

Modelové řešení proudění podzemní vody v povodí Bíliny

Interpretace vstupních dat a úvodních simulací

Žďár n. Sázavou, 25.11.2009

RNDr. Martin Milický

Mgr. Ondřej Zeman

Témata prezentace

- Hlavní cíle projektu
- Vrtná prozkoumanost a antropogenní činnost
- Geologická data - zpracování
- Konstrukce bází a stropů souvrství
- Hydrologická a hydrometrická měření
- Hydrologická hodnocení
- Hydrogeologická data – měřené hladiny podz.vody
- Sestavení modelu – vstupní data, kalibrace
- Výstupy základní modelové simulace
- Hladinové a průtokové kritérium

Hlavní cíle projektu

Projekt je zahrnut do podprogramu RPV MŽP (SP/1b7/124/08)

„Negativní antropogenní vlivy v povodí Bíliny“

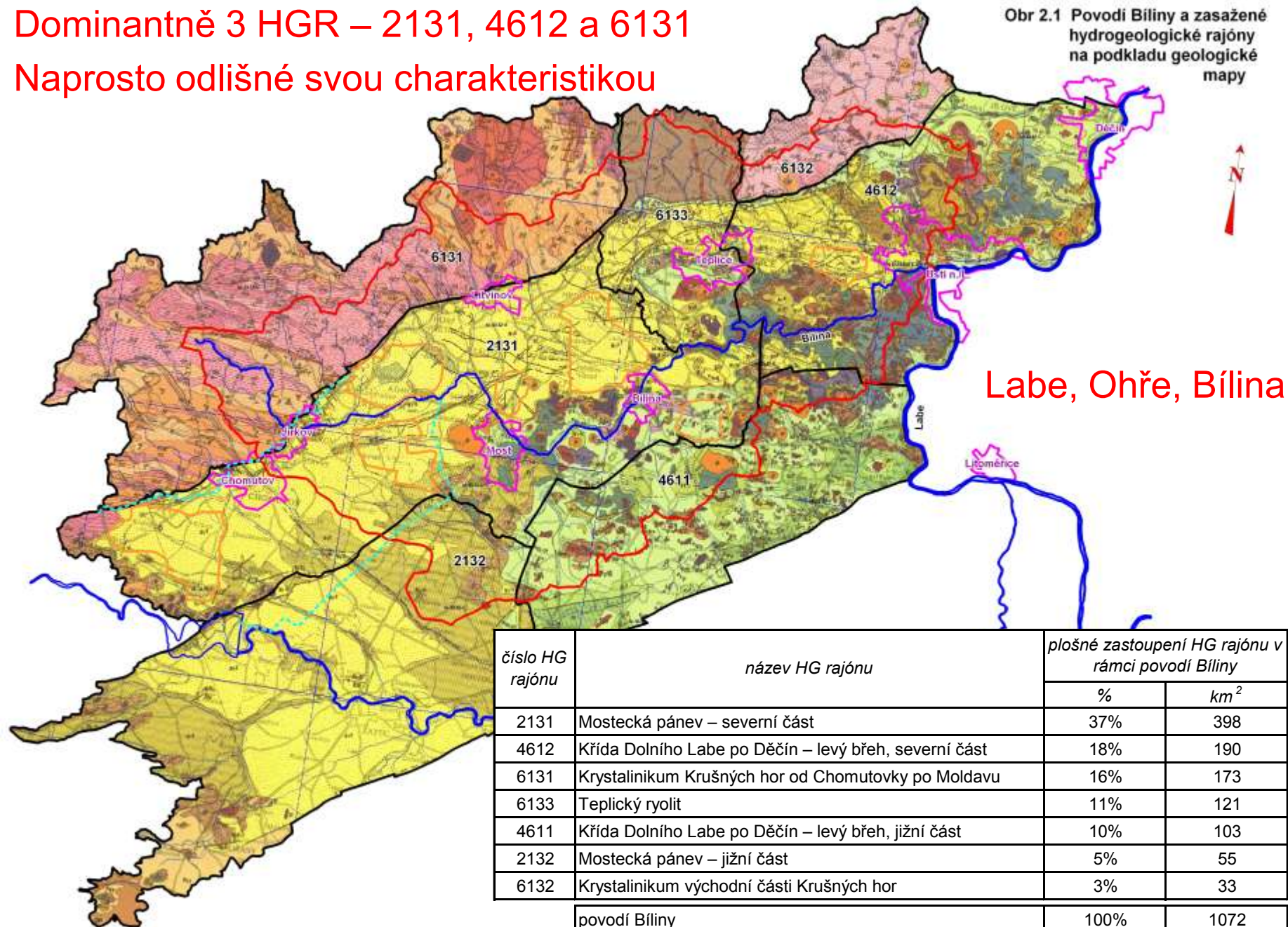
- přispět k poznání, ochraně a zlepšení životního prostředí povodí řeky Bíliny,
- Skládá se ze tří samostatných částí –
 - ◆ Povrchové vody (VÚV TGM v.v.i.),
 - ◆ Ekohydromorfologický průzkum (PřFUK),
 - ◆ Hydrogeologické hodnocení povodí Bíliny
- Součástí hydrogeologického hodnocení je i :
 - ◆ Matematický model proudění podzemní vody – 3 režimy proudění,
 - ◆ Bilanční zhodnocení zájmového území,
 - ◆ Metodika komplexního posuzování kolektorů v industriálních oblastech

Situace zájmového území - výskyt HGR

Dominantně 3 HGR – 2131, 4612 a 6131

Naprosto odlišné svou charakteristikou

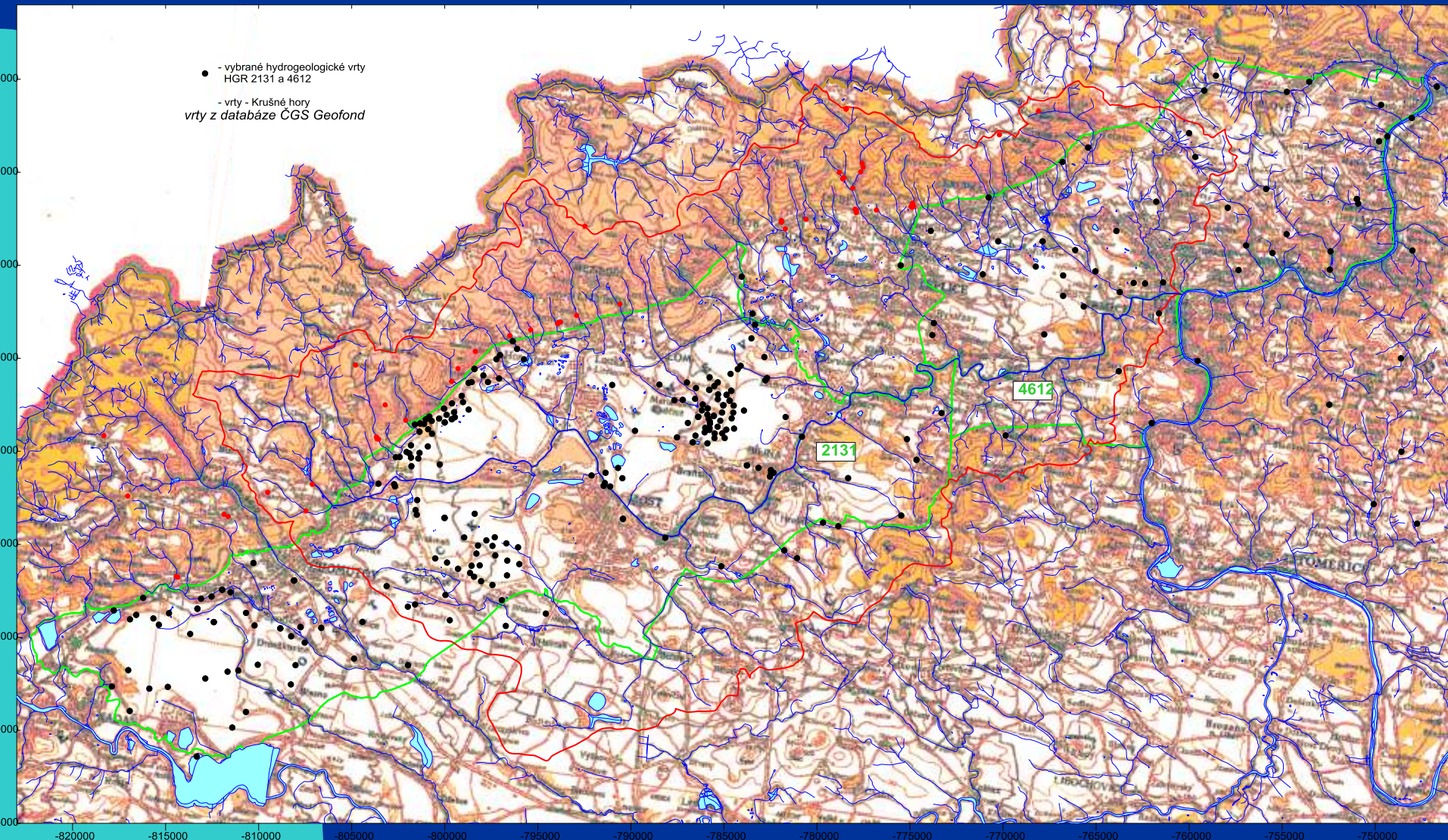
Obr 2.1 Povodí Bíliny a zasažené hydrogeologické rajóny na podkladu geologické mapy



