



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Kolik je podzemní vody v České republice

Výsledky projektu
„Rebilance zásob podzemních vod ČR“, 2010-2016

Zdeněk Venera

Česká geologická služba



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

www.geology.cz/rebilance

Podzemní vody:

obnovitelný přírodní zdroj,
avšak díky jeho dynamickému
charakteru není jejich dotace
v čase rovnoměrná

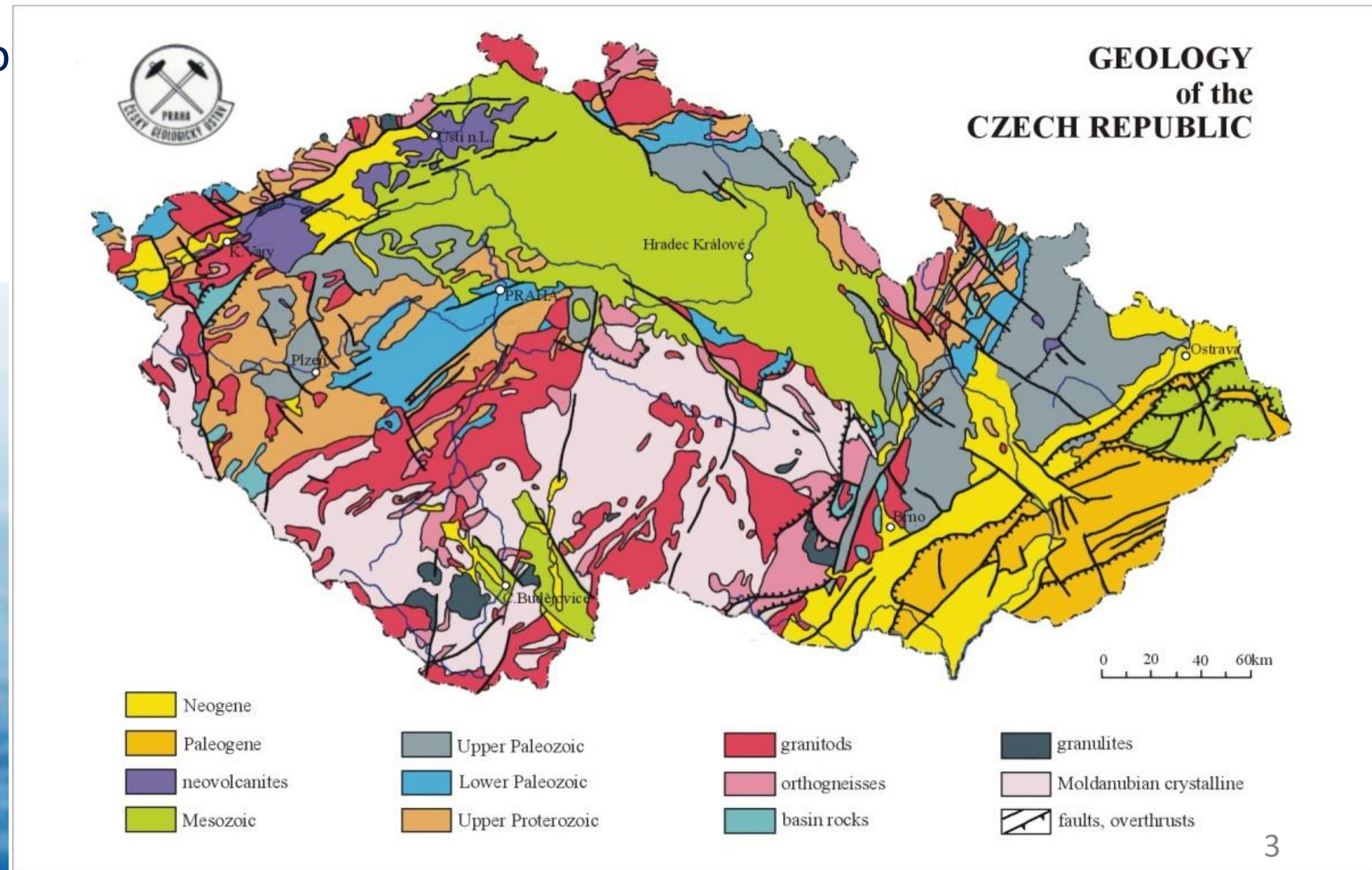


ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Podzemní voda je na území ČR všude, ale ne všechny horniny na našem území umožňují akumulovat velké objemy podzemní vody.

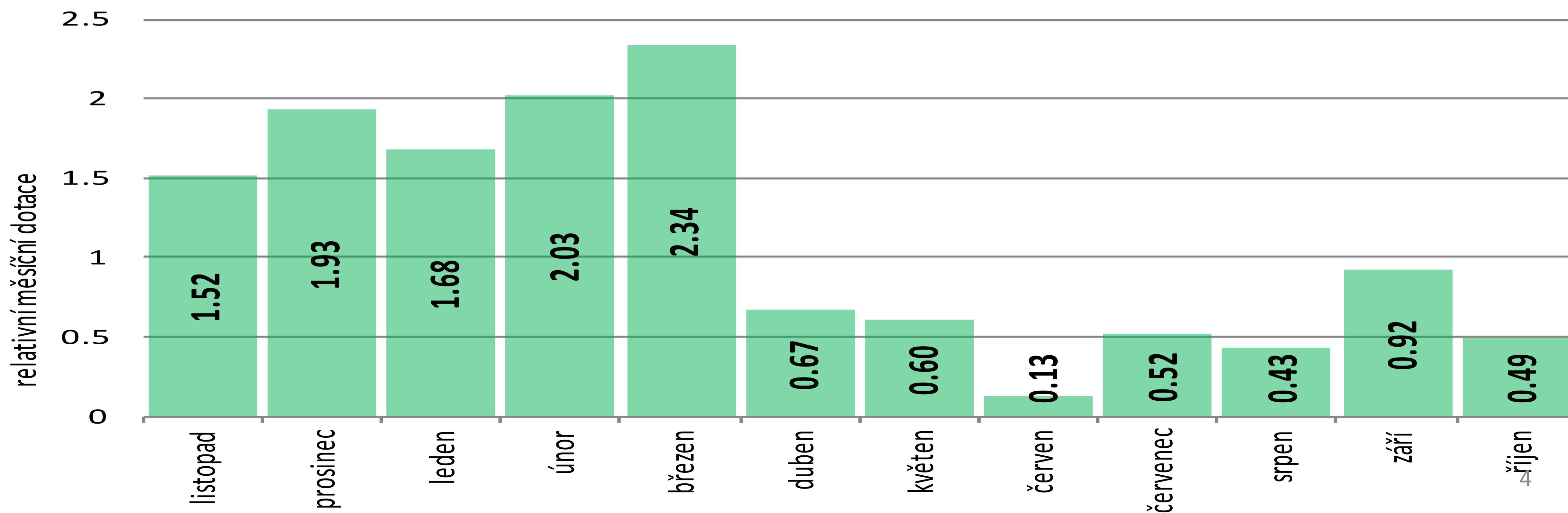
Česká křídová pánev:

- největší sedimentární pánev Českého masivu,
- jeden z nejvýznamnějších rezervoárů podzemních vod v naší republice



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

- V našich zeměpisných šířkách závisí doplňování podzemních vod na atmosférických srážkách spadlých zejména v mimovegetačním období.
- Nejvyšší dotace podzemní vody vychází pro měsíce prosinec až březen.
- Nejmenší infiltrace byla odvozena od června do října (nižší srážkové úhrny, vysoký výpar, vysoká transpirace).



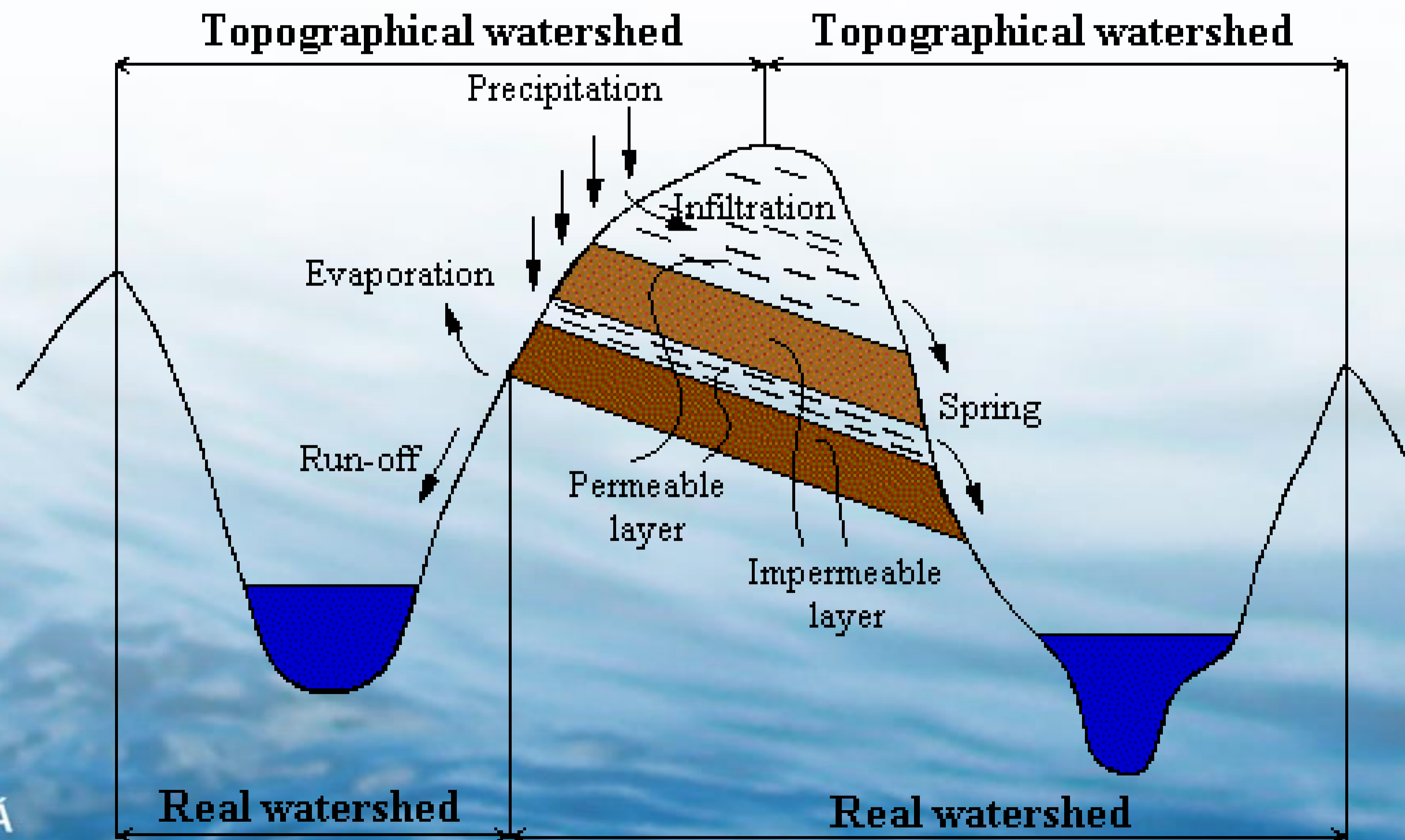
Značnou část srážkové vody „spotřebuje“ vegetace, část odvedou řeky do moří, část se vypaří, do podzemí se vsákne jen 10 až 25 % z celkového množství srážek



- Od poloviny 20. století hydrologové i hydrogeologové hledali odpověď na otázku: „Kolik vody je k dispozici pro vodohospodářské účely?“
- Přímými metodami nelze zjistit.
- Snažili se proto stanovit podíl podzemní vody na celkovém množství vody, opouštějící v řekách naše území.
- Ukázalo se, že poměr se značně mění, přičemž extrémem jsou bezesrážková období, kdy řekami teče v zásadě jen voda podzemní.



- Pestrá geologická stavba území naší republiky se odráží v rozdílném typu oběhu podzemní vody v různých částech státního území.
- **Orografické povodí vs. Hydrogeologické povodí**

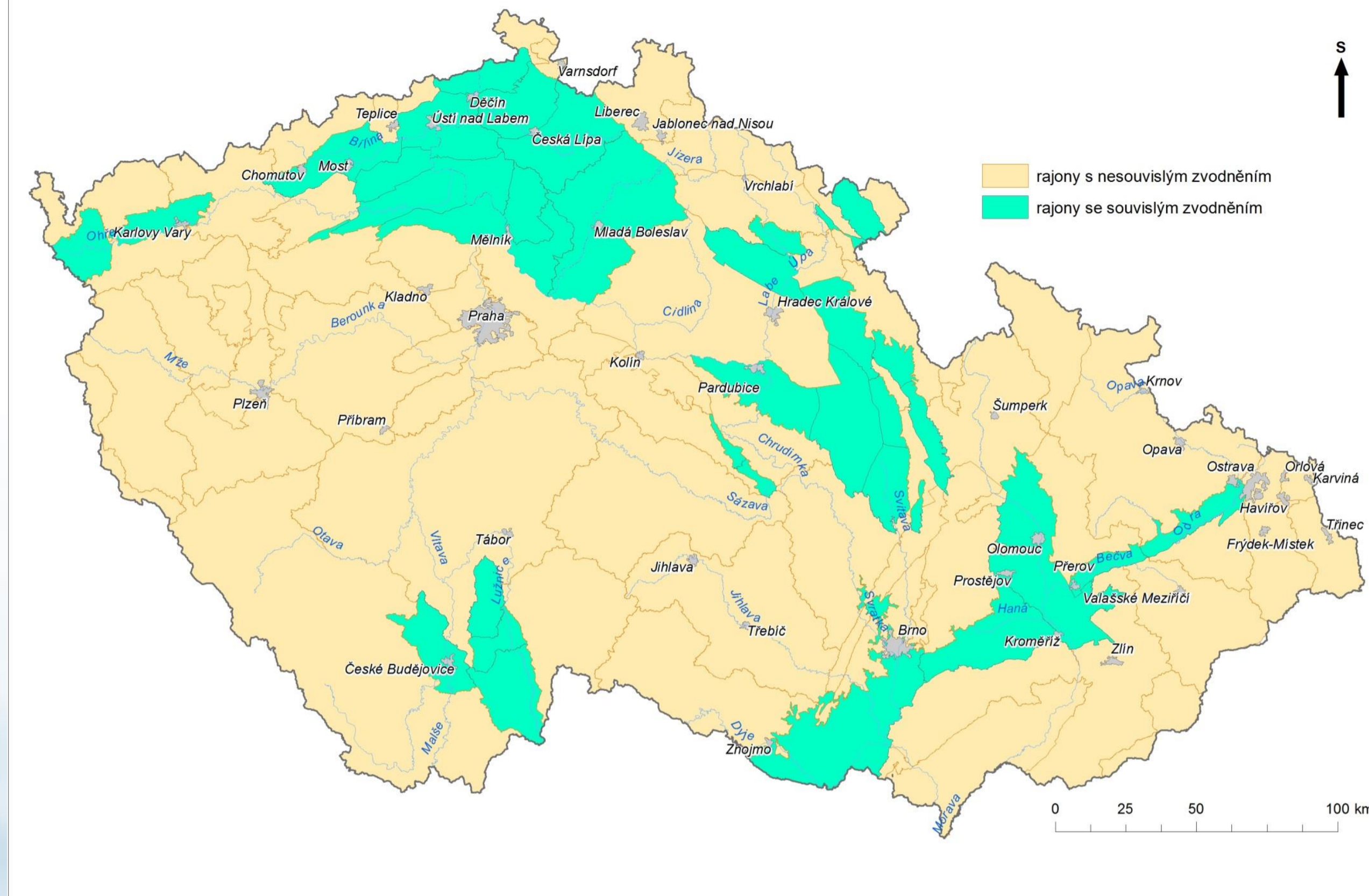


- Pro potřeby stanovení zásob podzemních vod je Česká republika rozdělena do 152 oblastí, tzv. rajonů.
- **HG rajon:** území s podobnou geologickou stavbou a podobným oběhem podzemní vody.
 1. se souvislým zvodněním (převážně pánevní struktury)
 2. s nesouvislým zvodněním (v geneticky starších formacích)
 3. v mladších, převážně kvartérních sedimentech



