

Přehled provedených měření PPP v rámci projektu je uveden v tabulce 4-5 a schematické vyjádření pozice měřených úseků je na obrázku 4-9. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometrůžce měřeného toku a na ploše povodí jsou na obrázcích 4-10 až 4-13.

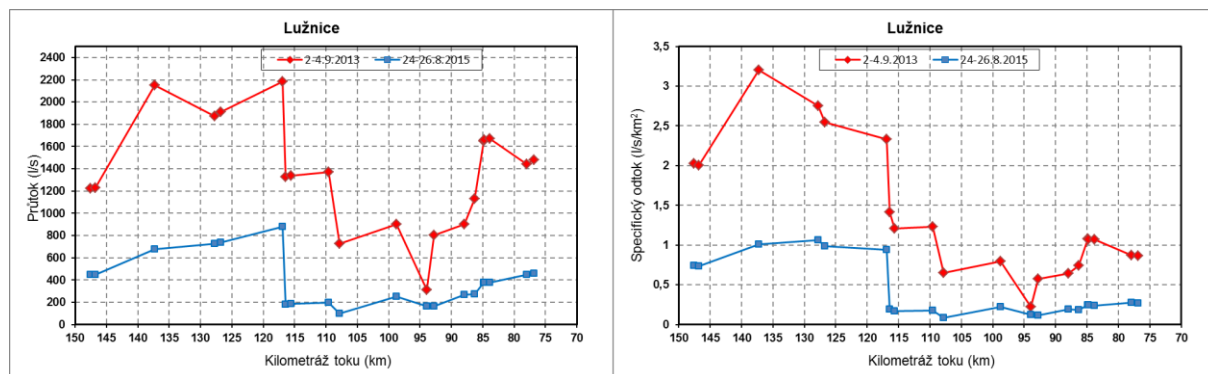
Tabulka 4-5. Přehled provedených měření PPP

Vodní tok	Datum měření	Počet měrných profilů	Poznámka
Lužnice	2.-4.9.2013; 24.-26.8.2015	10	+ 10 součtových bodů
Miletínský potok	30.8.2013	3	+ 2 součtové body

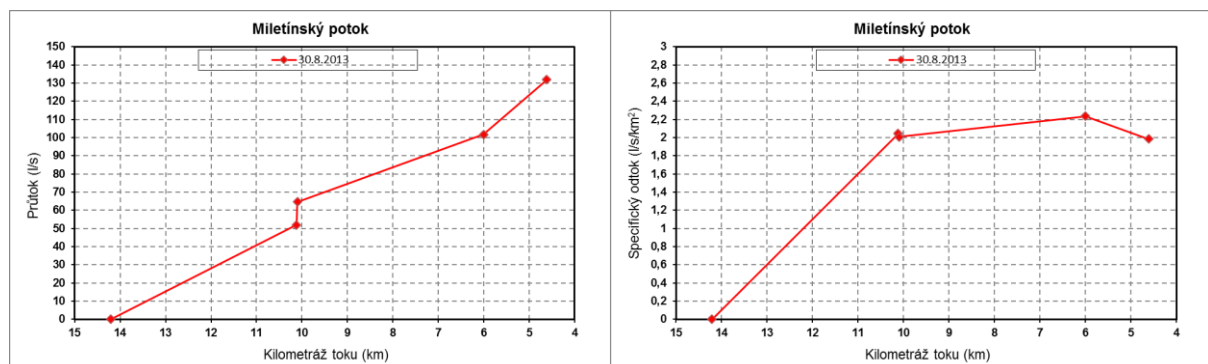
● měřené body PPP



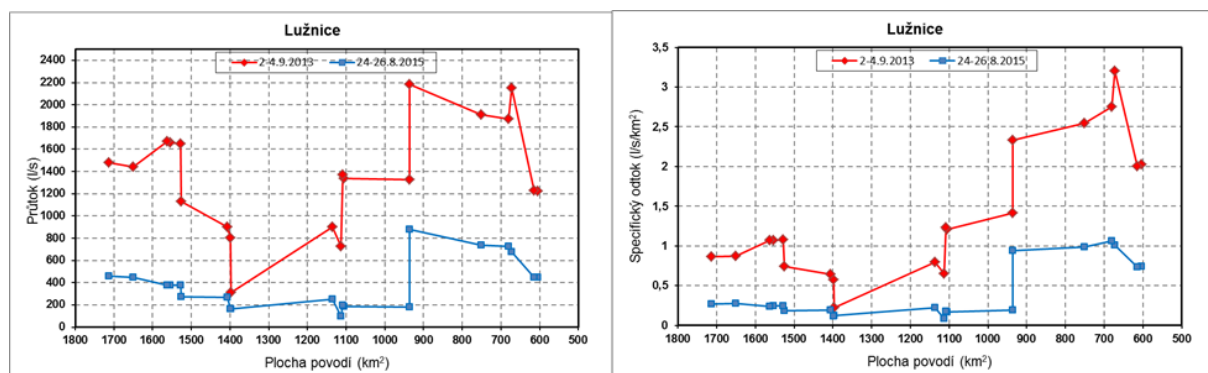
Obrázek 4-9. Pozice provedených měření PPP



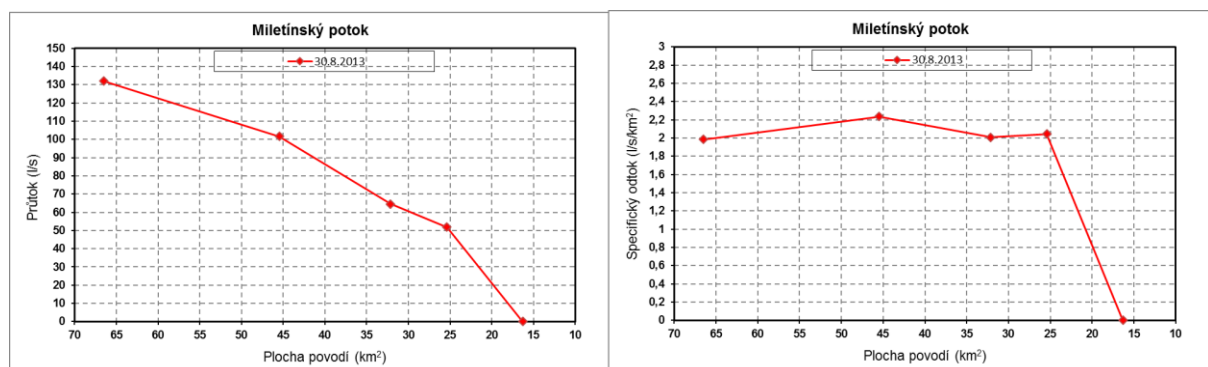
Obrázek 4-10. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometráži měřeného toku Lužnice



Obrázek 4-11. Průtoky a specifický odtok v závislosti na kilometráži měřeného toku Miletinský potok



Obrázek 4-12. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Lužnice



Obrázek 4-10. Průtoky a specifický odtok v závislosti na ploše povodí toku Miletinský potok

Lužnice

Měřený úsek Lužnice je ohraničen ř. km 146,8 (Nová Ves, 597,1 km², 1-07-02-002) a ř. km 76,95 (silniční most, Veselí nad Lužnicí, 1-07-02-076). Měřená oblast spadá do dvou hydrogeologických rajonů: 2140 Třeboňská pánev – jižní část a 2152 Třeboňská pánev – střední část. K přechodu mezi rajony dochází nad ř. km 94. Profil Nežárky leží v rajonu 6510 Krystalinikum v povodí Lužnice.

Profily byly vybrány z profilů s existujícím měřením, a to tak, aby postihly daný úsek včetně přítoků. Celkově se jednalo o 10 profilů Lužnice, zbytek tvořily přítoky, rozdělovací objekty a jeden profil na Nežárce. Celkově bylo měřeno 28 profilů. Významné přítoky: Tušř (1-07-02-007, ř. km Lužnice v ústí přítoku: 121,55), Dračice (1-07-02-013, ř. km Lužnice v ústí přítoku: 123,35), Koštěnický potok (1-07-02-028, ř. km Lužnice v ústí přítoku: 115,62).

K výpočtům se zahrnuly i profily státní monitorovací sítě: Nová Ves (Lužnice), Dračice, Pilař (Lužnice), Pilař (Zlatá stoka a Lužnice), Koštěnický potok, Kazdovna (Lužnice), Rožmberk (Lužnice) a Frahelž (Lužnice).

Měření proběhla dvakrát, vždy ve třech dnech: 2.9. – 4.9. 2013, 24.8. – 26.8.2015a zahrnovala zejména suchá období. V oblasti se projevují dva problémy: manipulace (především MVE Nová Ves) a odvodům do rybníčních soustav. Proto byly měřeny i objekty rozdělení – Pilař/Zlatá Stoka, dělicí objekt (Stará a Nová řeka). Díky odvodu povrchové vody do Nové řeky i Nežárka u Veselí nad Lužnicí.

Měření lze v obou případech rozdělit do tří úseků: Nová Ves – Suchdol, Suchdol – Rožmberk, Rožmberk - Veselí nad Lužnicí.

Při prvním měření (2013) došlo k manipulaci na jezu MVE, proto byla v prvním úseku zastižena vlna, kdy průtok měřený uprostřed úseku byl podstatně navýšen. Zbytek měření proběhl v následujících dnech a nebyl touto manipulací ovlivněn.

Druhé měření (2015) bylo měřeno za prohlubujícího se sucha. Což paradoxně tvořilo problém pro měření, průtok byl v korytě často rozdroben mezi kameny a obtížně se hledal měrný profil.

Celkově by tato měření nemohla být uskutečněna bez přístroje ADCP, který umožnil měřit i profily neměřitelné hydrometrickou vrtulí.

Miletínský potok

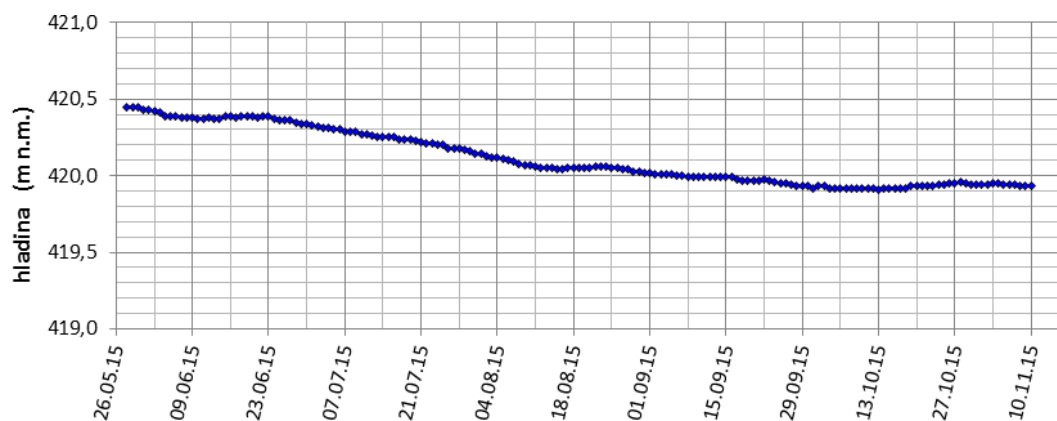
K postupnému proměření průtoků byl vybrán úsek Vlkovice (ř. km 14,2; 1-07-02-068/1) – Horní Slověnice (ř. km 4,5; 1-07-02-068/5). Měřený úsek toku se nachází v HGR 2152 Třeboňská pánev – střední část. Významným je levostranný přítok Hůreckého potoka (ř. km; 621,36 km²; 1-07-02-068/4).

Měření proběhlo za vyrovnaných nízkých stavů. Nárůst průtoků byl postupný.

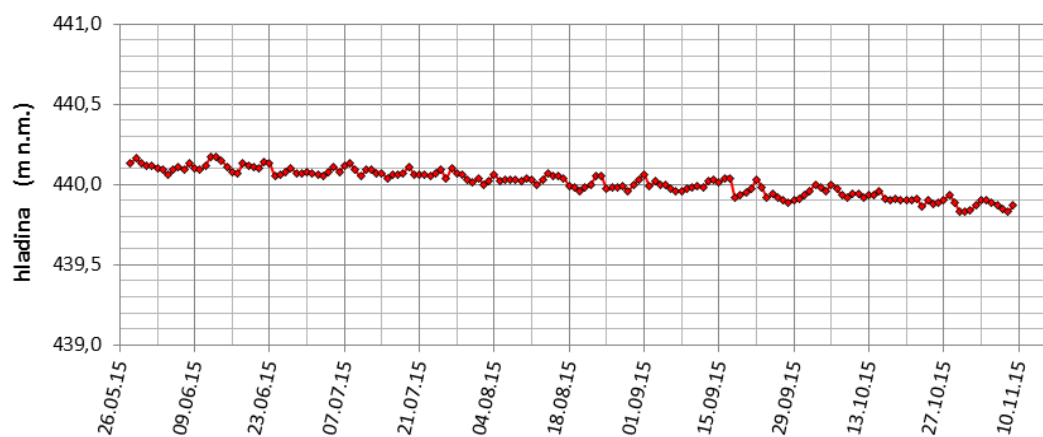
MĚŘENÍ HLADIN PODZEMNÍ VODY VE VRTECH VYHLOUBENÝCH V RÁMCI PROJEKTU

Pro potřeby režimního měření byly nové průzkumné hydrogeologické vrty vybaveny měřicí technikou na měření kolísání hladiny podzemní vody a její teploty. Typ měřicí techniky byl zvolen v závislosti na typu měřicí techniky používané na okolních režimně sledovaných vrtech a na sledovaných vrtech ČHMÚ. Preference byla dána typu měřicí techniky používané ČHMÚ, aby výstupy byly srovnatelné i pro ČHMÚ. V souladu s praxí ČHMÚ jsou nastaveny také intervaly sledování monitorovaných parametrů na 1 hodinu. Předpokládá se provádění kontrolních měření a odečtu sledovaných hodnot každé 3 měsíce (monitorovací režim ČHMÚ provádí kontrolní měření každých 6 měsíců).

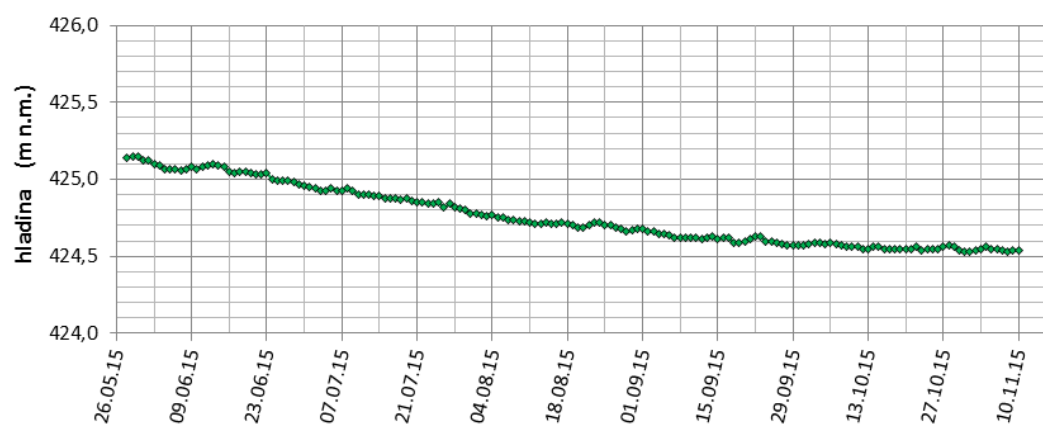
Výsledky režimního měření hladiny podzemní vody na nových průzkumných vrtech ukazují následující obrázky 4-14 až 4-16.



Obrázek 4-11. Pohyb hladiny podzemní vody v průzkumném vrtu 2152_01T Ponědrážka



Obrázek 4-12. Pohyb hladiny podzemní vody v průzkumném vrtu 2152_02T Velechvín



Obrázek 4-13. Pohyb hladiny podzemní vody v průzkumném vrtu 2152_03T Kolence

4.3. HYDROGEOLOGIE

HGR 2152 zaujímá prostor o ploše cca 202 km² mezi Veselím nad Lužnicí, Novosedly nad Nežárkou, Dunajovicemi, Slavošovicemi, Ortvínovicemi, Kolným, Smržovem, Záblatím. Rajon má poměrně komplikovanou geologickou stavbu.

Pánevní sedimenty zaujímají v rajonu pouze omezený prostor. Svrchnokřídové sedimenty vyplňují v jv. polovině rajonu depresi mezi tělesem štětínského granodioritu na S, vyvěřelinami Dunajovické hory na V a krystalinikem rudolfovské hrástě na z. a j. straně. Sedimenty klikovského souvrství nevýrazných mocností (do max. 40 m) zde představují drenážní prostor pro okolní krystalinikum a hydraulicky jednotné prostředí s průlinovou propustností. Se severovýchodní polovinou rajonu jsou sedimenty propojeny pouze jejich úzkým pruhem v okolí Smržova. V severovýchodní polovině rajonu převažují terciérní sedimenty uložené v šalmanovicko – soběslavském příkopu nad svrchnokřídovým sedimenty uloženými částečně v jejich podloží, a v jejich z. a v. okolí a které do rajonu přesahují ze sousedních HGR 2151 a HGR 2140. Podél toku Lužnice jsou pak křídové a terciérní sedimenty i krystalinikum v sv. části rajonu překryty kvartérními fluviálními uloženinami. Akumulace křídových, terciérních i kvartérních fluviálních sedimentů vykazuje značnou faciální vertikální i horizontální proměnlivost. Z regionálního pohledu je však akumulace křídových a terciérních sedimentů považována za jednotné a spojitě prostředí s průlinovou propustností.

Vymezení kolektorů a izolátorů

Vymezení kolektorů v rajonu vychází z představ formulovaných ve zprávě ze základního hydrogeologického průzkumu jihočeských pánví (Krásný 1974) a z výsledku následných prací regionálního hydrogeologického průzkumu jižní části třeboňské pánve (Homolka 1985; Bělař 1985) a severní části třeboňské pánve (Čurda 1985; Chrástka 1991). V žádné z uvedených prací nebyla oblast rajonu hodnocena samostatně, ale v rámci hodnocení původních rajonů 214 a 215 ve smyslu rajonizace Olmer, Kessl a kol. 1990, ze kterých byl HGR 2152 později vyčleněn.

V jihozápadní polovině rajonu tvoří podloží a okolí sedimentární výplně krystalinikum rudolfovské hrástě (migmatitizované pararuly), granulity lišovského tělesa prostoupené vyvěřelinami moldanubického plutonu – dvojslídne žuly ševětínského tělesa a tělesa dunajovické hory. Oblast krystalinika zaujímá cca 34 % plochy rajonu. V severní části jv. poloviny rajonu jsou na skalním podloží uloženy sedimenty svrchního oddílu svrchnokřídového klikovského souvrství (rozpadavé kaolinické pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace) o maximální zjištěné mocnosti kolem 40 m. Omezení rozsahu sedimentů této části pánve je až na výjimky transgresivní. Na severním okraji přesahuje výskyt sedimentů okrajovou částí do HGR 2151 Třeboňská pánev – severní část, na z. okraji pak do HGR 6320 - Krystalinikum v povodí Střední Vltavy. V okrajových částech jejich rozšíření a v zahloubených údolích místních vodotečí se často vyskytují horniny podložního krystalinika. Na západním okraji u jz. od Kolného do podloží svrchnokřídových sedimentů zasahují v omezeném rozsahu (cca 1,5 km²) permské uloženiny Lhotické pánve.

Pro hodnocení litologického charakteru sedimentů je v této části pánve nedostatek údajů, lze však předpokládat obdobný vývoj jako v jiných částech pánve (cca 30 % podíl písčitých sedimentů). Z hydrogeologického pohledu je možno sedimenty charakterizovat jako soubor rychle se střídajících kolektorů, poloizolátorů a izolátorů o mocnosti několika centimetrů až maximálně metrů, s čočkovitým vývojem a omezeným plošným rozsahem.

Severovýchodní polovina rajonu zahrnuje okrajovou jv. část pánevní struktury HGR 2151 Třeboňské pánve - severní části, s. okrajovou část pánevní struktury zahrnující HGR 2140 Třeboňská pánve -

jižní část a krystalinikum s relikty sedimentů sv od toku Lužnice a rybniční sítě v její údolní nivě. Mocnost sedimentů klesá od hranice s HGR 2151 v. směrem z 30 – 40 m k transgresivnímu okraji přibližně v prostoru toku Lužnice. Od hranice s HGR 2140 klesá mocnost sedimentů s. směrem z cca 110 m na 10 – 20 m k předělu mezi s. aj. částí třeboňské pánve na linii přibližně Záblatí – Frahelž – Val a sv. směrem k transgresivnímu okraji v oblasti toku Lužnice. Do rajonu rovněž náleží v. část svrchnokřídových sedimentů uložených v tektonicky omezeném příkopu jz. od toku Nežárky mezi Novosedly a Valem, s mocností do cca 15 m. Okraj sedimentů je v údolní nivě Lužnice překryt jejími fluvialními uloženinami v šířce 1 – 2 km a s mocnostmi do max. 10 m.

Krystalinické podloží sedimentů a jejich sv. okolí je převážně zastoupeno migmatizovanými pararulami místy s hojnými vložkami amfibolitů, erlánů, kvarcitů, granulitů a průniky tělesy dvojslídých žul (jv. okraj rajonu).

Sedimentární výplň pánve je v sv. části rajonu zastoupena převážně terciárními sedimenty uloženými v šalmanovickém příkopu. Svrchnokřídové sedimenty zastoupené svrchním oddílem klikovského souvrství lemují terciární sedimenty na jejich v. i z. okraji a místy byly zastiženy i v jejich podloží.

Litologický charakter svrchnokřídového klikovského souvrství je obdobný jako v ostatních částech třeboňské pánve (kaolinické slepence, pískovce, prachovce, jílovce a jejich kombinace). Terciární sedimenty zastoupené zlivským, mydlovarským, domanínským a lednickým souvrstvím mají rozmanitější složení (písky, prachy, jíly, diatomity, uhelné sedimenty a jejich kombinace), podíl jílovitých sedimentů je výrazně vyšší než u sedimentů svrchnokřídových. Pánevní sedimenty je možno jako celek charakterizovat jako soubor rychle se střídajících kolektorů, poloizolátorů a izolátorů o mocnosti několika centimetrů až maximálně metrů, s čockovitým vývojem a omezeným plošným rozsahem. Propustnost pánevních sedimentů je výhradně průlinová. Akumulace pánevních sedimentů je považována za hydraulicky spojitá, ale nehomogenní prostředí, s propustností řádově nižší ve vertikálním směru než ve směru horizontálním.

Zlomová tektonika se v omezení sedimentů v rámci rajonu projevuje pouze minimálně. Tektonika směru SSV- JJZ a kolmého s výškou skoku zpravidla nepřesahující 10 m omezuje výskyt sedimentů na jz. okraji na J a JZ od Štěpánovic, na v. okraji na Z od Novosedel nad Nežárkou, v oblasti dunajovické hráště a dále pak v omezení permských sedimentů Lhotické pánve v podloží reliktu svrchnokřídových sedimentů na z. okraji rajonu. Tektonika SZ – JV směru rovněž s minimální výškou skoku omezuje výskyt svrchnokřídových sedimentů na sv. okraji rajonu. Uvnitř pánevního prostoru se pak uplatňují všechny uvedené směry v omezení šalmanovického příkopu vyplněného terciárními uloženinami. Vzhledem k litologickému charakteru pánevních sedimentů se zlomová tektonika v proudění podzemních vod znatelně neprojevuje, pouze lokálně může mít pouze mírný pozitivní i negativní účinek.

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. Další zpracování – viz kapitola 5.

Tabulka 4-7. Transmisivita v HGR 2152

podle hydrogeologických map 1:50 000, listům 22-44, 23-33 a 33-11 (Hrkal 1986, Krásný 1990, Hrkal 1987)

Lokalizace	Rozmezí transmisivity	Označení transmisivity
Kvartér		
Okolí Lužnice	převládajícího řádu 10^{-3}	vysoká
Veselí- Frahelž	$1.10^{-3} - 5.10^{-3}$	vysoká
Okolí Klece	převládajícího řádu 10^{-4}	střední
Terasy - mindel	převládajícího řádu 10^{-5}	nízká
Křída a neogén		
Lhotský dvůr	převládajícího řádu 10^{-3}	vysoká
Přesecka-Lomnice n.L.-Veselí n.L.; H. Miletín	převládajícího řádu 10^{-4}	střední
SZ a JZ okraj – západně od Lomnice n.L.; relikt sedimentů ve východní části	převládajícího řádu 10^{-5}	nízká

Tabulka 4-8. Celkový přehled indexu transmisivit Y ve vrtech v HGR 2152

(dle archivu ČGS k roku 2012)

kolektor	Y min.	Y max.	Y průměr	Y medián	Směrodatná odchylka	počet*	označení velikosti transmisivity
kvartér	4,54	6,48	6,03	6,20	0,317	41	vysoká
tercier (neogen)	3,82	5,70	5,01	5,15	0,501	18	střední
svrchní křída	3,3	6,06	5,00	5,30	0,67	18	střední
krystalinikum (ruly, žuly, granulit)	2,42	4,96	4,19	4,25	0,361	38	nízká

*celkový počet vrtů s údajem o vydatnosti nebo čerpací zkoušce v rajonu 2152 činí: 138

Proudění podzemních vod

Proudění podzemních vod v oblasti krystalinika je určováno především morfologií terénu, lokálně je usměrňováno průběhem puklinových systémů, tektonického porušení hornin a případně průběhem vložek hornin s výrazně odlišnými propustnostními parametry než mají převažující pararuly. Proudění podzemních vod v pánevních sedimentech je s ohledem na jejich průměrnou malou mocnost určováno zejména morfologií terénu a skalního podloží, generelně směřuje v. směrem. K drenáži podzemních vod dochází v údolí místních vodotečí (Hůrecký, Miletínský potok) a zřejmě v hlavní drenážní oblasti v prostoru rybníka Dvořiště. Podzemní vody sedimentů v jv. části rajonu, východně od Dolního Miletína a Štěpánovic jsou zřejmě zčásti odvodňovány do sousedního HGR 2140 s ohledem na spád podložního krystalinika v. směrem. Z jihovýchodní do sv. části rajonu protéká zřejmě minimální množství podzemních vod vzhledem ke zmenšující se mocnosti sedimentů a vystupujícím ostrůvkům krystalinika na linii Dunajovice – Horní Slověnice – Smržov – Záblatí.

Do prostoru s. poloviny rajonu směřuje proud podzemních vod od jv. okraje HGR 2151, je zřejmě zpomalován méně propustnými terciárními sedimenty uloženými v šalmanovickém příkopu a odvodňován je do toku Lužnice prostřednictvím fluvialních kvartérních sedimentů. Od jihu do rajonu směřuje proud podzemních vod z HGR 2140 od Třeboně a je odvodňován do toku Lužnice prostřednictvím kvartérních uloženin v prostoru rybníka Rožmberk a s. od něj. Kvartérní uloženiny Lužnice jsou rovněž drenážním prostorem pro krystalinikum s relikt předkvartérních sedimentů sv. od toku.

Interpretace hladin podzemní vody

Jedním z hlavních kritérií pro přiřazení vrtů k jednotlivým kolektorům byla logika hladiny podzemní vody v rámci map hladiny podzemní vody a režimních měření kolísání hladin podzemních vod.

Vzhledem k charakteru pánevních sedimentů téměř všechny vrty propojují větší množství kolektorů, které mohly mít před propojením primárně odlišné piezometrické úrovně. Rovněž kvalita izolací svrchních kvartérních kolektorů je v mnoha případech nedostatečná. Propojováním jednotlivých kolektorů dochází k vytvoření „průměrné HPV“ otevřeného úseku vrtu, kterou je třeba považovat za reprezentativní, protože analyzovat jednotlivé vrty v tomto směru nelze. Vzhledem k nejistotám o propojení dílčích kolektorů resp. o jeho míře je nutné průběh hladiny podzemní vody generalizovat – vyhlazovat, a nesnažit se akceptovat úroveň této hladiny v každém vrtu.

V souladu s charakterem sedimentů v oblasti severní části treboňské pánve a současným způsobem bilančního hodnocení struktury byly rozčleněny objekty v rámci rajonu na objekty charakterizující oběh podzemních vod v oblasti krystalinika v okolí pánevní struktury, na objekty charakterizující regionální oběh podzemních vod ve svrchnokřídových a terciálních sedimentech s odvodněním v hlavních drenážních oblastech pánevní struktury a na objekty charakterizující mělký oběh podzemních vod v kvartérních a navazujících předkvartérních sedimentech s odvodněním v úrovni místních erozních bází.

4.4. HYDROCHEMIE

Mapy hydrochemických typů

Pro potřeby regionálního hodnocení bilancovaných hydrogeologických rajonů, případně oblastí byly jako vstupní informace využity existující výsledky chemických analýz převážně z jednorázových odběrů podzemní vody z archivu ČGS do roku 2013, dále analýzy z pramenů ČHMÚ, výsledky analýz podzemní vody z pramenů a nových 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 nepřehledná. Navíc hranice 35 mval% nejlépe odpovídá Alekinovu typu, který byl použit k hodnocení chemismu na starších hydrochemických 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 obsahujících 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 podzemní vody v bilancovaných rajonech byly vyřazeny všechny analýzy starší roku 1960.

Tabulka 4-9. Počet chemických analýz použitý ke konstrukci hydrochemických map a map upravitelnosti

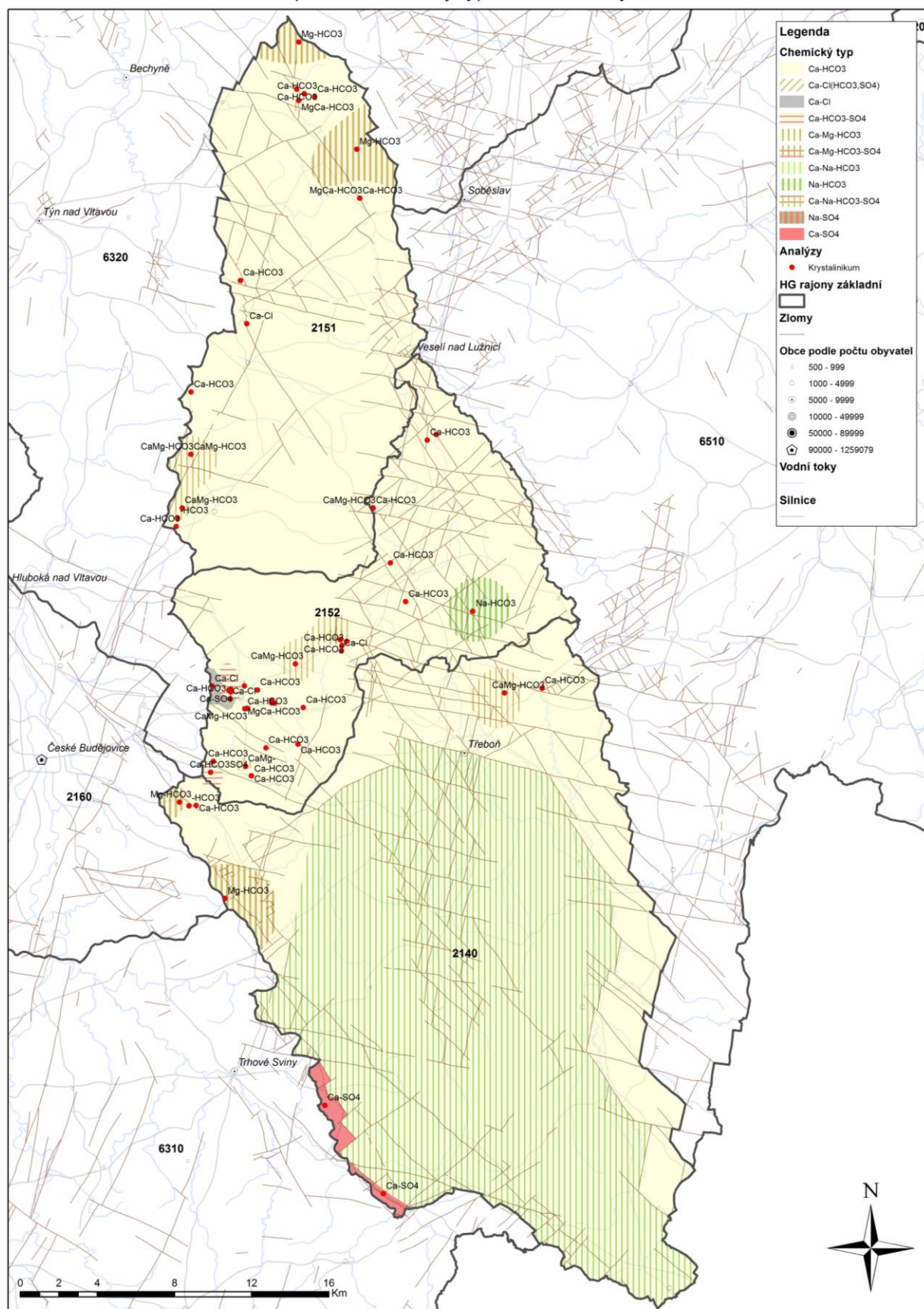
KOLEKTOR	celkový počet analýz v databázi	použité analýzy	
		upravitelnost	chemický typ
krystalinikum	44	42	35
K hlub	0	0	0
NK reg	41	37	29
Q NK lok	75	70	54
Připovrchová zóna	100	100	100
Indikace znečištění	7	7	
celkem	161		

Pro podzemní vody třeboňské pánve je charakteristická nízká mineralizace 0,1-0,2 g/l prakticky ve všech kolektorech. V chemických typech je mezi kationty často zastoupen Mg nebo Na, přesto převažuje typ Ca-HCO_3 .