Labe, Ohře, Bílina

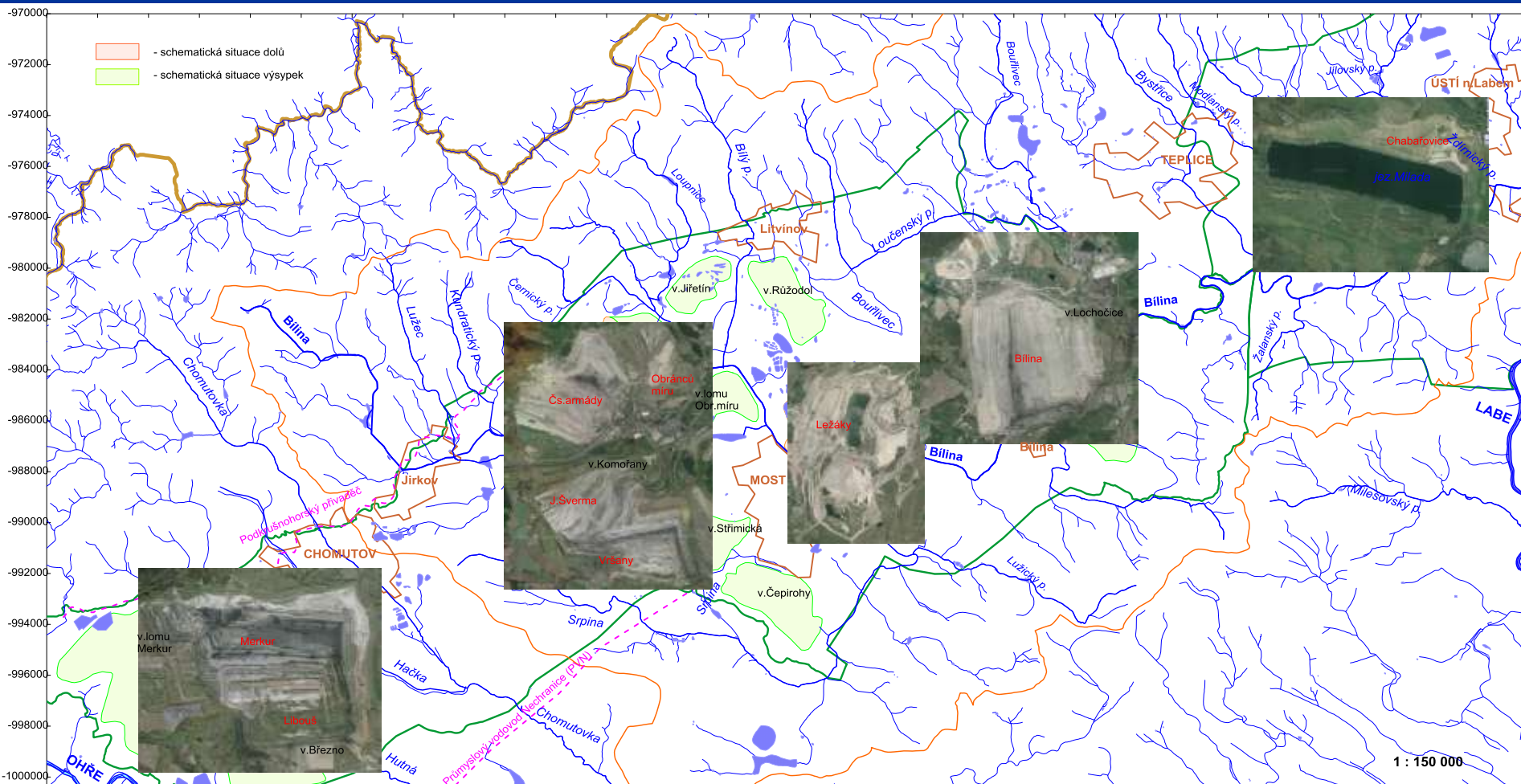
číslo HG rajónu	název HG rajónu	plošné zastoupení HG rajónu v rámci povodí Bíliny	
		%	km ²
2131	Mostecká pánev – severní část	37%	398
4612	Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, severní část	18%	190
6131	Krystalinikum Krušných hor od Chomutovky po Moldavu	16%	173
6133	Teplický ryolit	11%	121
4611	Křída Dolního Labe po Děčín – levý břeh, jižní část	10%	103
2132	Mostecká pánev – jižní část	5%	55
6132	Krystalinikum východní části Krušných hor	3%	33
povodí Bíliny		100%	1072

Vrtná prozkoumanost



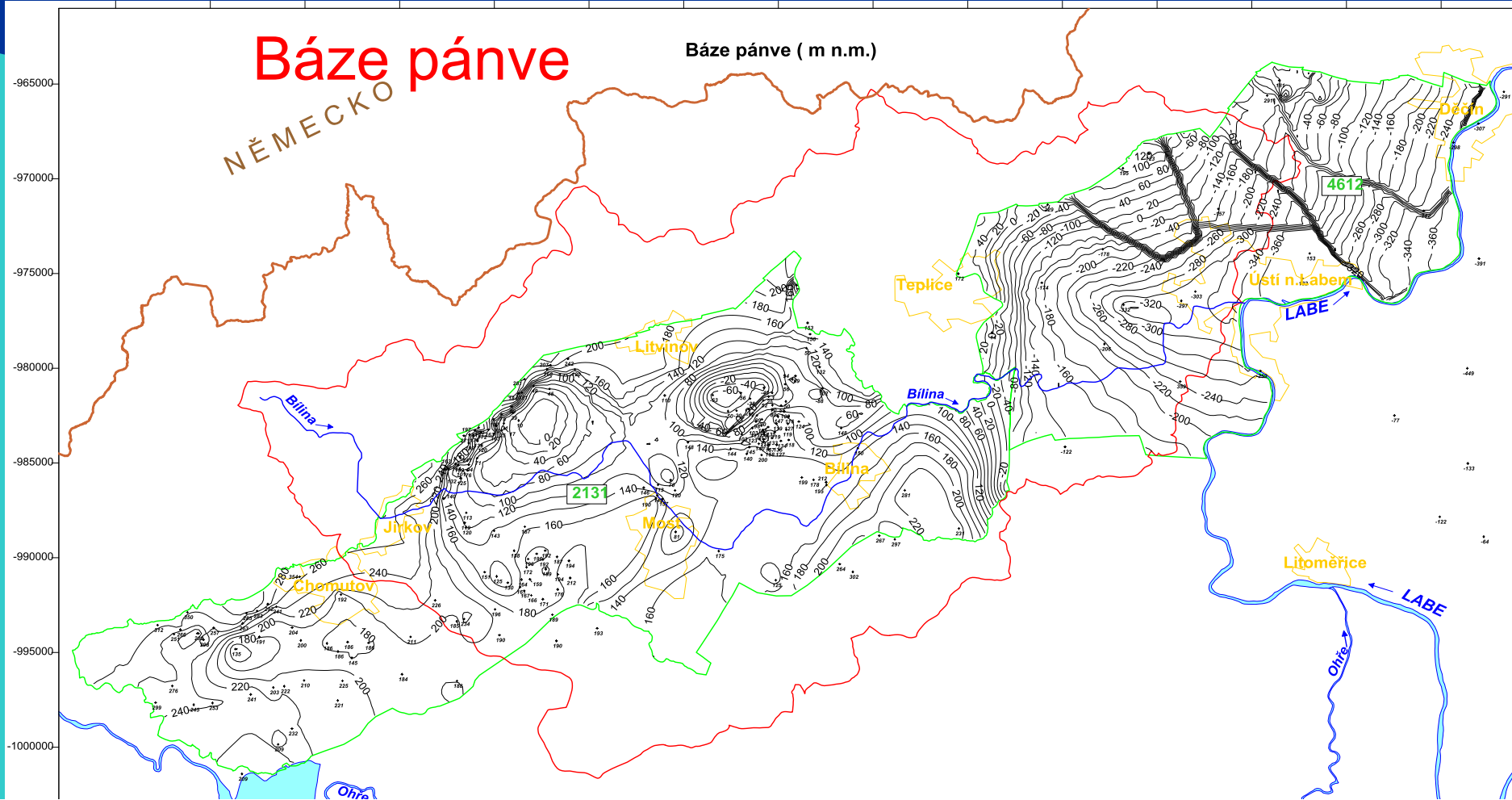
- nerovnoměrná, a to jak co do lokalizace vrtů, tak do času jejich realizace,
- Vybráno 277 vrtů v prostoru pánví a 134 objektů (včetně pramenů v prostoru Krušných hor