Rajony s nesouvislým zvodněním

- zaujímají cca 2/3 našeho území
- lokální oběh podzemní vody, relativně rychlá reakce na srážky a rychlý pokles zásob podzemní vody, hlavně v obdobích sucha
- obecně jde o horniny s velmi nízkou propustností, které mají jen málo pórů, ze kterých podzemní voda snadno odtéká, a proto jsou na rozdíl od pánví zásoby podzemní vody jen malé
- v těchto oblastech při dlouhotrvajícím suchu může být s dostatkem podzemní vody problém

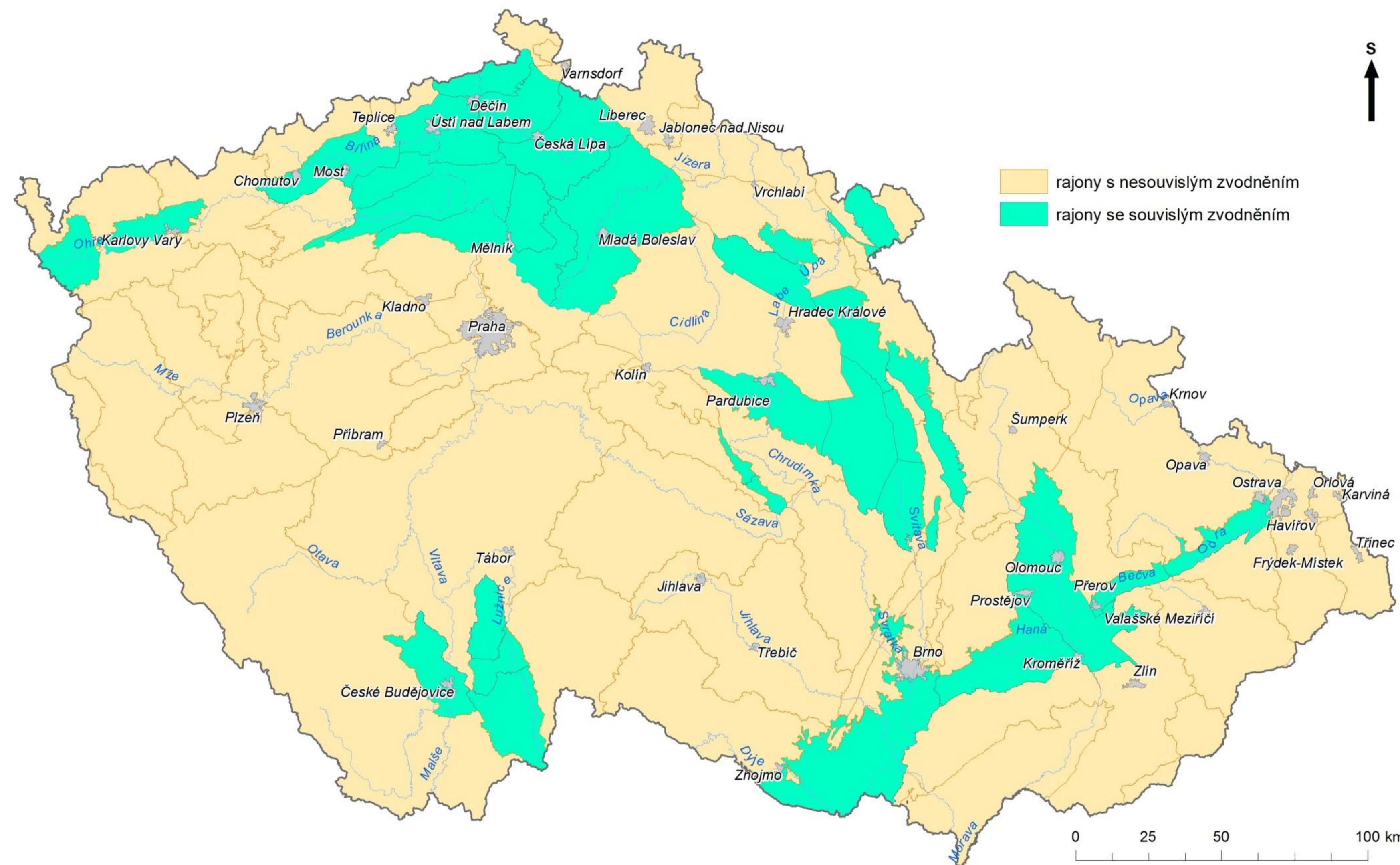


Rajony se souvislým zvodněním:

1/3 našeho území

Podzemní voda proudí
na vzdálenost až desítek
kilometrů, často
nezávisle na povrchové
říční síti.

Doba zdržení: $x - x00$ let
Studium stabilních
isotopů tritia, C_{14} ,
freonů CFC, FS_6



Rajony se kvarterními (čtvrtohorními) říčními písky a štěrky



Historie

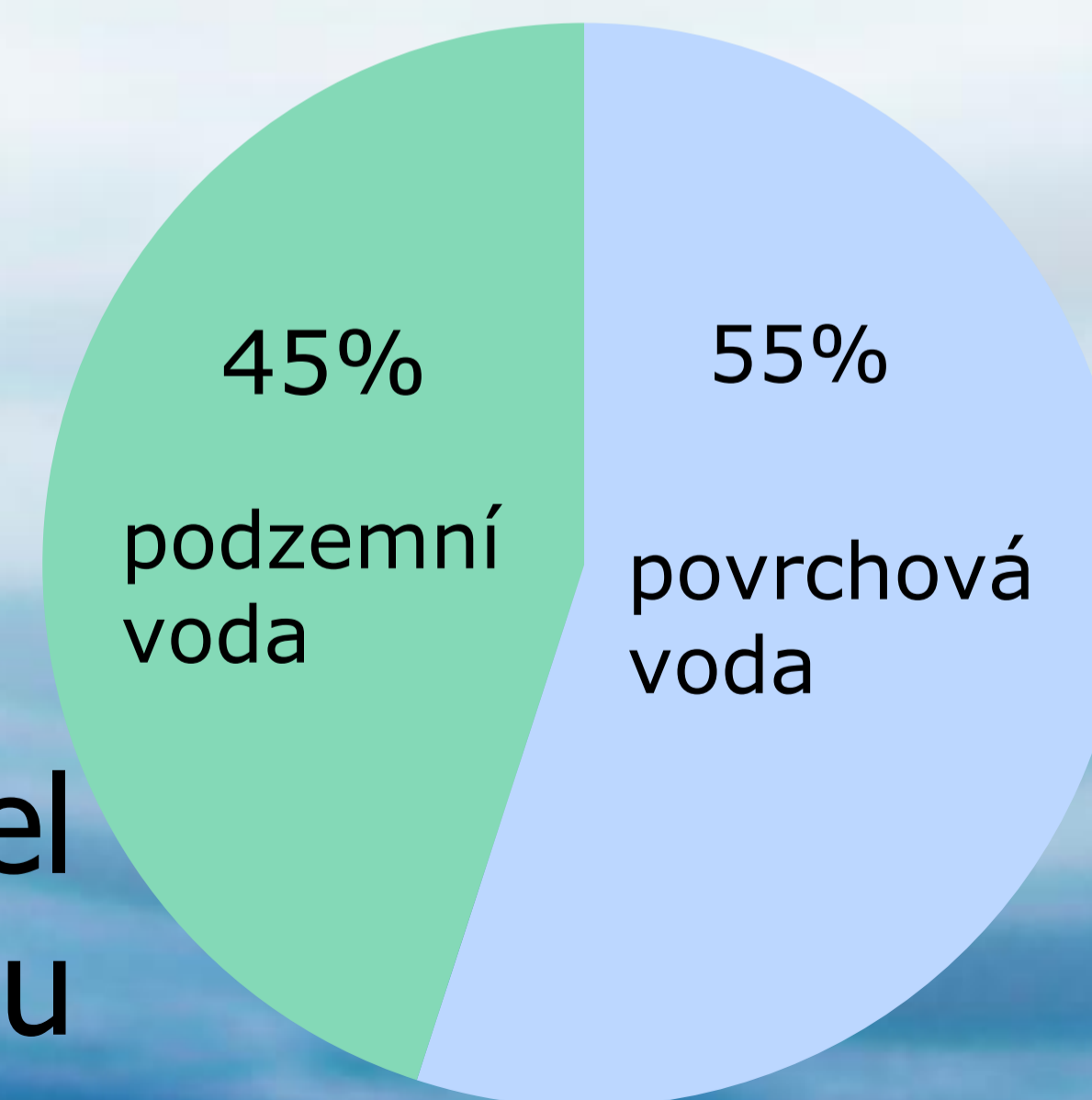
- Do 90. let 20. století probíhaly regionální hydrogeologické průzkumy v pravidelných pětiletých cyklech, které se zabývaly stanovením přírodních zdrojů podzemních vod a jejich využitelným množstvím.
- Tyto průzkumy proběhly jen na části území Čech.
- Až v roce 2010 získala Česká geologická služba Rebilance zásob podzemních vod.



Odhad přírodních a využitelných zásob podzemních vod v České republice

- celkové množství podzemních vod se pohybuje okolo 35 - 40 m³/s
- celkové využitelné množství podzemních vod se pohybuje okolo 25 m³/s
- dnes se využívá okolo 15 m³/s podzemních vod
- největší odběry podzemních vod jsou z české křídové pánve

Zásobování obyvatel
pitnou vodou



Proč rebilance podzemních vod

- původní výpočty přírodních zdrojů podzemních vod a jejich využitelný podíl nerespektovaly dynamiku a proměnlivost přírodních zdrojů podzemních vod v čase
- výpočty přírodních zdrojů nebyly provedeny ve všech vodohospodářsky významných oblastech
- po roce 1990 byla přijata nová legislativa na národní i mezinárodní úrovni, respektující přírodu jako celek, „princip trvale udržitelného stavu“



Rebilance zásob podzemních vod



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

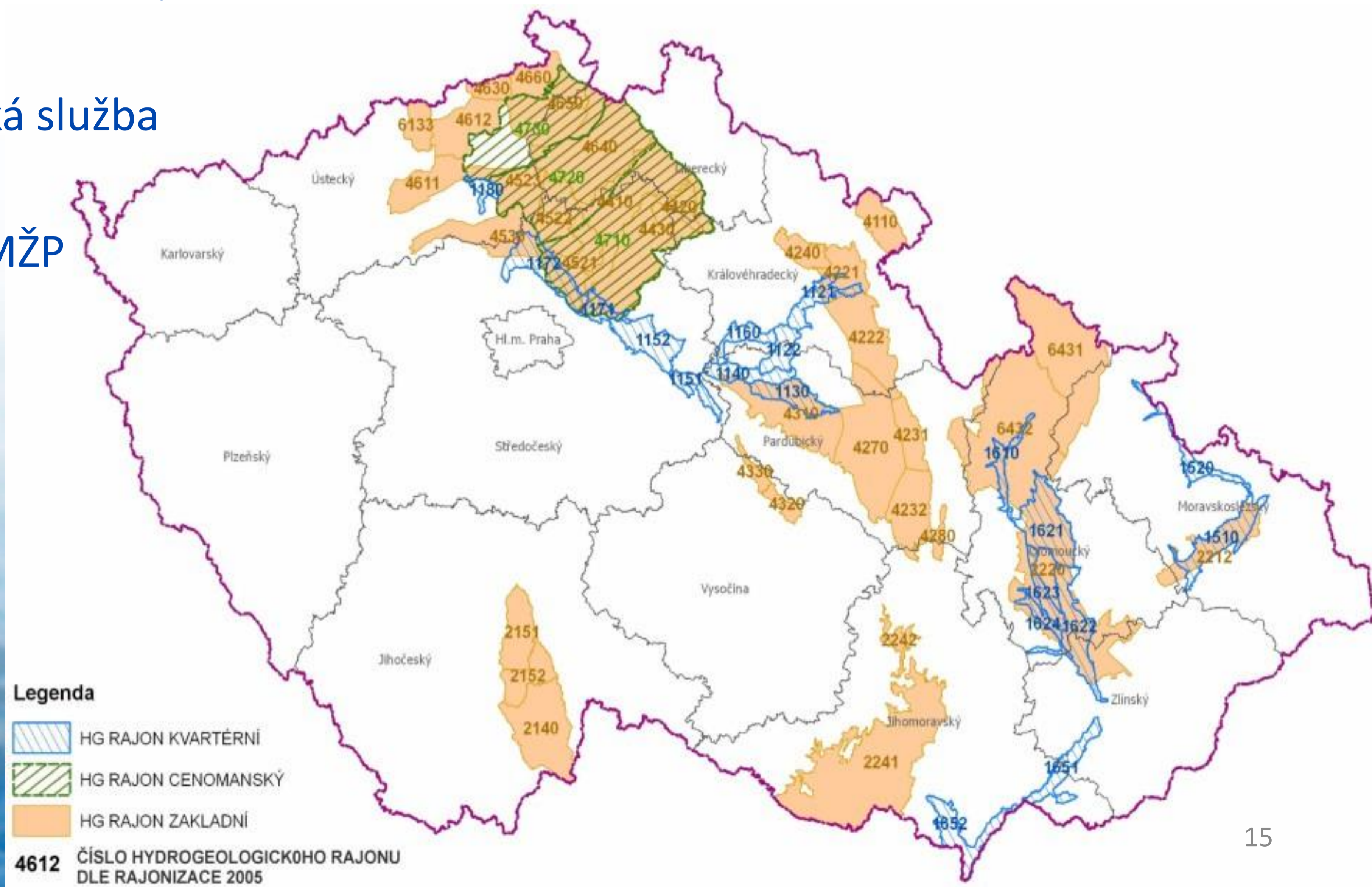
Doba řešení projektu: 7/2010 – 12/2015

Náklady: 560 mil. Kč

Příjemce: Česká geologická služba

Zdroje financí: ERDF, SFŽP

(Operační program ŽP) a MŽP



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Cíle projektu

- zhodnotit přírodní zdroje podzemních vod na 1/3 území republiky s použitím moderních technologií
- stanovit podmínky, za jakých je možné podzemní vody v hodnocených rajonech využívat s ohledem na trvale udržitelný rozvoj (Rámcovou směrnicí EU o vodě 2000/60/ES)
- ověřit stávající hranice platných rajonů
- metodická platforma pro hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod