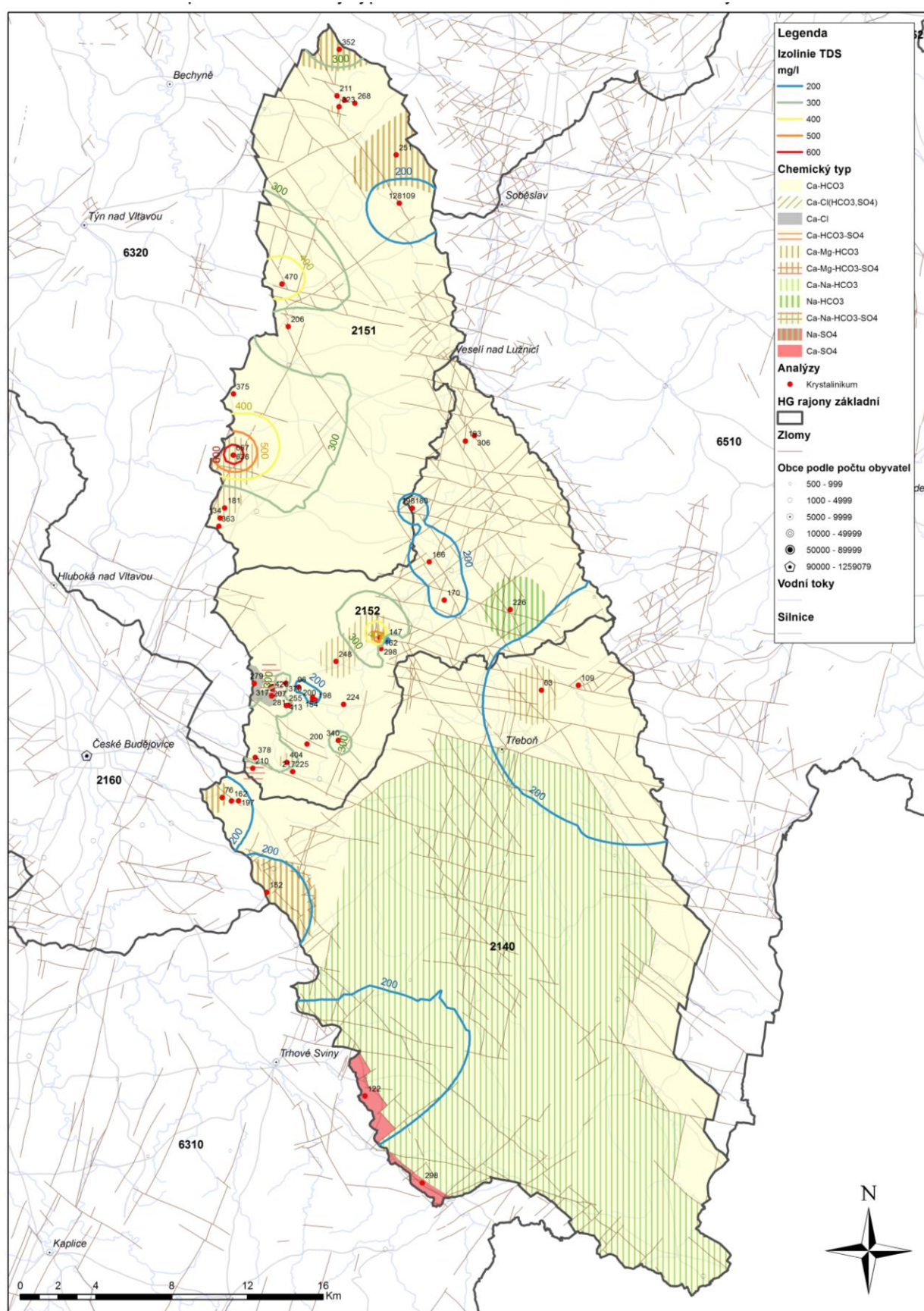
V krystaliniku na výchozech i v podloží křídových sedimentů se na většině území střídá podzemní voda typu Ca-HCO_3 s méně častým typem Mg-HCO_3 . V infiltrační oblasti na jz. okraji HGR 2140 se vyskytuje typ Ca-SO_4 . Ojediněle se vyskytuje typ Na-HCO_3 . Celková mineralizace podzemní vody se pohybuje od nízké po střední, od 0,17 g/l po 0,3 g/l, ojediněle i více, bez souvislosti s chemickým typem. V jz. části rajonu se vyskytuje celková mineralizace poněkud vyšší než na většině území 0,2-0,4.

Zvodeň kolektoru NK reg (regionální kolektor s hloubkou přibližně do 100 m tvořený křídovými a neogenními sedimenty) má v s. části HGR 2152 převážně chemický typ Ca-HCO_3 . Na severu HGR 2152 se střídají Ca-HCO_3 a Mg-HCO_3 typy. Celková mineralizace podzemní vody je zde v průměru kolem 0,2-0,3 g/l. Na jižním okraji se vyskytují i vody s velmi nízkou mineralizací 0,05-0,1 g/l.

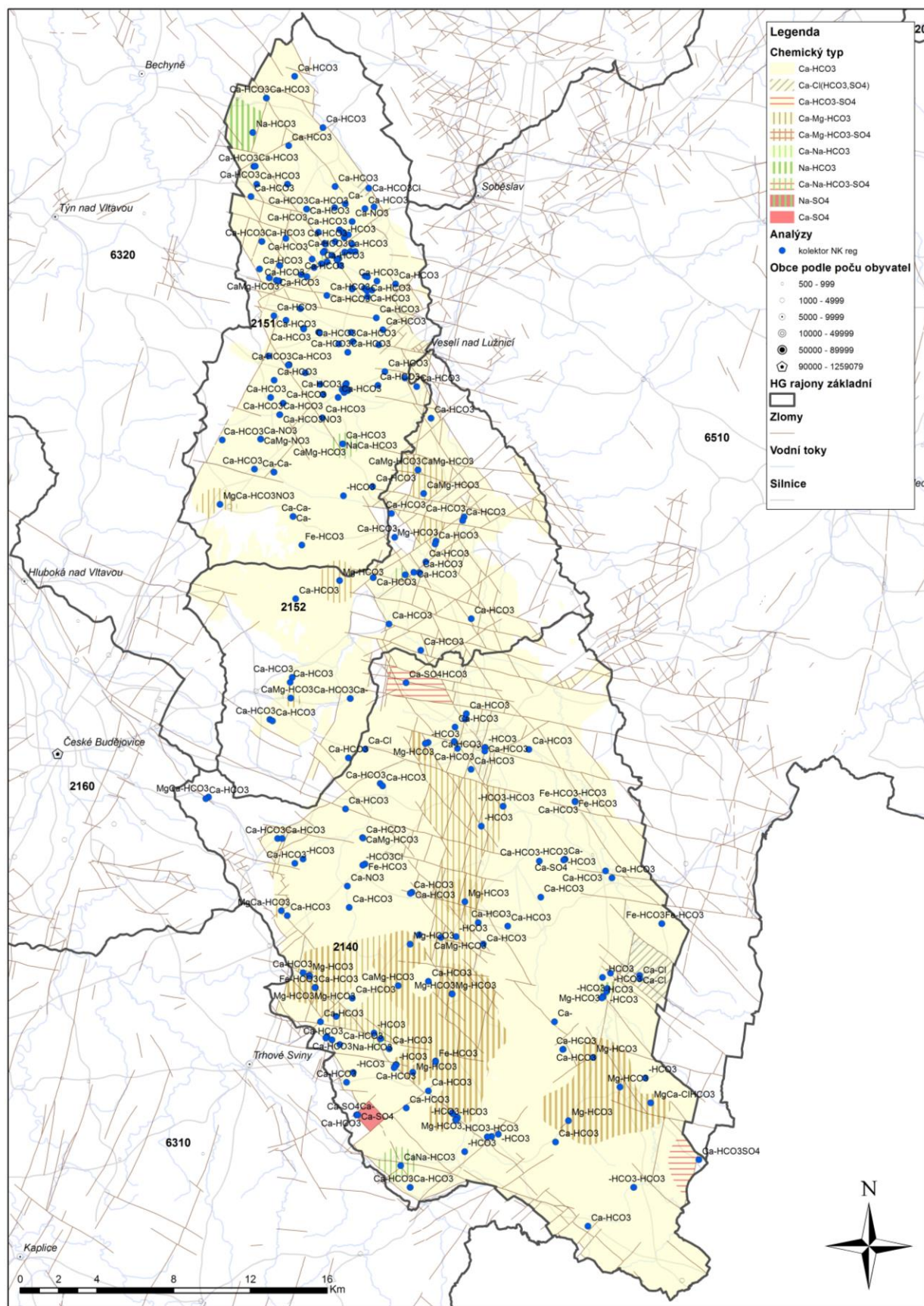
Obrázky 4-17 až 4-20 ukazují rozšíření zastoupených chemických typů podzemní vody a celkovou mineralizaci podzemní vody v zastoupených kolektorech hodnoceného i sousedních rajonů.



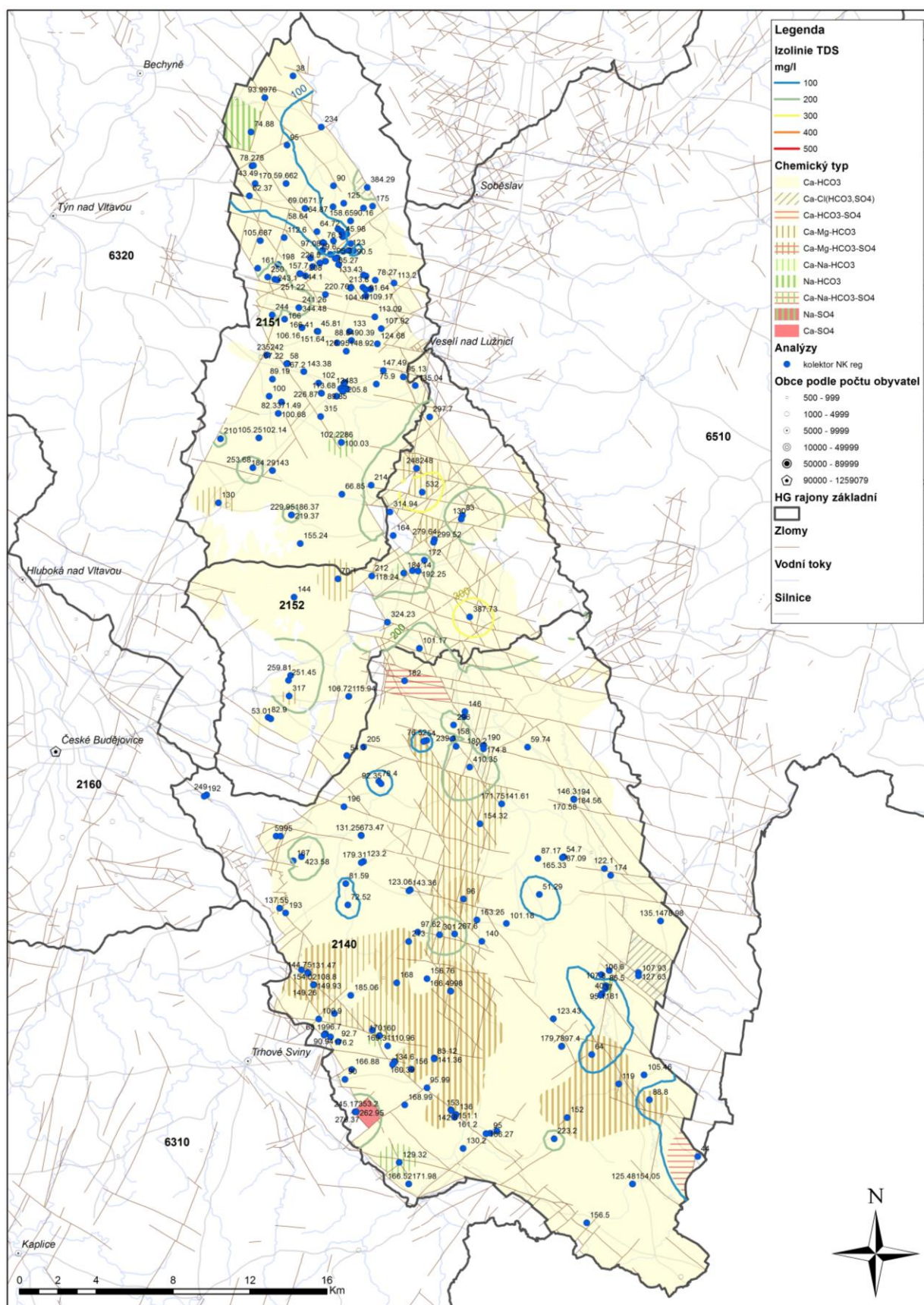
Obrázek 4-14.. Chemický typ podzemní v oblasti krystalinických hornin



Obrázek 4-15. Celková mineralizace včetně chemického typu podzemní vody v oblasti krystalinických hornin



Obrázek 4-16. Chemický typ podzemní vody kolektor NKreg křídových a neogenních sedimentů



Obrázek 4-17. Celková mineralizace včetně chemického typu podzemní vody kolektoru NK reg křídových a neogenních sedimentů

4.5. GEOCHEMICKÝ MODEL

PRŮMĚRNÁ DOBA ZDRŽENÍ PODZEMNÍ VODY V HORNINOVÉM PROSTŘEDÍ

Hydrogeologie tradičně využívá především hydraulické metody (čerpací zkoušky, analýzu poklesu vydatnosti pramenů či průtoku povrchových toků v čase, numerické modelování „proudění vody“ kalibrované na úrovni hladin podzemní vody ve vrtech a průtoky). Tyto metody umožňují dobře určit hydraulickou vodivost/transmisivitu prostředí a hydraulické reakce na různé vlivy (nadměrné čerpání apod.). S výjimkou litologicky homogenních, nebo detailně litologicky charakterizovaných kolektorů však tyto metody neumožňují hodnověrný odhad rychlosti proudění podzemní vody, protože neumožňují určit efektivní pórovitost kolektorů (např. preferenčních puklinových zón). Efektivní porozita spolu s intenzitou doplňování podzemní vody ze srážek rozhoduje o rychlostech proudění podzemní vody nebo doby zdržení vody pod zemským povrchem. Střední doba zdržení (Mean residence time, Yurtsever 1983) je čas, který voda setrvává ve zvodni. V případě tritia (^3H) a ^{18}O je časem $t = 0$ okamžik, kdy voda proniká pod zemský povrch. V případě plyných stopovačů se jedná o okamžik, kdy voda dosáhne nasycené zóny (v nenasyčené zóně dochází obvykle ke komunikaci s atmosférickými freony anebo SF_6).

Znalost střední doby zdržení je nezbytná pro předpověď budoucího vývoje plošné kontaminace podzemní vody (např. vývoj koncentrace NO_3^- v závislosti na čase; Katz a kol., 2004). Pro zjednodušení bude v dalším textu používán termín „moderní“ voda pro vodu infiltrovanou po roce 1950 a tedy s dobou zdržení v řádu několika desítek let (např. Tykva a Berg 2004). V silně heterogenním puklinovém prostředí, kde dobu zdržení podzemní vody nelze ani zhruba odhadnout z hydraulických vlastností kolektoru je nutné použít pro určení doby zdržení stopovačů, které se pohybují spolu s vodou podzemním prostředím (např. ^3H , ^{18}O , CFC, SF_6 , ^{14}C , atd.). V projektu Rebilance zásob podzemní vody byly tyto stopovače použity pro určení střední doby zdržení a výsledky byly srovnány se staršími údaji.

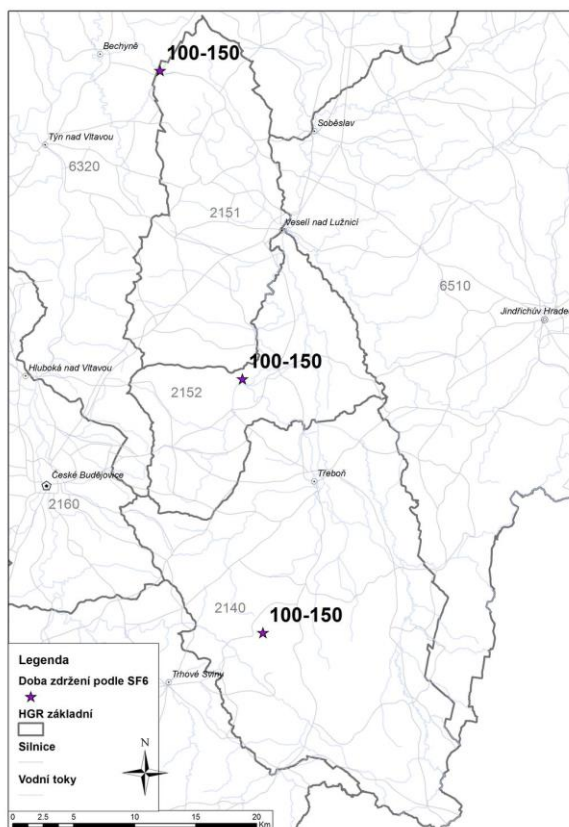
V HGR 2152 byla koncentrace freonů 11, 12, 113 a SF_6 stanovena v mělčích zónách pánevní výplně na objektu R63 (vrt HV1 - Smržov; tab. 4-10). Střední doba zdržení dosahuje v objektu R63 okolo 100-150 let (tab. 4-11), což je v souladu s výsledky z dalších objektů z třeboňské pánve (objekty R61 - R62; Bruthans a kol. 2015). V hlubších částech pánevní výplně lze očekávat na základě analogie s HGR 2140 a HGR 2151 doby zdržení v řádu tisíců a ž prvních desítek tisíc let.

Tabulka 4-10. Koncentrace freonů a SF_6 změřené v Spurenstofflabor $\pm$ směrodatná odchylka

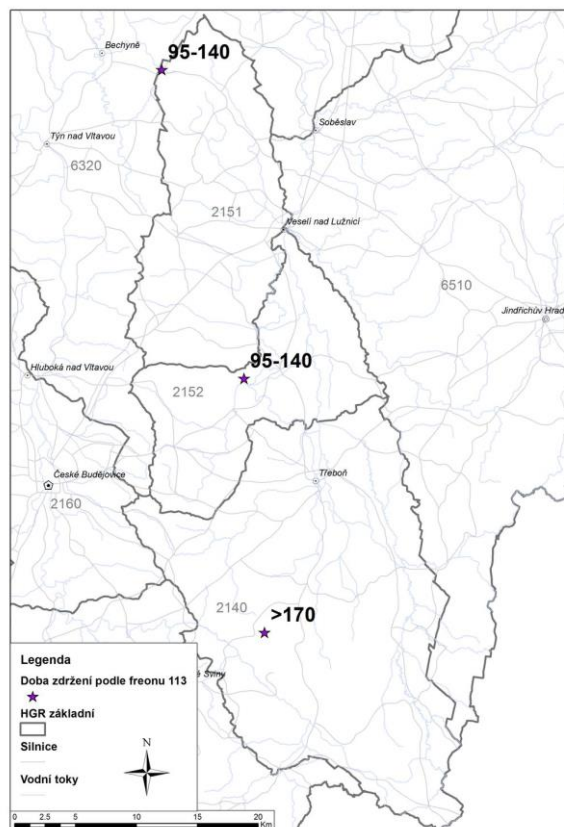
vzorek	CFC 12 (pmol/l)	CFC 11 (pmol/l)	CFC 113 (pmol/l)	SF_6 (fmol/l)
R63	$1,6 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,3$	$0,18 \pm 0,05$	$0,5 \pm 0,1$

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

vzorek	Freon 11	Freon 12	Freon 113	SF_6
R63	51-68	50-60	95-140	100-150



Obrázek 4-18.. Střední doba zdržení podle SF6, 113, exponenciální model



Obrázek 4-19.. Střední doba zdržení podle freonu 113, exponenciální model

4.6. ODBĚRY A VYPOUŠTĚNÍ VOD

V hodnoceném rajonu byla provedena aktualizace všech jímacích objektů zdrojů podzemní vody s odběrem vyšším než 6 000 m³ za rok nebo 500 m³/měsíc (zpoplatněné odběry). Současně byla doplněna dokumentace k jímacím objektům, kde nebyla k dispozici. Pro revizi byla využita data VÚV, který spravuje databáze odběrů podzemních vod, obsahující informace z podniků Povodí. Jedinečnost této databáze spočívá v jednotné formě zpracování, délce zahrnující období 1979 – 2010. Údaje o odběrech včetně lokalizace odběrů a vypouštění VÚV každoročně zpracovává pro Souhrnnou vodohospodářskou bilanci podzemních vod. 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. Databáze obsahuje 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 od podniků Povodí.

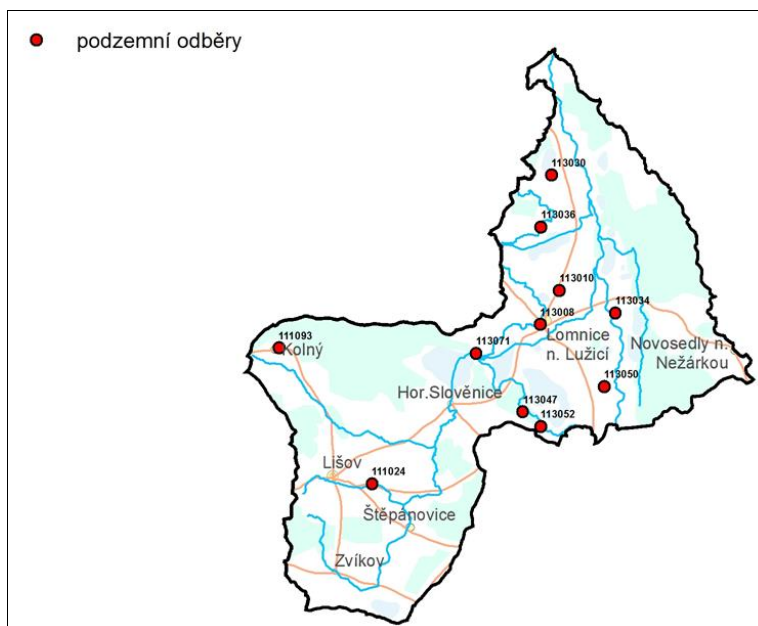
Hodnoty čerpání a vypouštění odpadních vod mají zásadní význam pro hodnocení využitelných zásob, pro hodnocení jejich vývoje a hodnocení výsledků PPP.

Přehled lokalizovaných odběrných objektů do roku 2012 uvádí tabulka 4-12 a jejich přehlednou lokalizaci ukazuje obrázek 4-24.

Tabulka 4-12. Přehled lokalizovaných odběrných objektů

Číslo VHB	Označení odběru	Charakter odběru	Počet jímacích objektů	Současná*	Období evidence odběru
				velikost odběru m ³ /rok	
111024	Jitona Soběslav Lišov	POD	4	7 600**	1979 – 1996
111093	ZOD Kolný	POD	1	12 600	2007 – 2012
113008	ČEVAK Lomnice n/Luž	POD	3	22 400**	1979 – 2009
113010	R.A.B.Třeboň Lomnice (Frahelž)	POD	2	1 000	1982 – 2012
113030	PONĚDRAŽ farma Ponědražka	POD	1	6 000	1981 - 2012
113034	Statek Lomnice farma Klec	POD	1	6 700***	1984 – 1997
113036	PONĚDRAŽ farma v Ponědraži	POD	2	6 700***	1986 – 1997
113047	Obec Dunajovice Přesecka	POD	1	5 600	2002 – 2012
113050	ČEVAK Lužnice	POD	1	14 200	2002 – 2012
113052	ČEVAK Přesecka	POD	1	5 000	2002 – 2012
113071	Obec Smržov	POD	2	11 300	2007 – 2012

Vysvětlivky: číslo VHB (viz obr.), * velikost odběru v posledním evidovaném roce, * velikost odběru v posledním evidovaném roce, ** odběr ukončen, *** zřejmě útlum výroby, odběr pod 6.000 m³ za rok, **tučně** – evidované, barevně označené odběry byly ukončeny nebo nedosahují 6 000 m³ za rok.



Obrázek 4-20.. Schéma odběrů podzemní vody

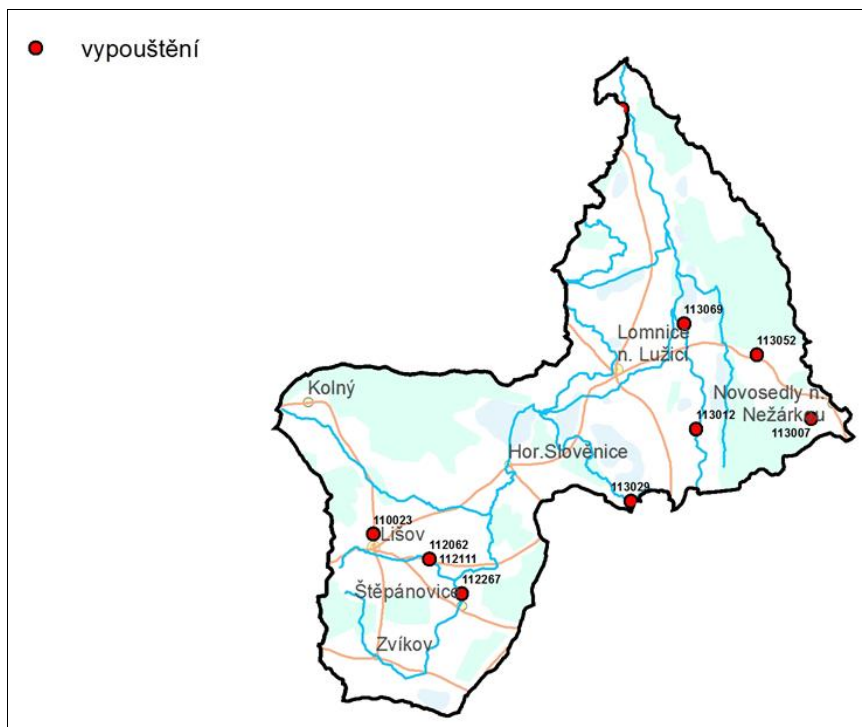
VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Hodnoty a lokalizace míst vypouštění odpadních vod předaných ČGS podniky Povodí uvádí tabulka 4-13 a jejich pozici ukazuje obrázek 4-21.

Tabulka 4-13. Přehled lokalizovaných vypouštění odpadních vod

Číslo VHB	Označení místa vypouštění	Charakter vypouštění	Současná* velikost vypouštění	Období evidovaného vypouštění
			m ³ /rok	rok
110023	VaKJČ, d. Lišov 2 Hůr. p. ČOV+VK**	POV	50 500	1984 – 2000
112062	ČEVAK Lišov ČOV	POV	328 400	1979 – 2012
112111	ČEVAK Lomnice n./Luž. ČOV	POV	94 600	1979 – 2012
112267	Obec Štěpánovice ŠN	POV	41 700	1993 – 2012
113007	ČEVAK Novosedly n./Než ČOV	POV	29 500	1995 – 2012
113012	ČEVAK Lužnice ČOV	POV	44 500	2001 – 2012
113029	ČEVAK Třeboň Přeseka VK	POV	5 100	2002 – 2012
113052	ČEVAK Novosedly n./Než Kolence ČOV	POV	4 400	2009 – 2012
113069	Obec Klec ČOV	POV	9 500	2011 - 2012

Vysvětlivky: * vypuštěné množství v posledním evidovaném roce, ** zřejmě převedeno na ČOV Lišov VHB 112062, **tučně** – evidované, barevně označená vypouštění byla ukončena, převedena jinam nebo změněn provozovatel



Obrázek 4-21. Schéma lokalizace vypouštění vod

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

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, které následně sloužily jako podklad pro naplňování matematického modelu. Na základě dosavadních zkušeností se pro konstrukci map využily jen vrty, které mají jednoznačné údaje o výstroji a reprezentují tak vlastnosti popisovaného kolektoru.

ODVOZENÍ CHARAKTERISTICKÉ SPECIFICKÉ VYDATNOSTI A TRANSMISIVITY T_1

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

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

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

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

Transmisivita T_1 se pak vypočte:

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

V HGR 2152 bylo v databázi výsledků čerpacích zkoušek nebo jiných hydrogeologických údajů k dispozici celkem 238 dat (pouze 70 vrtů je hlubší 20 m). V prvním kroku se testoval vztah hodnoty parametru Y, který charakterizuje transmisivitu kolektoru v otevřeném úseku (vzdálenost mezi horní a dolní hranou 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.

Postup stanovení indexu transmisivity se řídil následujícími kritérii: V geodatabázi 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 proto možné odvodit 1 až 5 specifických vydatností. Pokud je specifických vydatností více než 1, byla vybrána maximální specifická vydatnost $q_{\max}$, která charakterizovala daný vrt.

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

Pokud byla v databázi uvedena transmisivita, tato hodnota se převedla na m^2/s a označila se jako transmisivita T_2 .

U řady vrtů existuje pouze údaj o hydraulické vodivosti. I tento údaj byl využit. Hodnota hydraulické vodivosti byla násobena mocností zvodně, což je mocnost otevřeného úseku vrtu a převedena na m^2/s .

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 (okolo 4) se vyskytují na okraji pánve, vyšší hodnoty okolo 5 se vyskytují v centrální části rajonu. Index transmisivity ve střední části pánve je obecně o něco nižší než v její s. a j. části. Rozdělení písčité složky je v s. a střední 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.

Problém stanovení „efektivní báze“ kolektorů pro hydraulické modelování lze upřesnit také dalším rozbořem hydrokarotáží. Výsledky hydrokarotážních měření v HGR 2152 byly v době zpracování k dispozici jen na 5 archivních vrtech.

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 se pohybuje v kategorii IV. – horniny mírně propustné (Jetel 1973).

Transmisivita ve střední části pánve kolísá v závislosti na mocnosti sedimentů a pohybuje se většinou od 100 do 500 m^2/d .

Proudění podzemní vody je od jz. zřejmě z největší části drenováno do rybníka Dvořiště z důvodu zmenšení celkové mocnosti propustných sedimentů výplně pánve v této části rajonu (mezi rybníkem a Lužnicí). Mažická linie odděluje střední aj. část třeboňské pánve. Oddělení těchto dvou systémů se projevuje rozdílnou piezometrickou úrovní hladiny podzemní vody v některých částech podél této linie.

Proudění podzemní vody v současné době ovlivňuje významné čerpání podzemní vody na Horusické línii v množství 94 až 100 l/s.

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.

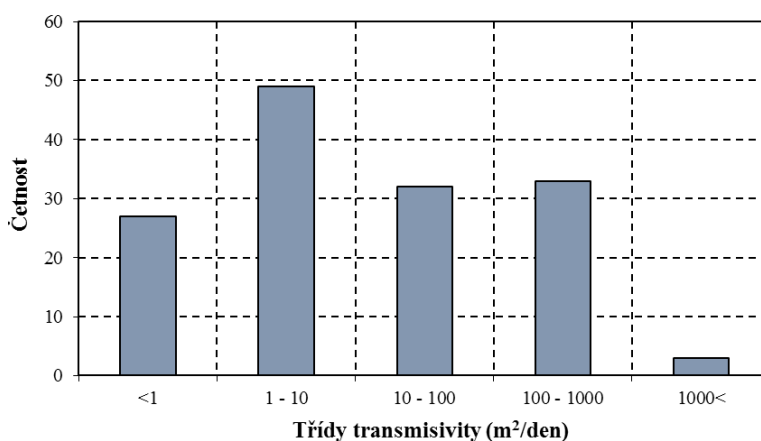
Z použité transmisivity byly následně odvozeny parametry Y a Z a hydraulická vodivost k, které byly staticky vyhodnoceny (tab. 5-1). Transmisivita byla dále zatříděna do 5 tříd (tab. 5-2 a obr. 5-1) a plošná distribuce je zobrazena na obrázek 5-2.