Antropogenní postižení území – povrchové doly



- Těžba v povrchových dolech – Březno, Libouš, ČSA, Vršany, Šverma, Bílina
- Hydrická rekultivace – Ležáky (jezero Most) a Chabařovice (jezero Milada)

Zpracování geologických dat – konstrukce bází a stropů vrstev



Rozdělení na 3 oblasti – západní chomutovsko-jirkovská, centrální mostecko-teplická, východní ústecko-děčínská, nejdříve atektonická stavba, neodpovídala zvláště ve východní části – tektonická stavba

Geologické poměry – konstrukce bází vrstev

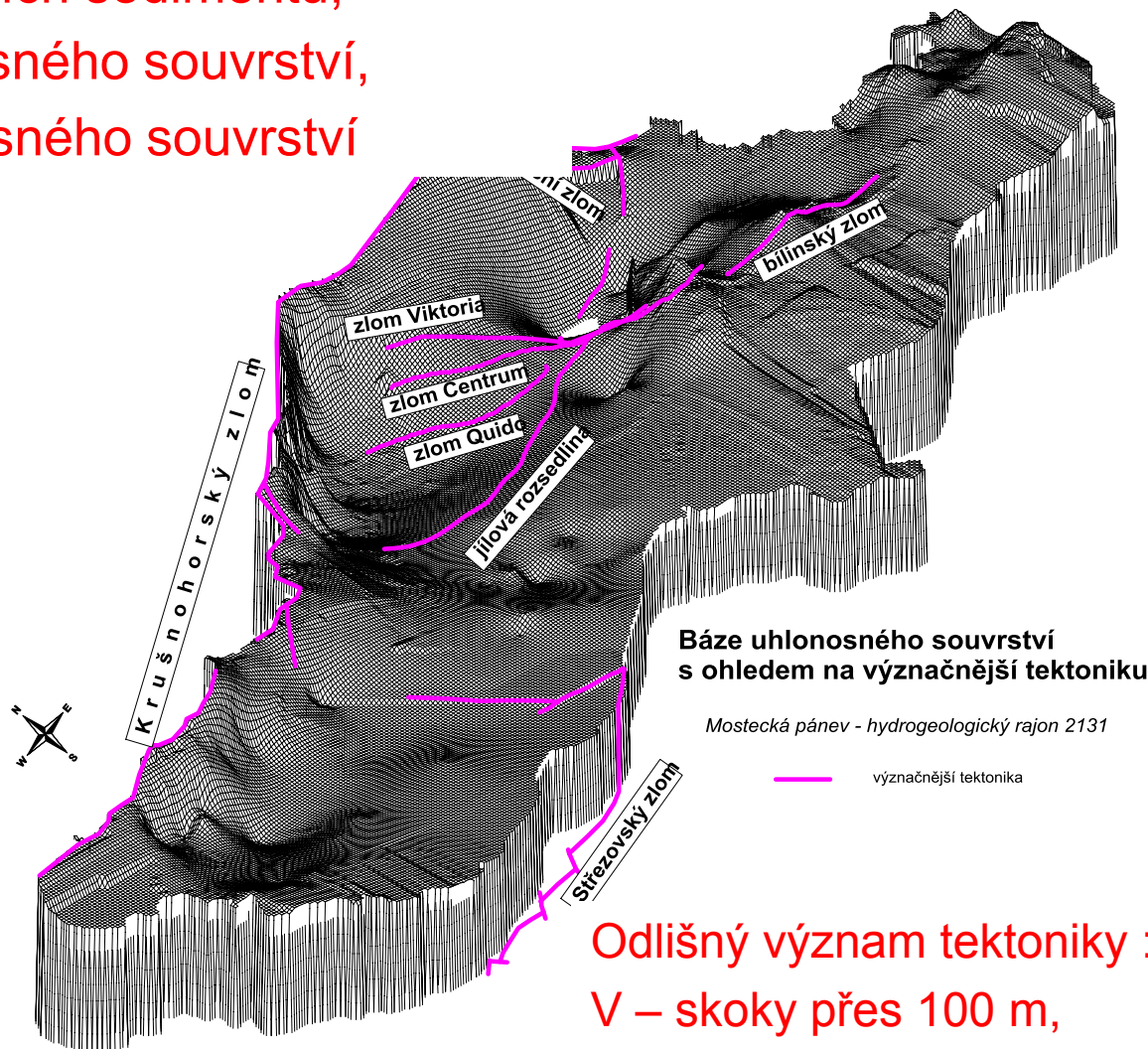
Západní část (HGR 2131) :

- báze pánevních sedimentů,
- báze uhlonosného souvrství,
- strop uhlonosného souvrství

Východní část (HGR 4612) :

Doplněna báze a strop kolektoru A

Doplnění stratigrafie
u řady objektů,
interpolace, vložené
body



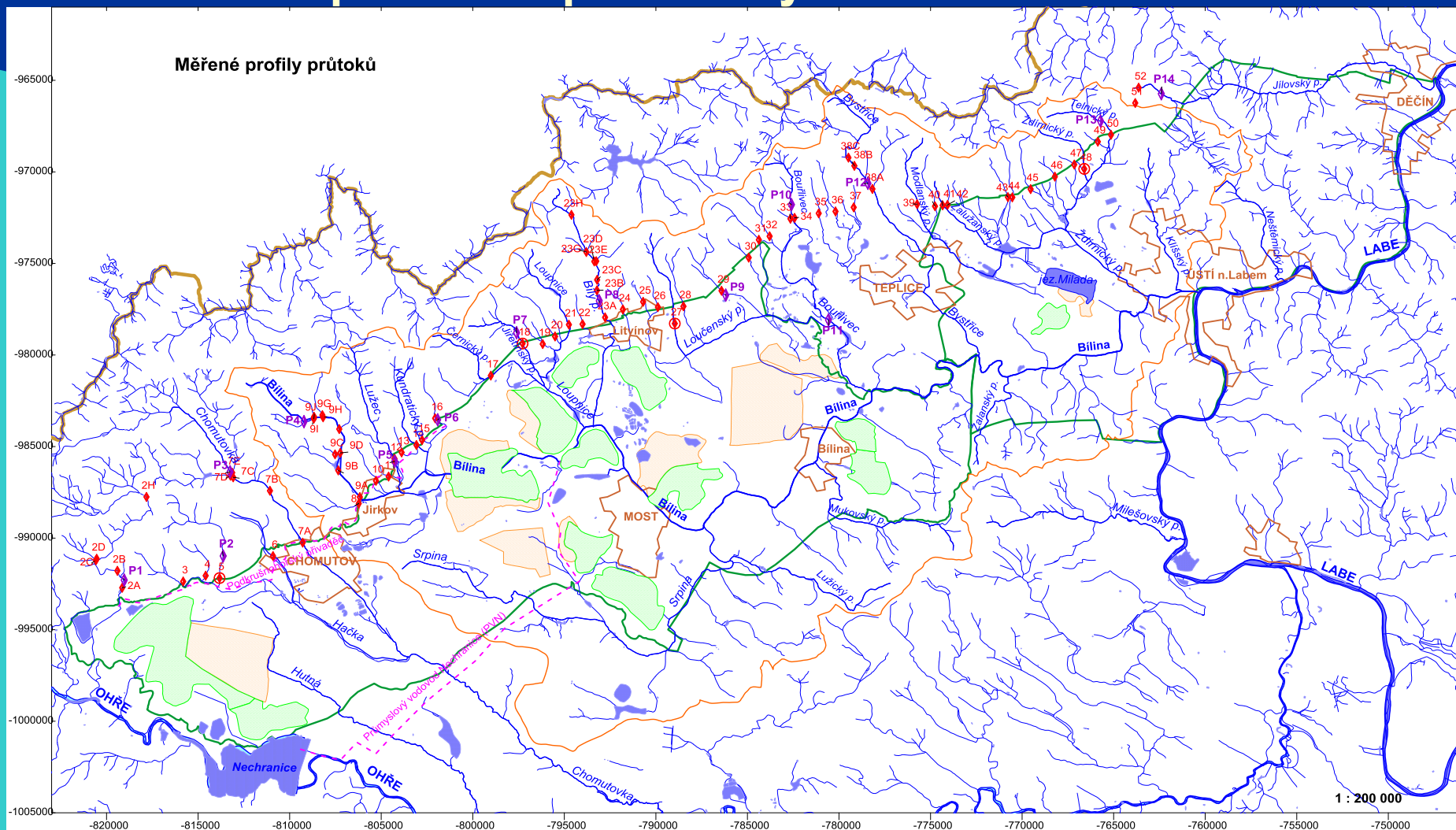
Odlišný význam tektoniky :

V – skoky přes 100 m,

Z - převážně do 10 m, výjimečně až 40 m

Místa měření průtoků v povrchových tocích

Měřené profily průtoků



1 : 200 000

Měřené profily průtoků :

- ◆ sezónní záměr (1992 a 1994)
- týdenní záměry (1992 až 1994)
- P1◆ expediční záměry (2007)