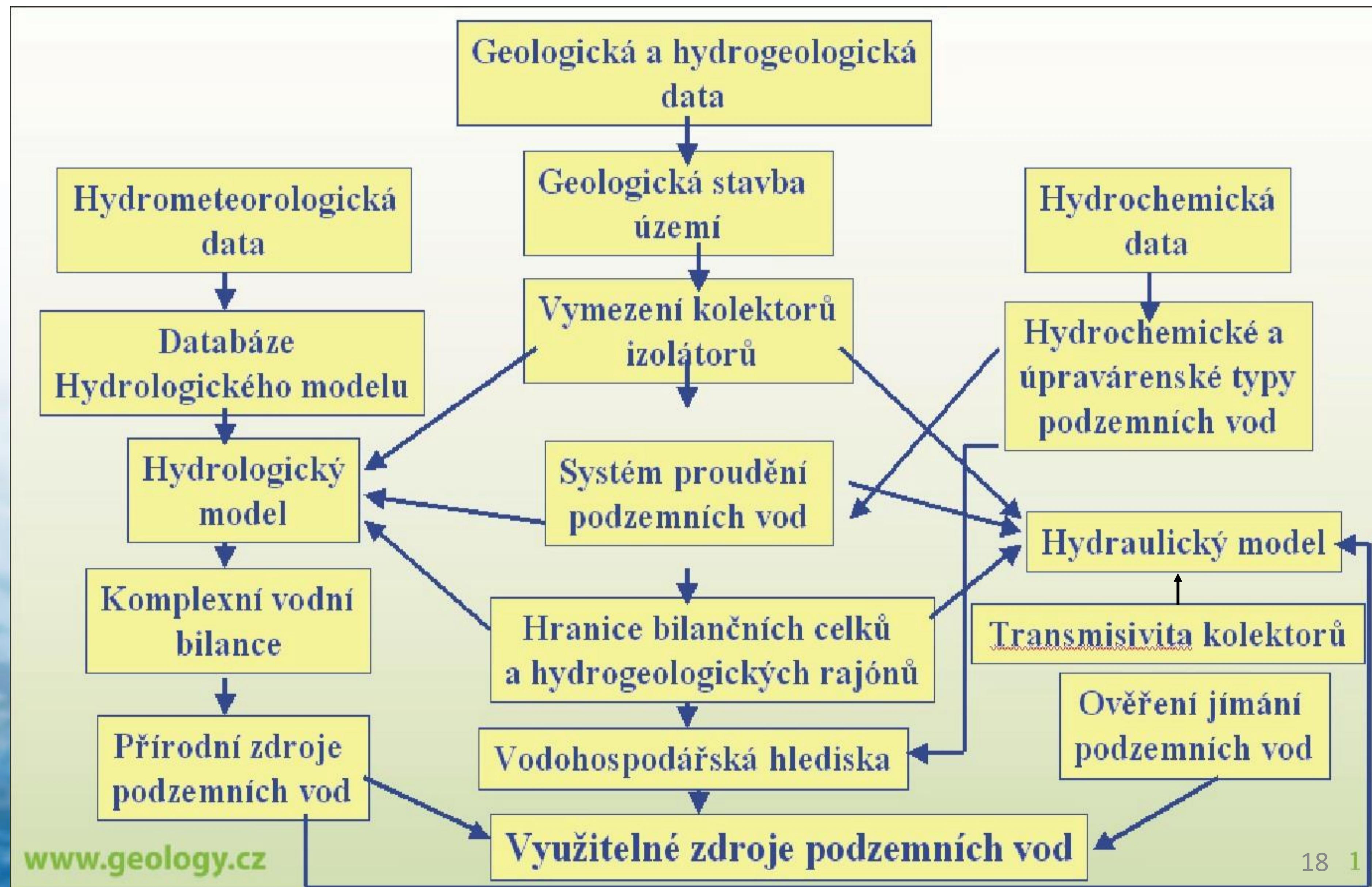
ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

www.geology.cz/rebalance

Jaké kategorie prací bylo třeba realizovat

Aktivita	
1	Shromáždění archivních dat , selekce a analýza, vyjasnění geologické stavby, prvotní vymezení kolektorů a přiřazení dat ke kolektorům
2	Zpracování zdrojové části hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod
3	Doplnění archivních informací novými metodami : DPZ, geofyzikou (gravimetrie, seismická měření, elektrické metody, letecká gravimetrie, seismická měření) a terénním průzkumem včetně hydrologických měření
4	Přímé testování kolektorů průzkumnými hydrogeologickými vrty a výstavba průzkumných hydrogeologických objektů (210 průzkumných vrtů, 80 vodoměrných profilů)
5	Sestavení koncepčního modelu – geologický prostorový model, vymezení kolektorů a izolátorů, rozložení hydraulických parametrů, vymezení míst dotace a drenáže
6	Hydrologický model - rozložení dotace v dlouhodobém i měsíčním kroku
7	Hydraulický model – stacionární a tranzientní modely proudění podzem. vody
8	Vyhodnocení kvalitativního stavu , sestavení hydrochemického modelu
9	Vyhodnocení ochrany podzemních vod a stavu přírodních ekosystémů
10	Shrnutí výsledků prací, sestavení závěrečných zpráv, zpracování metodik pro hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod
11	Propagace, publicita , web, konference, publikace

Vazby mezi jednotlivými kategoriemi prací



I. Geologický model

- rešerše a příprava databází
- zpřesnění geologické mapy
- provedení technických prací (vrty, geofyzika)
- zpřesnění stratigrafie
- konstrukce geologických řezů
- konstrukce 3D geologických modelů

Odkrytá geologická mapa
Hornomoravského úvalu



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

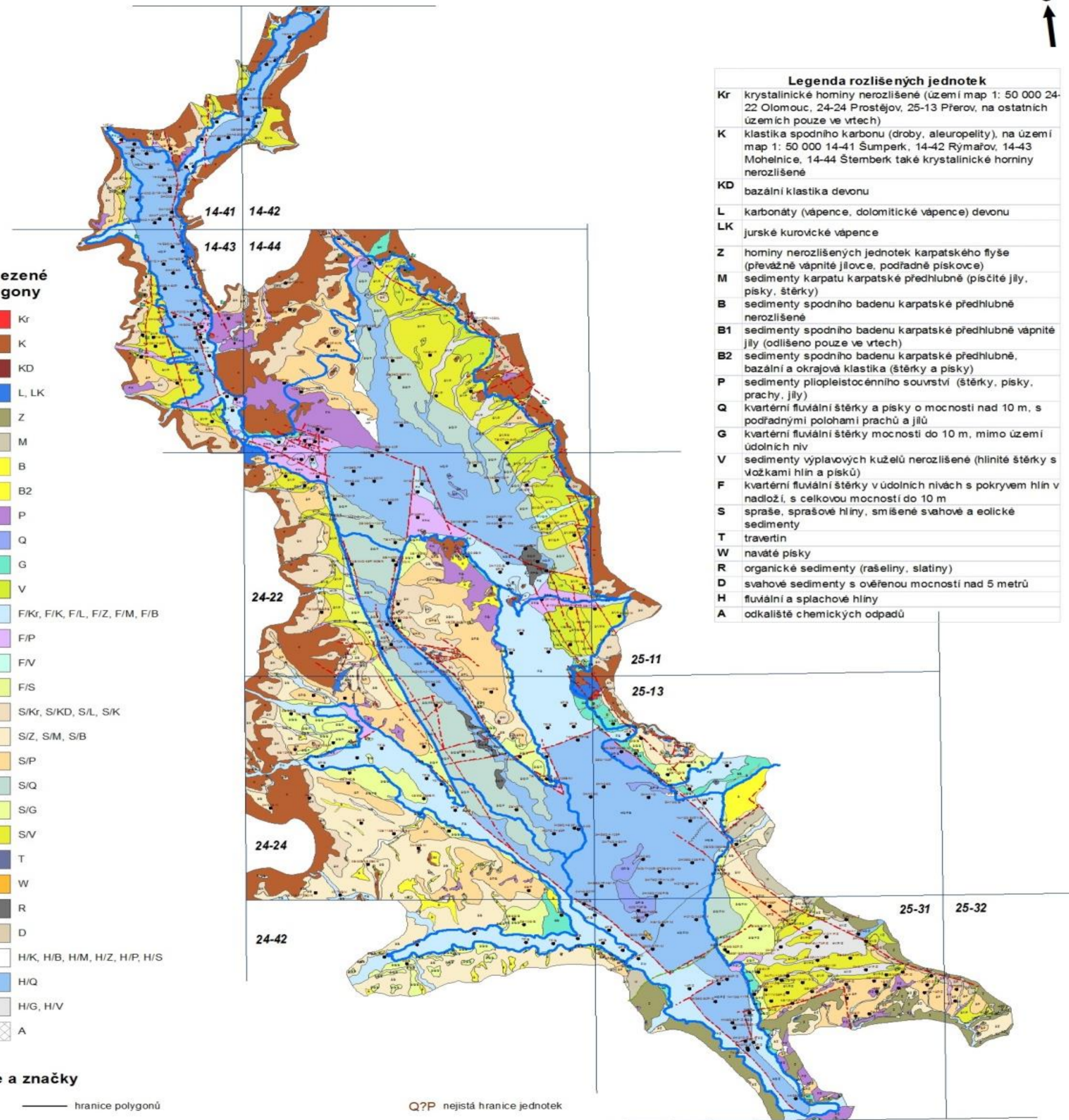
Vymezené polygony

	Kr
	K
	KD
	L, LK
	Z
	M
	B
	B2
	P
	Q
	G
	V
	F/Kr, F/K, F/L, F/Z, F/M, F/B
	F/P
	F/V
	F/S
	S/Kr, S/KD, S/L, S/K
	S/Z, S/M, S/B
	S/P
	S/Q
	S/G
	S/V
	T
	W
	R
	D
	H/K, H/B, H/M, H/Z, H/P, H/S
	H/Q
	H/G, H/V
	A

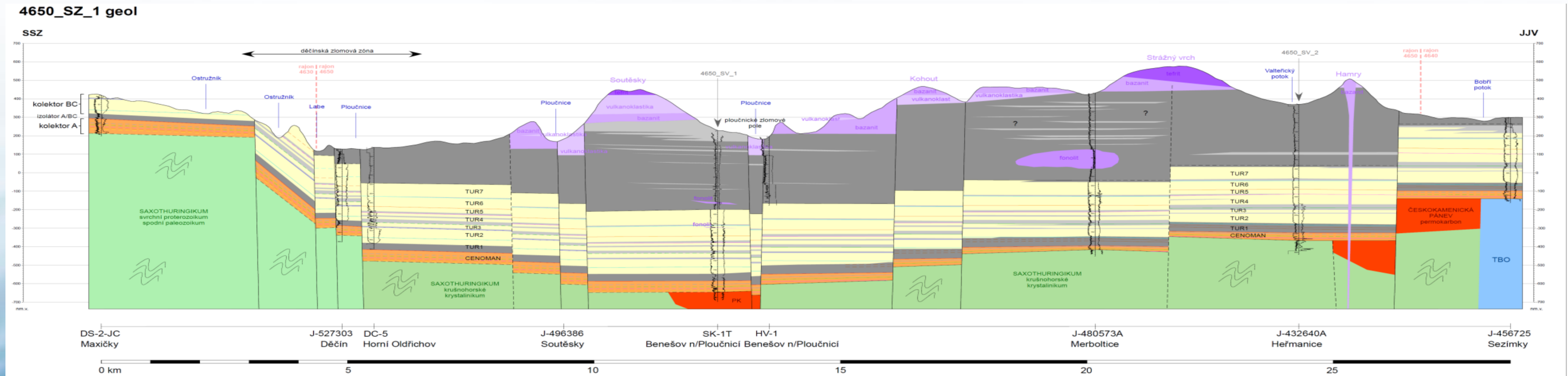
Linie a značky

	hranice polygonů		Q?P nejistá hranice jednotek
	interpretované tektonické linie		>P minimální hloubka báze jednotky
	násunová linie karpatského flyše přes karpatskou předhlubeň		fz výskyt fosilních zvětralin
	velmi nejistá hranice podložních jednotek		hranice HGR
	vertikální sled jednotek v polygonu		24-22 číslo mapy 1: 50 000
	2H/40Q/80P/K vrt s hloubkou báze jednotek [m]		1621 číslo HGR

Legenda rozlišených jednotek	
Kr	krystalinické horniny nerozlišené (území map 1: 50 000 24-22 Olomouc, 24-24 Prostějov, 25-13 Přerov, na ostatních územích pouze ve vrtech)
K	klastika spodního karbonu (droby, aleuropelity), na území map 1: 50 000 14-41 Šumperk, 14-42 Rýmařov, 14-43 Mohelnice, 14-44 Šternberk také krystalinické horniny nerozlišené
KD	bazální klastika devonu
L	karbonáty (vápence, dolomitické vápence) devonu
LK	jurské kurovické vápence
Z	horniny nerozlišených jednotek karpatského flyše (převážně vápnité jílovce, podřadné pískovce)
M	sedimenty karpatské předhlubně (píscitité jíly, písky, štěrky)
B	sedimenty spodního badenu karpatské předhlubně nerozlišené
B1	sedimenty spodního badenu karpatské předhlubně vápnité jíly (odlišeno pouze ve vrtech)
B2	sedimenty spodního badenu karpatské předhlubně, bazální a okrajová klastika (štěrky a písky)
P	sedimenty plioleistocénního souvrství (štěrky, písky, prachy, jíly)
Q	kvartérní fluvální štěrky a písky o mocnosti nad 10 m, s podřadnými polohami prachů a jílu
G	kvartérní fluvální štěrky mocnosti do 10 m, mimo území údolních niv
V	sedimenty výplavových kuželů nerozlišené (hlinité štěrky s vložkami hlín a písků)
F	kvartérní fluvální štěrky v údolních nivách s pokryvem hlín a nadož, s celkovou mocností do 10 m
S	spraše, sprašové hlíny, smíšené svahové a eolické sedimenty
T	travertin
W	naváté písky
R	organické sedimenty (rašeliny, slatiny)
D	svahové sedimenty s ověřenou mocností nad 5 metrů
H	fluvální a splachové hlíny
A	odkalisté chemických odpadů