Tabulka 5-1. Popisná statistika hydraulických parametrů

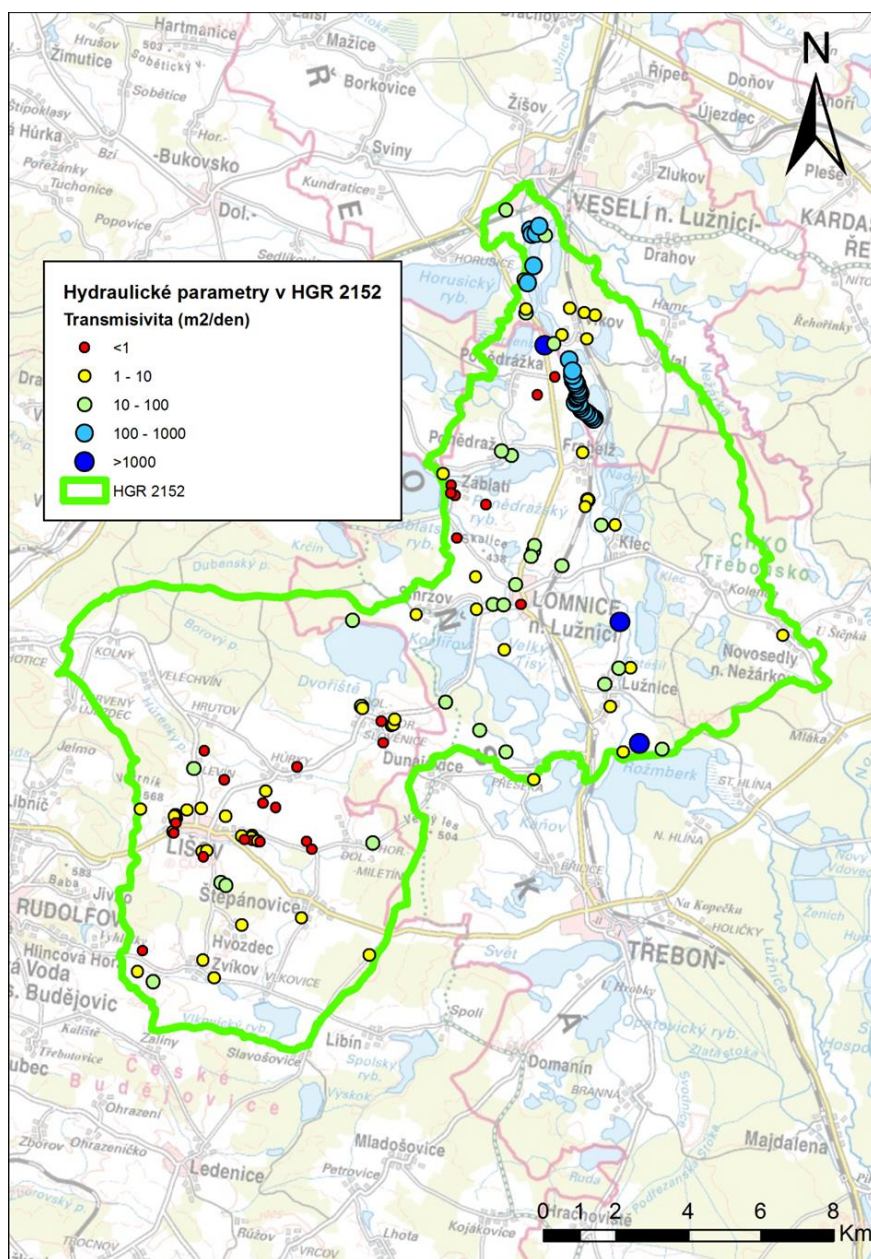
HGR 2152	Parametry			
Popisná statistika hodnot	Y (-)	T (m ² /den)	Z (-)	k (m/s)
Počet vrtů v Gdbasi	144	144	144	144
Počet použitých vrtů	144	144	144	144
Průměr	4,23	157,63	0,99	2,5E-04
Medián	4,11	7,76	0,88	7,6E-06
Směr. odchylka	1,73	353,14	0,65	6,5E-04
Minimum	0,55	0,00	-2,8	1,4E-09
Maximum	7,38	8640	4,2	1,7E-02
Rozdíl maxima a minima	6,83	-	7,1	-

Tabulka 5-2. Třídy transmisivity kolektorů

Třídy transmisivity (m ² /den)	Kumulativní četnost	Četnost
<1	27	27
1 - 10	76	49
10 - 100	108	32
100 - 1000	141	33
1000<	144	3



Obrázek 5-1. Třídy transmisivity a jejich zastoupení v HGR 2152



Obrázek 5-2. Distribuce transmisivity v HGR 2152

5.1. SYSTÉMOVÁ ANALÝZA OBĚHU PODZEMNÍ VODY

Systémová analýza oběhu podzemní vody byla řešena pomocí tvorby třídimenzionálního obrazu umožňující charakteristiku jejího oběhu. V tomto kroku byly definovány základní hydrogeologické funkce jednotlivých geologických struktur zájmového území a jejich charakteristiky. Charakter oběhu podzemní vody se promítá 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.

S využitím dostupných údajů o horninovém prostředí zájmového území z archivních vrtů byly vytvořeny mapy kategorií hodnot jednotlivých parametrů, tj. hydraulická vodivost, porozita, rychlosti

proudění podzemní vody, mocnost zvodnění. Tyto mapy se následně využily jako podklad pro naplňování matematického modelu.

Na základě hloubky vrtu, charakteru proudění podzemní vody i chemismu podzemní vody bylo vymezeno několik následujících kolektorů (dělení dle Homolky a kol. 2013):

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.

Prostory dotace a odvodnění kolektoru byly popsány jako otevřený 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 sv. směr.
3. Odvodnění - v hlavní drenážní oblasti prostřednictvím kvartérních fluviálních sedimentů do toku Lužnice a v drenážní oblasti v prostoru rybníka Dvořiště a odběry podzemních vod v jímacích územích.

Koncepce pro matematický model se vytvářela současně i pro HGR 2151 a HGR 2140 (tzv. region 5) a je založena na následujících předpokladech:

- Proudění podzemní vody probíhá v křídových a terciérních sedimentech třeboňské pánve, v přilehlých připovrchových oblastech krystalinika a v krycí zvětralinové a kvartérní sedimentární vrstvě.
- Křídové a terciérní horniny třeboňských pánví jsou reprezentovány jílovitými, prachovitými a písčitými sedimenty s řadou faciálních přechodů a rychlým horizontálním i vertikálním nepravidelným 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 čočkovitému 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 2152 není zcela autonomní, průběh hydrogeologických rozvodnic není (i vlivem odběrů podzemní vody) zcela totožný s průběhem hranic s HGR 2151 a HGR 2140.
- Po obvodu pánve dochází v krystaliniku k sestupnému proudění po tektonických liniích a k částečné dotaci spodních sedimentárních horizontů. V okrajových částech pánve (s výjimkou drenážních bází kolem Lužnice a Stropnice) převažuje ve vertikálním směru

sestupné proudění, takže dochází k infiltraci vody do hlubších horizontů. V oblastech drenáže je při režimu neovlivněném odběry podzemní vody předpokládáno vzestupné proudění.

- V HGR 2152 nelze vzhledem ke generelně malé mocnosti pánevních sedimentů rozlišit oběh podzemní vody mělký a hluboký resp. lokální a regionální. V rajonu převažuje mělké proudění podzemní vody v kvartéru, vrstvě zvětralin a ve svrchních partiích pánevní výplně. Proudění směřuje od míst srážkové infiltrace do lokálních drenážních bází (blízké vodoteče a rybníky). Podzemní voda v rámci omezeného hlubšího regionálního proudění směřují do hlavních drenážních bází, které podle dosavadních představ reprezentuje tok Lužnice (HGR 2152).
- Vertikálně je prostor modelu v HGR 2152 diskretizován do pěti vrstev.

Prostory dotace a odvodnění kolektoru jsou 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 sv. směr
3. odvodnění - skrytými přírony do potoků – hlavní drenáž do rybníka Dvořiště.

Analýza časových řad kolísání hladiny podzemních vod

Pro analýzu chování kolektoru – jeho doplňování a vyprazdňování – byl zvolen rozbor kolísání hladiny podzemní vody na vrtech pozorovaných ČHMÚ. Seznam vrtů s časovými řadami pozorování hladiny podzemní vody použitých pro analýzu uvádí tabulka 5-3.

Tabulka 5-3. Přehled vybraných objektů ČHMÚ

Klíč GDO	Název	Název ČHMÚ	Lokalita	Sledován do roku	Sledovaný parametr	Kolektor
408106	V-1012	VP1012	Frahelž	1971 - 2014	hladina	2
409627	V-1011	VP1011	Klec	1971 - 2014	hladina	2
410206	LU-1	VP7714	Lužnice	2000 - 2014	hladina	1
409832	HP-23	VP7715	Horní Miletín	1998 - 2014	hladina	3
409832	HP-26	VP7717	Smržov	1985 - 2014	hladina	3

Poznámka:

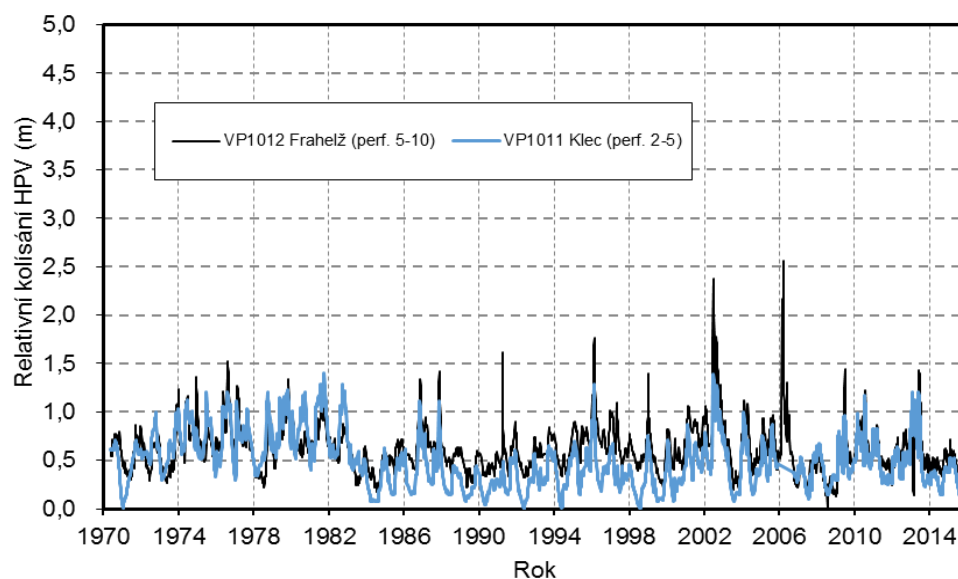
Kolektor: 1- objekty charakterizující oběh podzemních vod v oblasti krystalinika,

2- objekty charakterizující mělký oběh podzemních vod v kvartérních a navazujících předkvartérních sedimentech s odvodněním v úrovni místních erozních bází

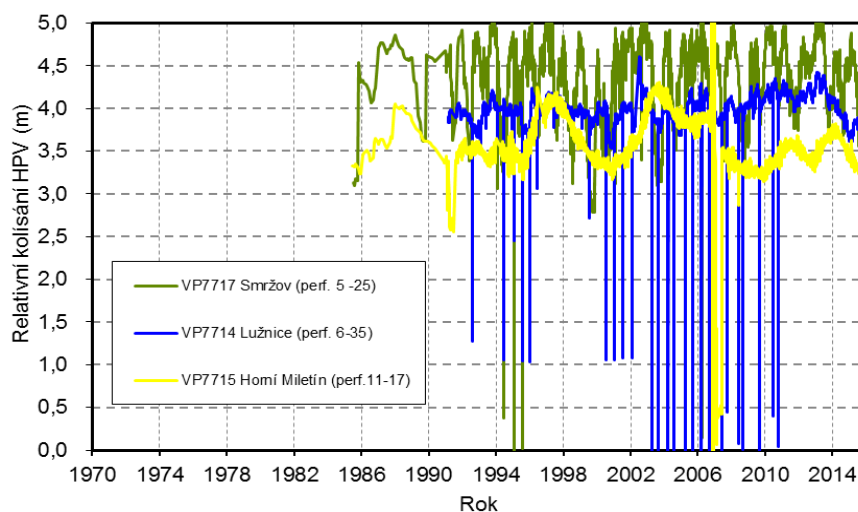
3 - objekty charakterizující regionální oběh podzemních vod ve svrchnokřídových a terciérních sedimentech s odvodněním v hlavních drenážních oblastech pánevní struktury.

V HGR 2152 se nachází 5 monitorovacích vrtů, které sledují kolísání hladiny podzemní vody (obr. 5-4 a 5-5). Čtyři vrty sledují především mělkou zvěď a vyznačují se sezónním kolísáním hladiny podzemní vody. Na všech vrtech je patrný i dlouhodobější trend v kolísání hladin podzemní vody. Všechny vrty vykazují výrazný pokles hladin podzemní vody v letech 1998-2001 a následný nástup hladin podzemní vody po roce 2001 a 2002. Od roku 2002 se hladiny podzemní vody drží víceméně na stejné úrovni (i když podléhají sezónnímu kolísání) a od roku 2007 do roku 2010 dochází k opětovnému poklesu hladin podzemní vody. Extrémně srážkový rok 2010 znamená opět zřetelný trend v

nárůstu hladin podzemní vody. Od druhé poloviny roku 2013 hladiny podzemní vody klesají a to až do roku 2014. Hodnocení monitorovacích vrtů uvádí tabulka 5-4.



Obrázek 5-3. Časové řady kolísání hladiny podzemních vod na pozorovaných vrtech ČHMÚ



Obrázek 5-4. Časové řady kolísání hladiny podzemních vod na pozorovaných vrtech ČHMÚ

Tabulka 5-5. Hodnocení státní monitorovací sítě podzemních vod ČHMÚ a porovnání s modelem BILAN

Vrt	Charakteristika vrtu	Charakteristika kolísání HPV vs. model BILAN	Trend
VP1012 Frahelž (perf. 5-10 m)	Mělký vrt, nachází se v drenážní oblasti, mezi Lužnicí, Ponědražským rybníkem a rybníkem Nový u Frahelže, 300 m od Lužnice, perforace 5 – 10 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je okamžitý.	Výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem v minimálních HPV, minimální HPV od roku 2002 roste, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst minimální HPV na úroveň 2002 - 2006. Dobrá shoda s VP1011 Klec.
VP1011 Klec (perf. 2-5 m)	Mělký vrt, nachází se v drenážní oblasti, mezi Lužnicí a rybníkem Vira, 200 m od Lužnice, perforace 2 – 5 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je okamžitý.	Výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem v minimálních HPV, minimální HPV od roku 2002 roste, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst minimální HPV na úroveň 2002 - 2006. Dobrá shoda s VP1012 Frahelž.
VP7717 Smržov (perf. 5 -25 m)	Mělký vrt, nachází se v drenážní oblasti, mezi rybníky Smržov, Dvořiště a Koclířov, perforace 2 – 25 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je okamžitý.	Výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem v minimálních HPV, minimální HPV od roku 2002 roste, po roce 2006 HPV klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst minimální HPV na úroveň 2002 - 2006. Vrt se vyznačuje jednorázovými a nahodilými poklesy v měření HPV (zřejmě výpadky záznamu nebo chyby).
VP7714 Lužnice (perf. 6-35 m)	Mělký vrt, nachází se v drenážní oblasti, mezi Lužnicí a rybníkem Potěšil, 300 m od Lužnice, perforace 6 – 35 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyšší HPV odpovídá obdobím s vyšší dotací, pokles HPV je okamžitý.	Méně výrazné sezónní kolísání HPV se zřetelným dlouhodobým trendem v HPV, HPV v letech 2002 a 2006 roste a následně klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst, pokles nastává až v druhé polovině 2013. Vrt se vyznačuje jednorázovými a nahodilými poklesy v měření HPV (zřejmě výpadky záznamu nebo chyby).
VP7715 Horní Miletín (perf.11-17 m)	Mělký vrt, nachází se v infiltrační oblasti, perforace 11 – 17 m p.t.	Režim HPV odpovídá dotaci z modelu BILAN, vyprazdňování a pokles HPV je dlouhodobý.	Výrazný dlouhodobý trend v HPV bez sezónního kolísání, HPV v letech 2001 až 2003 roste a následně si drží nadprůměrnou úroveň. Od roku 2007 postupně klesá. Rok 2010 znamená opět výrazný nárůst, pokles nastává až v druhé polovině 2013. Vrt se vyznačuje jednorázovým zakolísáním v měření HPV v roce 2007 (zřejmě výpadky záznamu nebo chyby).

5.2. NÁVRH NA DOPLNĚNÍ POZOROVACÍ SÍTĚ PODZEMNÍCH VOD

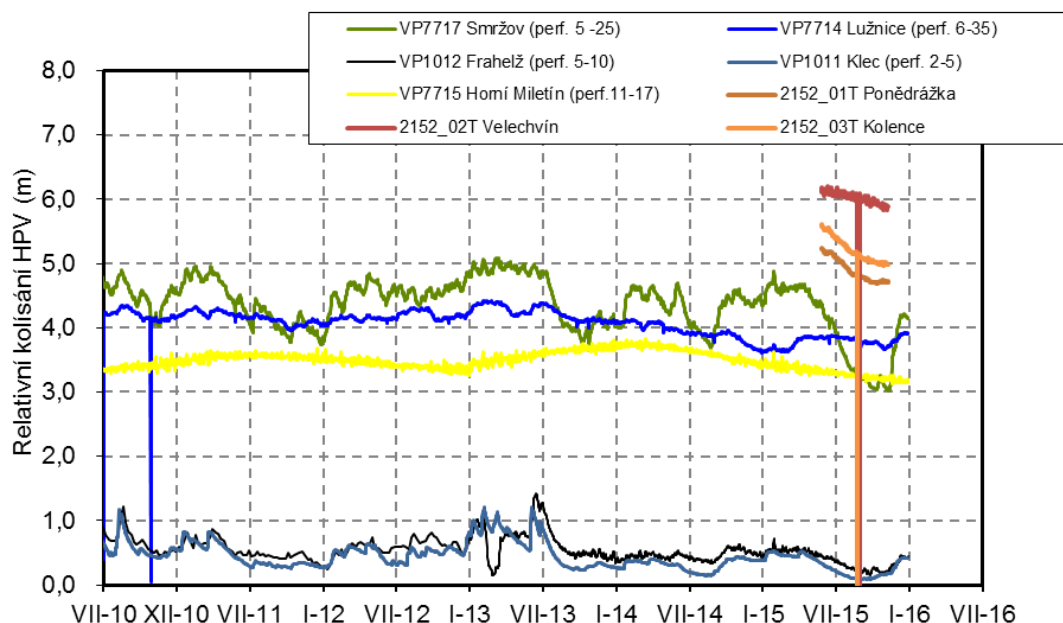
Výsledky režimního měření hladin podzemní vody na nově vyhloubených průzkumných hydrogeologických vrtech v rámci projektu a jejich porovnání s vrty ČHMÚ ukazuje obrázek 5-7. Primární data z měření hladiny podzemní vody v nových průzkumných vrtech jsou uložena v centrální databázi projektu ČGS.

Nově vyhloubené průzkumné monitorovací vrty 2152_01T, 2152_02T a 2152_03T (viz tab. 5-4) vhodně doplňují stávající monitorovací síť podzemních vod hodnoceného rajonu v místech, kde informace o hladinách podzemní vody kolektoru klikovského souvrství chybí. Výše uvedené vrty monitorují kolektor klikovského souvrství v celém zastiženém mocnosti.

Na průzkumných vrtech bude probíhat až do roku 2020 sledování hladiny podzemní vody v režii ČGS v rámci udržitelnosti projektu. Na konci tohoto období proběhne celkové vyhodnocení monitoringu hladiny podzemní vody a stanovení signální hladiny podzemní vody pro hodnocení stavu přírodních zdrojů podzemní vody.

Tabulka 5-4. 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
2152_01T Ponědrážka	28. 5. 2015	0,88	425,45	10	5,00
2152_02T Velechvín	28. 5. 2015	0,58	449,20	15	9,08
2152_03T Kolence	28. 5. 2015	0,89	429,83	15	4,69



Obrázek 5-6. Porovnání průběhu hladiny podzemní vody v nově realizovaných vrtech 2152_03T Kolence, 2152_01T Ponědrážka a 2152_02T Velechvín s vrty státní pozorovací sítě podzemních vod ČHMÚ

Pohyb hladiny podzemní vody ve sledovaných objektech (obr. 6-8 až 6-10), které jsou umístěny v oblastech neovlivněných odběry podzemní vody, je ovlivňován výhradně klimatickými poměry a pozicí v hydrogeologické struktuře.

Hladina podzemní vody ve všech objektech měla v celém sledovaném období 23. 5. – 10. 11. 2015 poklesovou tendenci v souladu s klimatickými poměry (srážkově silně deficitní období) a s pohybem hladiny podzemní vody v celém prostoru treboňské pánve. U průzkumných vrtů 2152_01T Ponědrážka a 2152_03T Kolence umístěných v infiltrační oblasti byl zaznamenán obdobný celkový pokles hladiny podzemní vody o 0,52 m, resp. 0,60 m (největší v období 23. 6. – 15. 8. 2015 v souladu s chodem srážek). U průzkumného vrtu 2152_02 Velechvín, umístěném v blízkosti dílčí drenážní oblasti na Z od rybníka Dvořiště, byl zaznamenán pokles hladiny prakticky poloviční 0,29 m a plynulý v celém období.

6. MODELOVÉ VÝPOČTY ZÁSOb PODZEMNÍCH VOD

6.1. HYDROLOGICKÝ MODEL

Třeboňská pánev jako celek je tektonicky predisponovaná deprese vyplněná sedimenty svrchní křídý (klikovské souvrství – senon), které jsou zastoupeny pískovci, prachovci a jílovci s převládajícím písčítým vývojem, a 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, permokarbonem, které je z větší části tektonicky omezené. Proudění podzemní vody v sedimentární výplni pánve je převážně průlinové, bez významnějšího podílu puklinové propustnosti.

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

HGR 2152 Třeboňská pánev – střední část se od ostatních částí pánve neliší charakterem pánevní výplně jen mocností sedimentární výplně, která je nižší. Proudový systém podzemní vody s volnou hladinou je však samostatný a má přímou vazbu na drenážní bázi – Lužnici i proto byla tato část třeboňské pánve vyčleněna jako samostatný hydrogeologický rajon v roce 2005. Na území rajonu se nachází rozsáhlá soustava rybníků, která ovlivňuje přirozené poměry.

POPIS SADY POVODÍ A DOSTUPNÝCH DAT

Převážná část plochy HGR 2152 leží v mezipovodí Lužnice mezi stanicemi Frahelž (1230) a Kazdovna (1220), které zaujímá také velkou část plochy sousedního HGR 2140. Průtoky v uvedených profilech dlouhodobě pozoruje ČHMÚ vodoměrnými stanicemi.

Poloha mezipovodí v rajonu je znázorněna na obrázku 6-1, základní charakteristiky a informace o dostupných datech obsahuje tabulka 6-1.

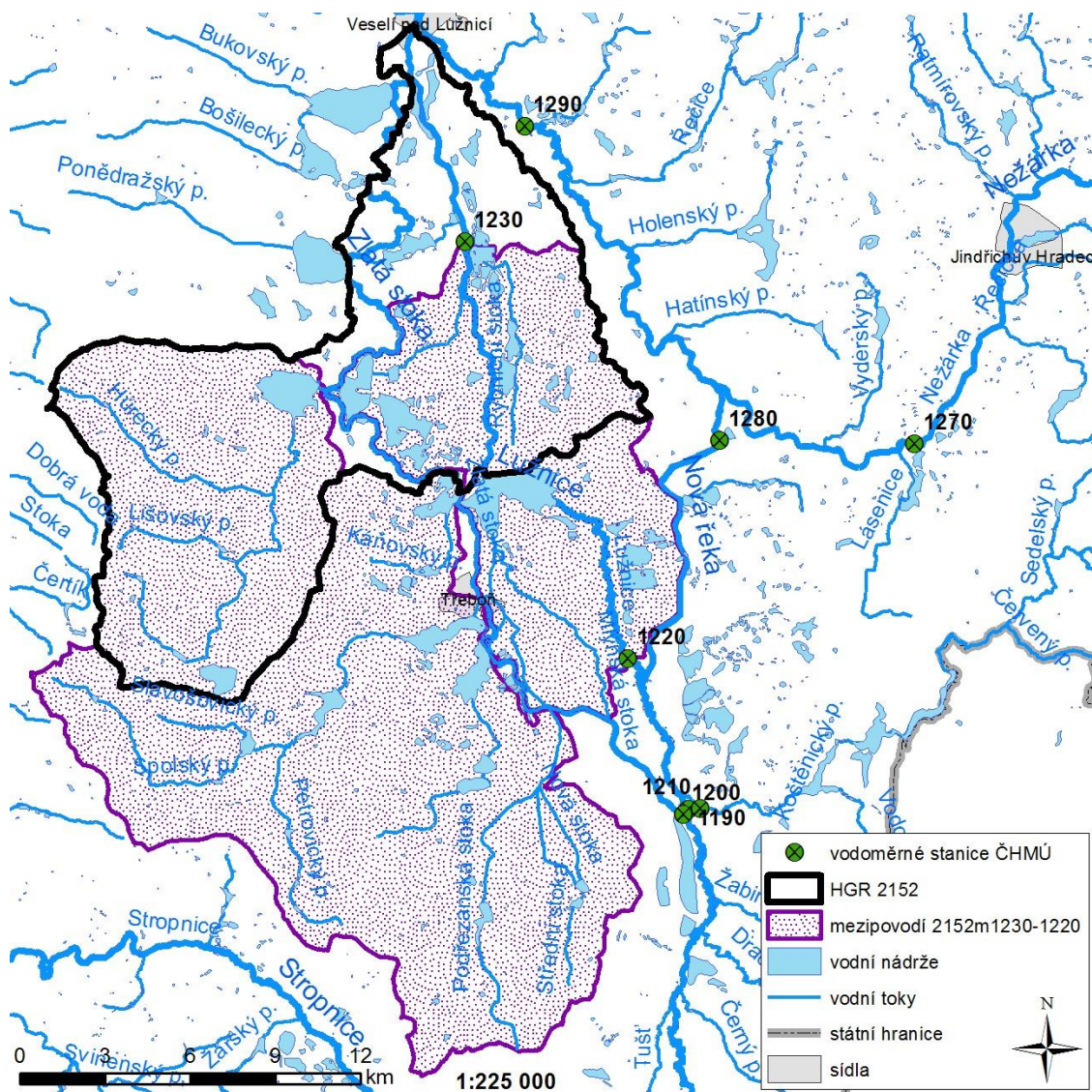
Tabulka 6-1. Přehled povodí – základní charakteristiky a dostupná data

ID		DBC	ANALOG	P (mm)	Qa (m ³ /s)	NV (n. m.)	A (km ²)	IA (km ²)	KALIB	SEP
2152m1230-1220	mezipov odí Lužnice (Frahelž)	1230-1220		651,71	1,92	465,73	416,73	153,34	1971-2010	x
HGR	HGR	-	TRANS	636,83	-	454,36	202,17	202,17	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 DOPLŇKOVÝCH MĚŘENÍCH V RÁMCI PROJEKTU

V rámci projektu nebyla na území rajonu zřízena žádná doplňující pozorování, neboť nebyl nalezen žádný tok charakterizující odtokové poměry rajonu, na kterém by bylo možné zřídit vyhovující vodoměrné pozorování.



Obrázek 6-1. Lokalizace zájmové oblasti s polohou relevantních vodoměrných stanic VÚV a ČHMÚ

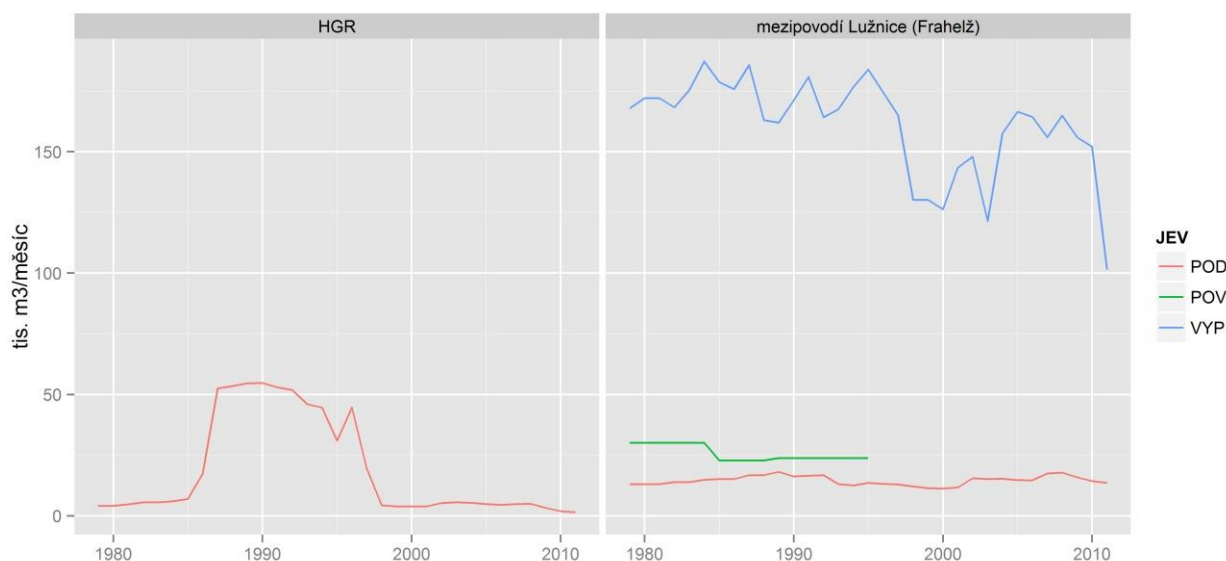
INFORMACE O MÍŘE OPRAV PRŮTOKŮ O UŽÍVÁNÍ

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

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

JEV		%	%	tis.m ³ /měsíc	tis.m ³ /měsíc	mm/rok	mm/rok
		1981-2010	2001-2010	1981-2010	2001-2010	1981-2010	2001-2010
POD	HGR	NaN	NaN	20,78	4,48	1,23	0,27
POD	mezipovodí Lužnice (Frahelž)	0,76	0,83	14,66	15,60	0,42	0,45
POV	mezipovodí Lužnice (Frahelž)	1,31	NaN	24,81	NaN	0,71	NaN
VYP	mezipovodí Lužnice (Frahelž)	8,43	8,39	161,91	154,06	4,66	4,44

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



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

6.1.1. DOTACE PODZEMNÍCH VOD

V případě rajonů s menším počtem pozorovaných dat, což je případ všech rajonů v regionu, bylo nutno volit tento postup:

1. pro všechna dílčí povodí a pro celý rajon byly vypočteny řady průměrných srážek a průměrných teplot v období 1981-2010;
2. pro povodí s měsíčním pozorováním byl kalibrován model BILAN, s využitím pozorovaného odtoku;
3. hydrologická bilance pro rajon byla modelována pomocí meteorologických dat.

Výsledky pro rajon dle této metodiky jsou dále označovány HGR_TRANS.

Výsledky ve formě datových řad měsíčních průměrů veličin hydrologické bilance, včetně základního odtoku a dotace zásob podzemní vody byly předány ČGS v elektronické formě spolu s výsledky pro dílčí povodí.

Pro rámcové posouzení dílčích i finálních výsledků uvádí obrázek 6-3 průběhy měsíčních řad pozorovaného a modelovaného odtoku. Obrázky 6-4 a 6-5 ukazují průběhy základního odtoku a odtoku stanoveného modelováním.