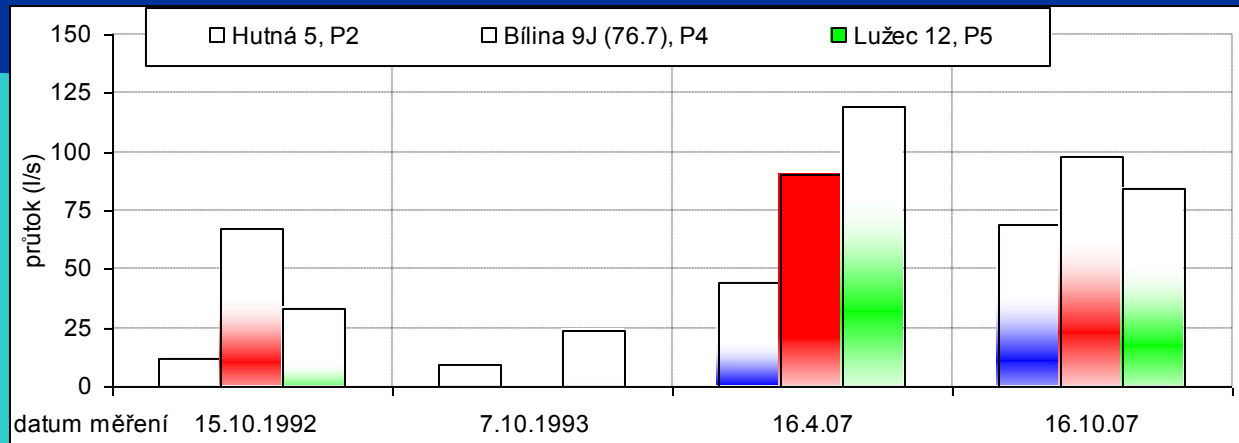
- schematická situace dolů
- schematická situace výsepek

VYSVĚTLIVKY:

- toky
- hranice hg. rajónů
- povodí Biliny
- přiváděče vody

■ Měření ve 2 obdobích – 1992 – 1994 – K.Kliner (2005) : Hydrologická měření v Krušných horách (50 profilů); 2007 – Aquatest – 15 profilů

Hydrologická data - hodnocení



Měření průtoků zaměřena na stanovení dotace pánevních sedimentů z Krušných hor, v letech 1992 a 1993 měřeny minimální průtoky

Úsek mezi toky	Délka styku (L) [km]	Odvodňovaná plocha [km ²]	$q = 4,3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$		$q = 7 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$	
			Q [l.s ⁻¹]	Q/L [l.s ⁻¹ .km ⁻²]	Q [l.s ⁻¹]	Q/L [l.s ⁻¹ .km ⁻²]
2 ÷ 6	9,9	7,26	35,4	3,6	50,8	5,1
6 ÷ 16	11,0	9,31	40,0	3,6	65,2	5,9
17 ÷ 25	10,45	8,13	35,0	3,3	56,9	5,4
25 ÷ 34	9,65	6,43	27,6	2,9	45,0	4,7
34 ÷ 42	8,6	6,74	29,0	3,4	47,2	5,5
43 ÷ 50	6,55	4,23	18,2	2,8	29,6	4,5
2 ÷ 50	56,15	42,1	185,1	3,3	294,7	5,2

Hydrologické metody stanovení

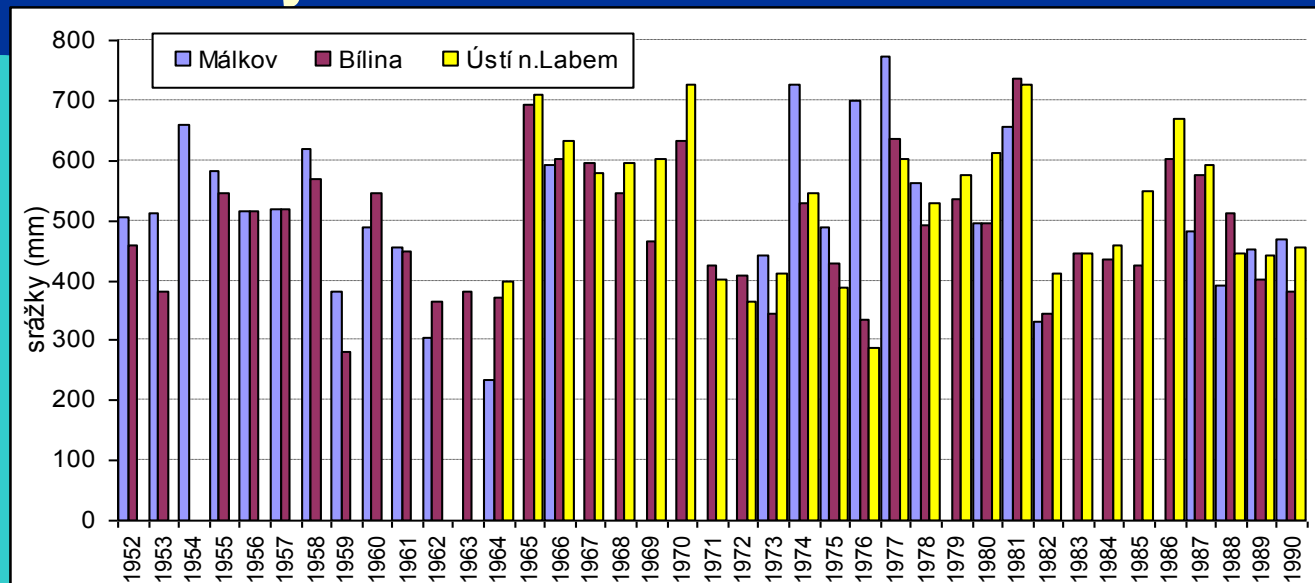
Specifický základní odtok q_z 50
(se zabezpečeností 50 %)

1. V rozmezí 3.1 až $3.8 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$
2. V rozmezí 2.4 až 3.1 l/s/km^2 .

dotace pro tři hlavní úseky styku Krušných hor s pánevní výplní :
 styk s HGR 2131 (mostecká pánev) – od 145.8 l.s^{-1} do 229.8 l.s^{-1}
 styk s HGR 6133 (teplický ryolit) – od 33.3 l.s^{-1} do 52.5 l.s^{-1} ,
 styk s HGR 4612 (křída) – od 40.3 l.s^{-1} do 63.4 l.s^{-1}