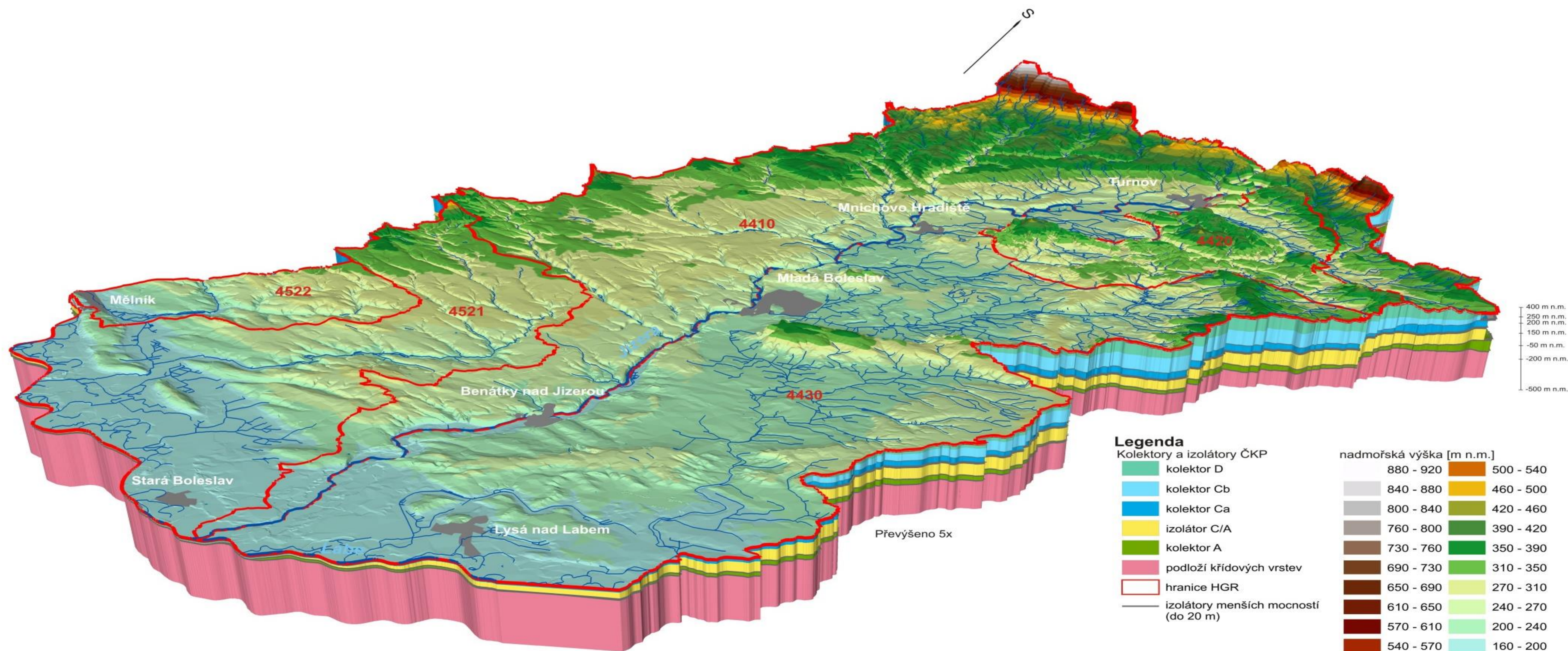


Geologický řez benešovskou strukturou



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Ukázka vymezení hydrogeologických těles v oblasti Jizery



Průzkumné vrty

- vyhloubeno 210 průzkumných vrtů o hloubce od 10 do 455 m
- odvrtáno 26 076 bm
- na 118 hydrogeologických vrtech probíhá monitoring stavu podzemních vod



Vodoměrné stanice

- 80 vodoměrných stanic s kontinuálním záznamem



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

VÝNOS VRTNÉHO JÁDRA

Syntéza (1967-1985)



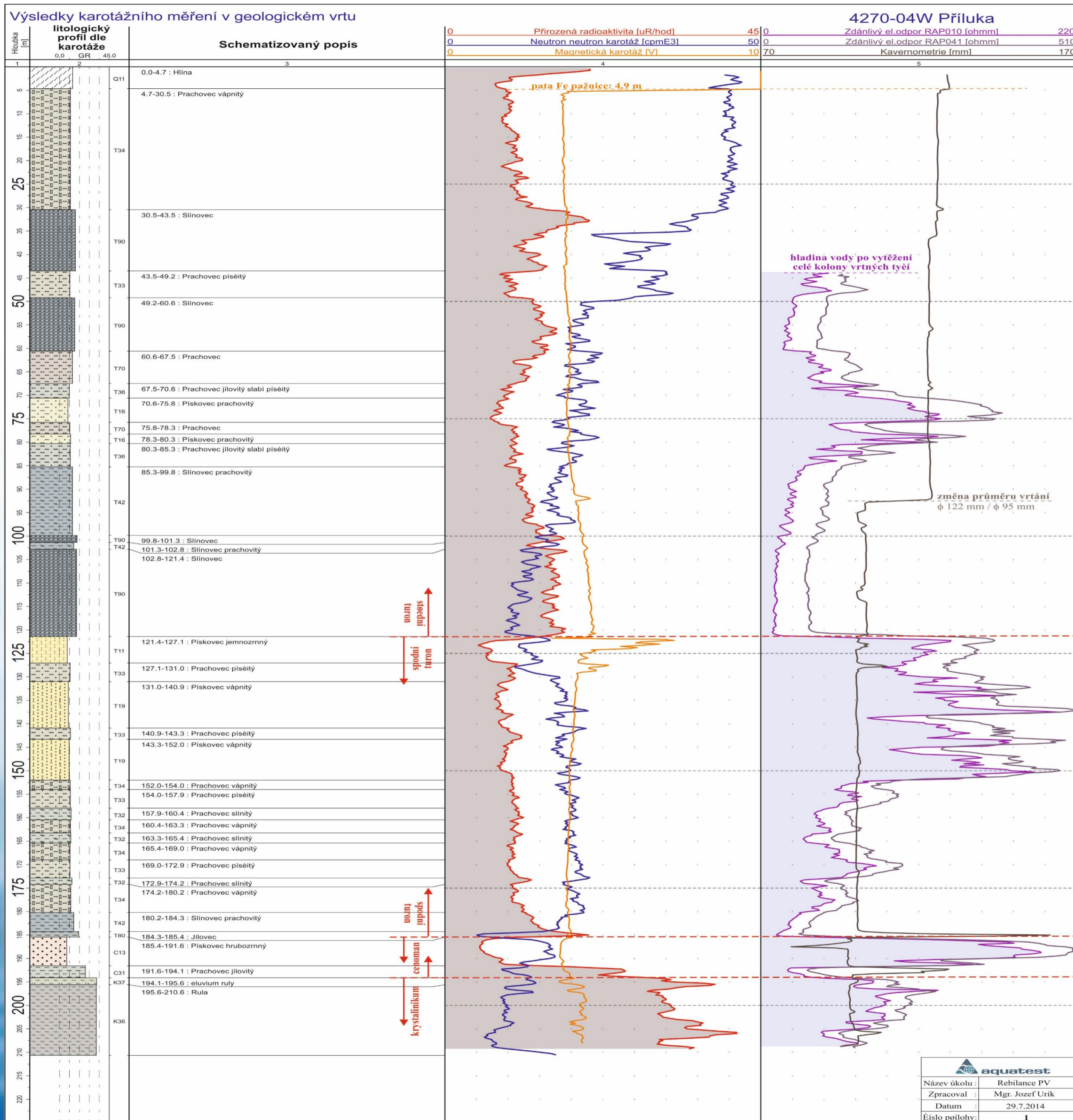
Klasické vrtání jednoduchou jádrovnicí



Díky technologii Wire-line se urychlily vrtné práce a zlepšil výnos jádra. Bylo proto možné lépe studovat průběh a styl litologických hranic, sedimentárních a biogenních textur, podrobně srovnat profil vrtu s karotáží vrtu.



Metoda Wire-line (dvojitá jádrovnice) www.geology.cz/rebilance



Karotážní měření na vrtech



- Přirozená radioaktivita
- Hustotní karotáž
- Elektrokartáž
- Kavernometrie
- Inklinometrie
- Akustická karotáž

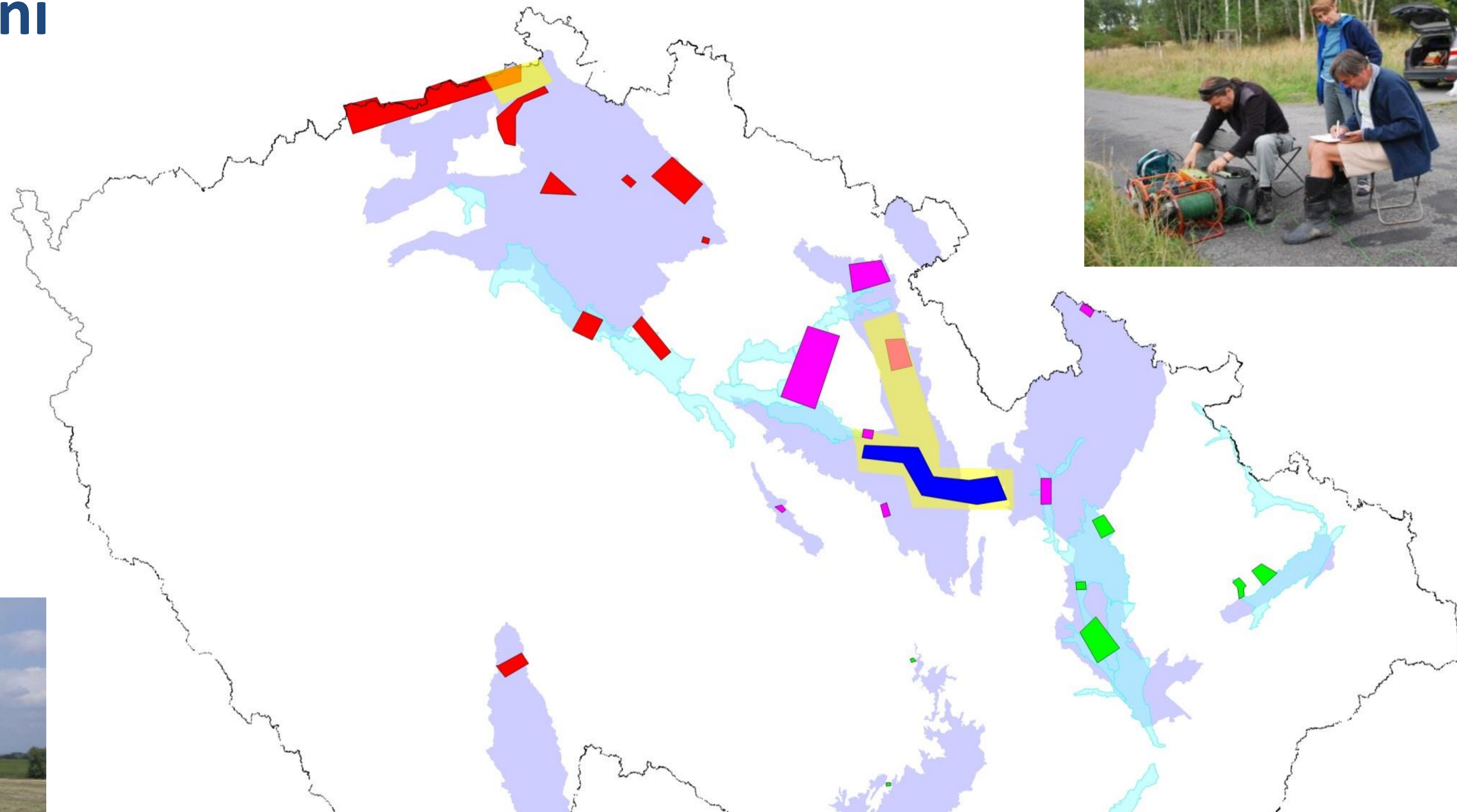
www.geology.cz/rebilance

Aquatest, a.s.

Geofyzikální měření



- Gravimetrie
- Letecká geofyzika
- Reflexní seismika



Plošná gravimetrie	1 186 km ²		
Letecká geofyzika	750 km ²		
Plošné geofyzikální měření	232 km seimika	279 km geoelektrika	115 km gravimetrie
Seismický reflexní průzkum	55 km profilů	25 km profilů	