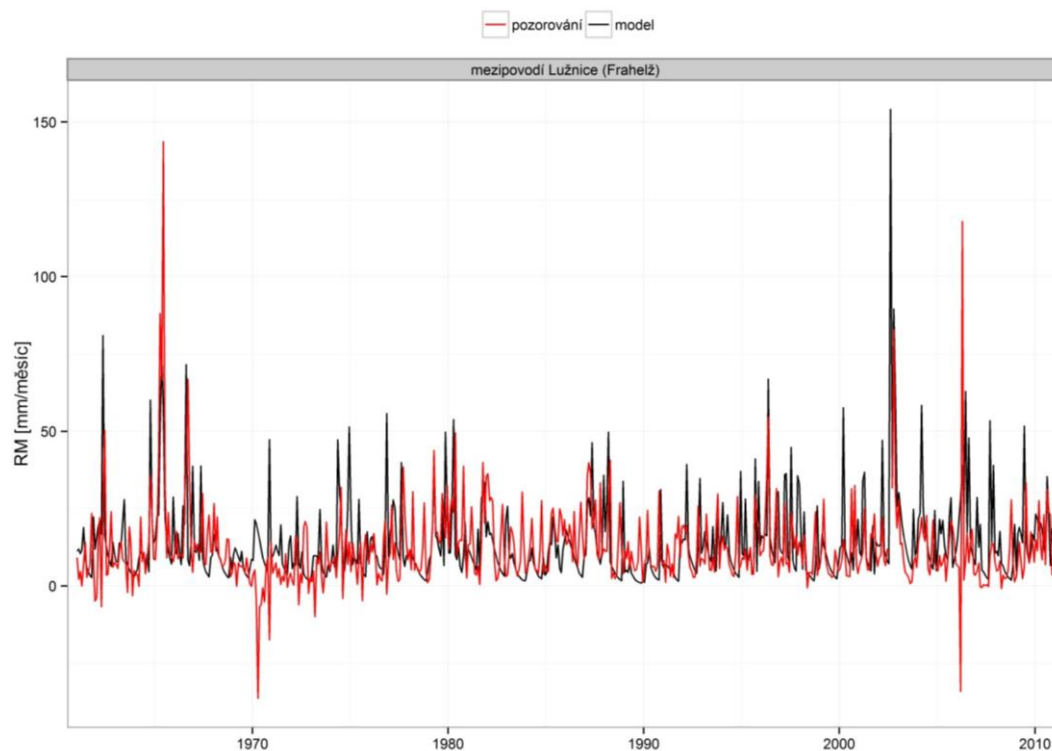
Hodnota koeficientu Nash-Sutcliffe pro vyjádření shody průtoku simulovaného modelem Bilan a měřeného průtoku je pro mezipovodí Lužnice (Frahelž) -0.29.

Obrázky 6-6 a 6-7 ukazují pro všechny použité dílčí části rajonu a pro rajon jako celek časové řady měsíčních dotací podzemní vody a modelových dotací na mezipovodí.

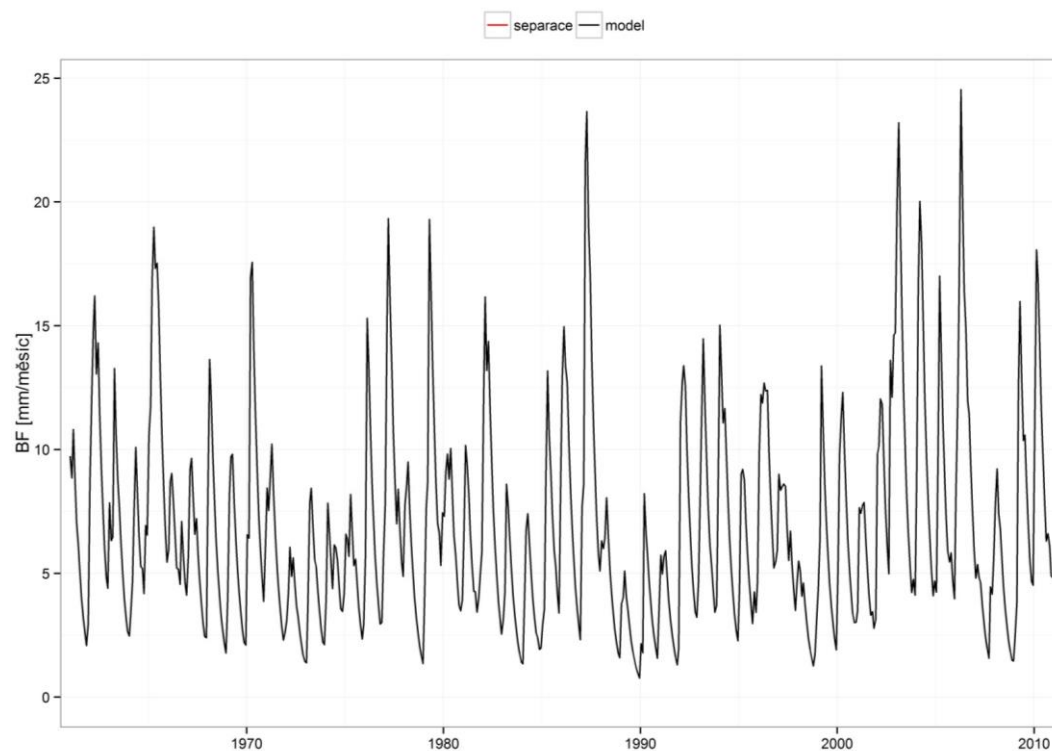
Sezónní průběh základního odtoku ve formě pravděpodobnostních polí, vyjádřený pro zužující se rozmezí kvantilů od nejširšího 10-90 % po nejúžší 40-60 %, stanovený pro období 1981-2010 a 2001-2010 je na obrázku 6-8. Stejně charakteristiky jsou na obrázku 6-9 pro dotace podzemní vody.

Číselné hodnoty kvantilů základního odtoku obsahují tabulky 6-3 a 6-4, dotace podzemní vody pak obsahují tabulky 6-5 a 6-6.

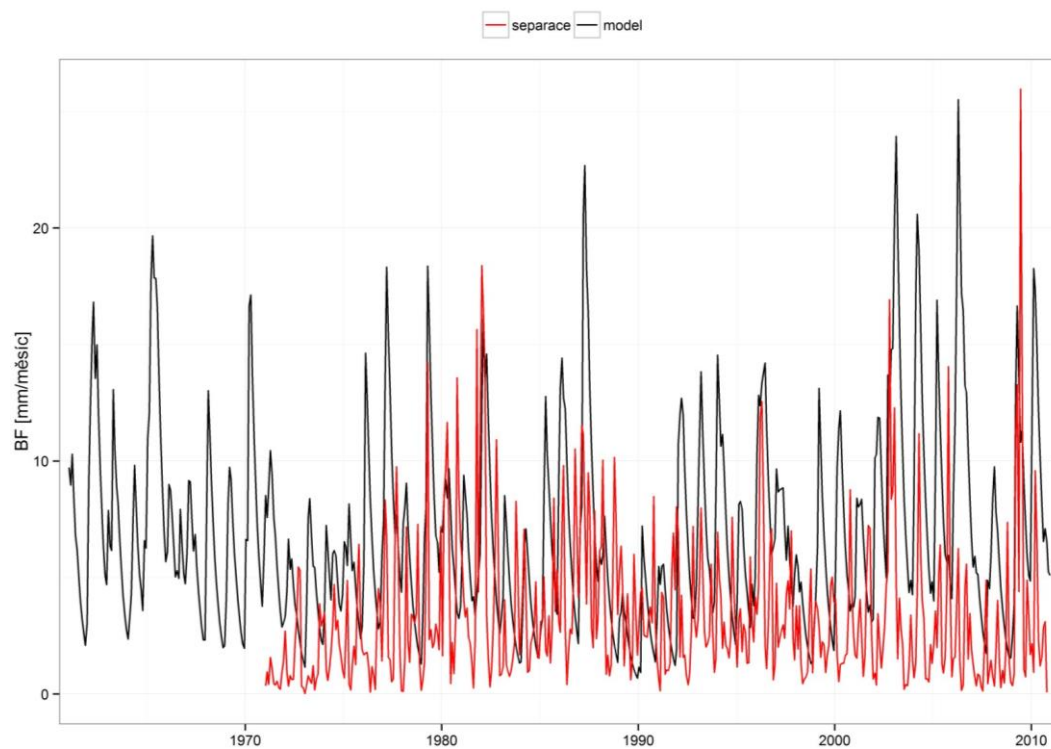
Na obrázku 6-10 pro základní odtok, na obrázku 6-11 pro dotace podzemní vody jsou čáry překročení zpracované z chronologických řad, tj. ze všech měsíců období 1981-2010 a 2001-2010.



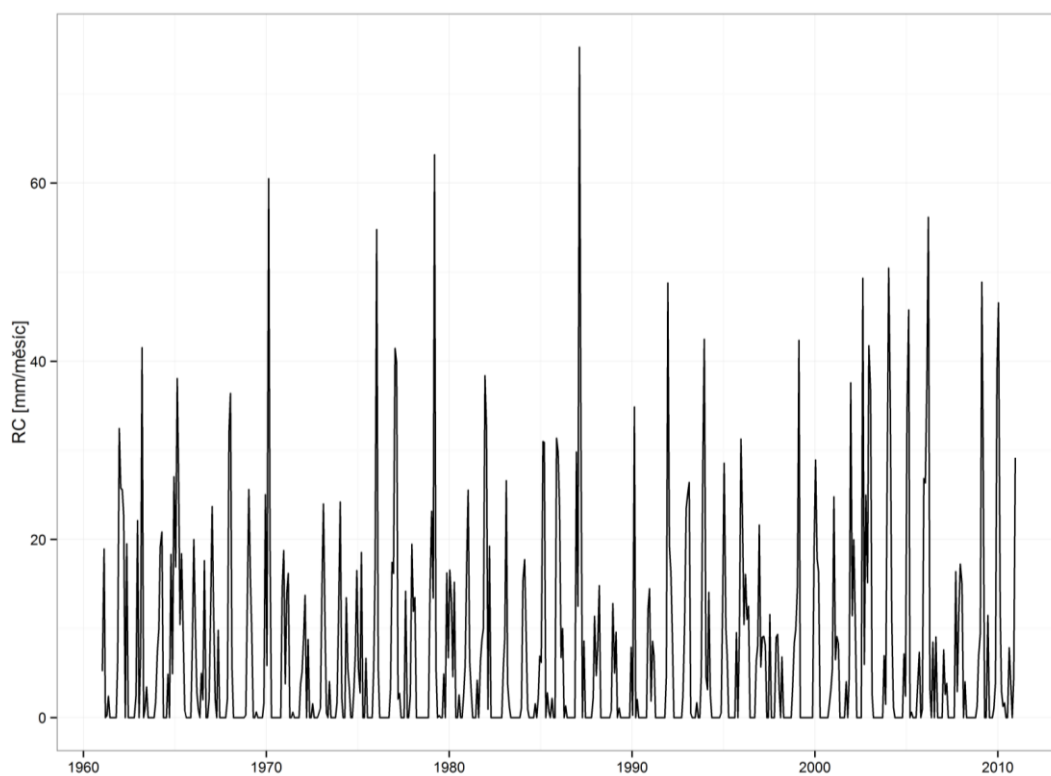
Obrázek 6-3. Pozorovaný a modelovaný odtok



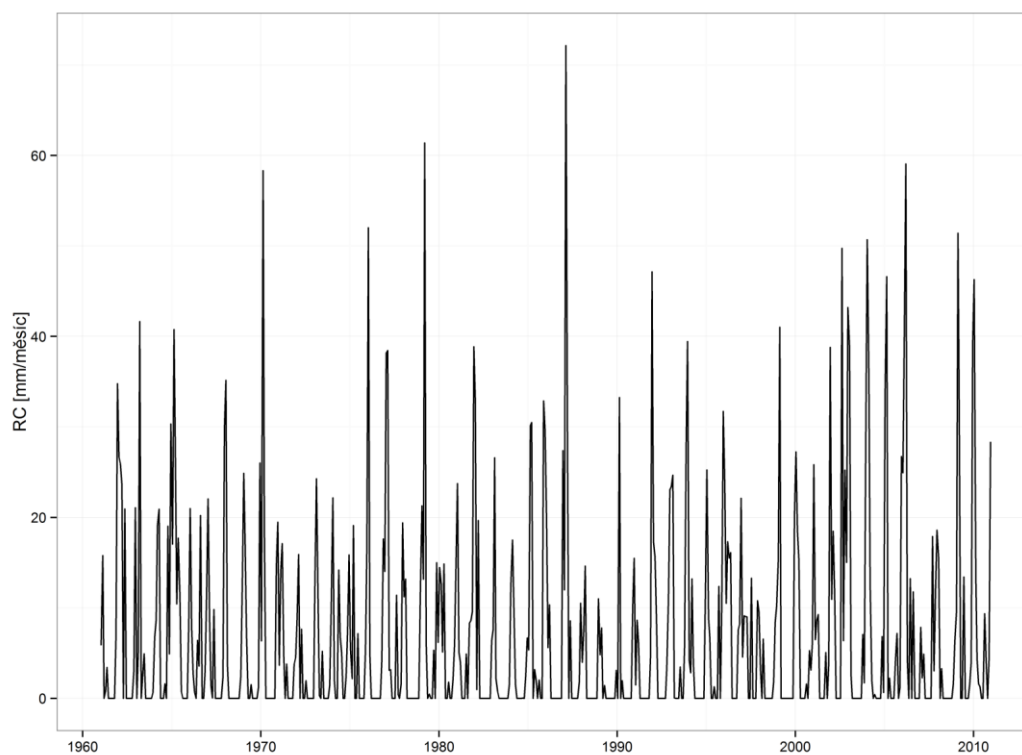
Obrázek 6-4. Základní odtok



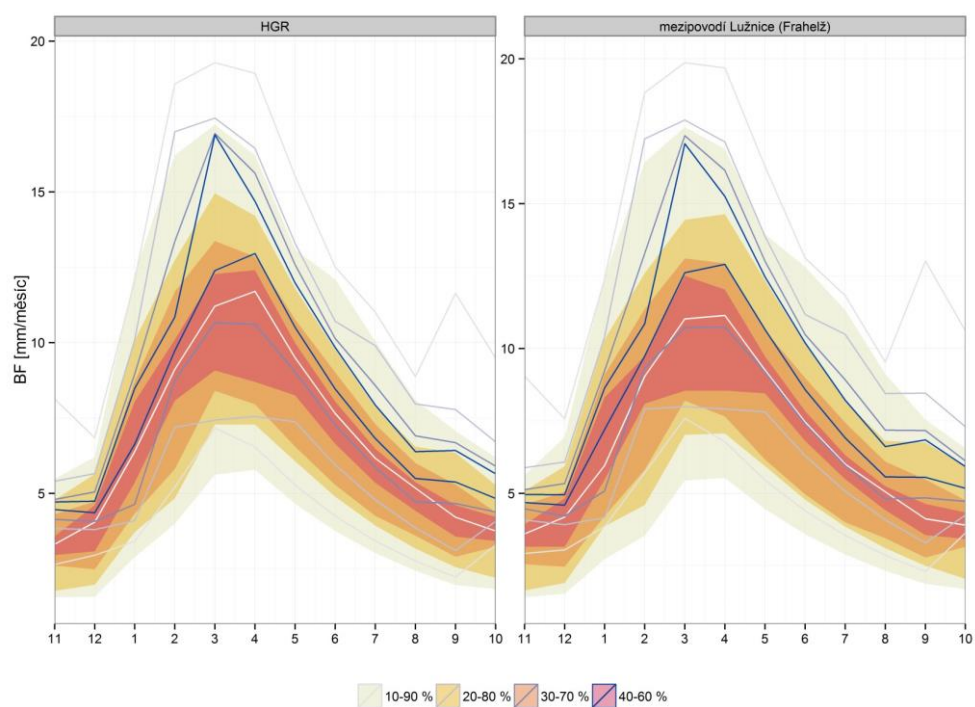
Obrázek 6-5. Mezipovodí Lužnice (Frahelž) - základní odtok



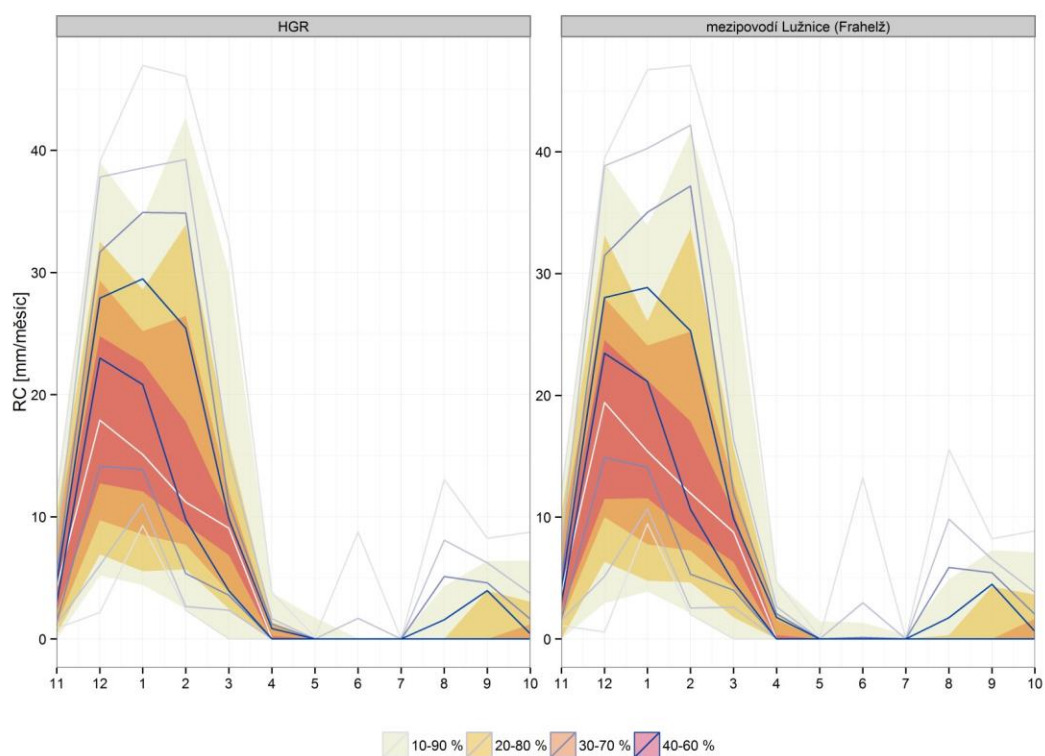
Obrázek 6-6. Modelovaná dotace podzemních vod



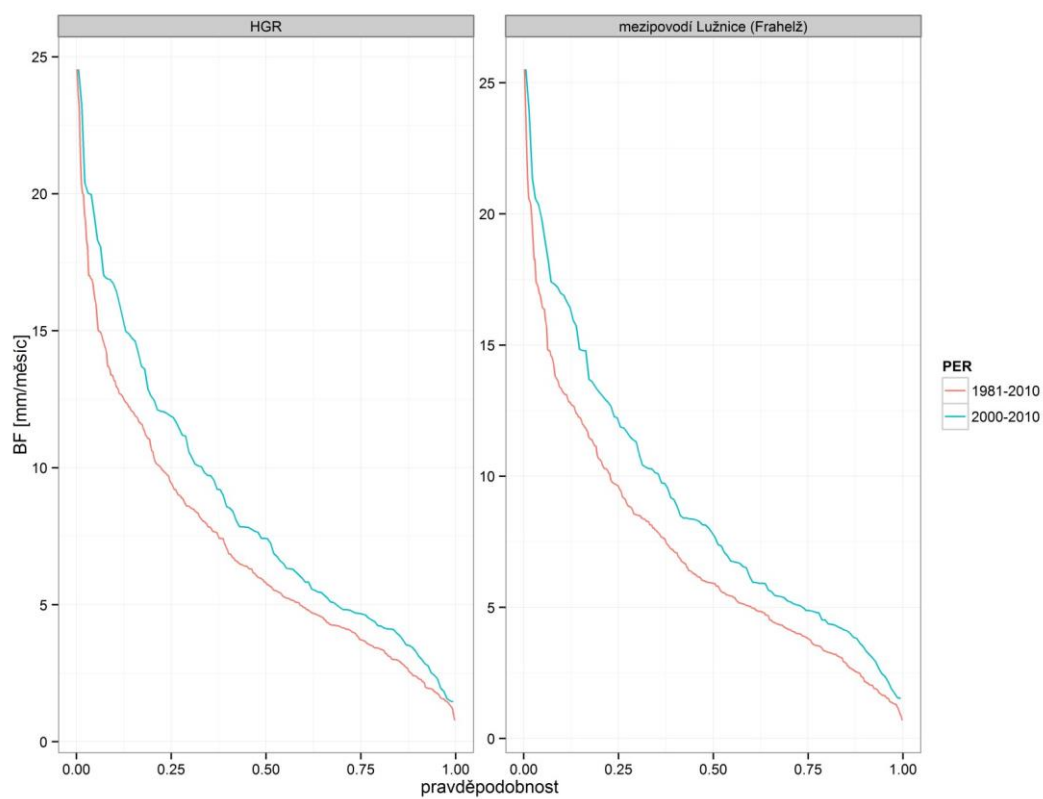
Obrázek 6-7. Mezupovodí Lužnice (Frahelž). Modelovaná dotace podzemních vod



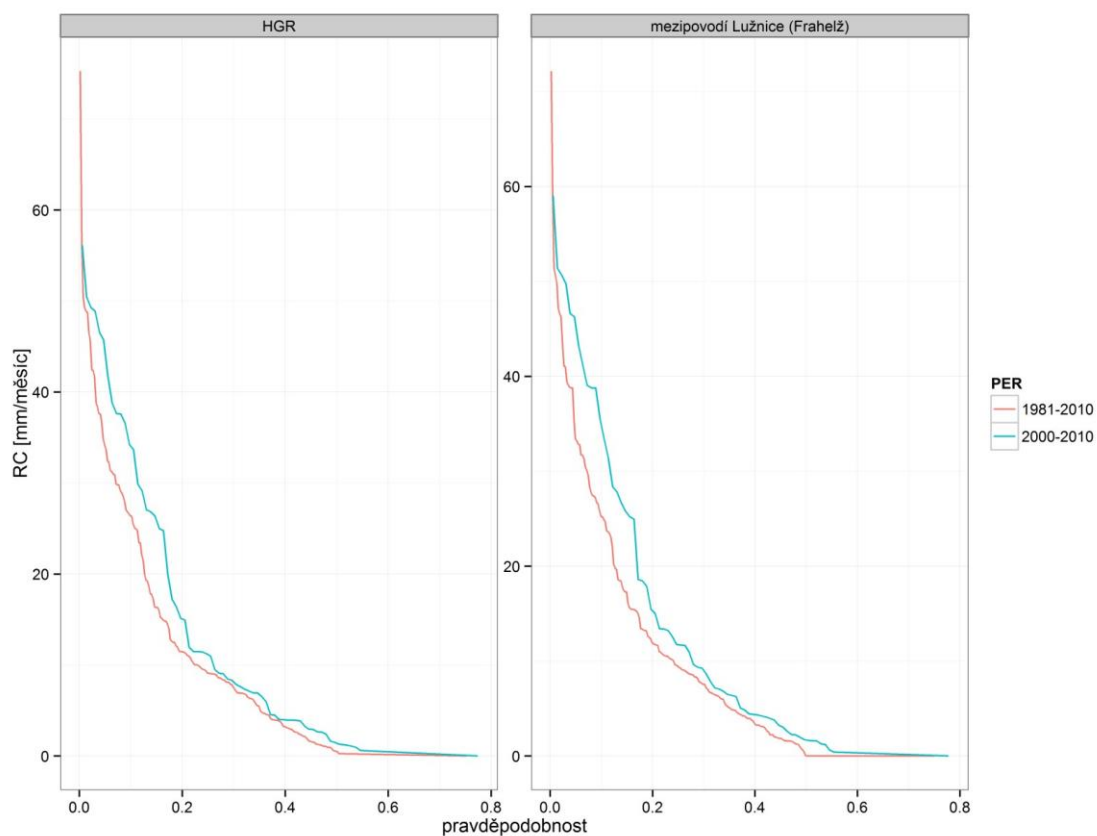
Obrázek 6-8. Pravděpodobnostní pole – základní odtok
Plné plochy odpovídají období 1981-2010, čáry období 2001-2010



Obrázek 6-9. Pravděpodobnostní pole – dotace podzemní vody
Plné plochy odpovídají období 1981-2010, čáry období 2001-2010

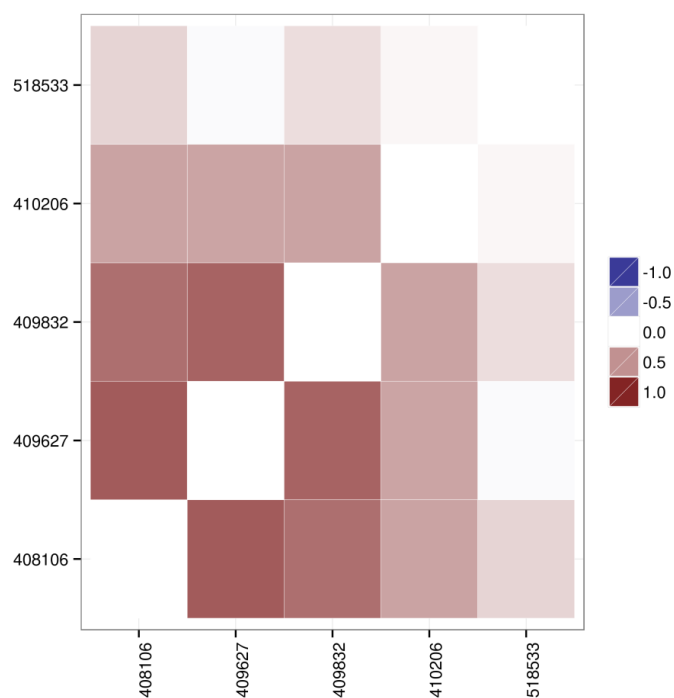


Obrázek 6-10. Čára překročení měsíčního základního odtoku



Obrázek 6-11. Čára překročení měsíční dotace podzemní vody

VYČLENĚNÍ ZÁKLADNÍHO ODTOKU NA ZÁKLADĚ REŽIMU HLADIN PODZEMNÍCH VOD – METODA KLINER – KNĚŽEK



Obrázek 6-12. Matice koeficientů korelace mezi pozorovanými hladinami podzemní vody jednotlivých vrtů

SOUHRNNÉ CHARAKTERISTIKY HYDROLOGICKÉ BILANCE

Podle hydrologického modelování na území rajou činí za období 1981 až 2010 specifická dotace podzemních vod $2,7 \text{ l/s.km}^2$, celková dotace je pak $85,23 \text{ mm/rok}$.

Souhrnné charakteristiky hydrologické bilance za modelované mezipovodí a celý hydrogeologický rajon jsou uvedeny v tabulkách 6-3 a 6-4.

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.km²)
mezipovodí Lužnice (Frahelž)	660,2	150,03*	169,68	501,1*	489,89	85,78	2,72
HGR 2152	655,65	NA	165,79	489,86	489,33	85,23	2,7

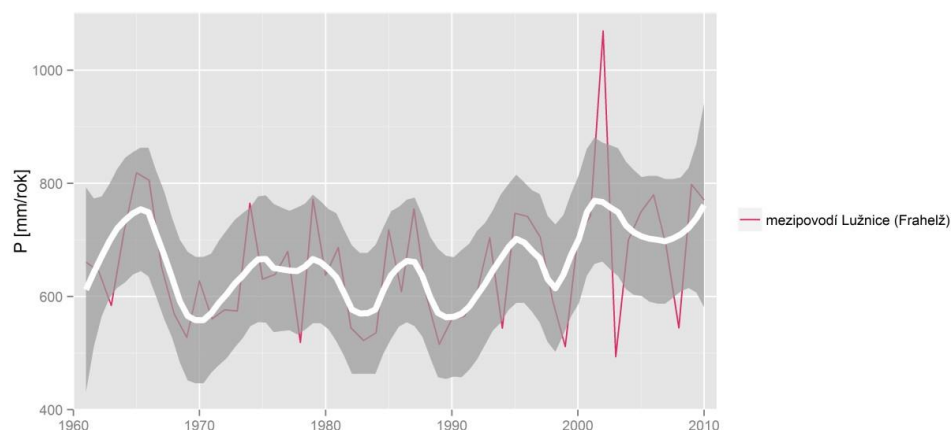
Vysvětlivky: P – měsíční srážkový úhrn; R – měsíční odtoková výška pozorovaná; RM – měsíční odtoková výška modelovaná; ET – aktuální evapotranspirace; RC – dotace zásob podzemní vody; *nejsou k dispozici data pro celé období

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

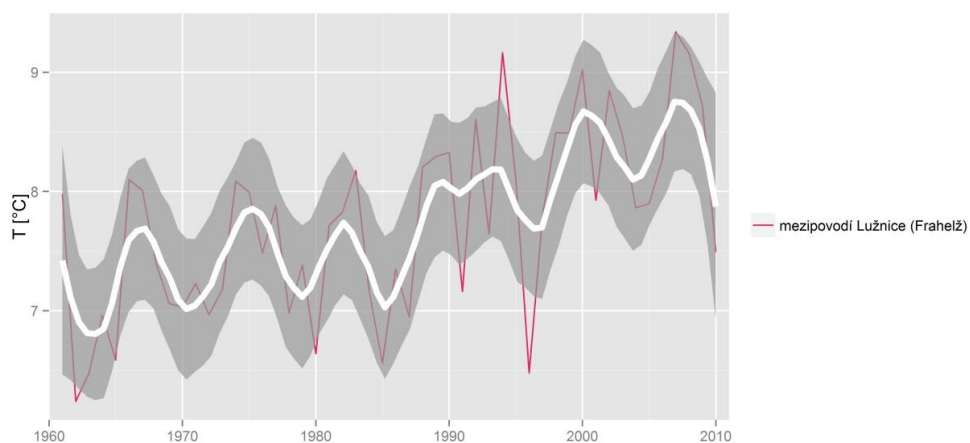
	P (mm)	R (mm)	RM (mm)	P – R (mm)	ET (mm)	RC (mm)	RC (l/s.km²)
mezipovodí Lužnice (Frahelž)	733,59	141,89*	222,42	564,95*	508,39	109,73	3,48
HGR 2152	720,53	NA	211,23	509,3	506,19	105,8	3,35

POSOUZENÍ VÝVOJE PRŮMĚRNÝCH VELIČIN HYDROLOGICKÉ BILANCE

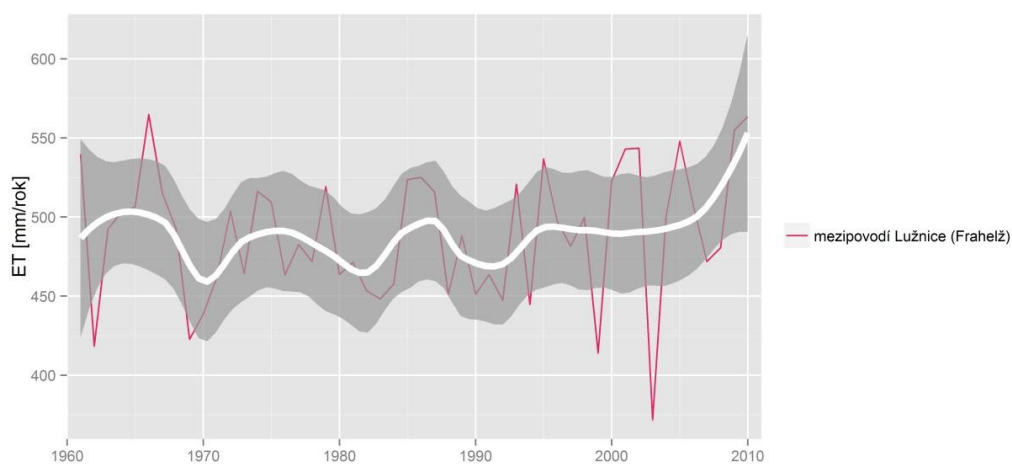
Na obrázcích 6-13 až 6-18 jsou znázorněny průběhy ročních řad základních veličin hydrologické bilance za období 1961–2010 v jednotlivých dílčích povodích a částech rajonu. Silnou čarou je vyznačen průměr vyhlazený lokální regresí (každý bod je stanoven na základě váženého lineárního modelu, váhy jsou kubickou funkcí převrácené hodnoty vzdálenosti), šedivý pás odpovídá 95% intervalu spolehlivosti odhadu průměru.