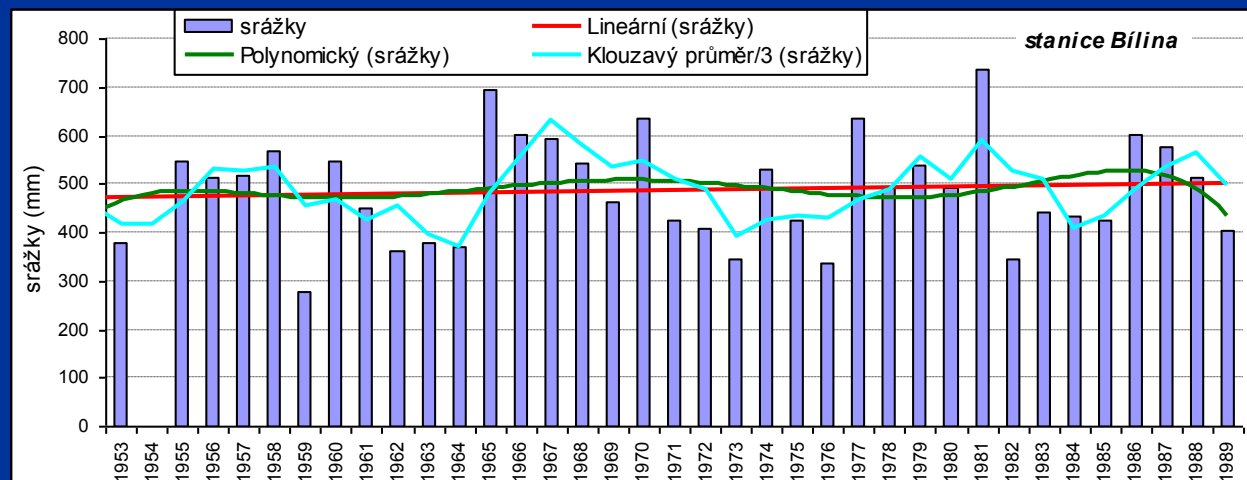
Srážky

Období 1953 - 1990

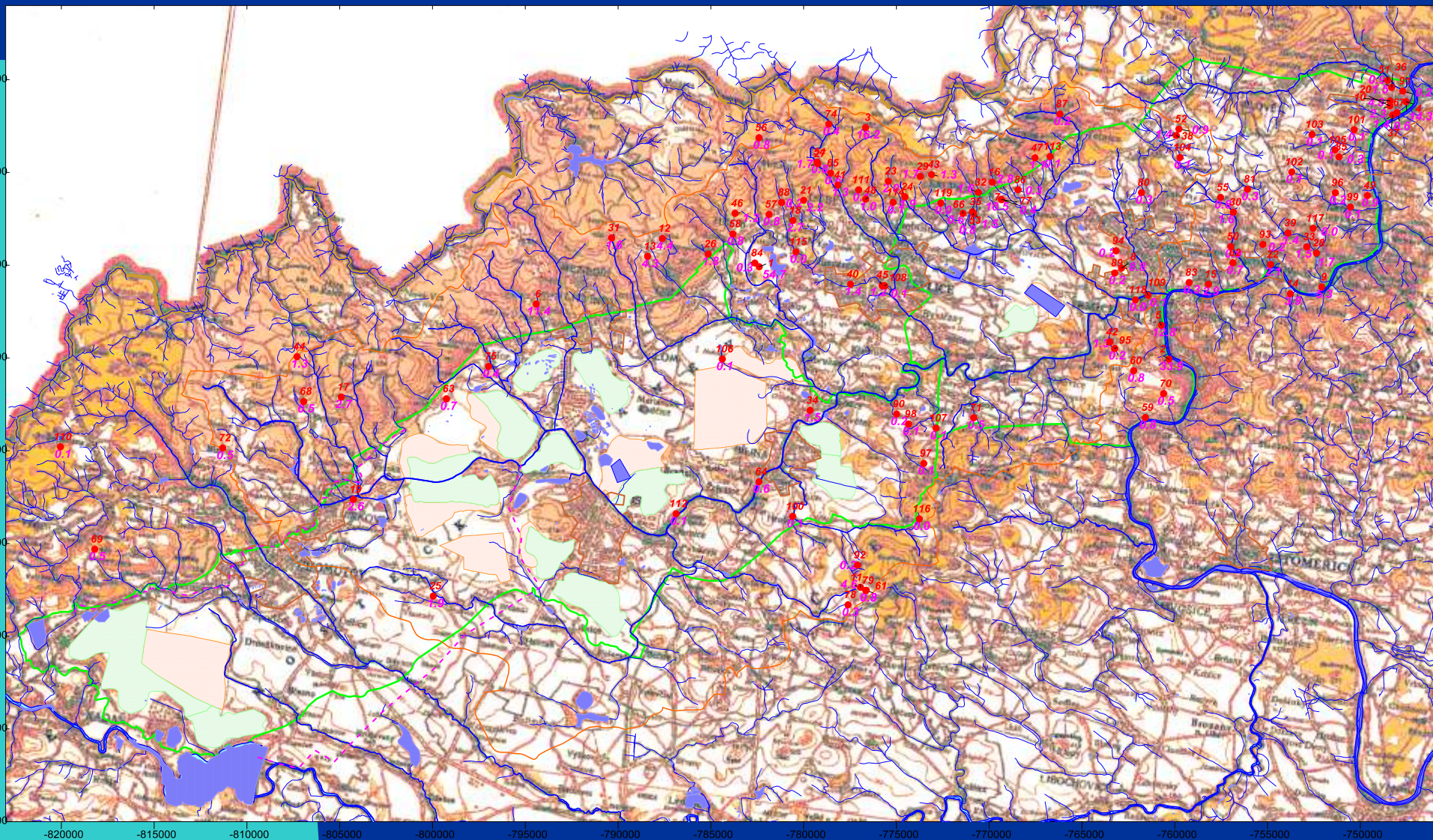


Porovnání srážkových úhrnů ze stanic Bílina, Málkov a Ústí n.L.
jen mírně vyšší je normál ze stanice Ústí nad Labem

Zhodnocení trendů
vývoje ve všech



Odběry podzemní vody



Především v Krušných horách a HGR 4612
Hodnocení odběrů 1979 – 2008, pokles v posledních letech

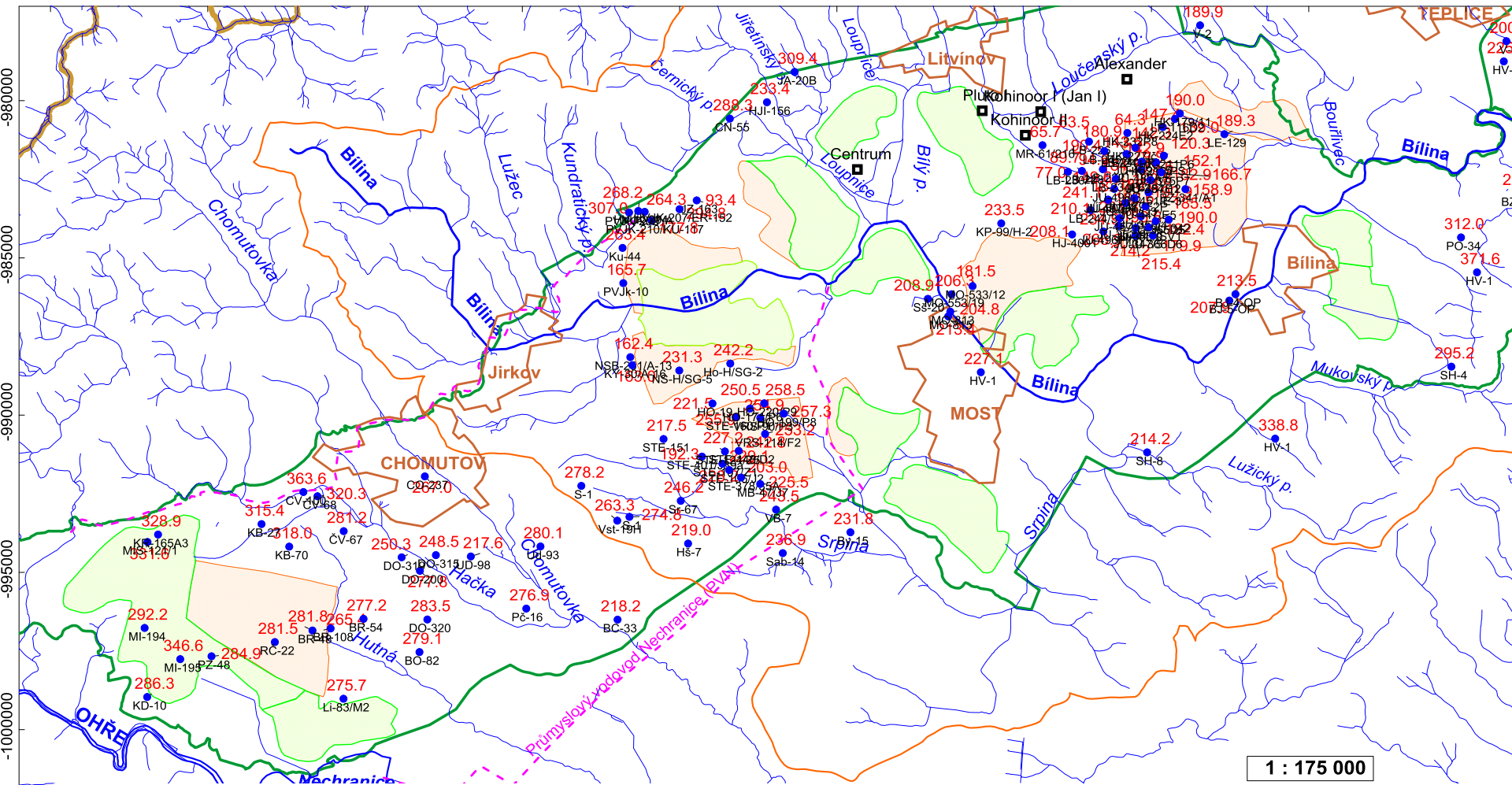
Měření hladiny podzemní vody

Měření hladiny podzemní vody

(z databáze Geofondu)

HGR 2131

uhlonosné souvrství (3.modelová vrstva



Přiřazení hladin jednotlivým kolektorům (souvrstvím) . Porovnání otevřených úseků a geologické interpretace, řada vrtů propojuje celou mocnost pánových sedimentů, další problém – nesoulednost měření, obtížně lze definovat vývoj těžby v povrchových dolech - schematizace

Proudění podzemní vody - stručná charakteristika

Větší část proudu podzemní vody z připovrchového pásma krystalinika Krušných hor dotuje čela výchozů slojového souvrství – hlavní kolektor v HGR 2131,

V neovlivněném režimu – drenáž do toků, **v současnosti – drenáž do dolů**, menší část podzemní vody přetéká do HGR 2132 (MP jižní část)

V HGR 4612 - jediný samostatný kolektor podzemní vody v pískovcích cenomanu (a spodního turonu) – bazální kolektor A, **v současnosti odvodňován v prostoru Děčína a Ústí n.L.**, neovlivněn těžbou (mocné souvrství izolátorů pod bází uhelné sloje), ale odběry podzemní vody

Vývěry minerálních termálních vod v prostoru města Teplice - vázány na výchozy teplického ryolitu (podle rajonizace VÚV z roku 2005 – nový HGR 6133), infiltrační oblastí jsou výchozy ryolitu na svazích KH (není součástí hodnocení)

Vstupní data modelového řešení :

- topografické a výškopisné údaje
 - ◆ úrovně podloží kolektorů a izolátorů
 - ◆ úrovně drenážních bází (z topografických map)
- geologické a hydrogeologické údaje (parametry zvodněného prostředí)
 - ◆ Odporové - hydraulické vodivosti – kalibrovány jako 1.