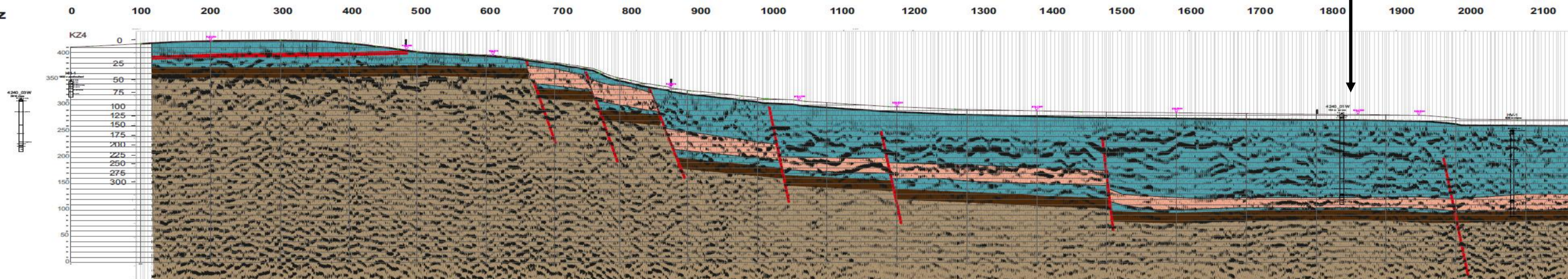


ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

www.geology.cz/rebalance

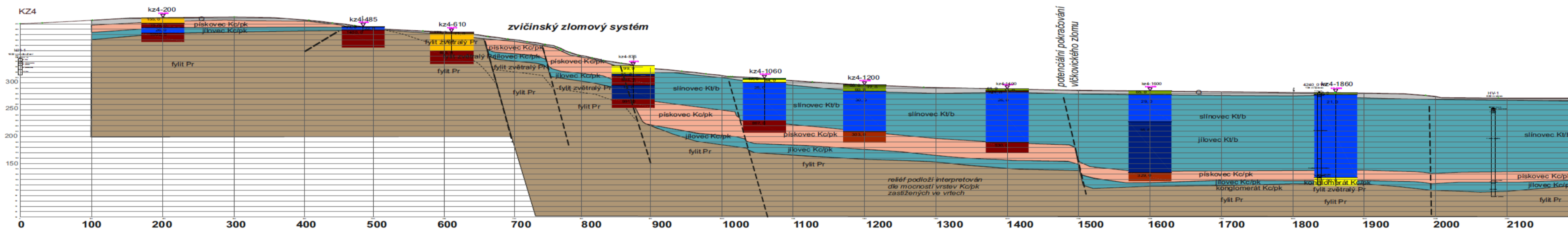
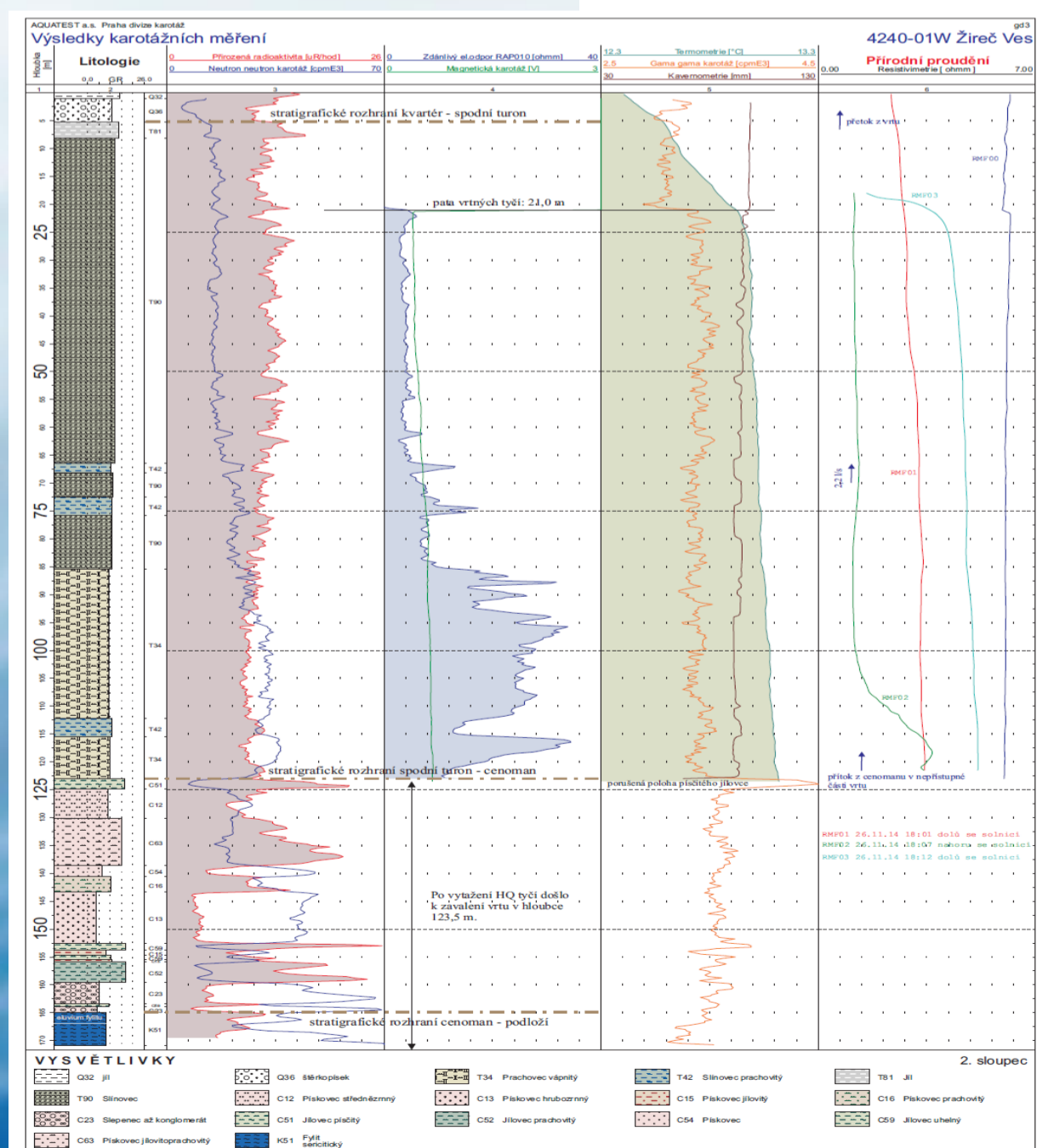
Vyhodnocení geofyzikálních prací

Seismický reflexní řez



Vertikální elektrické sondování - interpretační model

Vrt 4240_01 Žířeč Ves

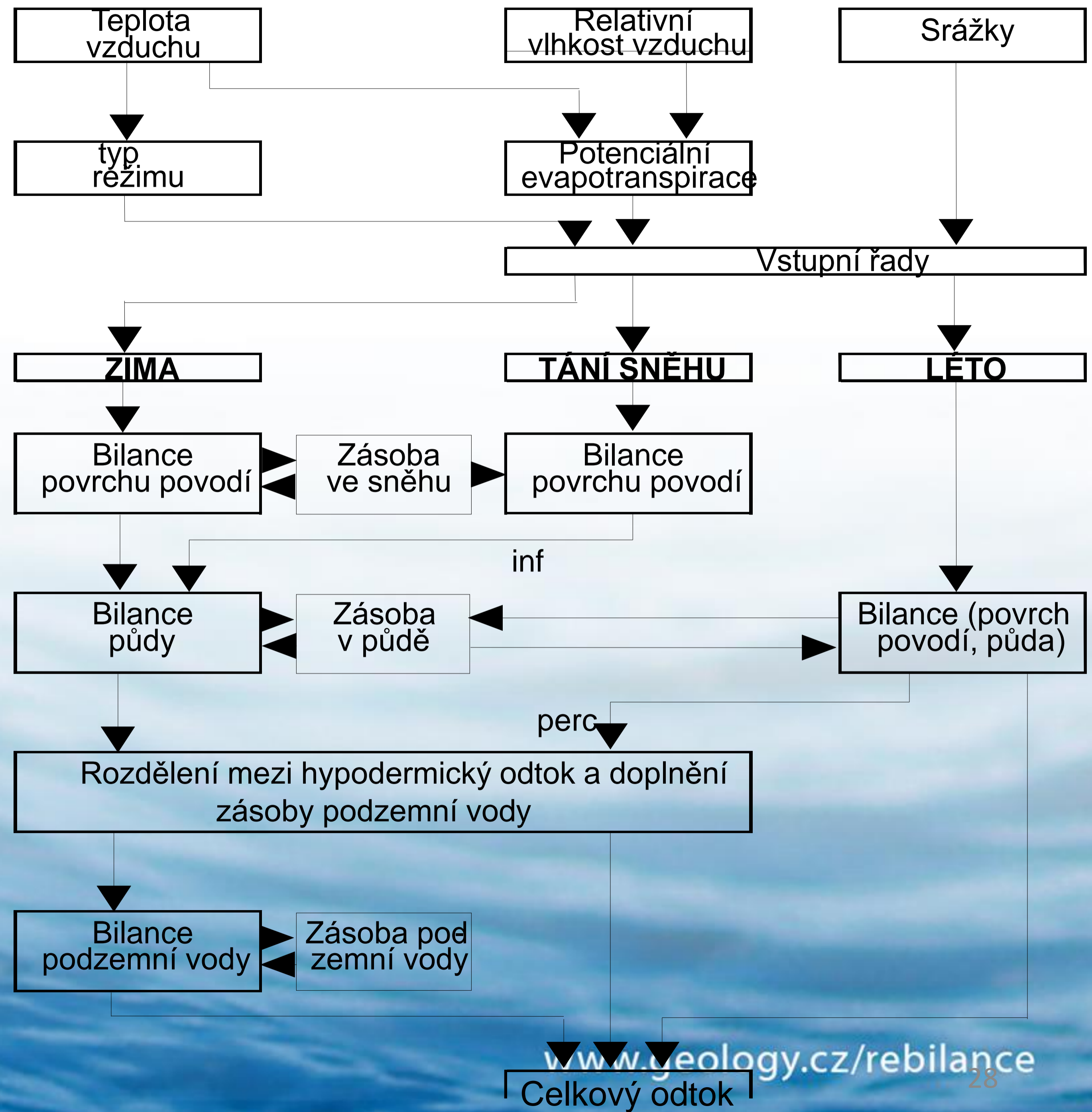


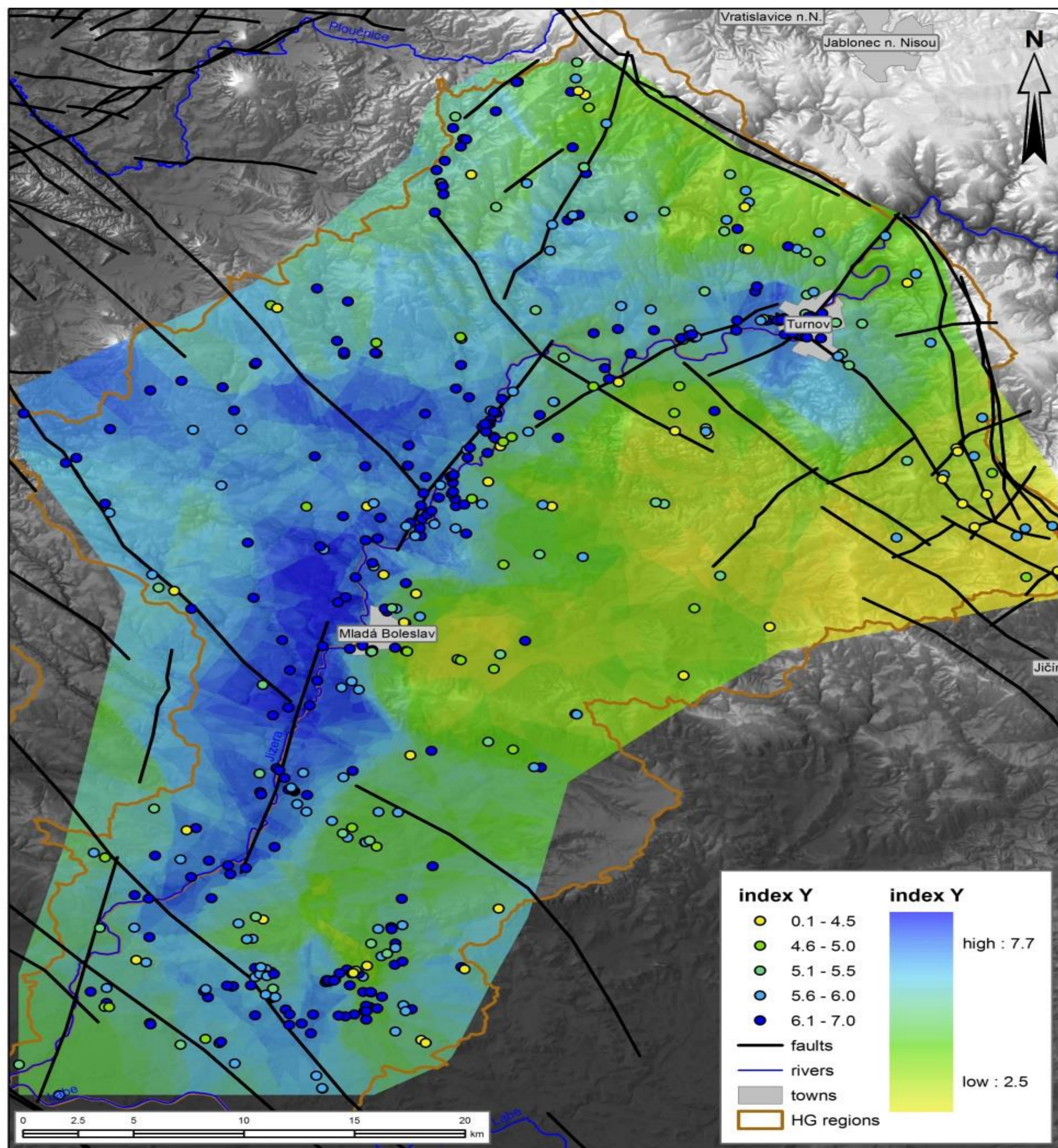
Role ČGS – zapracování výsledků geofyziky do koncepčních geologických modelů, korelace s vrtnými pracemi - karotáží

II. Hydrologický model

Povrchová voda – dotace a odtok

- referenční období 1981-2010
- Stanovení: roční dotace - průměrný rok
- dotace v měsíčním kroku pro 2001-2010
- srážkově byla období 1981-2010 a 2001-2010 podobná
- prokazatelně byl zjištěn nárůst teploty vzduchu o 0,02-0,04 °C / rok





Rozložení indexu průtočnosti (hydraulických parametrů) kolektoru jizerského souvrství (C) v rajonech 4430 a 4410

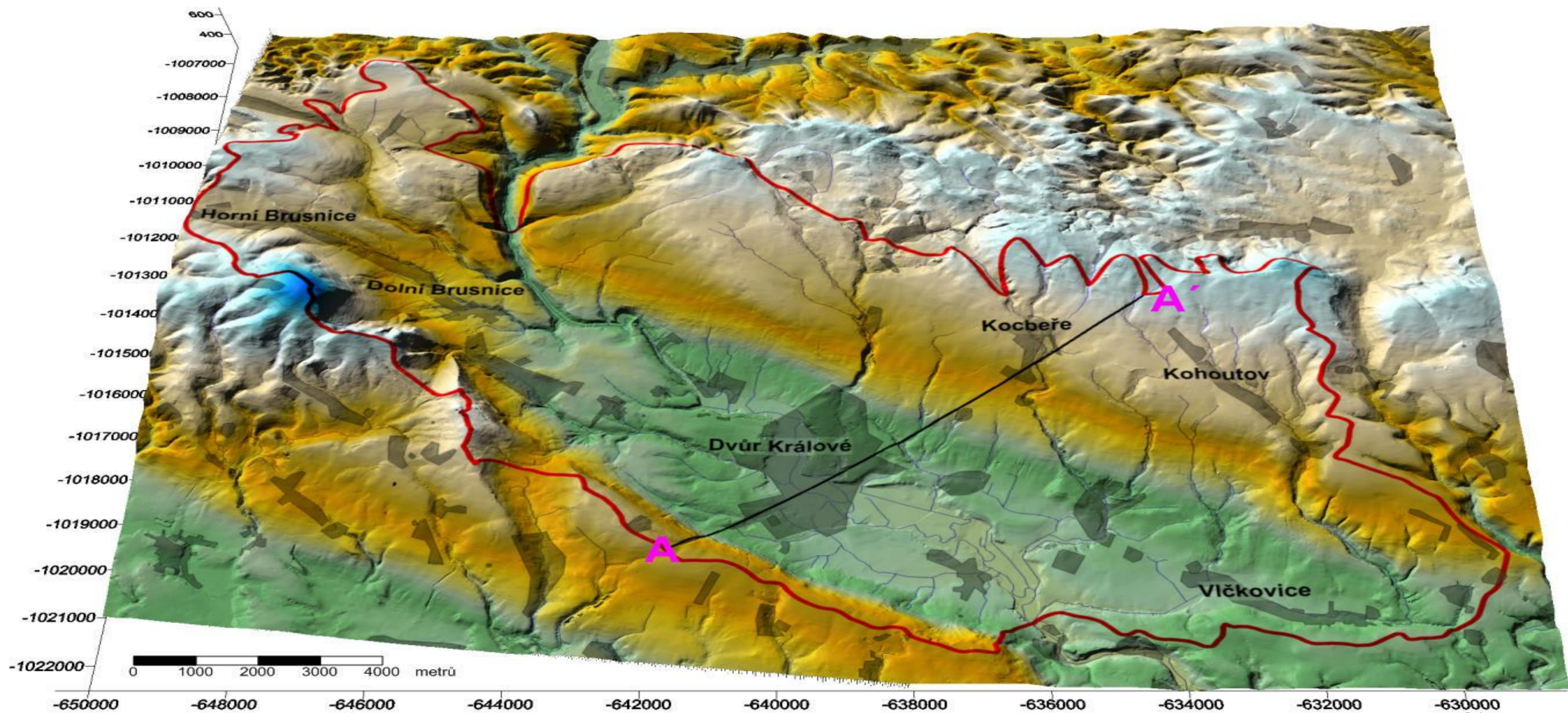
III. Konceptní model proudění podzemní vody