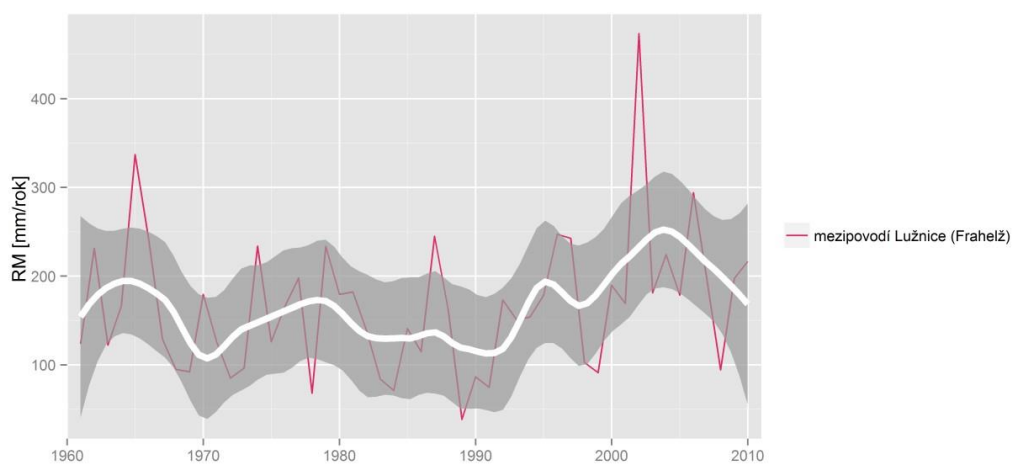
Obrázek 6-13. Vývoj průměrných ročních srážek



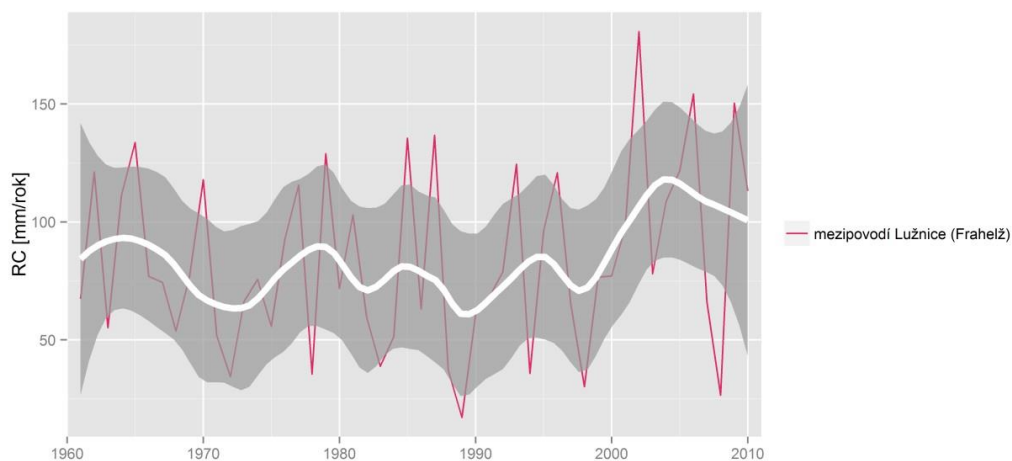
Obrázek 6-14. Vývoj průměrné roční teploty



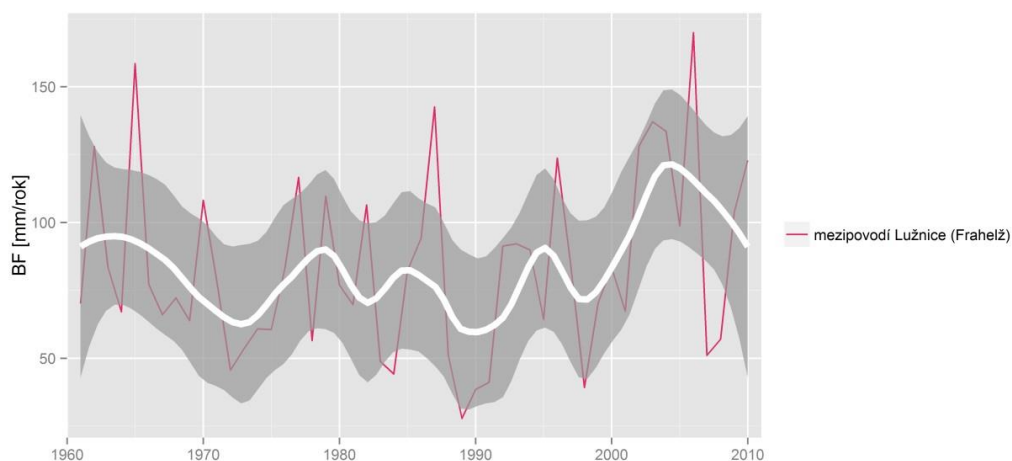
Obrázek 6-15. Vývoj aktuální evapotranspirace - odhad z modelu BILAN



Obrázek 6-16. Vývoj průměrného ročního odtoku - odhad z modelu BILAN



Obrázek 6-17. Vývoj průměrné roční dotace zásob podzemní vody - odhad z modelu BILAN



Obrázek 6-18. Vývoj průměrného ročního základního odtoku - odhad z modelu BILAN

V tabulkách 6-5 až 6-8 se uvádí průměry odtoku, aktuální evapotranspirace, dotace zásob podzemních vod a základního odtoku 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 6-5. Vývoj odtoku (odhad z modelu BILAN)

	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR 2152	159,97	165,79	1,04	211,23	1,27
mezopovodí Lužnice (Frahelž)	161,40	169,68	1,05	222,42	1,31

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

	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR 2152	486,69	489,33	1,01	506,19	1,03
mezopovodí Lužnice (Frahelž)	487,45	489,89	1,01	508,39	1,04

Tabulka 6-7. Vývoj dotace zásob podzemní vody (odhad z modelu BILAN)

	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR 2152	81,72	85,23	1,04	105,80	1,24
mezipovodí Lužnice (Frahelž)	80,85	85,78	1,06	109,73	1,28

Tabulka 6-8. Vývoj základního odtoku (odhad z modelu BILAN)

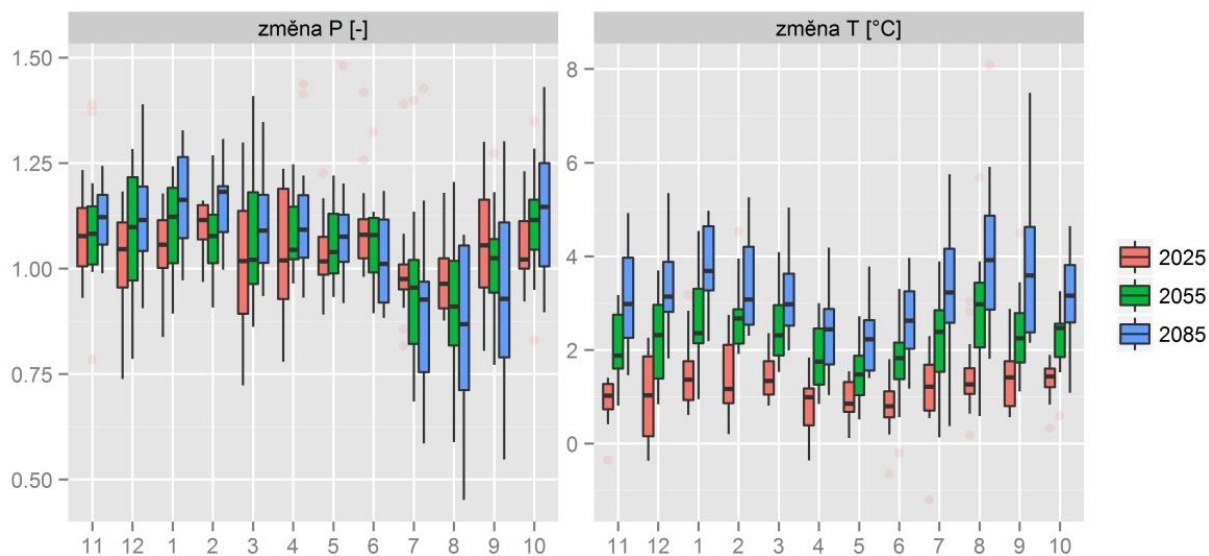
	1961-1980	1981-2010		2001-2010	
	(mm)	(mm)	dif.(-)	(mm)	dif.(-)
HGR 2152	82,56	84,70	1,03	102,69	1,21
mezipovodí Lužnice (Frahelž)	81,82	85,15	1,04	106,94	1,26

6.1.2. POSOUZENÍ MOŽNÝCH DOPADŮ ZMĚN KLIMATU

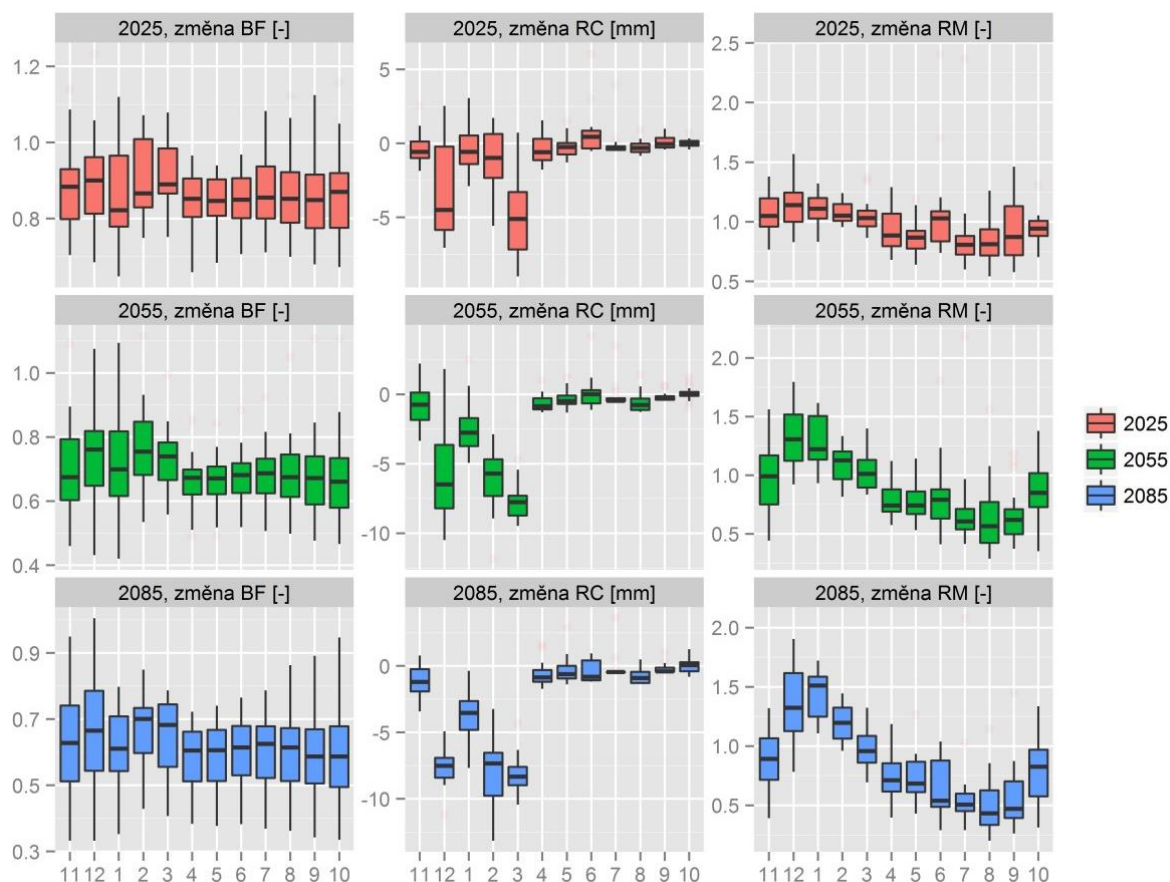
Posouzení možných dopadů klimatické změny bylo provedeno na základě simulací 15 regionálních klimatických modelů pro časové horizonty 2025 (2011-2040), 2055 (2041-2070) a 2085 (2071- 2100). Vzhledem k dostupným datům jsou uvažovány změny oproti období 1961-1990, které se standardně používá pro referenční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

Uvažované změny srážek i teploty dokumentuje obrázek 6-21. Pro srážky předpokládají klimatické modely pokles v letních měsících (dle časového horizontu 5-25 %), po zbytek roku spíše růst. Teplota roste pro všechny tři časové horizonty po celý rok, v průměru cca o 1,5; 2,2 a 3,5 °C.

Dopady uvedených změn meteorologických veličin na základní odtok, dotaci podzemní vody a celkový odtok ukazuje obrázek 6-22. Z hlediska možných využití podzemní vody je podstatné, že zejména v časově vzdálenějších časových úrovních se základní odtok od května až do listopadu zmenšuje.



Obrázek 6-19. Měsíční změny srážek (poměr) a teploty (rozdíl) dle RCM simulací pro jednotlivé měsíce; krabicové grafy indikují 5%, 25%, 50%, 75% a 95% kvantil rozdělení měsíčních změn v souboru klimatických modelů



Obrázek 6-20. 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.

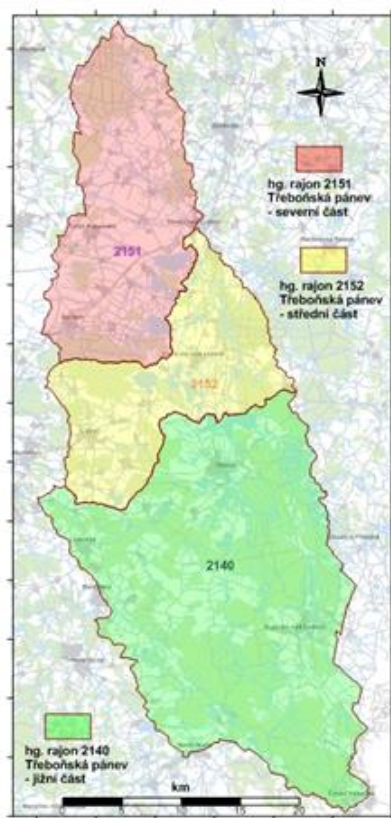
Plocha rajonu přijatelně odpovídá mezipovodí, vymezeného mezi stanicemi ČHMÚ. Vhodné by bylo doplnění vodoměrné stanice na Bechyňském potoce.

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:

1. Stacionární simulace neovlivněných poměrů proudění podzemní vody a simulace proudění při odběrech blízkých maximálním (z počátku devadesátých let 20. století). Nakalibrovány byly hydraulické parametry modelu a model byl validován.
2. Transientní simulace proudění podzemní vody pro období hydrologických let 2001-2010. Nakalibrovány byly kapacitní parametry modelu. Z této simulace byl statistickým zpracováním výsledků pro jednotlivé měsíce odvozen průměrný hydrologický rok určený pomocí parametru doplnění (efektivní infiltrace) a prázdnění (drenáže) zásob podzemní vody.

3. Stacionární simulace proudění pro účely závěrečné recalibrace modelu při využití výsledků průzkumů realizovaných v rámci řešeného projektu. Na základě výsledků stacionárního a transientního modelu a analýzy aktuálních odběrů podzemní vody byly zpracovány variantní simulace regionálního vlivu změn odběrů podzemní vody.



Obrázek 6-21. Situace modelového regionu 5 zahrnující celou strukturu třeboňské pánve včetně HGR 2152

6.2.1. OKRAJOVÉ PODMÍNKY A VSTUPNÍ DATA

Koncepční model

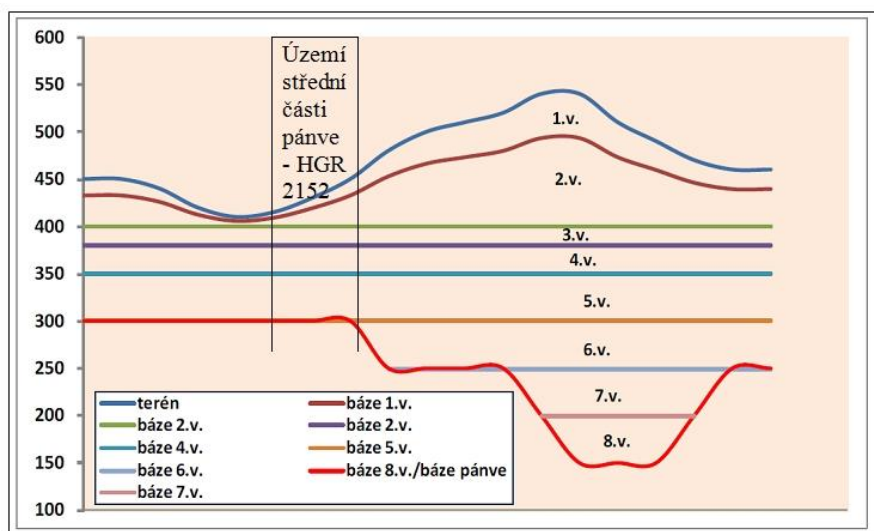
Koncepce pro hydrogeologický matematický model regionu 5, tj. celé struktury třeboňské pánve (obr. 6-21) včetně HGR 2152 je uvedena v kapitole 5 Koncepční hydrogeologický model.:

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. 6-22), v HGR 2152 je prostor modelu diskretizován do pěti vrstev,
- v HGR 2152 je celá 5. a převážná část 4. i 3. modelové vrstvy v hloubkové úrovni pod bází sedimentární pánve;
- První modelová vrstva reprezentuje vrstvu kvartérních uloženin a připovrchovou vrstvu zvětralin. Ve vrstvě se odehrává rychlejší 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 s. části pánve je mocnost nejnižší (cca 6 m) a na z. okraji v oblasti krystalinika dosahuje lokálně až 55 m, obvyklá mocnost první vrstvy je mezi 10 a 14 m,
- báze ostatních modelových vrstev jsou zadány horizontálně,
- 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 (celý region 5) je celkem 583 920 aktivních buněk,
- okraje výpočetní sítě jsou orientovány rovnoběžně s osami Křovákova souřadného systému.



Obrázek 6-22. Schéma vertikální diskretizace modelu struktury třeboňské pánve i HGR 2152

Infiltrace

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).

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 přípoверхového proudění do nejbližších drenážních bází.

Pro HGR 2152 je modelová infiltrace zadána na celkové úrovni 275 l/s, což představuje specifický podzemní odtok ve výši cca 1,5 l/s.km².

Hydraulické parametry

Hydraulické odporové a kapacitní parametry horninového prostředí byly pro HGR 2152 odhadnuty 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 v obrázku 6-23. Koeficienty hydraulické vodivosti kvartérních, terciérních a křídových sedimentů se pohybují v řádech x^{-6} až x^{-5} m/s, koeficienty v oblastech krystalinika x^{-7} až x^{-6} m/s. Obecně lze říci, že vyšší hydraulické vodivosti (koeficient filtrace) se vyskytují v centrální oblasti rajonu a v oblasti hlavní drenážní báze rajonu. Modelová vertikální hydraulická vodivost se v prostoru HGR 2152 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 1,5 až 5 % pro volnou storativitu a $3e^{-5}$ až $5e^{-5}$ (bezrozměrné) pro napjatou storativitu. Pro krystalinikum byl v modelu použit koeficient napjaté storativity v řádu x^{-10} .

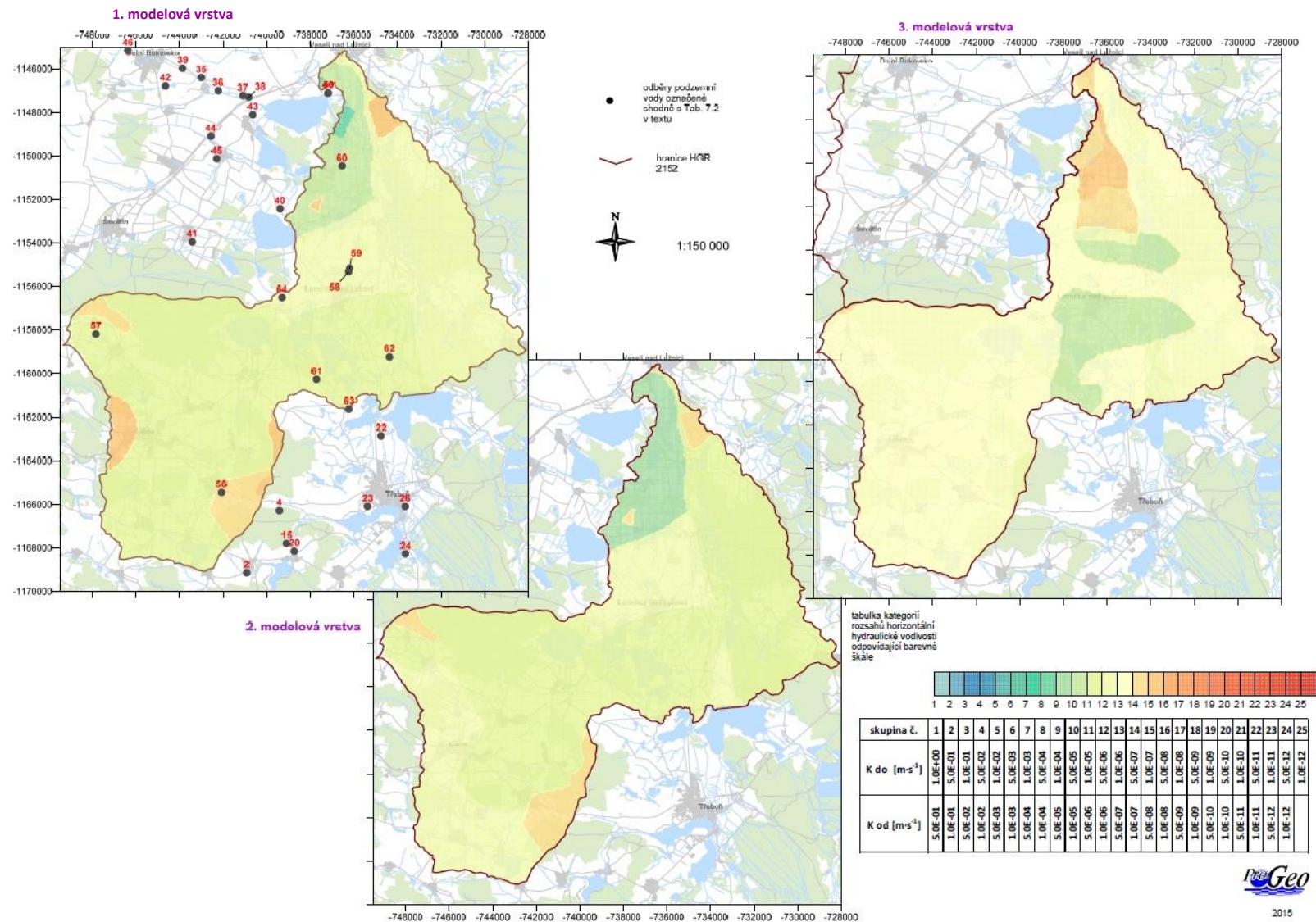
6.2.2. MODELOVÉ PRŮBĚHY HLADIN A SMĚRY PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

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

- varianta neovlivněného proudění bez odběrů podzemní vody,
- kalibrační varianta při simulovaných odběrech podzemní vody na úrovni průměru roku 2010.

Kromě základních modelových simulací byly provedeny variantní stacionární simulace směřující k analýze samotného matematického modelu (analýzy senzitivity parametrů modelu) a k analýze režimu proudění podzemní vody v zájmové lokalitě a jeho ovlivnění odběry podzemní vody (simulace alternativ vodohospodářského využití struktury).

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



Obrázek 6-23.. Modelová distribuce horizontální hydraulické vodivosti v HGR 2152

SIMULACE PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY – REŽIM NEOVLIVNĚNÝ ODBĚRY PODZEMNÍ VODY

Izolinie modelové hladiny podzemní vody v HGR 2152 pro variantu bez odběrů podzemní vody pro 1., 2. a 3. modelovou vrstvu jsou zobrazeny v obrázku 6-24. Hlavní drenážní bázi v rajonu představuje řeka Lužnice ve v. a sv. části rajonu a pro mělčí oběh také rybníční soustava v prostoru Lomnice nad Lužnicí. Směr proudění podzemní vody protékající rajonem je vzhledem k poloze drenážních oblastí v z. části území od Z k V a ve v. části území do centrální linie tvořené Lužnicí. Vypočtenou bilanci podzemní vody dokumentuje tabulka 6-9.

Tabulka 6-9. Modelová bilance podzemní vody - varianta bez odběrů podzemní vody

	přítok do modelu	odtok z modelu
	l/s	l/s
infiltrace	275	-
povrchové toky	-	313,9
přetok přes hranici s HGR 4152	84,5	45,7
odběr	-	-
suma	359,5	359,6

SIMULACE PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY - REŽIM OVLIVNĚNÝ ODBĚRY PODZEMNÍ VODY

Izolinie hladiny podzemní vody při simulovaných odběrech podzemní vody ukazuje obrázek 6-25. Vykresleny jsou rovněž izolinie snížení hladiny podzemní vody v důsledku simulovaných odběrů. Simulován byl průměrný odběr v roce 2010 na úrovni cca 2 l/s, poloha odběrů podzemní vody v příslušné modelové vrstvě dokumentuje obrázek 6-25. Velikosti odběrů podzemní vody zadáné do této varianty simulace jsou dokumentovány v tabulce 6-10, jejich poloha je pak zakreslena v obrázku 6-25. HGR 2152 je z hlediska vodohospodářského nejméně významnou částí třeboňské pánve. Významnější odběry se zde v současné době i v roce 2010 nerealizují.

Tabulka 6-10. Odběry podzemní vody zadáné do stacionární simulace proudění podzemní vody při odběrech podzemní vody na úrovni roku 2010

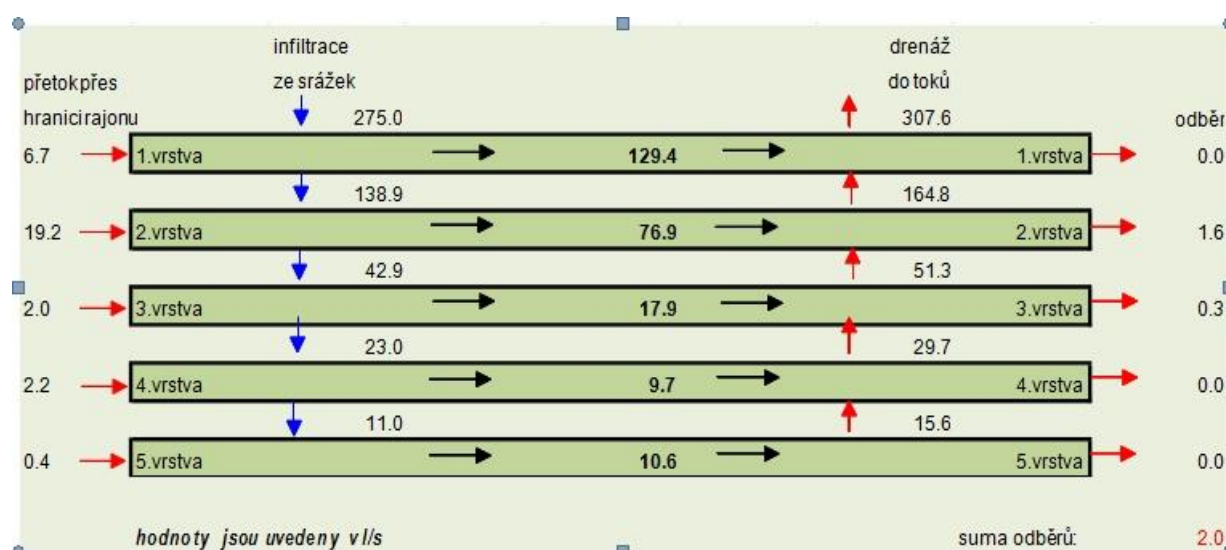
ID	objekt	název	ICO	odběr 2014 (l/s)
56	Best	BEST Kaznějov Štěpánovice	111025	0,14
57	HV-1	ZOD Kolný	111093	0,36
58, 59	HV1,HV2,HV3	KOOPRODUKT Horní Slověnice	111110	0,32
60	Farma_Pone	PONĚDRAŽ farma v Ponědrážce	113030	0,19
61	S1 (HV1)	SHR Kačerovský Třeboň Přeseka	113047	0,17
62	HV-1	ČEVAK Lužnice	113050	0,47
63	HV-1	ČEVAK Přeseka	113052	0,18
64	HV-1	Obec Smržov	113071	0,32

Snížení hladiny podzemní vody vlivem odběrů podzemní vody jsou obvykle lokalizována v jejich bezprostředním okolí a nedosahují hodnot vyšších než 2 m. V okrajových částech HGR 2152 dochází k ovlivnění úrovně hladiny podzemní vody odběry podzemní vody z přilehlých HGR 2151 a 2140. Vlivem odběrů podzemní vody nejen v HGR 2152 je mírně snížena drenáž podzemní vody do povrchových toků cca o 6,5 l/s. Základní bilance podzemní vody vypočtená pro tuto variantu je dokumentována v tabulce 6-11. Bilanční schéma pro jednotlivé modelové vrstvy uvádí obrázek 6-26. Je patrné, že v modelovém řešení netvoří rajon zcela autonomní celek a hranice rajonu s HGR 2151 a

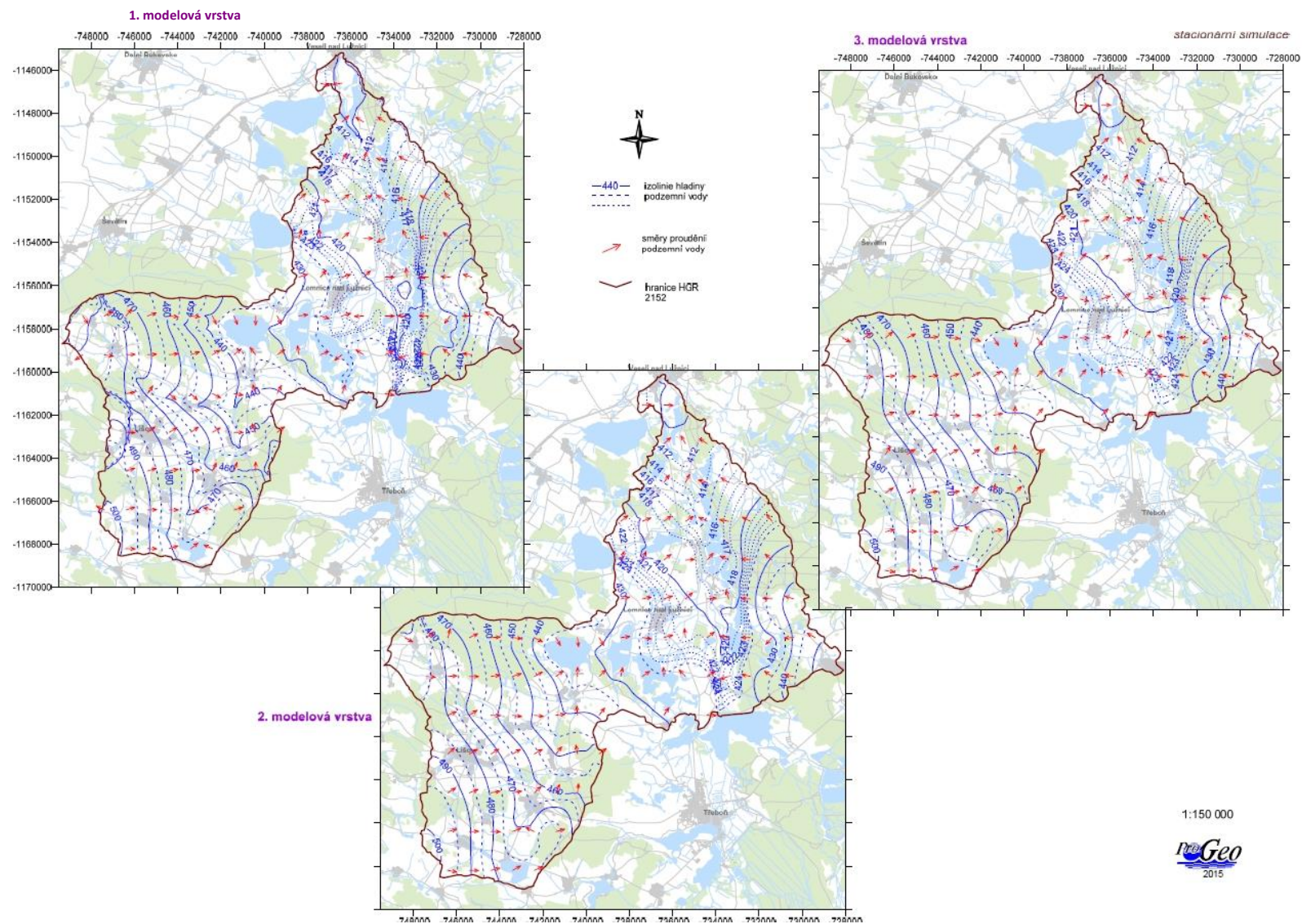
HGR 2140 nejsou zcela shodné s hydrogeologickými rozvodnicemi. Více než 20 % podzemní vody, která se podílí na režimu proudění v horninovém prostředí rajonu, je infiltrována v sousedních hydrogeologických jednotkách.