Vyhodnocené koeficienty filtrace (z databáze ČGS) se pohybují v rozsahu:
připovrchová zóna - $6e^{-8}$ až $1e^{-4}$ ms^{-1} ,
uhlonosné souvrství - $1e^{-8}$ až $8e^{-4}$ ms^{-1}
souvrství v nadloží uhelné sloje $1e^{-8}$ až $3e^{-4}$ ms^{-1} (v souvrstvích v nadloží uhelné sloje jsou především monitorovány propustné úseky).

- Hydrologické a meteorologické údaje :
 - ◆ srážkové úhrny
 - ◆ odběry podzemní vody, vydatnosti pramenů, velikosti drenáží
 - ◆ hladiny podzemní vody

Diskretizace modelového území

- Diskretizace území :

- Horizontálně – el. 200*200 m; (77 km * 38 km).

- Vertikálně - 4 modelové vrstvy :

1. modelová vrstva – přípovrchovou zvrstvení v rozvolněných horninách krystalinika, resp. v kvartérních sedimentech, báze 1. modelové vrstvy je konstruována 25 m pod úrovní fiktivní roviny proložené říční sítí. Všechny okrajové podmínky toků tak zůstávají v první modelové vrstvě.

2. modelová vrstva – méně propustné sedimenty nad stropem uhlonosného souvrství – (v Z části) a uhlonosné souvrství (ve východní části – HGR 4612),

3. modelová vrstva – v HGR 2131 kolektor uhlonosného souvrství, v HGR 4612 - soubor „málo propustných“ sedimentů nad stropem bazálního kolektoru,

4. modelová vrstva – v HGR 2131 kolektor sedimentů mezi bází uhlonosného souvrství a bází pánve; v HGR 4612 reprezentuje bazální křídový kolektor (A).,

Průměrné hodnoty infiltrace srážek

Průměrné odběry podzemní vody

Pro výrazně odlišnou hydrogeologickou funkci 2 hlavních hydrogeologických rajónů spadajících do zájmového území bylo modelové území rozděleno na 2 podoblasti: *východní oblast* – HGR 4612, *západní oblast* – HGR 2131

Okrajové podmínky modelového řešení

Modelové území, výpočetní síť
a okrajové podmínky



jen okrajová podmínka 3.typu
TOKY I DOLY
(v každém elementu toku (dolu)
je zadán odporový koeficient a
nadmořská výška hladiny)

VYSVĚTLIVKY:

- toky (okrajová podmínka 3.druhu)
- hranice hg. rájónů
- povodí Bíliny

- hranice výpočetní sítě modelu
- okraj modelového území - 1.vrstva
- okraj modelového území - 2.-4.vrstva

130 - povrchové doly (okrajová podm. 3.druhu)
- simulovaná úroveň hladiny na dně lomů
v období těžby (v m n.m.)

z podkladů VaV 510/2/98
Vodohospodářské řešení rekultivace a
revitalizace Podkrusnohorské uhelné pánve

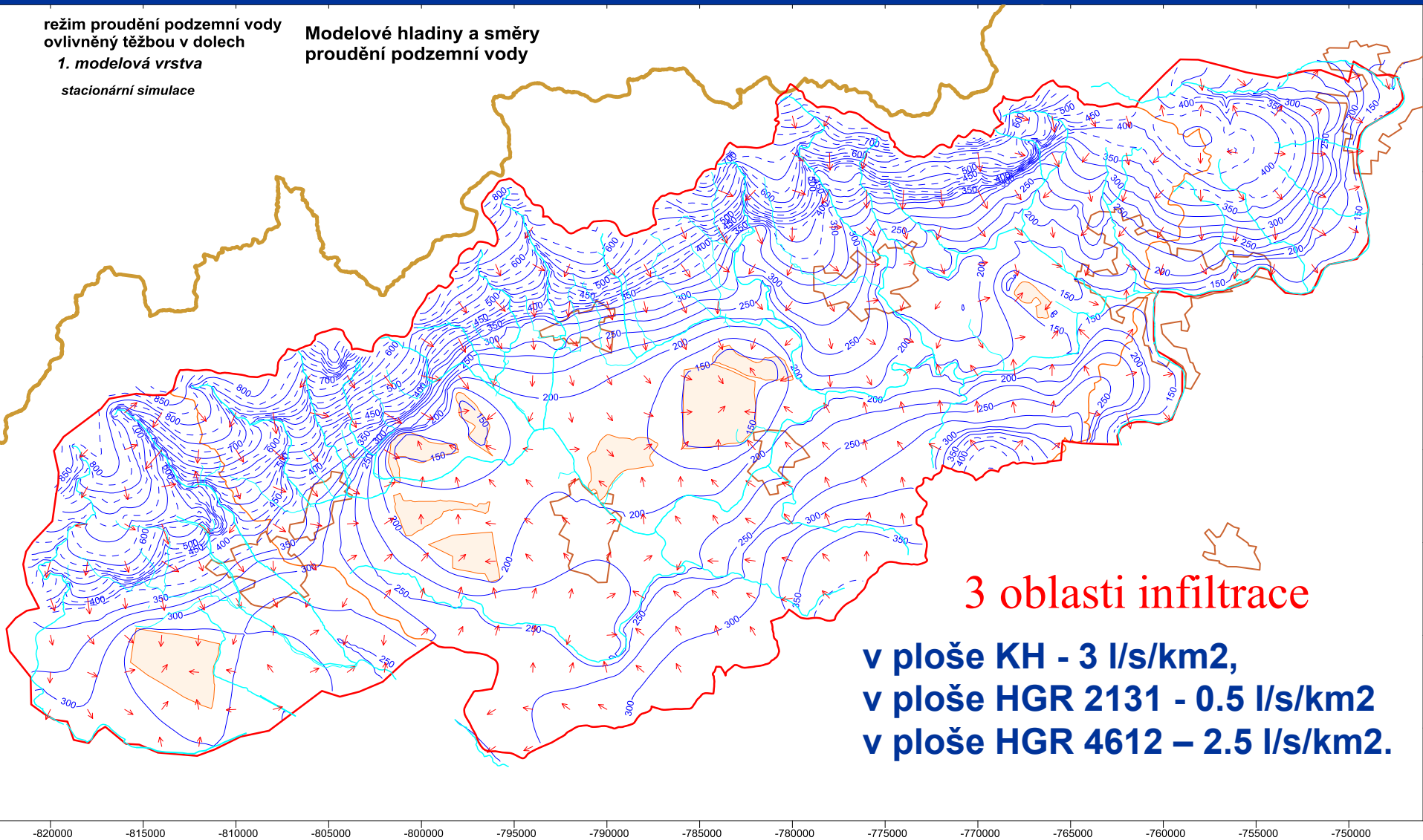
Simulace ustáleného (stacionárního) proudění podzemní vody