(charakter proudění podzemní vody)

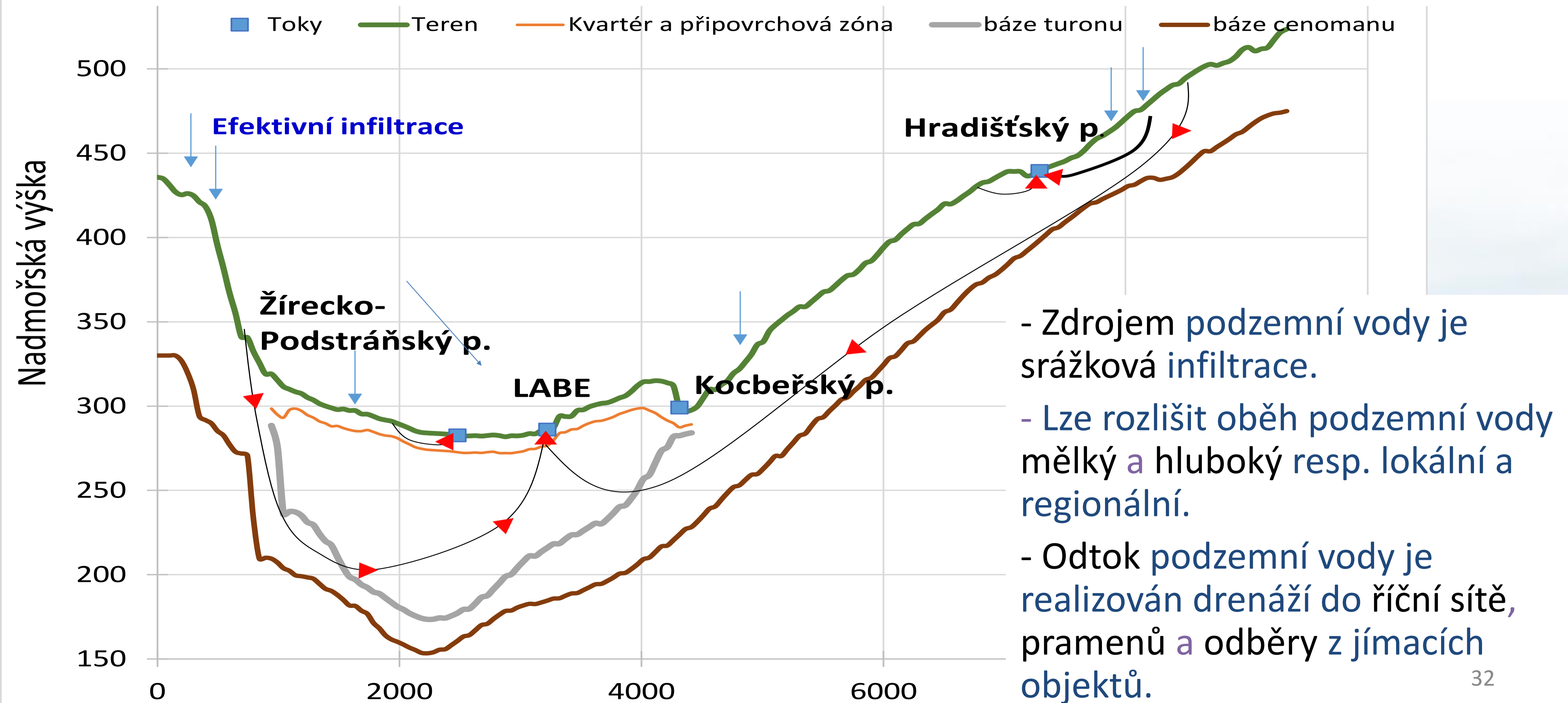
- Proudění podzemní vody probíhá v prostoru křídových sedimentů, připovrchové vrstvě a kvartérní sedimentární vrstvě
- V HGR 4420 je vodárensky významný kolektor (označovaný A) vyvinutý v perucko-korycanském souvrství - CENOMAN
- Podzemní voda je za přirozených podmínek drénována přes sedimenty TURONU do KVARTÉRU a údolní nivy Labe.
- Za současného stavu je část proudu podzemní vody odebírána jímacími objekty – přibližně 70 l/s (6050 m³/den)



Rajon Královedvorské synklinály



Koncepční model proudění podzemní vody v rajonu 4240 - Královedvorské synklinále



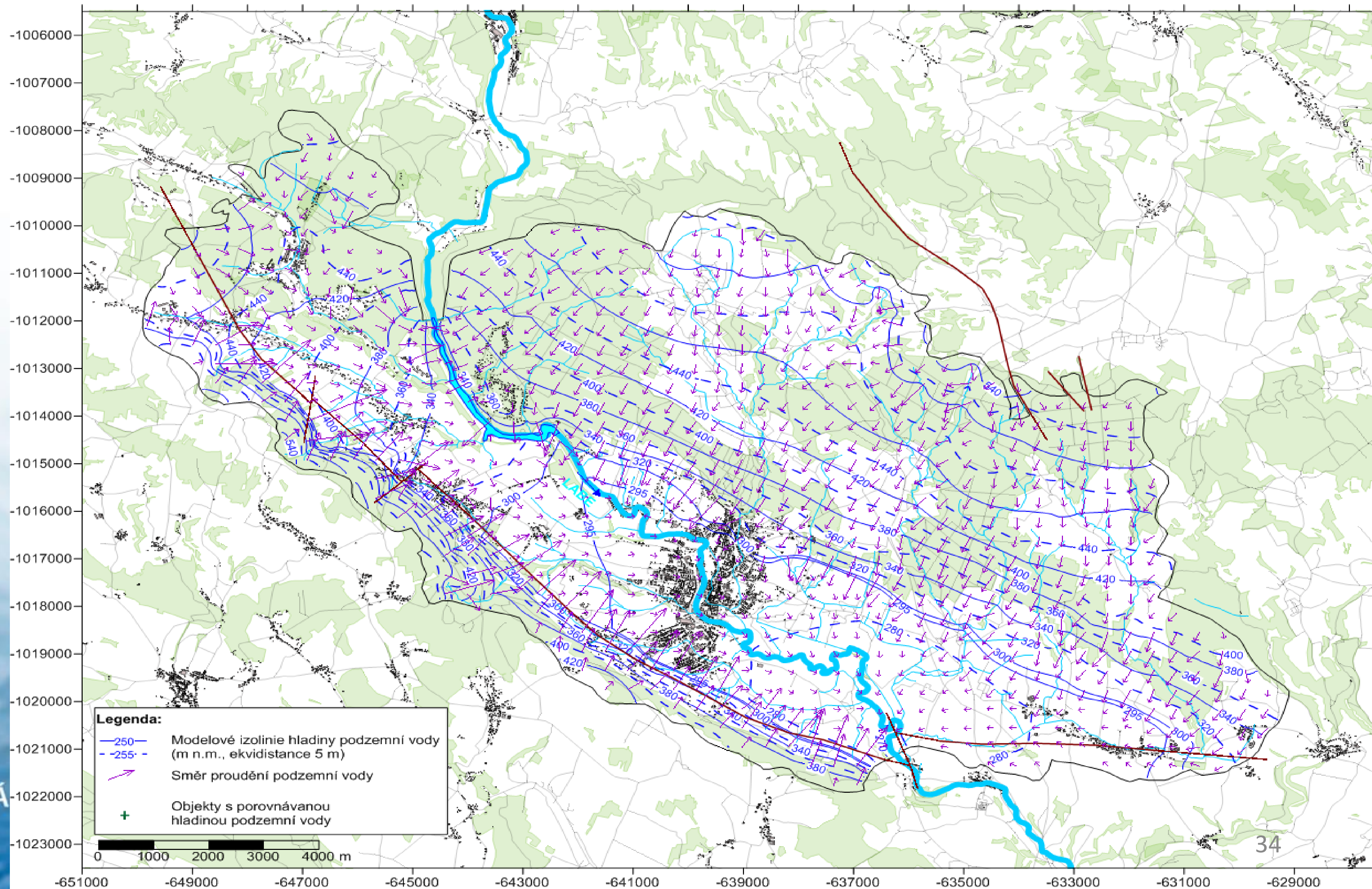
IV. Hydraulický model

(finální produkt předchozích kroků)

- stacionární (ustálený) režim proudění podzemní vody - simulace obvyklých úrovní hladiny podzemní vody při průměrných odběrech a při průměrné drenáži podzemní vody do říční sítě
- transientní (neustálený) režim proudění podzemní vody - dochází ke změně zásob vlivem proměnné infiltrace a odběrů
 - a) za období 2001 až 2010,
 - b) prognózní pro průměrný rok s vyhodnocenou průměrnou měsíční infiltrací