Tabulka 6-11. Modelová bilance podzemní vody - varianta odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010

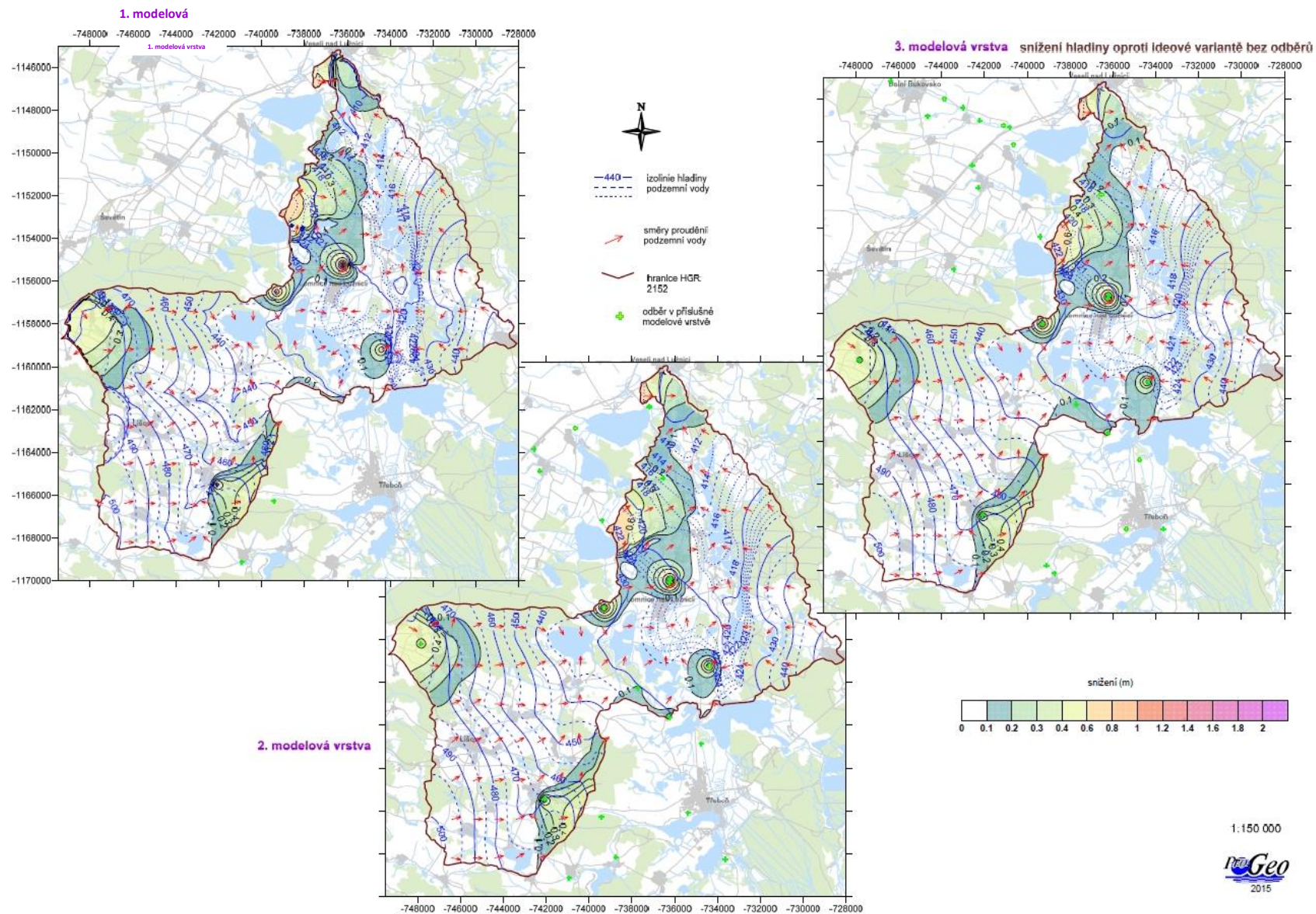
	přítok do modelu	odtok z modelu
	l/s	l/s
infiltrace	275	-
povrchové toky	-	307,3
přetok přes hranici s HGR 4152	80	45,6
odběr	-	2
suma	355	354,9



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



Obrázek 6-25.
Modelová hladina
podzemní vody bez
odběrů podzemní
vody



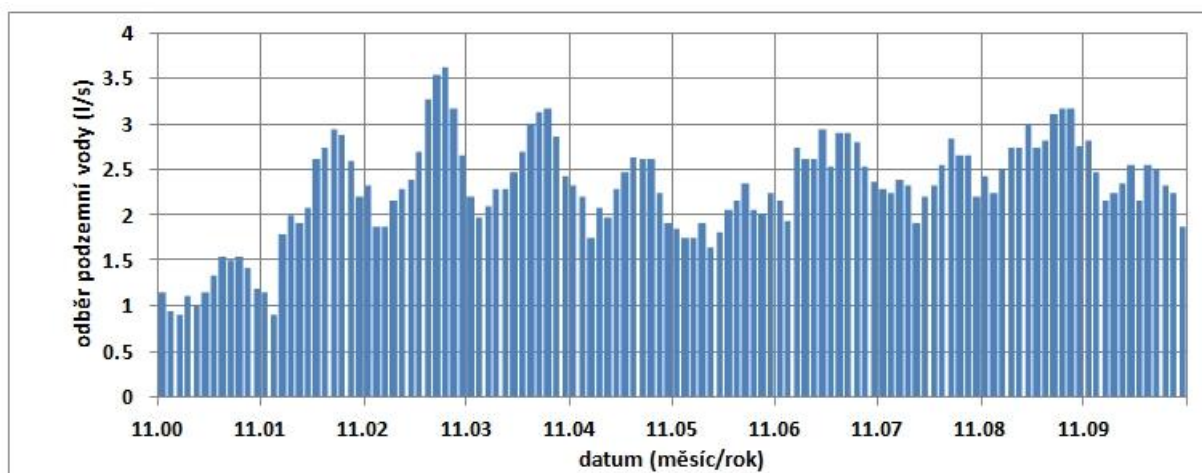
Obrázek 6-26.
Modelová
hladina
podzemní
vody s odběry
podzemní
vody

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 rajonu 2152 má vliv především:

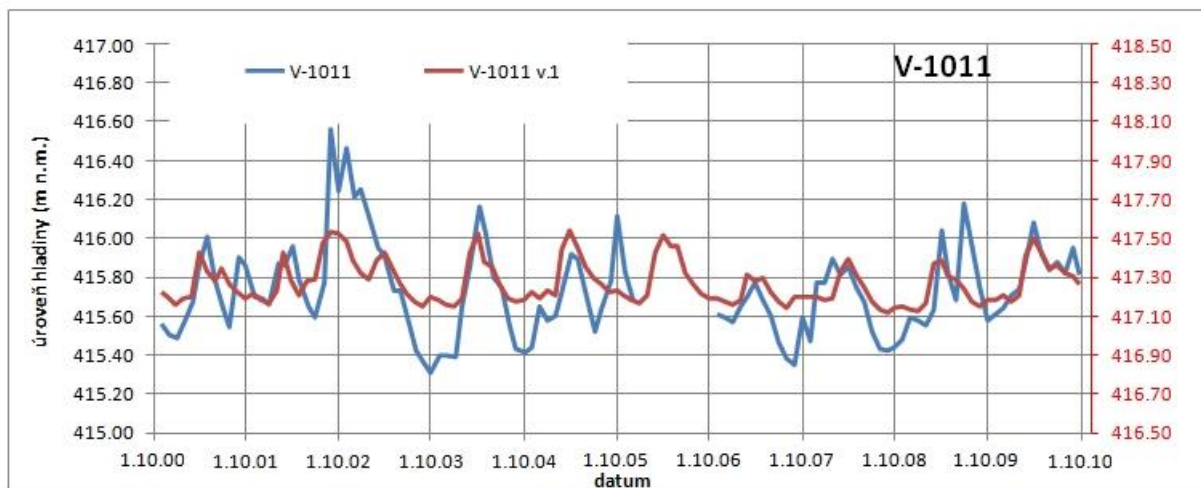
- velikost aktuální infiltrace,
- velikost kapacitních parametrů kolektoru,
- hloubka a poloha objektu.

Vývoj odběrů podzemní vody v HGR 2152 v simulovaném období dokumentuje obrázek 6-27.



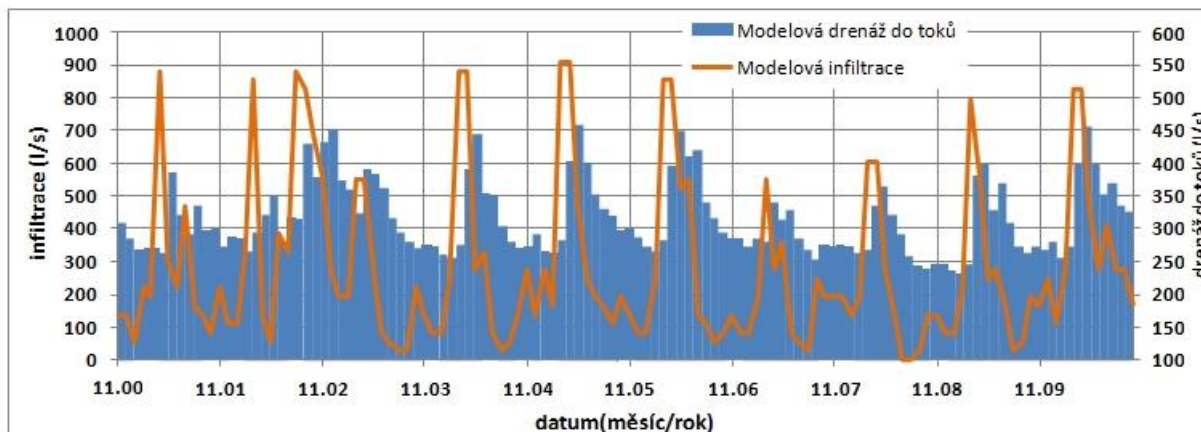
Obrázek 6-27.. Odběry podzemní vody v hydrologických letech 2001-2010

Pro kalibraci transientního modelu byly k dispozici režimy kolísání hladiny podzemní vody v pěti vrtech. Měřené a modelové hladiny podzemní vody v monitorovacím vrtu ČHMÚ V-1011 jsou porovnány na obrázku 6-28. Režim měřené hladiny podzemní vody ve vrtu je v grafu vyznačen modře, modelová hladina je červeně a hodnoty úrovně jsou uvedeny na ose popsané rovněž červenou barvou. Rozdíl v absolutní hodnotě měřené a modelové hladiny je dán odchylkou kalibrace stacionárního modelu. Perforovaný úsek mělkého vrtu V-1011 ležícího v oblasti drenážní báze protíná pouze 1. modelovou vrstvu. Měřená hladina podzemní vody ve vrtu vykazuje relativně nízkou rozkolísanost s dobře patrným režimním chodem. Z porovnání modelové a měřené hladiny podzemní vody je zřejmé, že bylo dosaženo dobré shody v trendu vývoje hladiny a přijatelné shody v absolutní úrovni hladiny podzemní vody. Z obrázku je rovněž patrné, že reakce měřené hladiny podzemní vody ve vrtu na extrémní srážky v období srpna 2002 je výrazně větší než reakce vypočtená modelem.



Obrázek 6-28.. Porovnání měřené a modelových hladin podzemní vody pro transientní simulaci ve vrtu V-1011

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 dokumentuje obrázek 6-29. Z grafu je patrné, že okamžitá srážková infiltrace ve smyslu měsíčního časového kroku simulace byla modelem odladěna přibližně v rozmezí nuly až dvojnásobku průměrné (stacionární) infiltrace. V obrázku je rovněž uvedena velikost průměrné modelové drenáže podzemní vody do povrchových vodotečí a rybníků. Vypočtené zpoždění maxim drenáže oproti maximum infiltrace je cca 1 měsíc.



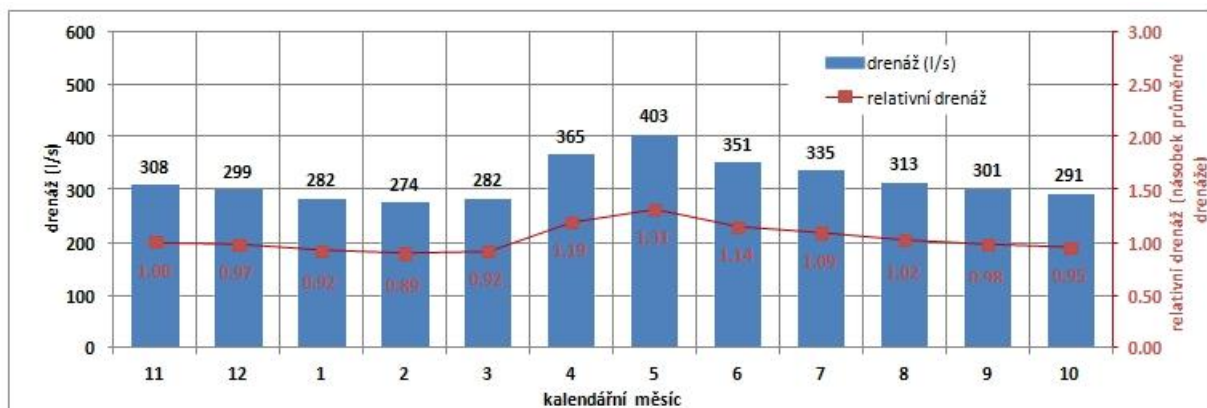
Obrázek 6-29.. Odladěná modelová velikost srážkové infiltrace pro HGR 2152

Na režimně měřených hladinách, ani na modelem vypočtených hladinách podzemní vody v monitorovaných vrtech, se neprojevují výkyvy způsobené změnami čerpání podzemní vody. V simulovaném období let 2001 až 2010 nedocházelo k výrazným změnám čerpaných množství podzemní vody a jejich odebírané množství z jednotlivých objektů na území rajonu je příliš malé na to, aby mohlo překrýt vliv sezónního kolísání hladin v pozorovacích vrtech sítě ČHMÚ.

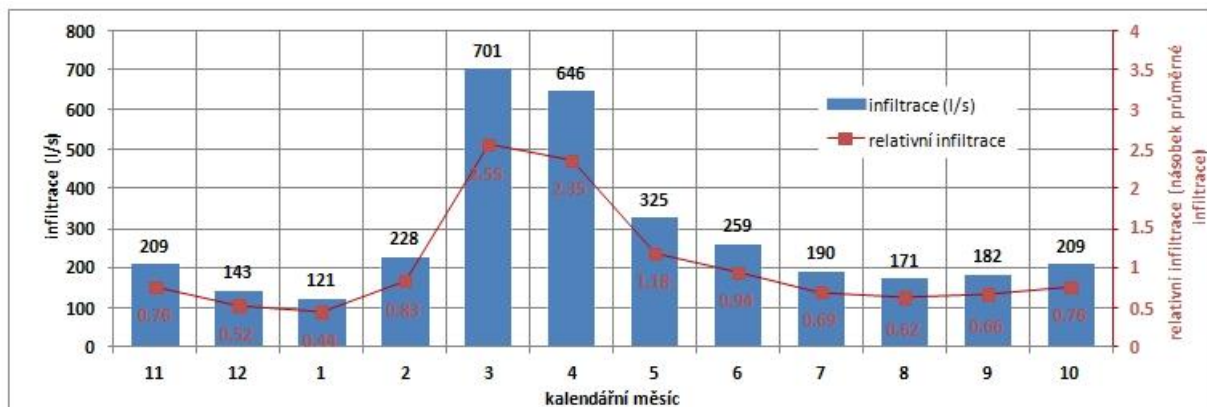
PROGNÓZNÍ MODELÝ PROUDĚNÍ PODZEMNÍ VODY

TRANSIENTNÍ SIMULACE - PRŮMĚRNÝ HYDROLOGICKÝ ROK

Transientní simulace průměrného hydrologického roku je založena na velikosti dotace stanovené jako aritmetický průměr měsíčních hodnot infiltrace odhaděných v rámci transientního modelu pro období hydrologických let 2001 až 2010. Průměrné měsíční dotace podzemní vody jsou dokumentovány v obrázku 6-30, průměrná měsíční drenáž v obrázku 6-31. Odběr je zadán po celou dobu simulace konstantní na úrovni 2 l/s.



Obrázek 6-30.. Doplňování přírodních zdrojů v průměrném hydrologickém roce



Obrázek 6-31.. Drenáž 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 přepovrchové zóny při tání sněhu spolu s jarními srážkami, které v tomto období nejsou spotřebovávány evapotranspirací. Mírně nadprůměrná dotace podzemní vody 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 (zámrz 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 po vegetační období.

Modelová drenáž podzemní vody do 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 pro modelový region 5 byly realizovány stacionárních simulace, které zohledňovaly různé potenciální varianty odběrů. Prezentovány byly 3 modelové varianty, které umožňují posoudit ovlivnění režimu proudění 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 3,4 l/s;
- varianta plošného navýšení odběrů podzemní vody – navýšení všech odběrů podzemní vody přesahující v roce 2010 průměr 1 l/s o 15 %,
- varianta plošného snížení odběrů podzemní vody - snížení všech odběrů podzemní vody přesahující v roce 2010 průměr 1 l/s o 15 %.

Pro oblast HGR 2152, kde jsou odběry minimální a žádný samostatný odběr podzemní vody v roce 2010 nepřesáhl v průměru 1 l/s, byly varianty plošného navýšení a snížení irelevantní a proto byla varianta plošného navýšení o 15 % upravena tak, že všechny odběry v HGR 2152 byly navýšeny na 2,5 násobek odběrů podzemní vody z roku 2010. Tedy celkový odběr podzemní vody na úrovni 5 l/s. Tabulka 6-12 uvádí základní bilanci pro varianty blízké perspektivy a navýšení odběrů podzemní vody. Varianta blízké perspektivy představuje zvýšení odběrů podzemní vody o cca 6 %.

Tabulka 6-12. Základní bilance variant stacionárního modelového řešení

varianta	blízká perspektiva		navýšení odběrů	
	přítok do HGR	odtok z HGR	přítok do HGR	odtok z HGR
	l/s	l/s	l/s	l/s
infiltrace	275	-	275	-
povrchové toky	-	305,7	-	304
přetok přes hranici z HGR 4152	79,9	45,7	79,5	45,5
odběr	-	3,4	-	5
suma	354,9	354,8	354,5	354,5

Modelové navýšení významných odběrů podzemní vody způsobují pouze mírný pokles přirozené drenáže do povrchových toků. Při navýšení odběrů podzemní vody v přilehlých rajonech se také mírně snižuje přítok přes hranice do HGR 2152.

U obou modelových variant odběrů podzemní vody byly sledovány velikost a rozsah snížení (zvýšení) hladiny podzemní vody oproti variantě odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010. Největší snížení hladiny podzemní vody bylo generováno ve druhé modelové vrstvě kolem odběrů KOOPRODUKT Horní Slověnice (z vrtů HV-1 až HV-3) a ZOD Kolný (HV-1), kde snížení při navýšení odběrů o 250 % dosahuje hodnoty 4 až 4,5 m. Při navýšení odběrů podzemní vody na úroveň varianty blízké perspektivy je snížení hladiny podzemní vody v blízkosti odběru ZOD Kolný do 3 m, odběr podzemní vody KOOPRODUKT není v této variantě navýšen. Vzhledem k nižší transmisivitě v oblasti vyvolává navýšení jednotlivých odběrů podzemní vody relativně vyšší snížení hladiny podzemní vody, která jsou ale lokalizována pouze na bezprostřední okolí místa odběru podzemní vody. To odpovídá generelně nižší vydatnosti vrtů.

Při odladěné hodnotě velikosti přírodních zdrojů podzemní vody pro celý region 5 na úrovni 275 l/s, představuje celkový odběr podzemní vody ve variantě navýšení na 2,5 násobek jen cca 2 % přírodních zdrojů podzemní vody. Vzhledem k malé mocnosti pánevní výplně, a tedy nižší transmisivitě, patrně

území HGR 2152 nemá dostatečný vodohospodářský potenciál pro soustředěné odběry vyšší, než desetiny až první jednotky l/s. Navýšení souhrnného odběru podzemní vody z rajonu, hlavně z přípovrchové vrstvy, je tedy možné, ale pouze pro odběry podzemní vody lokálního významu.

7. KVALITATIVNÍ STAV ÚTVARŮ PODZEMNÍCH VOD

7.1. ÚPRAVÁRENSKÁ HLEDISKA VYUŽITÍ PODZEMNÍCH VOD

Pro potřeby regionálního hodnocení bilancovaných rajonů, případně oblastí byly jako vstupní informace využity existující výsledky chemických analýz převážně z jednorázových odběrů podzemní vody z archivu ČGS do roku 2013, dále analýzy z pramenů ČHMÚ, výsledky analýz z pramenů a nových vrtů provedených v rámci projektu Rebalance zásob podzemních vod za období 2013 a 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 (kategorie upravitelnosti v tabulce 7-1). Hodnoceny byly všechny složky dle vyhlášky č. 120/2011 Sb.

Tabulka 7-1. Kategorie upravitelnosti 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 víceetapňovou 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 mim. řádně.
>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.

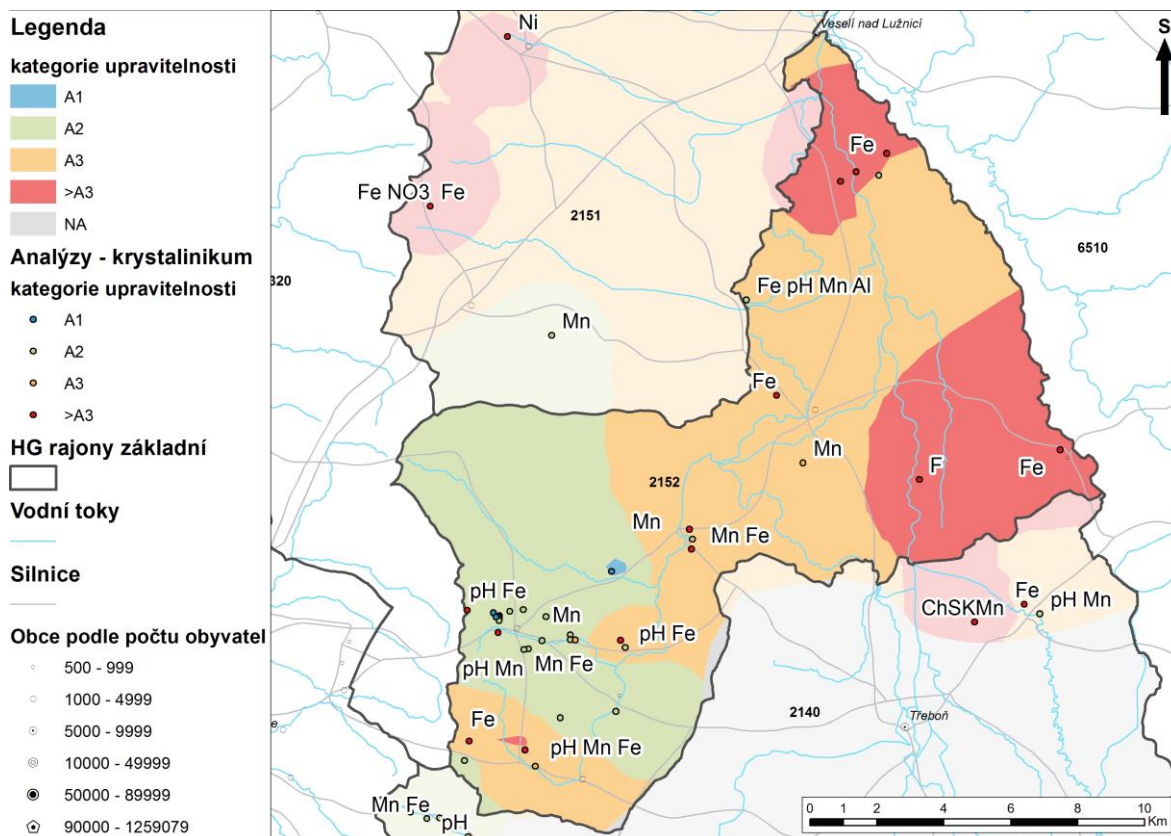
Upravitelnost podzemní vody v hodnoceném rajonu spadá nejčastěji do kategorie A2 nebo A3, místy >A3 způsobené vysokými koncentracemi železa a manganu. Do kategorie A1 spadají pouze ojedinělé vrty.

V krystaliniku v podloží křídových sedimentů se v jv. a sv. části rajonu vyskytují podzemní vody v kategorii upravitelnosti >A3 a ve střední části v kategorii A3 v důsledku zvýšených koncentrací železa. Na západním okraji rajonu je kvalita podzemní vody lepší v kategorii upravitelnosti A2 (viz obr. 7-1)

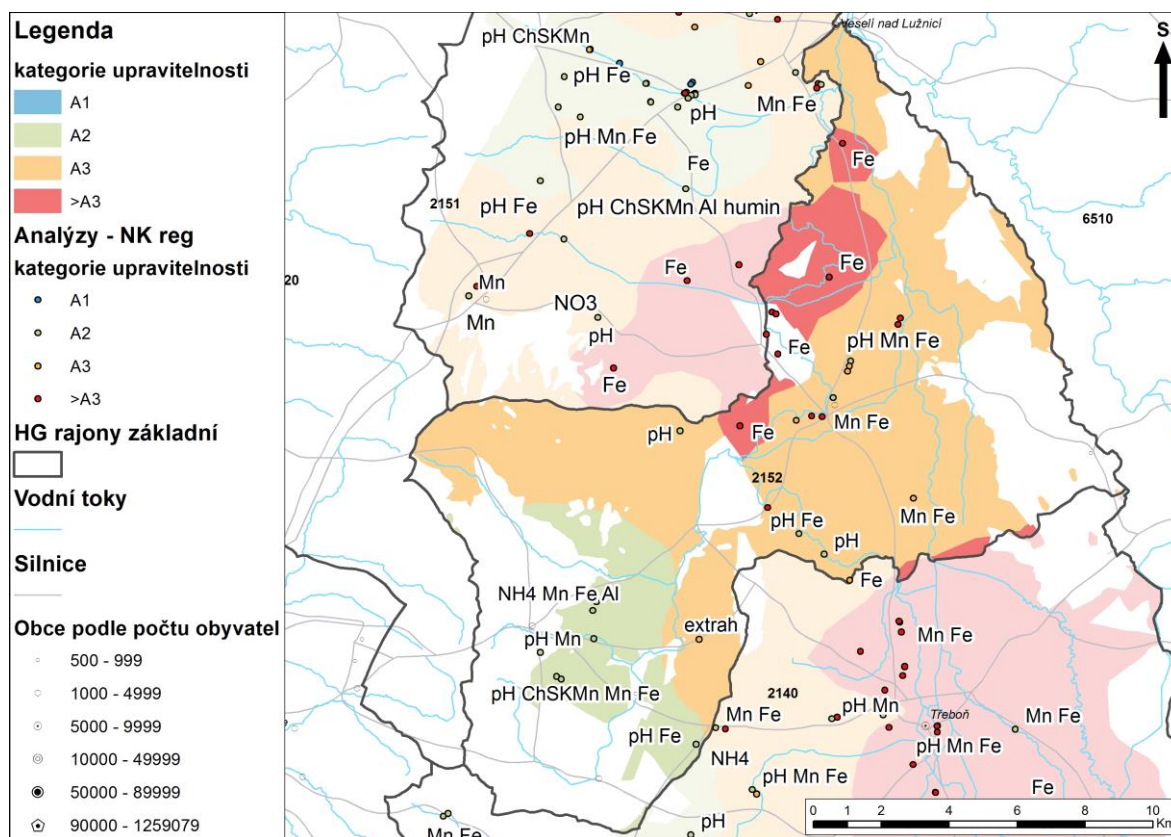
Kolektor NK reg - regionální kolektor s hloubkou přibližně do 100 m tvořený křídovými a neogenními sedimenty je kvalitou vody proměnlivější. V hodnoceném rajonu převažuje kategorie upravitelnosti A3, na s. až sv. okraji rajonu se vyskytují podzemní vody v kategorii >A3, Zhoršenou upravitelnost způsobují opět obsahy železa, případně manganu. V západní a jz. části rajonu se nachází podzemní vody v kategorii upravitelnosti A2.

V přípovrchové zóně převažují podzemní vody v kategorii upravitelnosti A3, méně pak >A3. Na západním okraji rajonu je možno vymezit oblast podzemní vody s kategorií upravitelnosti A2.

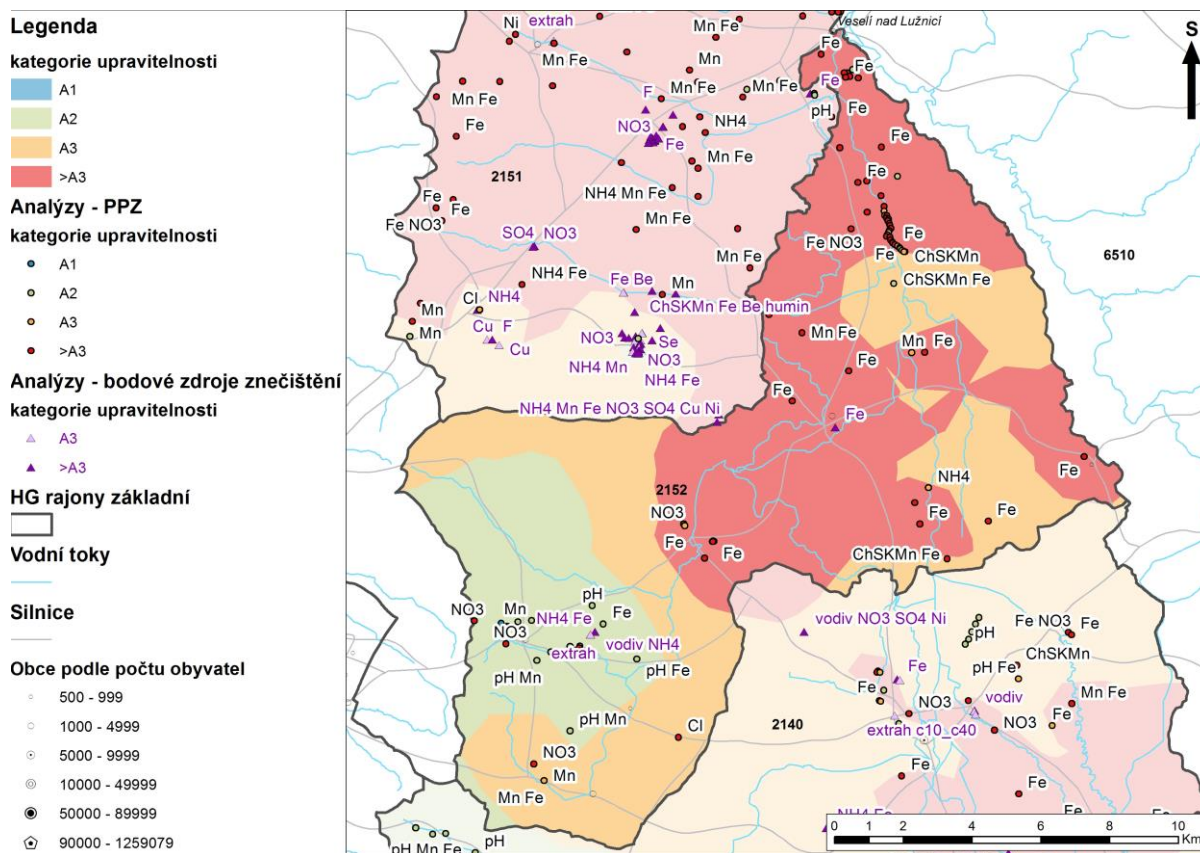
Znečištění souvisí zejména se zemědělskou velkovýrobou.



Obrázek 7-1. Upravitelnost podzemní vody v krystaliniku.