režim proudění podzemní vody
ovlivněný těžbou v dolech

Modelové hladiny a směry
proudění podzemní vody

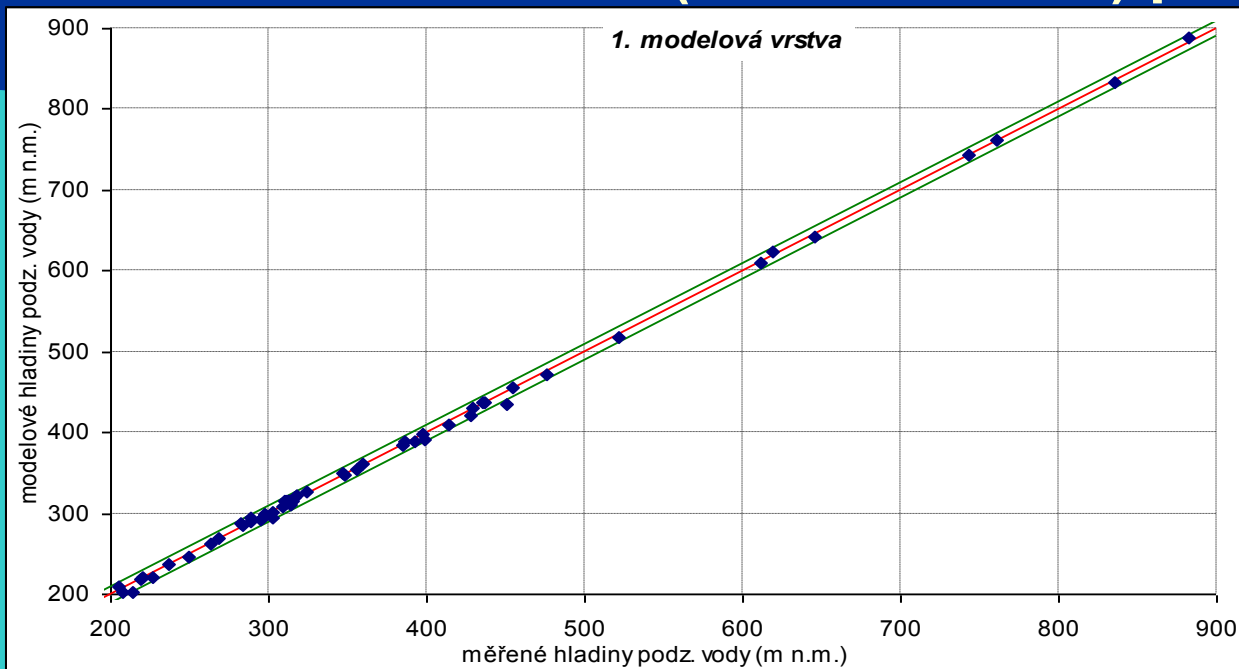
1. modelová vrstva

stacionární simulace



Průměrné hodnoty infiltrace srážek
Průměrné odběry podzemní vody

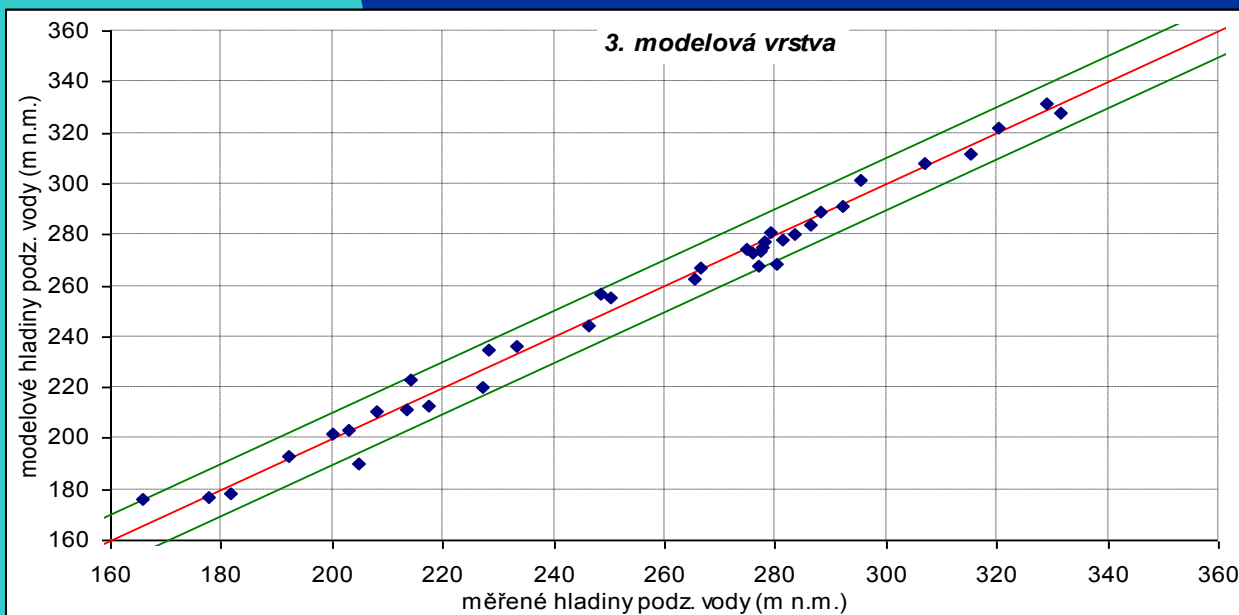
Simulace ustáleného (stacionárního) proudění podzemní vody



Kalibrace
hydraulických
parametrů

Věrohodnost
modelu:

Porovnání měřených
a modelových
hodnot
(hladiny, průtoky)

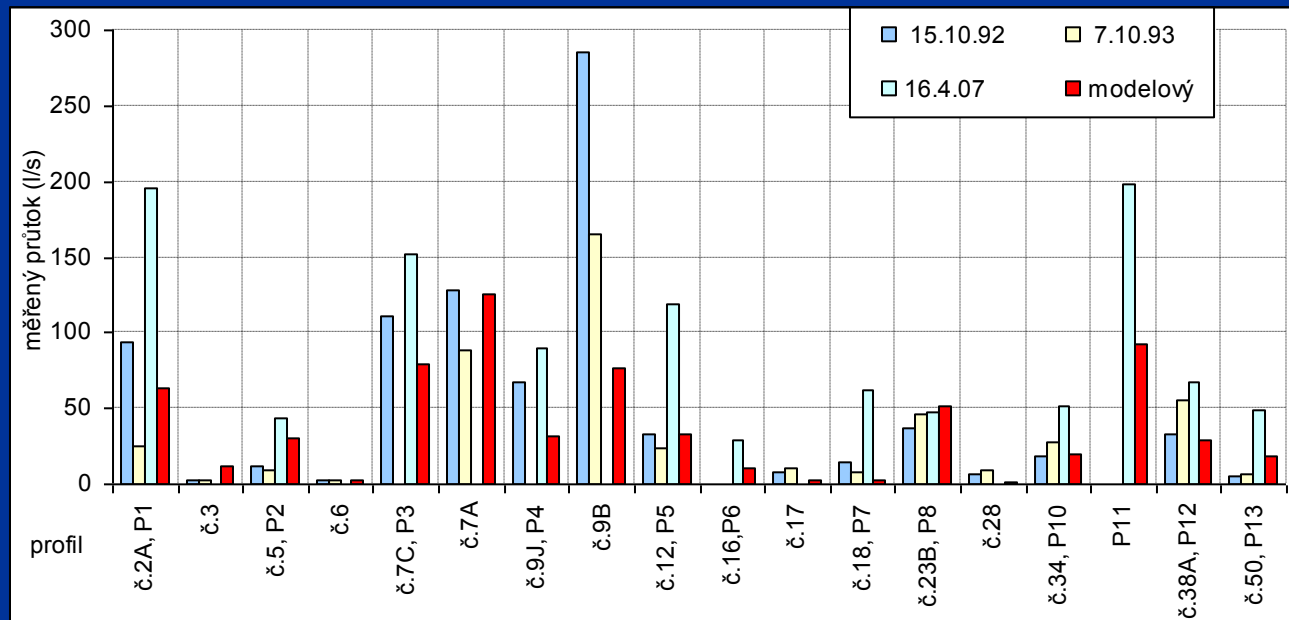


Zelené přímky – 10 m,
červená linie –
dokonalá shoda

Simulace ustáleného (stacionárního) proudění podzemní vody

Porovnání měřených a modelových průtoků

Menší modelové průtoky v horních úsecích toků jsou způsobeny schematizací zadání říční sítě, kdy řada menších přítoků není v modelu zadána



V celkové bilanci - prostor modelu dotován 2642 l s^{-1} vody ze srážkové infiltrace, drenáž – povrchové toky (2040 l s^{-1}) a důlní díla (602 l s^{-1}). Tok Bíliny podzemní vodu drénuje v celém úseku v HGR 2131 pouze minimálně, k mírné drenáži pravděpodobně dochází v oblasti soutoku s Mukovským potokem (cca 12 l s^{-1}) a v závěrečném úseku toku (mezi soutoky s Bouřlivcem a Bystřicí je modelová drenáž cca 70 l s^{-1})