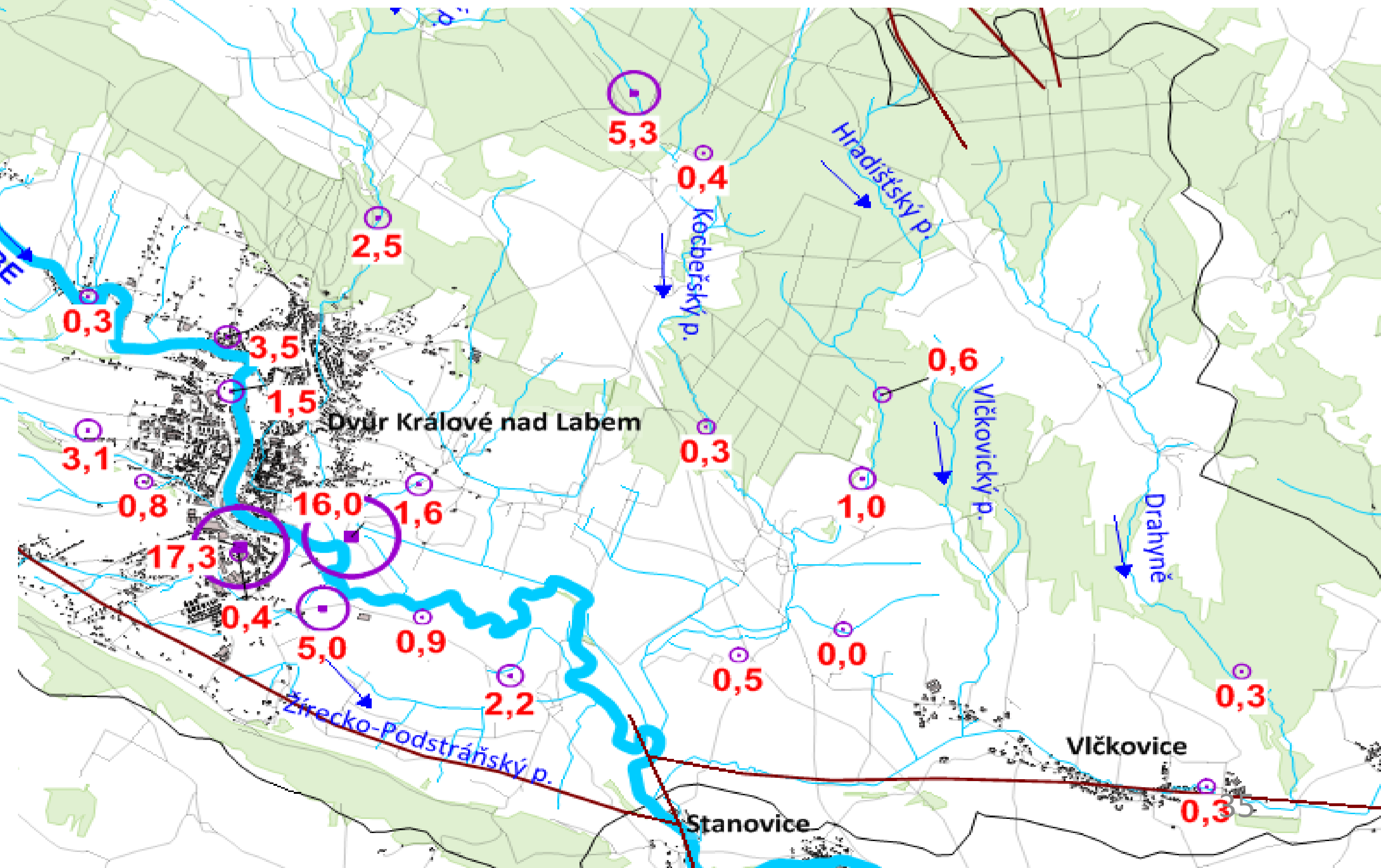
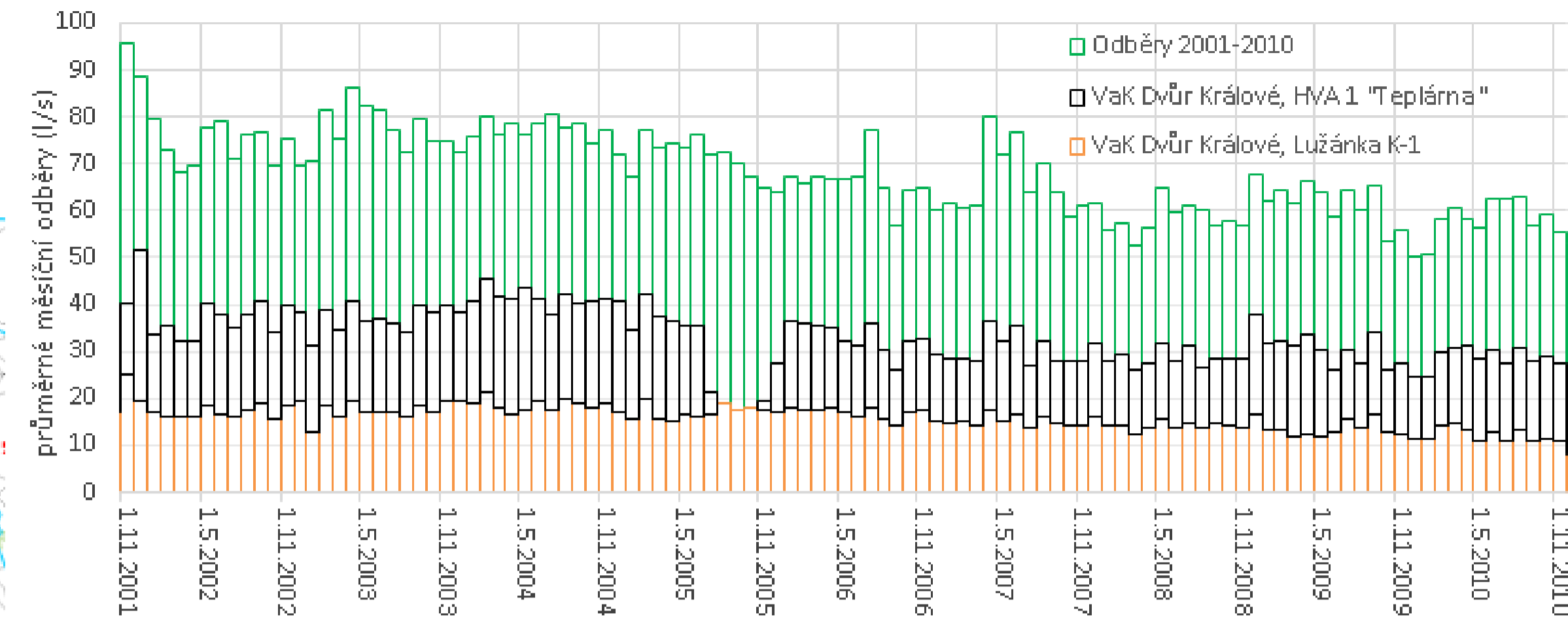
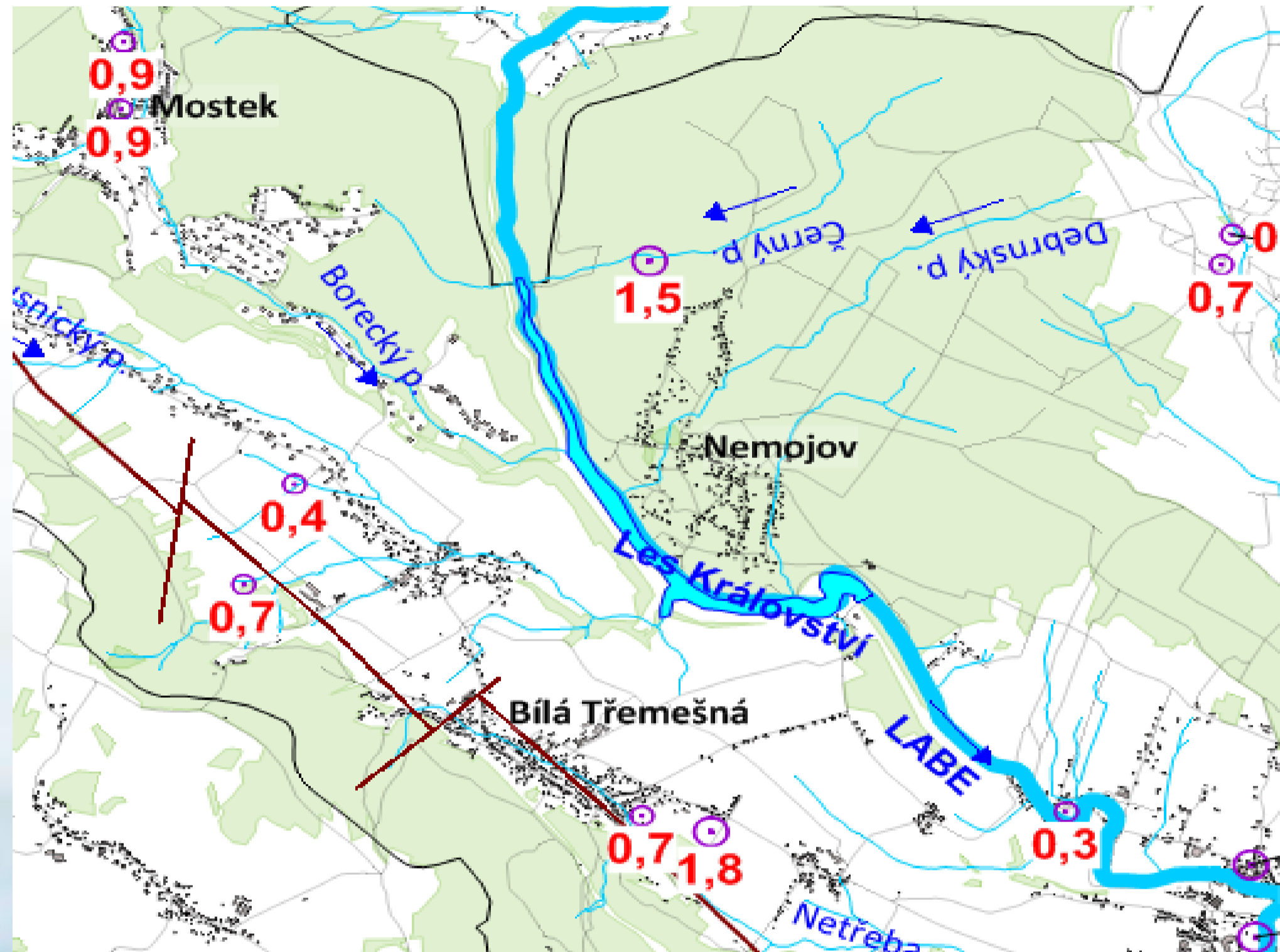