Obrázek 7-2. Upravitelnost podzemní vody regionálního kolektoru NKreg



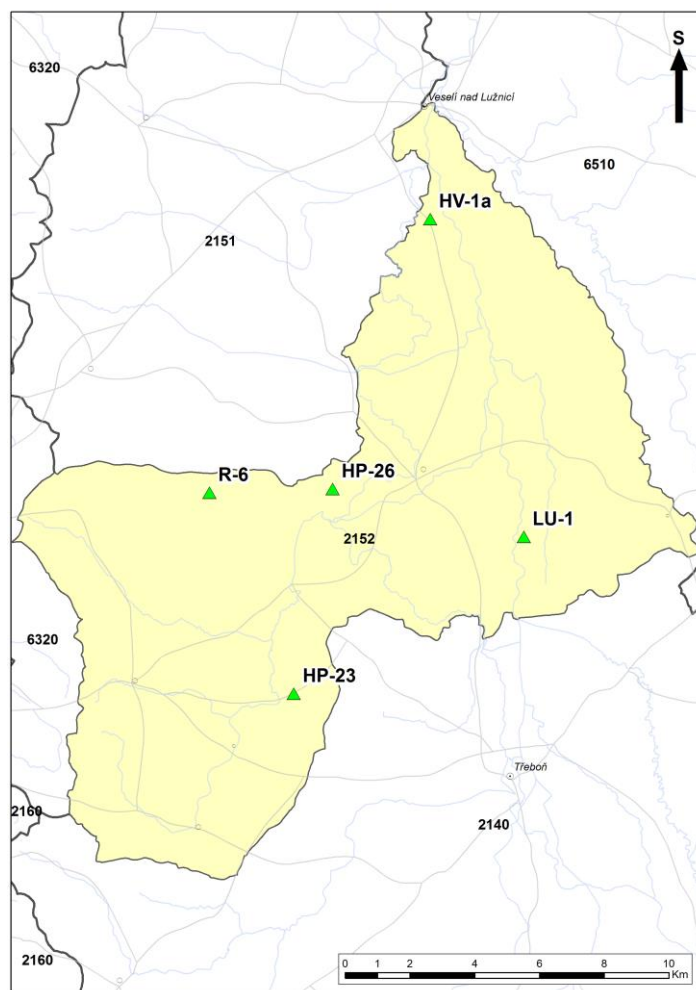
Obrázek 7-3. Upravitelnost podzemní vody kolektoru přípořechové zóny včetně indikace znečištění

7.2. VÝVOJ KVALITY PODZEMNÍ VODY

V HGR 2152 se nachází 5 vrtů s reprezentativními časovými řadami chemického složení podzemní vody. Mimo vrt LU-1 (krystalinikum) všechny reprezentují 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 v rámci pozorovací sítě ČHMÚ. Přehled vrtů uvádí tabulka 7-3 a obrázek 7-4. Vývoj koncentrací vybraných prvků v podzemní vodě zpravidla za období 1991-2010 ukazuje obrázek 7-5.

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

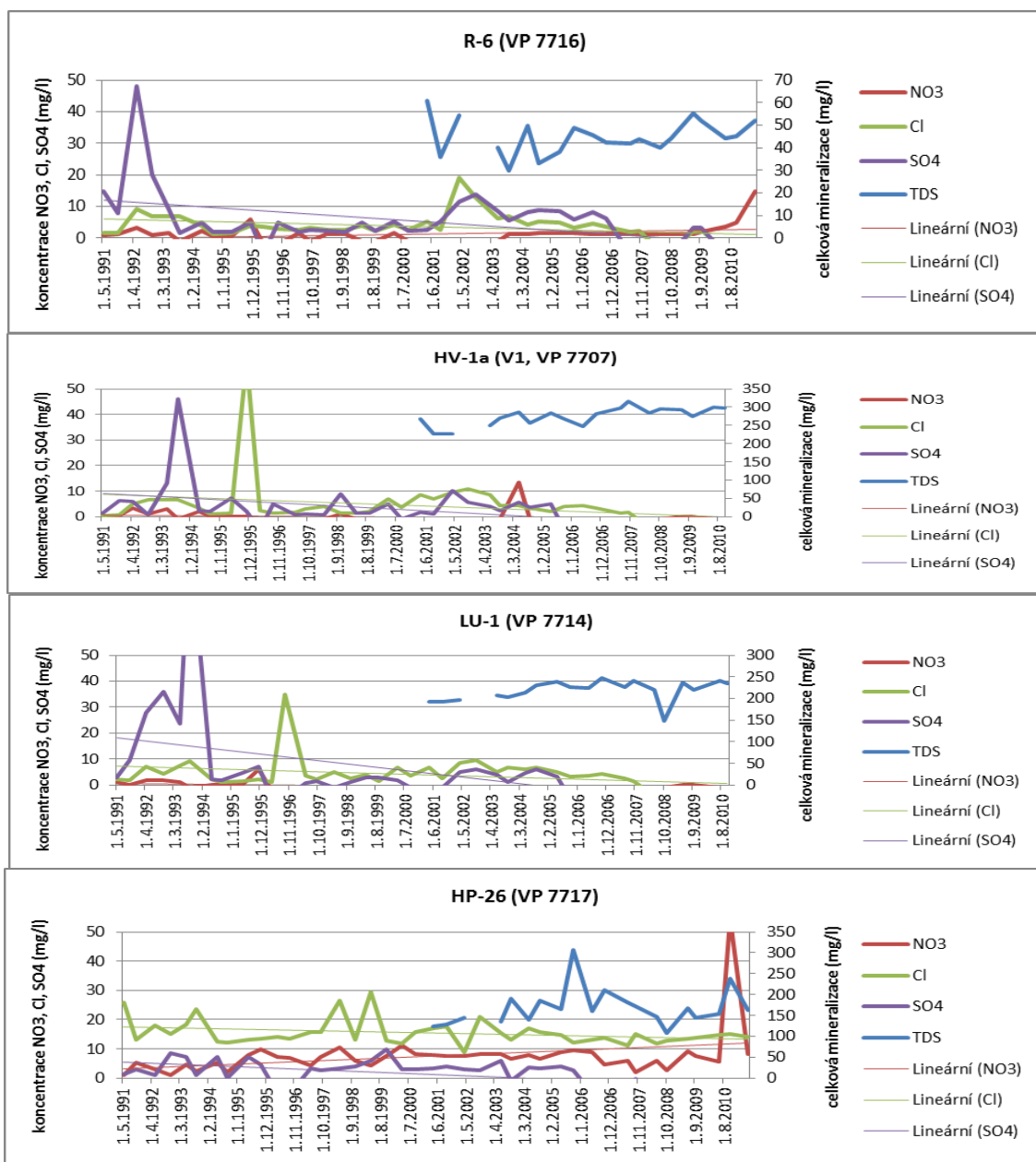
GDO	X	Y	Z	název vrtu	ČHMÚ	kolektor	hloubka	lokalizace
408731	-736450	-1148760	416,62	HV-1a (V1)	VP 7707	NK reg	61	Horusice
409832	-739465	-1157068,7	436,49	HP-26	VP 7717	NK reg	25	Smržov u Lomnice n. Lužnicí
410206	-733563	-1158538,5	420,72	LU-1	VP 7714	krystalinikum	35	Lužnice
518533	-740666	-1163362,6	466,73	HP-23	VP 7715	NK reg	17	Horní Miletín
386340	-743268	-1157178	446,8	R-6	VP 7716	NK reg	42	Velechvín

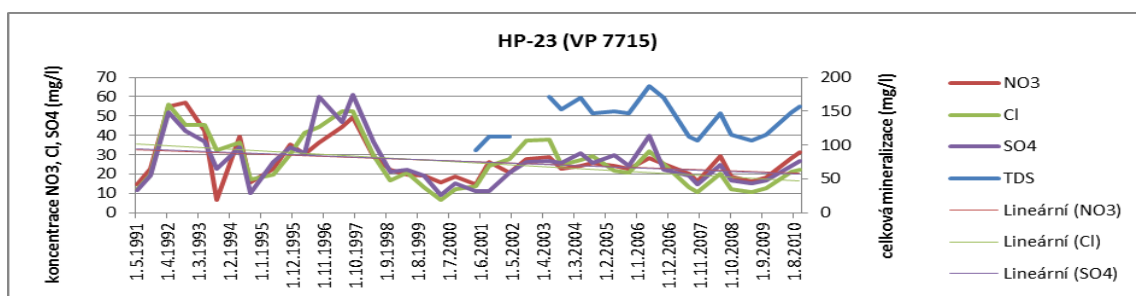


Obrázek 7-4. Objekty s časovými řadami chemických analýz podzemní vody státní pozorovací sítě ČHMÚ

Vrty HP-23 a HP-26 mají nízkou celkovou mineralizaci podzemní vody mezi 0,15 a 0,2 g/l. Ve vrtu R-6 se pohybuje celková mineralizace podzemní vody jen okolo 0,05 g/l. Vrty LU-1 a HV-1a mají podzemní vodu s celkovou mineralizací poněkud vyšší v rozsahu 0,25-0,30 g/l. U žádného z vrtů není u podzemní vody patrný klesající ani stoupající trend celkové mineralizace. Podzemní voda vrtu HP-23 vykazuje stejné kolísání a průběh koncentrací dusičnanů, síranů i chloridů s hodnotami mezi 10 – 50 mg/l. V ostatních vrtech mají podzemní vody hodnoty sledovaných složek nízké (do 10 mg/l), pouze u vrtu HP-26 se obsahy chloridů v podzemní vodě pohybují okolo 15 mg/l. Dusičnany zde mají mírně stoupající trend, převážně nedosahují hranice 15 mg/l.

V HGR 2152 se nedá vysledovat jednoznačný trend poklesu/vzrůstu koncentrací hlavních makrosložek za posledních 20 let.





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

8. OCHRANA PŘÍRODNÍCH EKOSYSTÉMŮ

AOPK ČR má zpracovanu 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 2152 je evidováno celkem **972 vodních biotopů** (viz též obr. 8-1). Seznam maloplošných zvláště chráněných území, evropsky významných lokalit, ptačích oblastí uvádí tabulky 8-1 a 8-2.

Tabulka 8-1. Seznam maloplošných zvláště chráněných území v HGR 2152

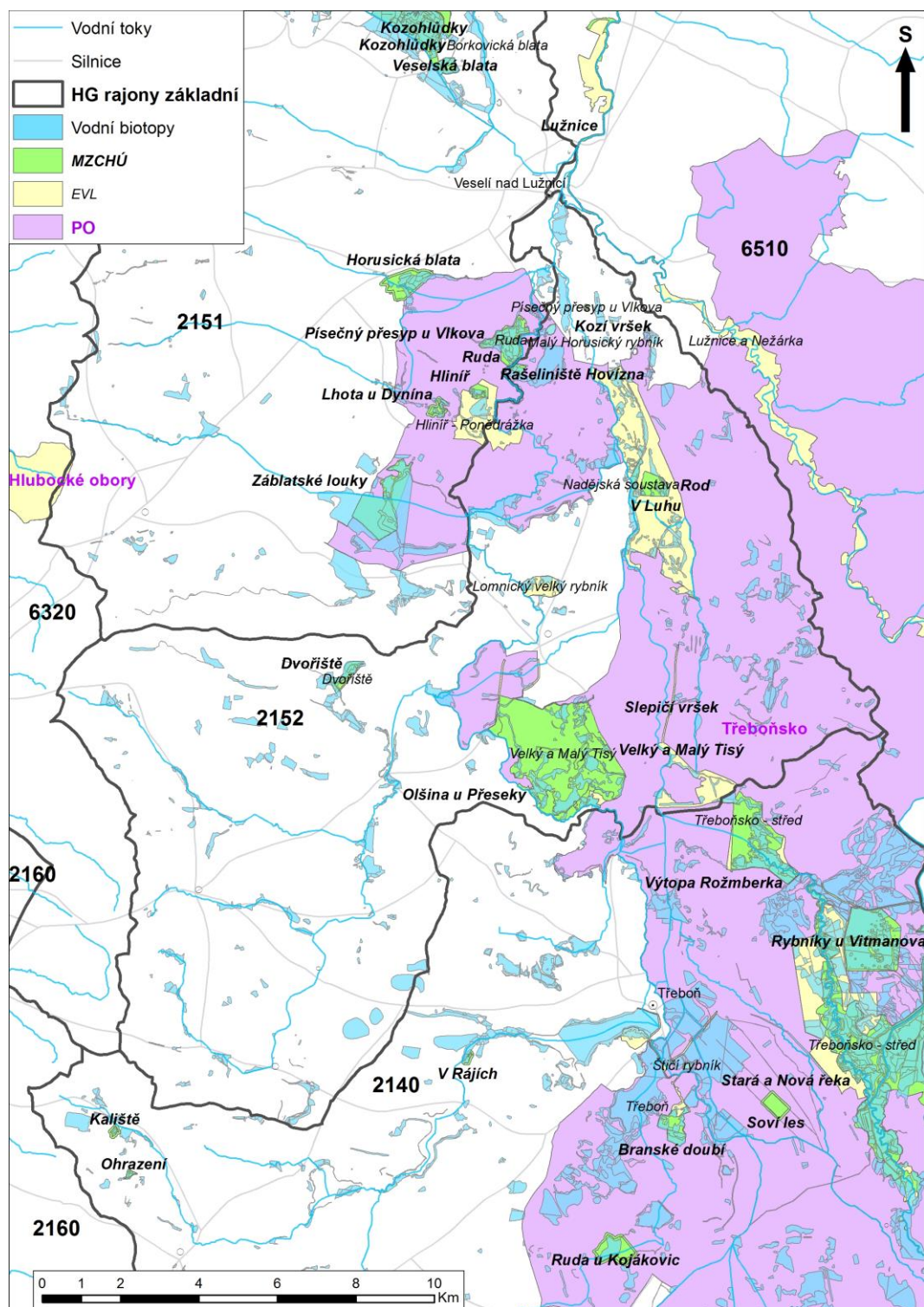
ID	KOD	KAT	NÁZEV	ROZLOHA (ha)	Rozloha biotopu (ha)	%	Orgán ochrany přírody
31459	194	PP	Kozí vršek	0,3758	0,0202	5,38	AOPK ČR
31587	311	PR	Písečný přesyp u Vlkova	0,8822	0	0	AOPK ČR
31792	498	NPR	Velký a Malý Tisý	557,6148	142,5937	25,57	AOPK ČR
31793	498	OP	Velký a Malý Tisý	107,3994	13,6096	12,67	AOPK ČR
31688	398	PP	Slepičí vršek	1,8997	0	0	AOPK ČR
34685	5776	OP	V Luhu	0,1248	0,1248	100	AOPK ČR
34686	5776	PR	V Luhu	10,0109	9,9942	99,83	AOPK ČR
32731	1292	PR	Rod	35,8499	11,17	31,16	AOPK ČR
33303	1720	PR	Olšina u Přeseky	6,1456	5,8291	94,85	AOPK ČR
33308	1726	PR	Rašeliniště Hovízna	7,071	6,147	86,93	AOPK ČR
32882	1405	PR	Dvořiště	23,4628	14,3536	61,18	krajský úřad

Vysvětlivky: 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 - souhrnné rozloha biotopů s vazbou na podzemní vodu, % - jejich souhrnné plošné procentuální zastoupení v daném území,

Tabulka 8-2. Seznam evropsky významných lokalit a ptačích oblastí v HGR 2152

KOD	SITECODE	KAT	NÁZEV	ROZLOHA (ha)	PO_vodní	PO_habitat	PO_druh
5395	CZ0310080	EVL	Dvořiště	25,5292	ano	7140, 7150	
5407	CZ0310615	EVL	Písečný přesyp u Vlkova	1,3734			
2645	CZ0313098	EVL	Hliniř - Ponědrážka	164,3175	ano	3160, 7140	1166
2659	CZ0312038	EVL	Lomnický velký rybník	41,6304	ano		1887
2664	CZ0312040	EVL	Malý Horusický rybník	4,9892	ano		1887
2668	CZ0313128	EVL	Nadějská soustava	612,2595	ano	7150	1355
2679	CZ0314109	EVL	Ruda	77,7623	ano	3160, 7140, 7150, 91D0	1903
2691	CZ0314023	EVL	Třeboňsko - střed	4026,932	ano	3160, 7140, 7150, 9190, 91E0, 91F0	1037, 1082, 1145, 1149, 1188, 1355
2695	CZ0314019	EVL	Velký a Malý Tisý	677,6577	ano		1355, 1887
2297	CZ0311033	PO	Třeboňsko	47360,27	ano		A030, A023, A229, A081, A075, A193, A272, A027

Vysvětlivky: SITECODE – mezinárodní kód EVL či PO používaný v rámci soustavy NATURA 2000 ; PO – ptačí oblast; PO_vodní – 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



Obrázek 8-1. Biotopy s vazbou na vodu v HGR 2152

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

8.1. PRIORITYNÍ MALOPLOŠNÁ CHRÁNĚNÁ ÚZEMÍ ZÁVISLÁ NA VODĚ

Na území HGR 2152 se nachází jedno, případně dvě priorityní maloplošná chráněná území (NPP Ruda, která je těsně za hranicí rajonu) s cennými ekosystémy z hlediska jejich vazby na podzemní vodu, která byla vytipována AOPK.

RAŠELINIŠTĚ HOVÍZNA (přírodní rezervace)

Chráněné území o výměře 7,01 ha leží v katastru obce Ponědrážka, v nadmořské výšce 415 - 416 m. Rašeliniště na pravém břehu Zlaté stoky, 1 km severozápadně od Ponědrážky. Jedno z nejcennějších rašelinišť na pramenných vývěrech, které je svým charakterem ojedinělé i v oblasti na rašeliniště tak bohaté, jako je Třeboňská pánev. Území je přirozeným refugiem mnoha rostlinných i živočišných druhů a bylo vyhlášeno v roce 1994.



Obrázek 8-2. Rosnátka anglická (foto Josef Hlásek -<http://trebonsko.ochranaprirody.cz/fotogalerie-chko-trebonsko/pr-raseliniste-hovizna>)

Geologie

Různobarevné pískovce, slepence, jílovce a prachovce klikovského souvrství (svrchní křída - santon) jsou překryty kvartérním pokryvem slatinné rašeliny s pramennými vývěry podzemní vody hlubinného oběhu (artéské vody) na dislokacích křídových a terciérních sedimentů. Neogenní jíly a písky domanínského souvrství vycházejí na povrch z. aj. v nevelké vzdálenosti od lokality.

Flóra

Rašeliniště s četnými prameništi s ostřicomechovými společenstvy (*Caricion lasiocarpae*, *Rhynchosporion albae*) bylo v minulosti několikrát poškozeno snahami o jeho odvodnění. Je protkáno sítí dodnes zčásti funkčních mělkých stok a stružek, které jsou již vyplněny vegetací. Lokalita je z velké části porostlá řídkými nálety břízy bělokoré (*Betula pendula*), vrb a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Východní a z. plochy rezervace tvoří louky, z nichž jen část je dodnes obhospodařována. Pod Zlatou stokou se vytváří porost olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), lemovaný směrem do neobhospodařovaných luk porosty tavolníku vrboolistého (*Spiraea salicifolia*).

Nejcennější jsou prameniště v počátečních fázích rašelinění s hrotnosemenkou bílou (*Rhynchospora alba*), rosnatkou dlouholistou (*Drosera anglica*) a r. okrouhlolistou (*D. rotundifolia*). Obě rosnatky

(obr.8-2) zde někdy vytvářejí křížence *D. xobovata*. Na odtocích z pramenišť nebo ve zvodnělých struhách jsou porosty ostřice zobánkaté (*Carex rostrata*) a ostřice dvoudomé (*C. dioica*), bublinatky menší (*Utricularia minor*) a vachty trojlisté (*Menyanthes trifoliata*). V porostech suchopýru úzkolistého (*Eriophorum angustifolium*) se vzácně objevuje i suchopýr štíhlý (*Eriophorum gracile*), třtina nachová (*Calamagrostis purpurea*) a suchopýrek alpský (*Trichophorum alpinum*). Na zpevněných nezarostlých místech rašeliníště se vyskytuje zábělník bahenní (*Comarum palustre*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*), bazanovec kytkokvětý (*Naumburgia thyrsiflora*) a smldník bahenní (*Peucedanum palustre*), na zrašelinělých loukách bezkolenec modrý (*Molinia caerulea* agg.), ostřice prosová (*Carex panicea*), čertkus luční (*Succisa pratensis*) a pupečník obecný (*Hydrocotyle vulgaris*).



Obrázek 8-3. Čapulka bahenní (foto Josef Hlásek - <http://trebonsko.ochranaprirody.cz/fotogalerie-chko-trebonsko/pr-raseliniste-hovizna>)



Obrázek 8-4. Vachta trojlistá (foto Josef Hlásek - <http://trebonsko.ochranaprirody.cz/fotogalerie-chko-trebonsko/pr-raseliniste-hovizna>)

Fauna

Vzhledem k charakteru stanoviště je pravděpodobný výskyt chladnomilných druhů rašelinišť. Na porostech tavolníků je běžný bělopásek tavolníkový (*Neptis rivularis*). Vzhledem k malé rozloze a charakteru stanoviště se vyskytují běžné druhy obratlovců okolních biotopů.



Obrázek 8-5. Kozák oříškový (foto Josef Hlášek – <http://trebonsko.ochranaprirody.cz/fotogalerie> -chko-trebonsko/pr-raseliniste-hovizna)

Lesnictví

Podstatná část území je porostlá náletovými dřevinami různého stáří s převahou borovice, břízy a olše. V botanicky cenných částech rezervace se provádí průběžná likvidace nežádoucích náletových dřevin.

Využití

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, Území není přístupné veřejnosti.

8.2. POTENCIÁLNĚ OHROŽENÉ EKOSYSTÉMY ZÁVISLÉ NA VODĚ

V hodnoceném rajonu a při jeho hranici se nachází dvě potenciálně ohrožená maloplošná chráněná území závislá na vodě.

PR Rašeliniště Hovízna

Vodní režim: U NPP Ruda a PR Rašeliniště Hovízna v s. části CHKO Třeboňsko existuje dle odborných podkladů ze všech třeboňských MZCHÚ zřejmě nejsilnější vazba povrchových ekosystémů na podzemní vody, kdy dochází k sycení slatinišť prameny z mocného křídového souvrství (kromě dalšího vlivu, kterým je jako v řadě jiných případů na Třeboňsku souvislost s úrovní hladiny vody v rybníce - u NPP Ruda je to rybník Horusický velký). Zároveň zde přichází v úvahu možná souvislost s nedalekými jímacími územími odběrů podzemních vod na tzv. horusické jímací linii (závod na výrobu nápojů FONTEA Veselí nad Lužnicí, odběry ve vrtech sdružení Bukovská voda).

NPP Ruda

Je přechodové a slatinné rašeliniště. V prameništích plochách se zachovala velmi cenná boreální reliktní společenstva s množstvím ohrožených rostlin. Významné je rovněž zastoupení rašeliništích bezobratlých. Až do poloviny 20. století se v rašeliništi s různou intenzitou těžil humolit. NPR je z větší části ponechána samovolnému vývoji, nezasahuje se ani do jejího vodního režimu.

Pro oblast HGR 2152, kde jsou odběry minimální a žádný samostatný odběr v roce 2010 nepřesáhl v průměru 1 l/s, byly varianty plošného navýšení a snížení irelevantní a proto byla varianta plošného navýšení o 15 % upravena a simulována v rámci hydraulického modelu tak, že všechny odběry v HGR 2152 byly navýšeny na 2,5 násobek odběru z roku 2010. Tedy celkový odběr na úrovni 5 l/s. Varianta blízké perspektivy představuje zvýšení odběrů o cca 6 %.

Modelové navýšení významných odběrů podzemní vody způsobí pouze mírný pokles přirozené drenáže do povrchových toků. Při navýšení odběrů v přilehlých rajonech se také mírně snižuje přítok přes hranice do HGR 2152.

V obou modelových variantách odběrů podzemní vody byly sledovány velikost a rozsah snížení (zvýšení) hladiny vody oproti variantě odběrů podzemní vody na úrovni roku 2010. Největší snížení je generováno ve druhé modelové vrstvě kolem odběrů KOOPRODUKT Horní Slověnice (z vrtů HV-1 až HV-3) a ZOD Kolný (HV-1), kde snížení při navýšení odběrů podzemní vody o 250 % dosahuje hodnoty 4 až 4,5 m. Při navýšení odběrů podzemní vody na úroveň varianty blízké perspektivy je snížení v blízkosti odběru ZOD Kolný do 3 m. Odběr KOOPRODUKT není v této variantě navýšen. Vzhledem k nižší transmisivitě v oblasti vyvolává navýšení jednotlivých odběrů podzemní vody relativně vyšší snížení hladiny podzemní vody, která jsou ale lokalizována pouze na bezprostřední okolí místa jímání podzemní vody.

V PR Rašeliniště Hovízna byl modelem vypočten vliv odběrů podzemní vody v první vrstvě v rozsahu 0,2 až 0,3 m. Jedná se o snížení velmi malé, ale je třeba předpokládat, že čerpání podzemní vody z blízkých vrtů společností FONTEA Veselí nad Lužnicí a hlavně z vrtů sdružení Bukovská voda (horusická jímací linie) může při současné velikosti odběrů podzemní vody menší měrou ovlivnit drenáž vod do rašelinišť z těchto dvou chráněných území.

Případné ovlivnění snížením drenáže spodních křídových kolektorů v této oblasti bude ale za srážkově normálních let pravděpodobně zcela zastřeno kompenzací danou přítokem z kvartérního kolektoru a navázání hydrologického režimu chráněných oblastí na povrchovou vodu - Horusický velký rybník a další rybníky, systém jejich propojení tvořící soustavu drobných vodotečí.

9. STŘETÝ ZÁJMŮ

STŘETÝ ZÁJMŮ V ODBĚRECH PODZEMNÍ VODY

Na území rajonu se nachází oblasti se zvýšenou ochranou životního prostředí, je zde řada významných lokalit, jejichž ekosystém je do určité míry závislý na režimu podzemní vody. AOPK ČR stanovila v prostoru modelového regionu jeden prioritní MZCHÚ s vazbou na podzemní vody - PR Rašeliniště Hovízna (přechodové a slatinné rašeliniště, dochází k sycení slatinův prameny z křídového souvrství).

V PR Rašeliniště Hovízna byl modelem vypočten vliv odběrů podzemní vody v první vrstvě v rozsahu 0,2 až 0,3 m. Jedná se o snížení velmi malé, ale je třeba předpokládat, že čerpání podzemní vody z blízkých vrtů společností FONTEA Veselí nad Lužnicí a hlavně z vrtů sdružení Bukovská voda (horusická jímací linie) může při současné velikosti odběrů podzemní vody menší měrou ovlivnit drenáž do rašelinišť z těchto dvou chráněných území.

Případné ovlivnění snížením drenáže podzemní vody ze spodních křídových kolektorů v této oblasti bude za srážkově normálního roku pravděpodobně zcela zastřeno kompenzací danou přítokem podzemní vody z kvartérního kolektoru a vazbou hydrologického režimu chráněných oblastí na povrchovou vodu Horusického rybníka a další rybníků, jejichž propojení tvoří soustavu drobných vodotečí.

TĚŽBA SUROVIN

V hodnoceném rajonu v době závěrečného hodnocení provedených prací neprobíhala těžba na žádném z ložisek šterkopísků v údolní nivě Lužnice.

ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ A JEJICH VZTAH K OVĚŘENÝM ZÁSOBÁM PODZEMNÍCH VOD

Pro hodnocení zdrojů znečištění byly využity výsledky hodnocení významnosti zdrojů znečištění a hodnocení jakosti podzemních vod převzaté z plánů povodí (Prchalová 2015), 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 starých - ekologických zátěží (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.

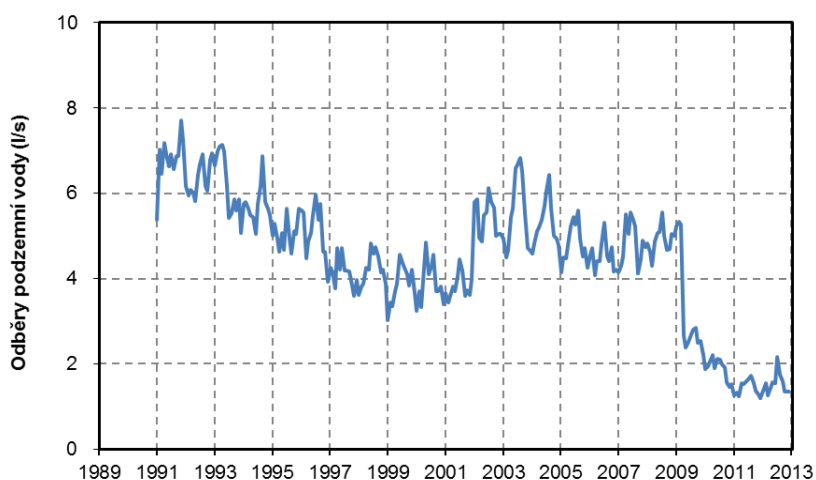
Při hodnocení bodového znečištění ze starých kontaminovaných míst bylo využito výsledků hodnocení ze SEKM (Systém evidence kontaminovaných míst) podle kritérií hodnocení dobrého chemického stavu. Za významné bodové zdroje znečištění byly považovány výskyty alespoň 1 z 28 relevantních nebezpečných látek 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). Výsledky hodnocení plošného a bodového znečištění v přehledu uvádí tabulka 9-1. 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 podzemní vody zejména z hlediska zvláště nebezpečných a nebezpečných látek.

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

HGR	Útvar podzemní vody	Plošné			Bodové
		dusičnany	pesticidy	z atmosférické depozice	
2152	21520	nezjištěno	ověřeno	nezjištěno	0

VZTAH SOUČASNÉHO VYUŽITÍ PODZEMNÍ VODY K ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ DOKUMENTACI

Odběry podzemní vody v roce 1991 dosáhly maximálních hodnot 7,4 l/s (obr. 9-1). Toto množství tvořilo 7 % odhadnutých využitelných zdrojů a nepůsobilo prokazatelný pokles hladin podzemní vody na dlouhodobě pozorovaných vrtech. Rajon tedy ani v této době nebyl přetížen. Při hodnocení bilance podzemní vody v současnosti, kdy se odběry pohybují okolo 2 l/s (2 % využitelných zdrojů) nelze očekávat z hlediska celkové bilance rajonu střety zájmů s odběry podzemní vody. Celkové povolené (evidované) odběry podzemní vody pro rok 2012 se pohybovaly na 7,4 l/s.



Obrázek 9-1. Vývoj odběrů podzemní vody za období 1991-2013 v HGR 2152

Podle výsledků vodohospodářské bilance, prováděné každoročně podniky Povodí i podle hodnocení kvantitativního stavu, je stupeň odebíraného množství podzemní vody v hodnoceném rajonu 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 rozvoje 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 podzemní vody 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 útvarů podzemní vody. Zvýšenou pozornost při povolování odběrů podzemních vod v jednotlivých jímacích územích s lokálními vodohospodářskými potřebami je nutné věnovat hydrogeologickým podmínkám v konkrétní lokalitě; využitelné množství podzemní vody musí zohledňovat lokální podmínky (minimální průtok v konkrétním profilu toku a úroveň hladiny podzemní vody v konkrétních hydrogeologických monitorovacích vrtech).

10. PŘÍRODNÍ ZDROJE A VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÍ PODZEMNÍ VODY

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, 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.

Archivní hodnoty přírodních zdrojů a využitelného množství podzemní vody (tab. 10-1) byly převzaty z protokolů „Komise pro klasifikaci zásob“, z údajů poskytovaných ČHMÚ a zařazených do současně platných plánů povodí.