Porovnání dotace pánevních sedimentů pro úseky mezi profily

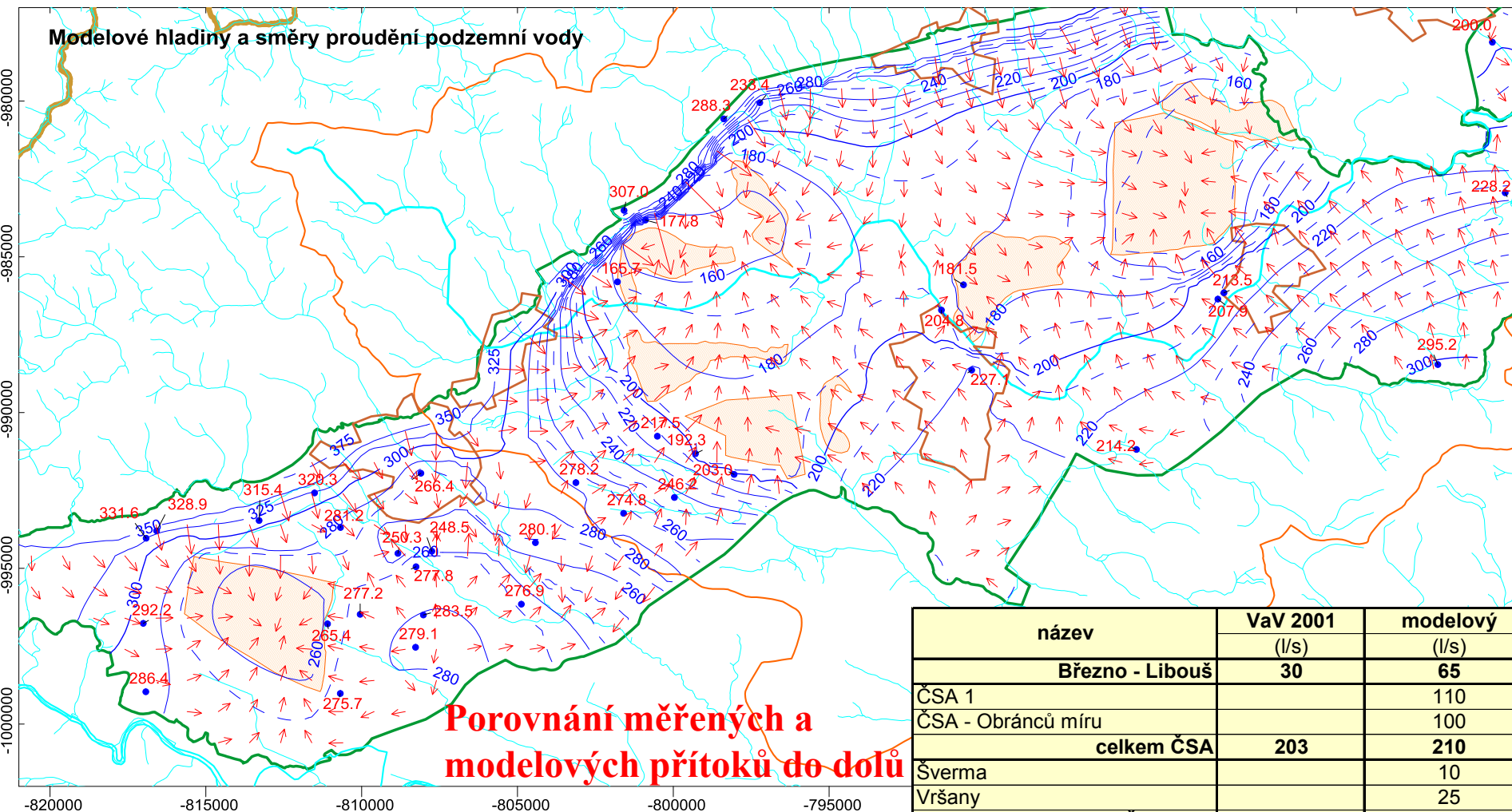
hranice	výpočet l/s (1)			modelové řešení	
	mezi prof.	od	do	mod.vrstva	přítok (l/s)
Krušné hory do HGR 2131	č.1 - č.31	145.8	229.8	1 do 2	185
				2 do 3	156.5
Krušné hory do HGR 4612	č.40 - č.52	40.3	63.4	do 1	46.2
				1 do 2	28.8
KH-teplický ryolit	č.31 - č.40	33.3	52.5		27.5

Modelové hladiny a směry proudění podzemní vody

režim proudění podzemní vody ovlivněný těžbou v dolech

HGR 2131

3.modelová vrstva



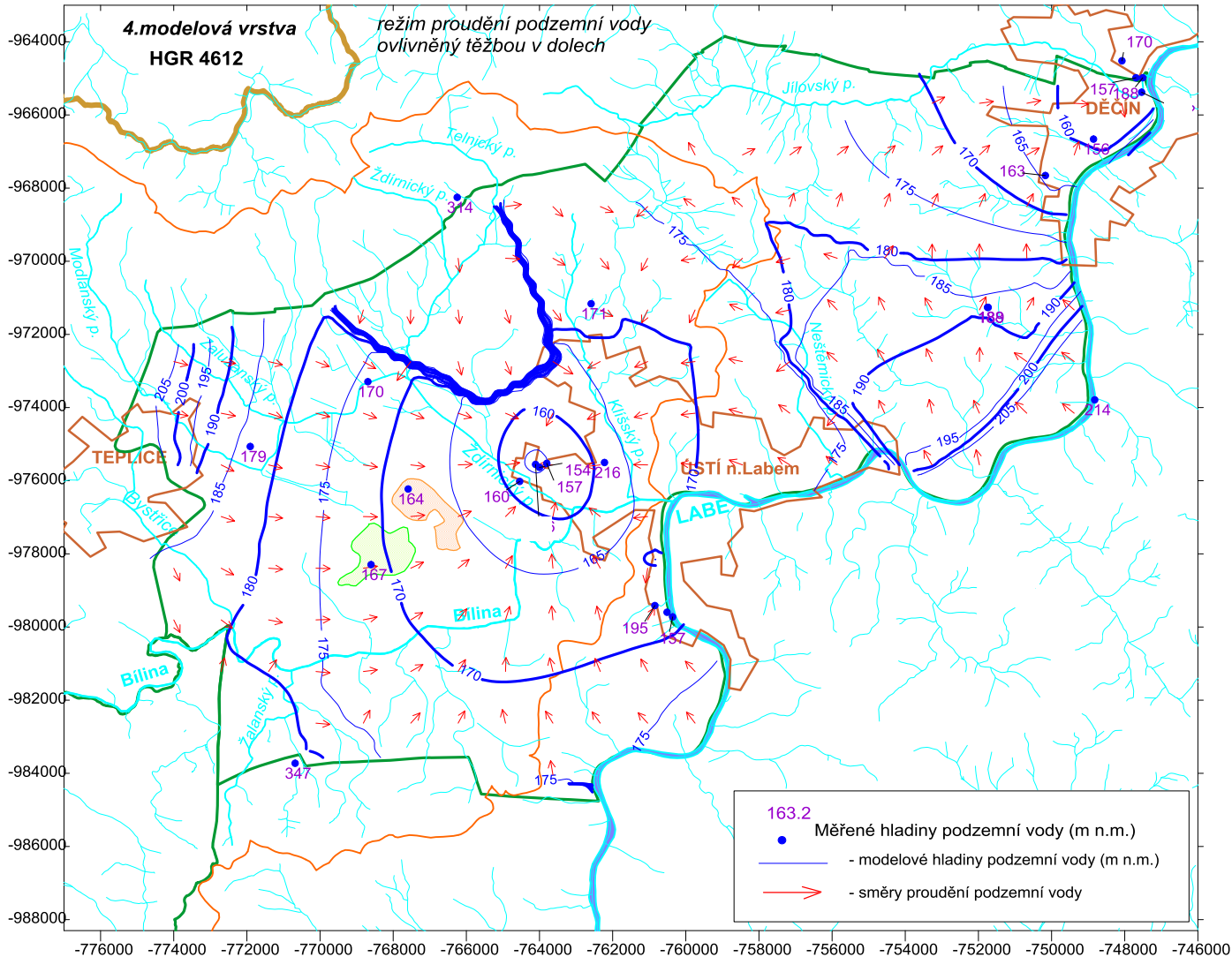
název	VaV 2001	modelový
	(l/s)	(l/s)
Březno - Libouš	30	65
ČSA 1		110
ČSA - Obránců míru		100
celkem ČSA	203	210
Šverma		10
Vršany		25
celkem JŠ-Vršany	50	34
Ležáky	9	26
Bílina	197	176
jáma Kateřina *	29.4	25
jáma Franz Josef *	23.2	27
lom Chabařovice *	45.5	38
celkem Chabařovice	98.1	91
CELKEM	587.1	602

* - průměrné čerpání v letech 1998 až 2000

Pravděpodobné drenážní úseky Bíliny i v současnosti - v oblasti soutoku s Mukovským p. a v závěrečném úseku toku (mezi soutoky s Bouřlivcem a Bystřicí) část vody odtéká k jihu

Modelové hladiny podzemní vody – východní část – bazální křídový kolektor (4.modelová vrstva)

Modelové hladiny a směry proudění podzemní vody



není ovlivněn dolem Chabařovice

Odběry podzemní vody realizované v Ústí n. Labem vytváří v tomto prostoru oblast umělé drenáže podzemních vod. V prostoru DĚČína dochází k drenáži podzemních vod bazálního kolektoru do Labe i bez odběrů podzemní vody

Závěr

- Pomocí modelových simulací odlišných režimů proudění podzemní vody bylo **stanoveno ovlivnění zájmového území důlní činností** (resp. i odběry podzemních vod v HGR 4612)
- modelové simulace nutně schematizují (zjednodušují) některé geologické i hydrogeologické informace, a to nejen v oblastech s nedostatkem („žádnými“) vstupními daty, ale i v oblastech s daty odpovídajícími detailním řešením (velikost modelového elementu je 200*200 m, vertikálně je model rozdělen na 4 „základní“ vrstvy)

častý problém mezi hydrogeologem (geologem) a „modelářem“

- Především v prostoru důlních děl (v centrální části HGR 2131) mohou existovat preferenční cesty, které mohou ovlivňovat i regionální směry a velikosti proudění podzemní vody. Přesto lze považovat dosavadní shodu měřených a modelových dat za velmi dobrou.
- Je zřejmé, že ani po hydrické rekultivaci (zatopení) všech důlních děl nedojde v zájmové oblasti k obnovení původního „neovlivněného“ režimu proudění podzemní vody.
- **Doporučení** : rozšířit o simulaci stavu po zatopení všech důlních děl (na základě známých studií rekultivace) a prognózovat tak nový „neovlivněný“ režim proudění podzemní vody.
- **Teprve na jeho základě hodnotit možnosti nových míst k odběrům podzemní vody**

Vznikající jezero Most v bývalém dolu Ležáky



Současná úroveň : 176 m n.m.
Projektovaná : 199 m n.m.

Děkuji za pozornost