Tabulka 10-1. Archivní hodnoty přírodních zdrojů a využitelného množství podzemní vody

Rajon	Plocha (km ²)	Přírodní zdroje (l/s)	Využitelné množství (l/s)	Kategorie	Protokol/reference	Poznámka
2152	202	103				Základní odtok 2007 Q 50% (VÚV)
		680	292	C2	126-16/1-87	
		550	274	C1	126-16/1-87	
			95	A	126-16/1-87	
			205	B	126-16/1-87	

Tabulka 10-2. Přírodní charakteristiky HGR 2152

Položka	Charakteristika	Kód	Popis
3,5,	Kód litologického typu	3	pískovce a slepence
3,6,	Typ a pořadí kolektoru	1	vrstevný kolektor
3,7,	Kód stratigrafických jednotek křídových vrstevních kolektorů	Kkv	klikovské souvrství, santon
3,9,	Dělitelnost rajonu	N	nelze dělit
3,10,	Mocnost souvislého zvodnění	3	15 - 50 m
3,11,	Kód typu propustnosti	PuPr	puklino-průlinová
3,12,	Hladina	V, N	volná, napjatá
3,13,	Transmisivita m ² /s	3, 2	nízká až střední 1.10 ⁻⁵ -1.10 ⁻³
3,14,	Kód kategorie mineralizace (g/l)	1	< 0,3
3,15,	Kód kategorie chemického typu podzemních vod	3	Ca-Mg-HCO ₃

10.1. VÝSLEDKY OCENĚNÍ PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ PODZEMNÍ VODY

V HGR 2152 byly k dispozici pro hodnocení přírodních zdrojů dva výstupy: modelový základní odtok a modelová infiltrace z modelu BILAN za období 1961 až 2010 očištěné o odběry a vypouštění podzemních a povrchových vod a modelové odtoky podzemní vody z hydraulického modelu za období 2001 až 2010.

V rámci hodnoceného rajonu byla zkoumaná korelace dlouhodobých časových záznamů kolísání hladin podzemní vody versus základní odtok z modelu BILAN (Tabulka 10-3). Tento přístup sloužil k vyhledání reprezentativního vrtu (popř. vrtů) s dlouhodobým pozorováním hladin podzemní vody v dílčím povodí rajonu, ke kterému jsou vztaheny výpočty základního odtoku. Pro každou časovou řadu základního odtoku byl hledán charakteristický měřený vrt (vrty), jehož (jejichž) kolísání hladiny podzemní vody bylo korelováno s kolísáním základního odtoku. Do grafického porovnání se zařazovaly i vrty, které se nacházejí v blízkosti pozorovaného povodí. Po nalezení reprezentativního vrtu byla vytvořena dvojice (pár) vrt (vrty)/měrná stanice, na nichž byl ověřován vztah mezi změnami hladin podzemní vody a základního odtoku. V případě pozitivních výsledků korelace byly hodnoty základního odtoku považovány za ověřené. V případě negativních výsledků se hledaly příčiny z hlediska vlastností hydrogeologické struktury (např. více kolektorový systém, velké rozdíly mezi hydrologickými a hydrogeologickými souvislostmi), ale také charakteristiky povodí, sledované reprezentativním profilem (hlavně z hlediska možných ovlivnění průtoků).

Tabulka 10-3. Hodnoty základního odtoku - BILAN

HGR	Základní odtok / mm/měsíc	min.	max.	průměr	medián
2152	Mezipovodí Lužnice	59	1887	542	446

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

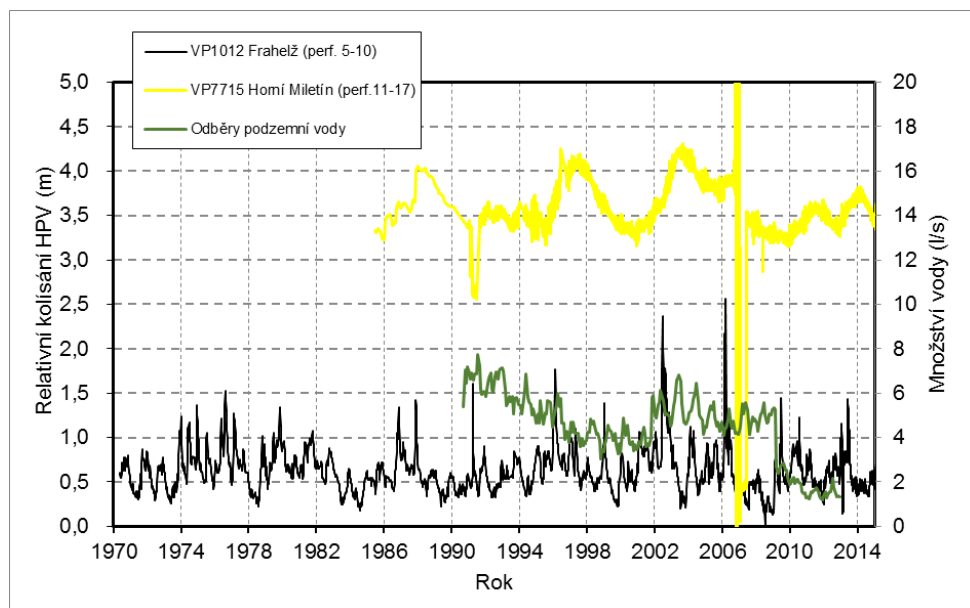
V rámci rajonu byla zkoumaná korelace dlouhodobých časových záznamů kolísání hladiny podzemní vody versus přírodní zdroje a dotace z modelu BILAN (tj. základní odtok očištěný odběry a vypouštění podzemní a povrchové vody) a infiltrace z hydraulického modelu do pánevních kolektorů. Tento přístup sloužil k vyhledání reprezentativního vrtu (popř. vrtů) s dlouhodobým pozorováním

hladiny 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.

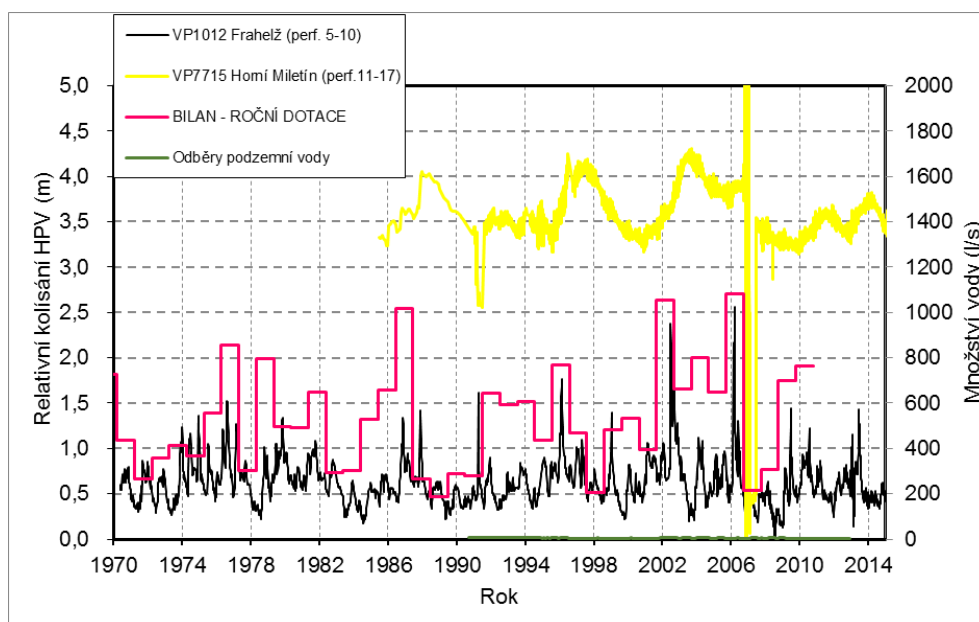
Dlouhodobě sledované vrty vykazují výrazný pokles hladin podzemní vody v letech 1998-2001 a následný nástup hladin podzemní vody po roce 2001 a 2002. Od roku 2002 se hladiny podzemní vody drží víceméně na stejné úrovni (i když podléhají sezónnímu kolísání) a od roku 2007 do roku 2010 dochází k opětovnému poklesu hladin podzemní vody. Extrémně srážkový rok 2010 znamená opět zřetelný trend v nárůstu hladin podzemní vody. Od druhé poloviny roku 2013 hladiny podzemní vody klesají a to až do roku 2014.

Poklesy hladin podzemní vody na přelomu v letech 1998 – 2001 mohou být způsobeny jen z malé části odběry podzemní vody (obr. 10-1), jelikož odběry podzemní vody se pohybují v řádu jednotek l/s. Významnější vliv má zřejmě tvorba přírodních zdrojů. Grafické porovnání modelu BILAN ukazuje vyšší dotace v době nárůstu hladin podzemní vody (obr. 10-2). Z hlediska trendů výstupy modelu BILAN velmi dobře koresponduje s kolísáním hladiny podzemní vody, především v letech 2001 až 2010.

Přírodní zdroje tedy byly uvažovány jako medián 120 měsíčních hodnot základních odtoků z modelu BILAN, tj. základní odtok očištěný o odběry a vypouštění podzemních a povrchových vod za období 2001 – 2010.



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



Obrázek 10-2. Porovnání dotace ze srážek s kolísáním hladiny podzemní vody ve vybraných vrtech

Přírodní zdroje podzemní vody za referenční období 2001–2010 byly stanoveny podle dotace z hydraulického modelu (transientní model) za období 2001–2010 na 285 l/s. Měsíční hodnoty zabezpečení základního odtoku z modelu BILAN za období 1981–2010, které mají pouze ilustrativní charakter, jsou uvedeny na obrázku 10-3.

Přírodní zdroje podzemní vody v tomto rajonu neodpovídají základnímu odtoku, proto nebylo možné stanovit hodnoty za referenční období 1981–2010 na základě výpočtu. Přirozený režim podzemních a povrchových vod v třeboňské pánvi je výrazně ovlivňován soustavou rybníků a umělých vodotečí, což způsobuje, že i přes korekce jsou výsledky zatíženy nepřesnostmi. Proto pro stanovení přírodních zdrojů má přesnější vypovídací hodnotu hydraulický transientní model.

Modelový základní odtok z modelu BILAN se za referenční období 1981–2010 pohybuje na 446 l/s a za období 2001–2010 na 570 l/s, resp. je vyšší o cca 28 %, což může být způsobeno odlišnou manipulací na umělých vodních dílech (stoky a rybníky) za porovnávaná období.

Transientní hydraulický model však za období 2001–2010 ověřil pouze 50 % tj. 285 l/s oproti modelovému základnímu odtoku z modelu BILAN za období 2001–2010 (570 l/s). Odvozené přírodní zdroje podzemní vody proto odpovídají průměrné infiltraci stanovené hydraulickým transientním modelem za období 2001–2010. V samotném období 2001–2010 lze podle kolísání měřených hladin podzemní vody a přírodních zdrojů podzemní vody dle modelu BILAN vymezit několik období (Tabulka 10-4 až Tabulka 10-6):

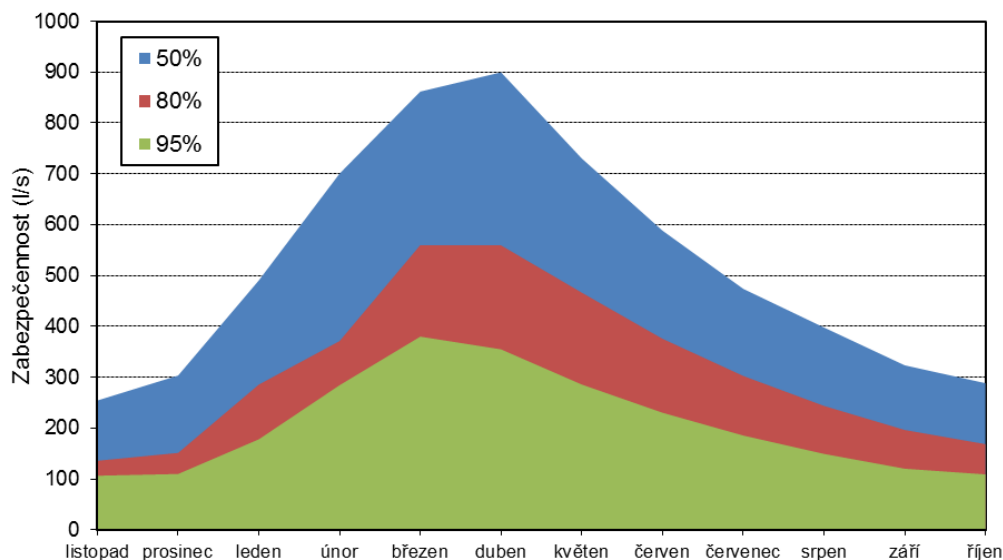
- 1) 2001–2006 s výrazně nadprůměrnou tvorbou přírodních zdrojů podzemní vody 304 l/s, nejvyšší hladinou podzemní vody;
- 2) 2007–2008 s podprůměrnou tvorbou přírodních zdrojů podzemní vody 199 l/s a s nejnižší hladinou podzemní vody;
- 3) 2009–2010 s výrazně nadprůměrnou tvorbou přírodních zdrojů podzemní vody 312 l/s a s nadprůměrnou hladinou podzemní vody;
- 4) nebilancované období 2011–2014 s hladinami podzemní vody na úrovni období 2001–2006 nebo vyšší.

U detailní analýzy období 2001-2010 je patrná variabilita tvorby přírodních zdrojů podzemní vody v závislosti na intenzitě srážek a jejich rozložení během roku a celého období.

Tabulka 10-4. Zabezpečení

Zabezpečení	l/s
50%	446*
80%	261*

Poznámka: * za období 1981 – 2010, nebyla potvrzena transientním hydraulickým modelem



Obrázek 10-3. Měsíční hodnoty zabezpečení základního odtoku z modelu BILAN za období 1981-2010

Tabulka 10-5. 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	446	542	544	-	-	-
2001	2010	570	656	662	285	117	97**
2001	2006	653	749	773	304	136	95**
2007	2008	349	357	259	199	31	_*
2009	2010	628	674	730	312	144	94**
2011	2014	-	-	-	-	-	-

Vysvětlivky: * - nelze stanovit, ** - nebylo potvrzeno transientním hydraulickým modelem

Tabulka 10-6. Kolísání hladin podzemní vody na vrtech státní pozorovací sítě pro vybraná období odpovídající přírodním zdrojům podzemních vod v tabulce 10-4

Období (hydrologické roky)		Průměrná hladina podzemní vody a za uvedené období				
		VP1012 Frahelž	VP1011 Klec	VP7717 Smržov	VP7714 Lužnice	VP7715 Horní Miletín
		m n,m,	m n,m,	m n,m,	m n,m,	m n,m,
1981	2010	413,48	415,65	-	-	-
2001	2010	413,58	415,74	435,39	419,80	458,29
2001	2006	413,63	415,74	435,44	419,77	458,67
2007	2008	413,24	415,61	435,27	419,74	457,84
2009	2010	413,49	415,79	435,43	419,93	458,11
2011	2014	413,43	415,73	435,44	419,98	458,35

Pro HGR 2152 byly přírodní zdroje podzemní vody za referenční období 2001-2010 stanoveny podle dotace z hydraulického modelu (transientní model) a pohybují se okolo 285 l/s (Tabulka 10-5 a Tabulka 10-7). Transientní hydraulický model potvrdil pouze 50 % tvorbu přírodních zdrojů podzemní vody oproti základnímu odtoku stanovenému z modelu BILAN za období 2001-2010.

Tabulka 10-7. Hodnota přírodních zdrojů podzemní vody pro období 2001-2010

Zabezpečení	Přírodní zdroje (l/s)
50%	285

Přírodní zdroje podzemní vody v hodnoceném rajonu neodpovídají základnímu odtoku, proto nebylo možné stanovit tyto hodnoty za referenční období 1981-2010 na základě výpočtu.

Přírozený režim podzemní a povrchových vod v třeboňské pánvi je výrazně ovlivňován soustavou rybníků a umělých vodotečí, což způsobuje, že i přes korekce jsou výsledky zatíženy značnými nepřesnostmi.

10.2. VYUŽITELNÉ ZDROJE PODZEMNÍ VODY

Využitelné množství podzemní vody v hodnoceném rajonu jako celku je chápáno jako ta část podzemní vody, kterou lze bez omezení využít a které je vztaženo na celý rajon. Využitelné množství podzemních vod na rajon, tedy nepostihuje vodní zdroje dílčích jímacích území, které je nezbytné řešit a bilancovat v mnohem větším detailu. Hodnota nezohledňuje lokální vodohospodářské potřeby v jednotlivých jímacích územích, kde je nezbytné stanovit využitelné množství podzemní vody podle požadavku na minimální velikost průtoků na konkrétních profilech toků a na konkrétní minimální úroveň hladin podzemní vody v konkrétních monitorovacích vrtech.

Maximální využitelné množství podzemní vody v minulosti a ani v současnosti nebylo prokázáno odběry podzemní vody, tj. rajon nebyl nikdy přetížen. Z tohoto důvodu bylo využitelné množství podzemní vody stanoveno na základě uvažovaných přírodních zdrojů podzemní vody a dle metodiky minimálního zůstatkového průtoku (Balvín a Mrkvičková 2013).

V rajonu bylo využitelné množství podzemní vody 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 a odvozený celkový odtok v rajonu vypočtený podle podkladů z hydrologického modelu. Pro rajon byla stanovena průměrná srážka, celkový odtok ve sledovaném v povodí a v rajonu. Za předpokladu stejného odtokového

koeficientu v povodí a v celém rajonu se následně spočetl celkový odtok pro rajon. Z koeficientu minimálního zůstatkového průtoku pro danou oblast (metodika Mrkvičková a Balvín 2013) a z celkového odtoku na rajon byl vypočten minimální zůstatkový průtok na rajon. Souhrnný přehled pro výpočty ukazuje Tabulka 10-8.

Od přírodních zdrojů podzemní vody byl odečten minimální zůstatkový průtok na rajon, odečteny/přičteny odtoky z/do rajonu a následně stanoveno využitelné množství. **Hodnota využitelného množství je 117 l/s.**

Tabulka 10-8. Souhrnný přehled pro výpočet využitelného množství podzemní vody při zachování minimálního zůstatkového průtoku na rajon

Plocha HGR	202,17	km ²	zdroj: hydrologický model
Plocha mezipovodí Lužnice	416,73	km ²	zdroj: hydrologický model
Plocha mezipovodí Lužnice v HGR	153,34	km ²	zdroj: hydrologický model
Srážka v mezipovodí Lužnice	651,71	mm/rok	zdroj: hydrologický model
Celkový odtok Qa v mezipovodí Lužnice	1920	l/s	zdroj: hydrologický model
Odtokový koeficient v mezipovodí Lužnice	0,22	-	dopočet
Celkový odtok Qa v mezipovodí Lužnice v HGR	706	l/s	dopočet
Celkový odtok Qa v HGR	931	l/s	dopočet
Srážky v HGR	636,83	mm/rok	zdroj: hydrologický model
Koeficient minimálního zůstatkového průtoku	0,18	-	Mrkvičková, Balvín 2013
Minimální zůstatkový průtok v HGR	168	l/s	dopočet
Přírodní zdroje v HGR	285	l/s	průměr 2001 - 2010, hydraulický model
Využitelné množství	117	l/s	dopočet
Současné odběry	2	l/s	zdroj: data ČGS
Maximální odběry	8	l/s	zdroj: data ČGS
Disponibilní zdroje	115	l/s	dopočet

Lze konstatovat, že **hodnota využitelného množství podzemní vody je cca 117 l/s**. Tato hodnota vychází ze zachování minimálního zůstatkového průtoku na rajon a respektuje požadavky na zachování dostatečné vodnosti na podzemní vodě závislých chráněných ekosystémů. Zabezpečení stanovit nelze.

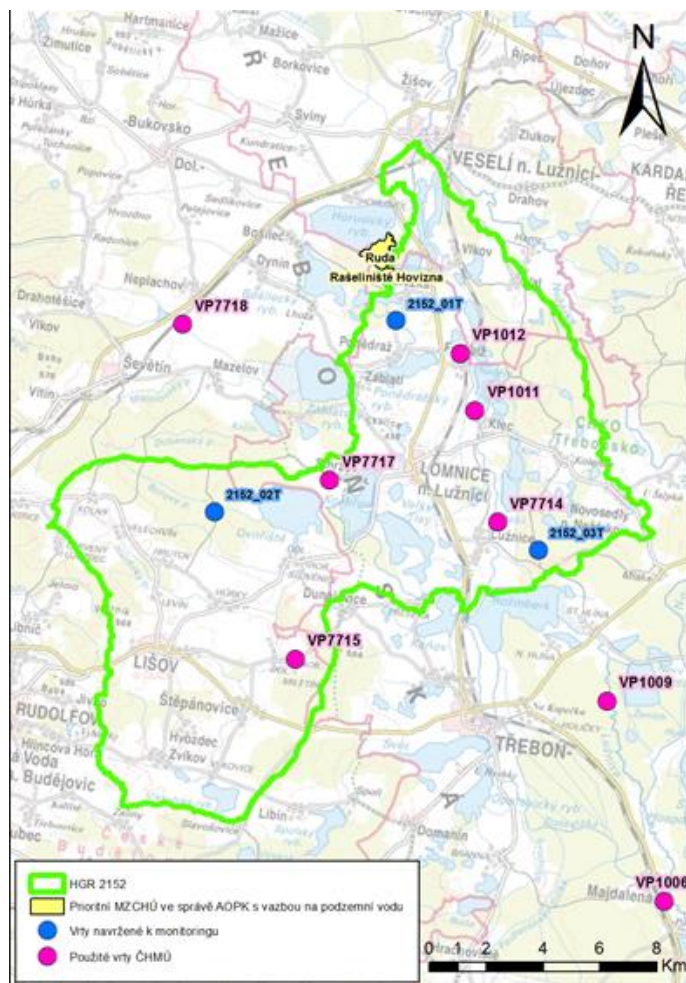
Vzhledem k velmi nízkému stupni využití nedochází na území rajonu ke střetu zájmů v důsledku čerpání podzemní vody. Odběry podzemní vody v roce 1991 dosáhly maximálních hodnot 7,4 l/s. Toto množství tvořilo 7 % odhadnutých využitelných zdrojů podzemní vody a nezpůsobilo prokazatelný pokles hladin podzemní vody na dlouhodobě pozorovaných vrtech. Rajon tedy ani v této době nebyl přetížen. Při hodnocení bilance podzemní vody v současnosti, kdy se odběry pohybují okolo 2 l/s (2 % využitelných zdrojů) nelze očekávat z hlediska celkové bilance rajonu střety zájmů ve využívání podzemní vody. Celkové povolené (evidované) odběry podzemní vody na rajon pro rok 2012 byly 7,4 l/s. Maximální využití těchto odběrů nezpůsobí přetížení rajonu.

Na území rajonu se nachází oblasti se zvýšenou ochranou životního prostředí, jejichž ekosystém je do určité míry závislý na režimu proudění podzemní vody. AOPK ČR stanovila v prostoru modelového regionu jeden prioritní MZCHÚ s vazbou na podzemní vody. Jde o PR Rašeliniště Hovízna přechodové a slatinné rašeliniště, kde dochází k sycení slatinišť prameny z mocného křídového souvrství.

NÁVRHY

V tomto rajonu není navržena změna jeho stávajících hranic. Pro sledování přírodních zdrojů podzemní vody jsou navrženy hydrogeologické vrty státní pozorovací sítě ČHMÚ včetně signálních

hladin podzemní vody, které charakterizují sníženou tvorbu přírodních zdrojů a průzkumné hydrogeologické vrty 2152_01T, 2152_02T a 2152_03T vyhloubené v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod.



Obrázek 10-4. Vrty navržené k monitorování podzemní vody

Pro hodnocení aktuálního stavu přírodních zdrojů podzemní vody je nezbytné pokračovat v kontinuálním sledování hladin podzemní vody na vrtech státní pozorovací sítě ČHMÚ a třech nově vyhloubených vrtech (tab. 10-8).

Tabulka 10-9. Vrty doporučené k monitorování hladin podzemní vody

Vrt	Signální úroveň hladiny podzemní vody (HPV)
VP1012 Frahelž	413,01 m n. m. (podle HPV ze 28.1.2009)
VP1011 Klec	415,39 m n. m. (podle HPV ze 14.9.2008)
VP7717 Smržov	434,41 m n. m. (podle HPV ze 26.10.2008)
VP7714 Lužnice	419,50 m n. m. (podle HPV ze 9.2.2005)
VP7715 Horní Miletín	457,97 m n. m. (podle HPV ze 3.1.2010)
2152_01T Ponědrážka	nově vyhloubený vrt – bude stanovena v 2020
2152_02T Velechvín	nově vyhloubený vrt – bude stanovena v 2020
2152_03T Kolence	nově vyhloubený vrt – bude stanovena v 2020

11. ZÁVĚR

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

- **Přírodní zdroje podzemní vody** se pohybují ve výši cca **285 l/s** a byly stanoveny podle dotace z hydraulického transientního modelu za období 2001 – 2010.
- Přirozený režim podzemní a povrchové vody je v třeboňské pánvi výrazně ovlivňován soustavou rybníků a umělých vodotečí, což způsobuje, že i přes korekce jsou výsledky hydrologického modelu zatíženy nepřesnostmi. Přírodní zdroje podzemní vody v tomto rajonu tudíž neodpovídají vypočtenému základnímu odtoku z hydrologického modelu, proto nebylo možné stanovit hodnoty za referenční období 1981-2010.
- **Využitelné množství podzemní vody se pohybuje** okolo **117 l/s** při respektování minimálního zůstatkového průtoku na rajon a požadavku na zachování dostatečné vodnosti na podzemní vodě závislých chráněných ekosystémů a disponibilní množství podzemní vody se pohybuje okolo 115 l/s v závislosti na skutečných odběrech podzemní vody.
- Vzhledem k velmi nízkému stupni využití podzemní vody v rajonu nedochází na jeho území ke střetu zájmů v důsledku čerpání podzemní vody. Odběry podzemní vody v roce 1991 dosáhly maximální hodnoty 7,4 l/s. Toto množství tvořilo 7 % využitelných zdrojů podzemní vody a nezpůsobilo prokazatelný pokles hladin podzemní vody na dlouhodobě pozorovaných vrtech. Rajon ani v této době nebyl přetížen. V současnosti odběry podzemní vody poklesly a pohybují jen okolo 2 l/s, tj. 2 % využitelných zdrojů. Celkové povolené, resp. evidované odběry podzemní vody pro rok 2012 byly 7,4 l/s. Ani úplné využití těchto odběrů podzemní vody nezpůsobí přetížení 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 podzemní vody 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 nové 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 PřF. UK Praha. 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. – Ústř. Úst. geol. Praha. 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). – MS doktorská disertační práce. PřF UK. Praha. 207str.
- Bruthans J., Kůrková I., Grundloch J., Churáčková Z., Slavík M. a Kadlecová R. (2015): Střední doba zdržení v detailně hodnocených rajonech. Projekt Rebalance zásob podzemních vod - část aktivity 8, 106 str. ČGS 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 Rebalance zásob podzemních vod, část aktivity 8.
- 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.
- 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.
- Domenico P. (1972): Concepts and Models in Groundwater Hydrology. – Mc Graw-Hill. New York.
- Dorníč J., Čech V., Čtyroký P., Gabriel M., Krásný J., Knobloch E., Řeháková Z., Suk M., Středa M., Šalanský K. a 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 Česká geologická služba. Praha.
- Fučík F. (1962): Hydrogeologický průzkum - Přeseka. – MS MS Česká geologická služba. Praha.
- Fučík F. (1975): Zpráva o výsledku čerpací zkoušky ze stávajícího vrtu HV 1 v Brilicích. – MS 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. a Trefná E (1984): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000 list 33 Třeboň. - Ústř. Úst. geol. Praha.
- Hepnar P. a Jedlička B. (1970): Zpráva o hydrogeologickém průzkumu v rajonu VII T 15 cd severní části třeboňské pánve. - MS Česká geologická služba. Praha.
- Homolka M. (1985): Třeboňská pánev – jižní část. - MS Stavební geologie České Budějovice.
- Homolka M., Hroch T., Jankovský F. a Starý J. (2015): Závěrečná zpráva průzkumného hydrogeologického vrtu 2152_02T Velechvín. – MS Česká geologická služba. Praha.

- Homolka M., Hroch T., Jankovský F. a Starý J. (2015): Závěrečná zpráva průzkumného hydrogeologického vrtu 2152_03T Kolence. – MS Česká geologická služba, Praha.
- Homolka M., Hroch T., Pitrák M. a Starý J. (2015): Závěrečná zpráva průzkumného hydrogeologického vrtu 2152_01T Ponědrážka. – MS Česká geologická služba, Praha.
- Hrkal Z. (1987): Hydrogeologická mapa ČSR. List 33-11 Třeboň, 1:50 000. - 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, 1:50 000. – Ústř. Úst. Geol. 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. Prosté vody. Nakl. Čs. Akad. Věd, Praha
- 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.
- 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. (1996): Hydrogeologie in: Müller V. edit. (1996): Vysvětlivky k souboru geologických a účelových map přírodních zdrojů list 33-11 Třeboň. – Český geologický ústav. Praha.
- Kašpárek, L., Hanel, M. (2015): Aktivita 6 Hydrologické modely. HGR 2152 – Třeboňská pánev – střed. MS Česká geologická služba. Praha.
- Kliner K. – Wurmová M. (1972): závěrečná zpráva o hydrogeologickém průzkumu v rajonech VIIR14cd, VI, VIIR13cd. – MS Geoindustria a MS Česká geologická služba. Praha.
- Knapp R., Suchan J. a Vohanka L. (1960): Průzkum keramických jíílů a kaolinů 1959 Pecák. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Knapp R. a Volšan V. (1961): Lomnice nad Lužnicí. Surovina: jíly. - MS Česká geologická služba. Praha.
- Krásný J. (1986): Klasifikace transmisivity a její použití. - Geol. Průzk. 6, 28, 177-179. Praha.
- Krásný J. et al. (1982): Odtok podzemní vody na území Československa. Český hydrometeorologický ústav.
- 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. Česká geologická služba. Praha.
- Krásný J. (1986): Hydrogeologická mapa ČSR. List 32-22 České Budějovice, 1:50000. – Ústř. Úst. Geol. Praha.
- Krásný J. (1990): Hydrogeologická mapa ČSR. List 23-33 Veselí nad Lužnicí, 1:50000.- Ústř. Úst. Geol. 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. 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. nář. hydrod. 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 Česká geologická služba. Praha.
- Malecha, A. (1964): Vysvětlivky k základní geol. mapě ČSSR 1:50 000, list M-33-102-A (Soběslav). – MS Česká geologická služba. 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.
- Myslil V. (1985a): Mapa chemismu podzemních vod ČSSR 1:200 000 list 23 Jihlava. - Ústř. úst.geol. Praha.
- Myslil V. (1985a): Základní hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000 list 23 Jihlava. - Ústř. úst.geol. Praha.
- Myslil V. - Daňková H. - Kačura G. - Kněžek M. - Krásný J. - Kulháněk V. - Šebesta J. - Štych J. - Trefná E. (1986): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000 list 23 Jihlava. - Ústř. Úst. Geol. 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., Prechalová H. et al. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sbor. geol. Věd. Hydrogeol. inž. Geol., 23, 5–32. - Česká geologická služba. Praha.
- Patzelt Z. et al. (2015): Vyhodnocení rizik změn režimu využívání podzemních vod pro příslušné biotopy ve vybraných hydrogeologických rajonech projektu Rebalance podzemních vod. – MS archiv Česká geologická služba. Praha.
- Petr J. (1981): Lomnice nad Lužnicí. Závěrečné vyhodnocení hydrogeologického vrtu S-2. – MS 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 1. etapu. – PROGEO, s.r.o. Roztoky u Prahy
- Prechalová H. (2015): Kontaminace podzemních vod ve vybraných hydrogeologických rajonech. – MS 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 Česká geologická služba. Praha.
- Slánská J. (1967): Sedimentologie jihočeských pánví. Kandidátská práce. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Suk M. (1978): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 22-444 Ševětín. – Ústř. Úst. geol. Praha.
- Štěpánek M. (1959): Zpráva o geotechnickém průzkumu staveniště závodu na výrobu stožárů v Lomnici nad Lužnicí. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Tybitancl J. (1998): Horní Slovénice - PROTISK, Zpráva o hydrogeologickém průzkumu. – MS Česká geologická služba. Praha.
- Tykva R. a Berg D. (2004): Man-made and natural radioactivity in environmental pollution and radiochronology.
- Vašta V. (1985): Náplavy – Lužnice a Nežárka – závěrečná zpráva. - MS Stavební geologie České Budějovice.

- Vašta V. a Vrána M. (1980): Jižní Čechy. Hydrogeologická studie. - MS Stavební geologie. České Budějovice.
- Vašta V. (1978): Lužnice – Nežárka. - MS Stavební geologie České Budějovice.
- Yurtsever Y. (1983): Models for tracer data analysis. In Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology, Tech. Rep. Ser. 91. – International Atomic Energy Agency. Wien.
- Zima K. (1964): Artéske vody jihočeských pánví. - Vod. Hospod. 9, 329-333.
- Zima K. (1961): Hydrogeologický průzkum severní části Třeboňské pánve u Horusic. Závěrečná zpráva 1. etapy. – MS Česká geologická služba. Praha.
- 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

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://heis.vuv.cz>

<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>