Modelové řešení – simulace neovlivněného režimu

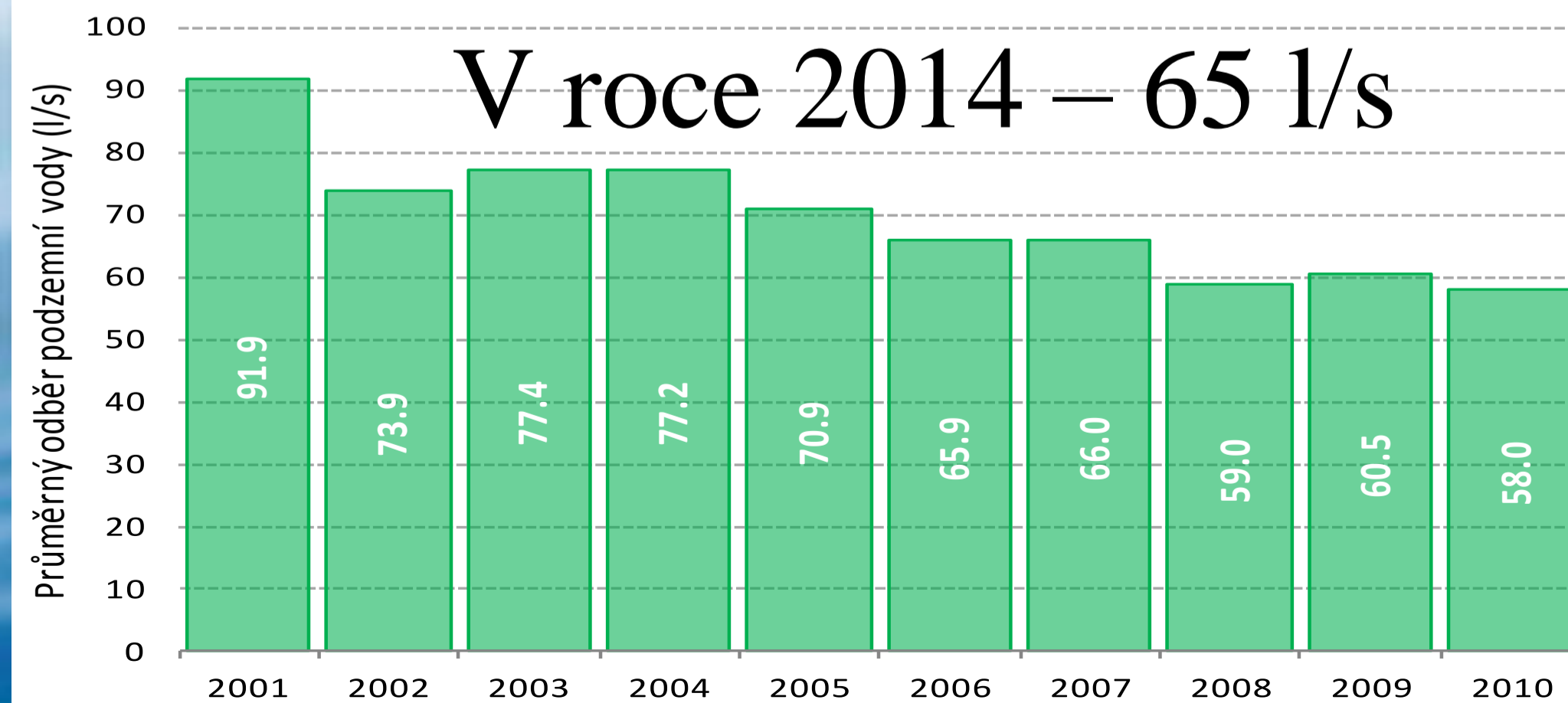


ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

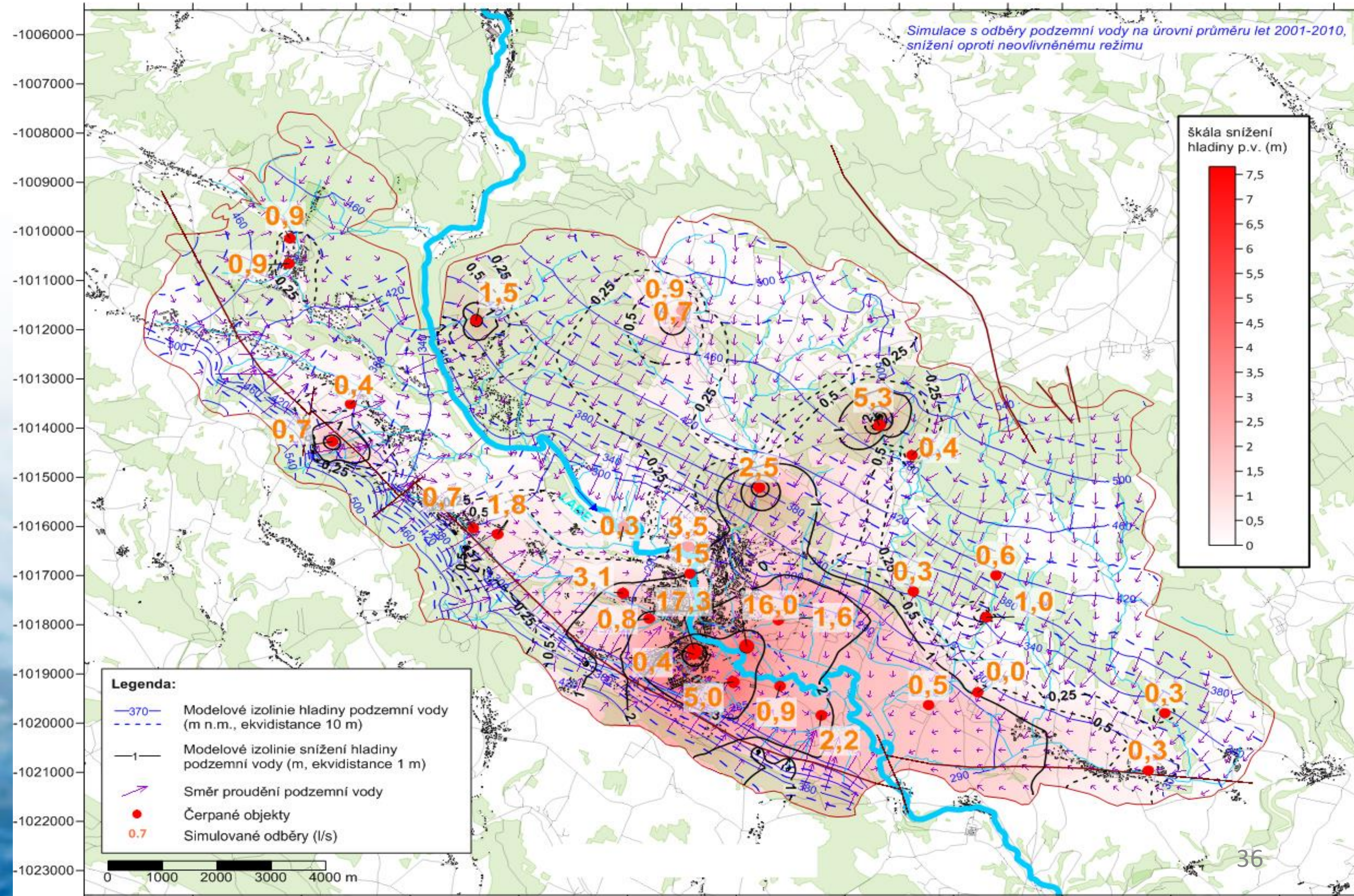
Odběry podzemní vody



V roce 2014 – 65 l/s



Modelové řešení – simulace s odběry podz. vody

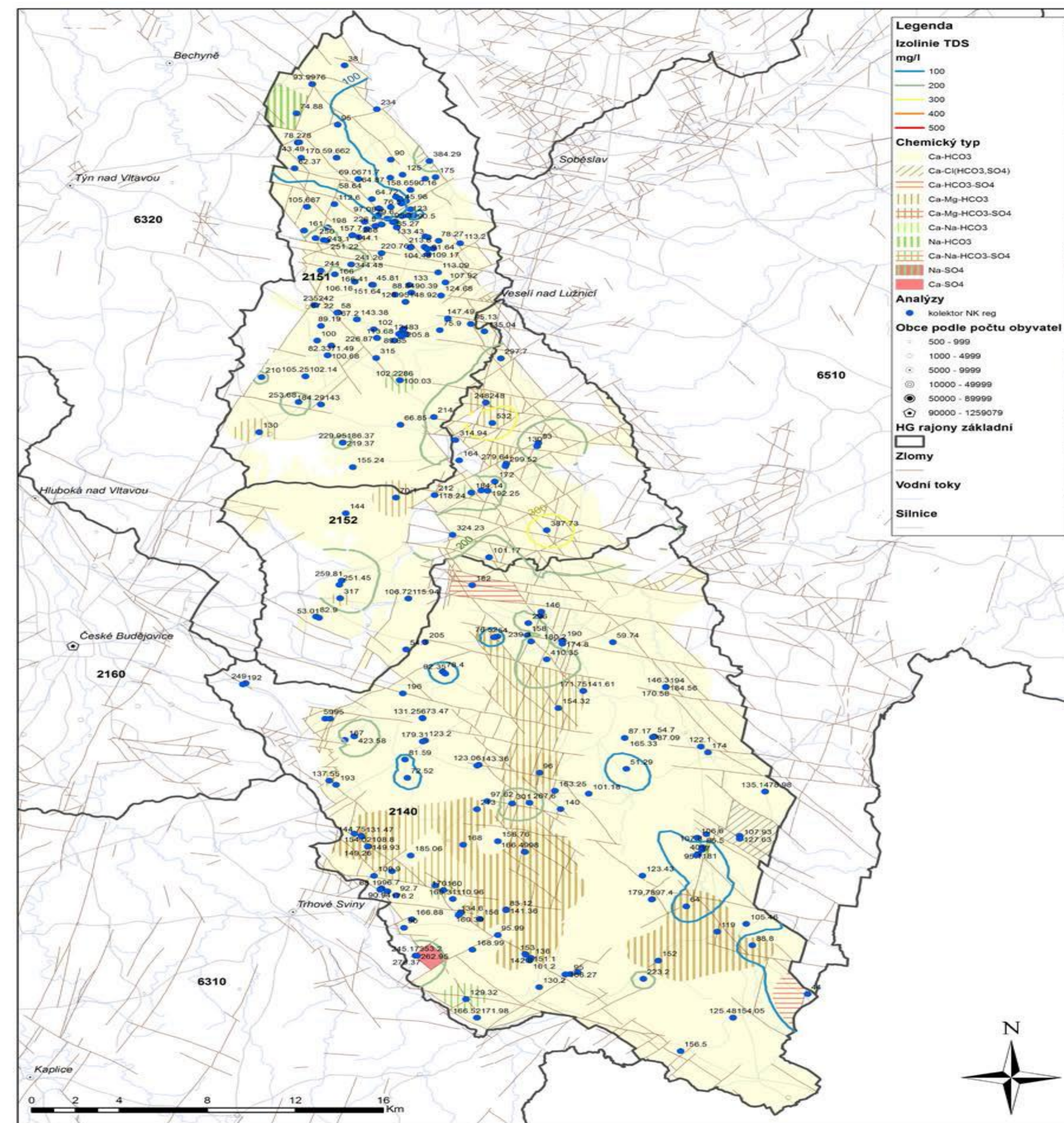
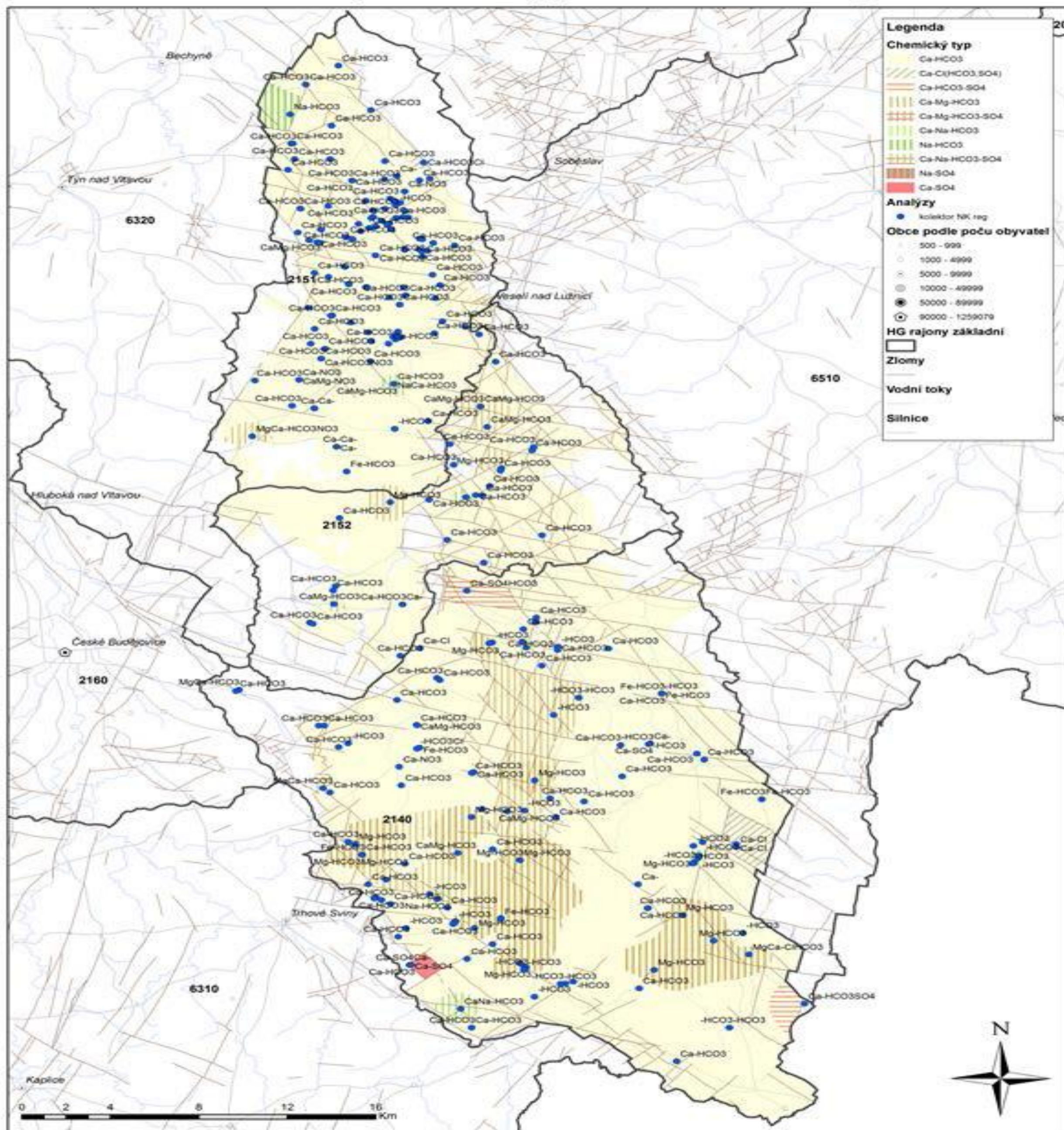


Variantní simulace vodohospodářského využití území

- 3 základní modelové varianty
- varianta blízké perspektivy - odběry na úrovni maxima dosaženého za roky 2008 až 2012 z každého registrovaného odběrného místa, celkem 92 l.s⁻¹.
- varianta maximálních povolených odběrů – simulace maximálního povoleného ročního odběru podzemní vody, celkem 209 l.s⁻¹
- varianta plošného snížení odběrů - snížení odběrů o 15 %, celkem 62 l.s⁻¹.

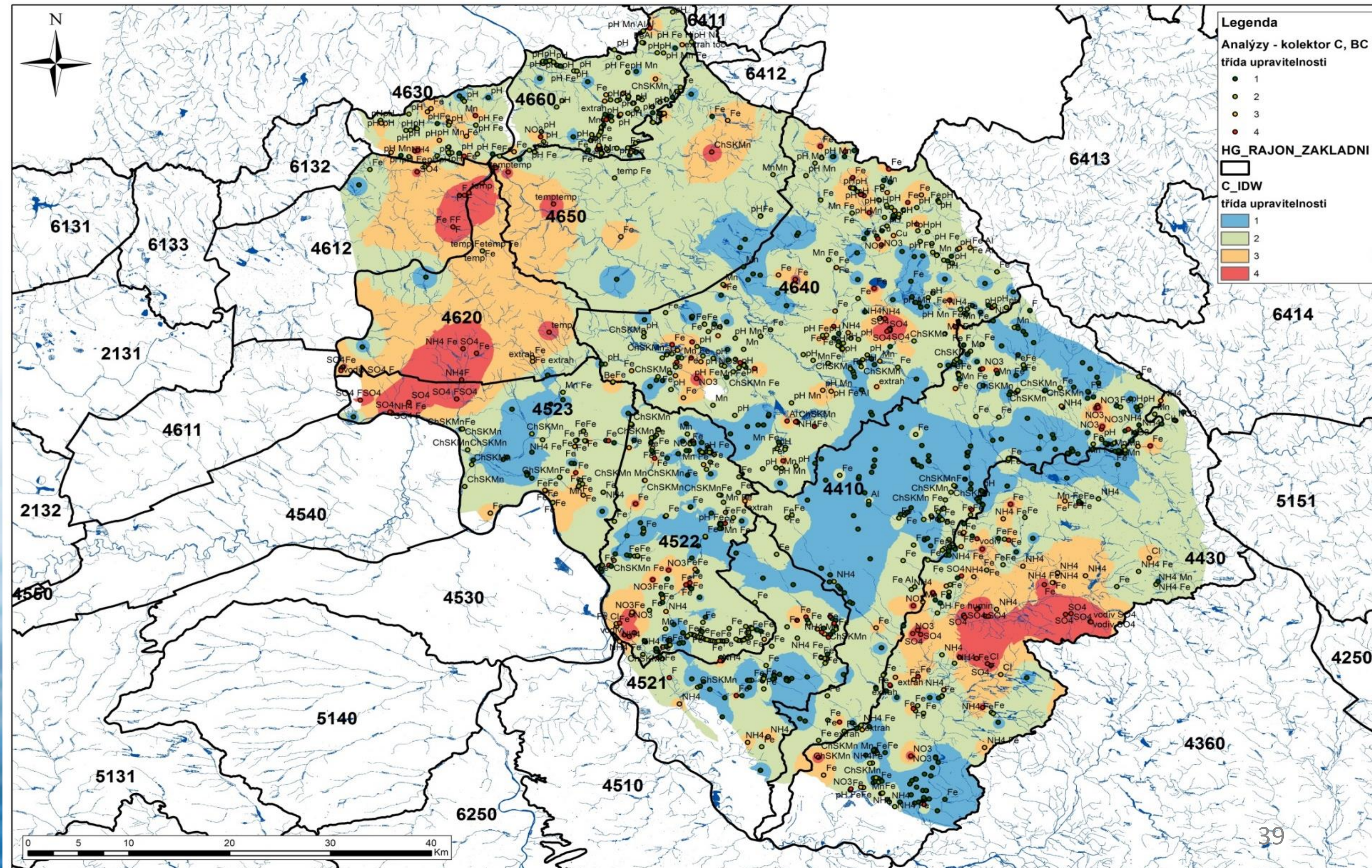
	Bez odběrů	průměr 2001-2010	blízká perspektiva	maximální povolené	plošné snížení
PŘÍTOK / ODTOK	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Infiltrace ze srážek	514	514	514	514	514
Infiltrace z toků	5	10	12	12	9
Přetok z turonu	82	89	95	125	87
PŘÍTOKY - CELKEM	601	613	621	651	611
drenáž do toků	-410	-390	-384	-348	-393
Odběry	0	-73	-91	-208	-61
Přetok do turonu	-191	-151	-146	-94	-156
ODTOKY - CELKEM	-601	-613	-621	-651	-611
Využití přírodních zdrojů (%)		12	15	35	10

Chemický typ podzemní vody na Třeboňsku



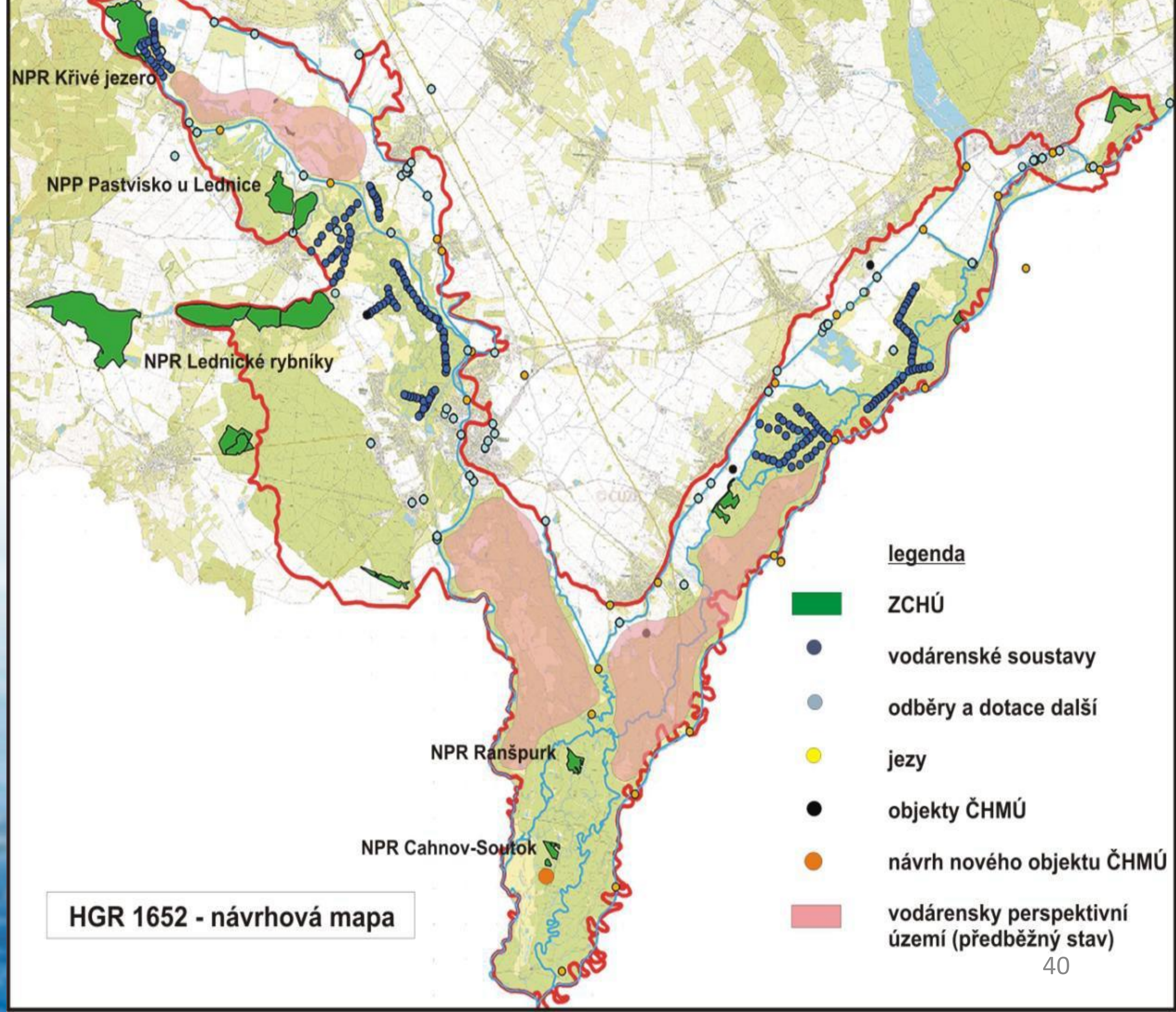
Celková mineralizace podzemní vody

Ukázka upravitelnosti podzemní vody v pískovcích střednoturonského stáří



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Ukázka mapy střetů zájmů

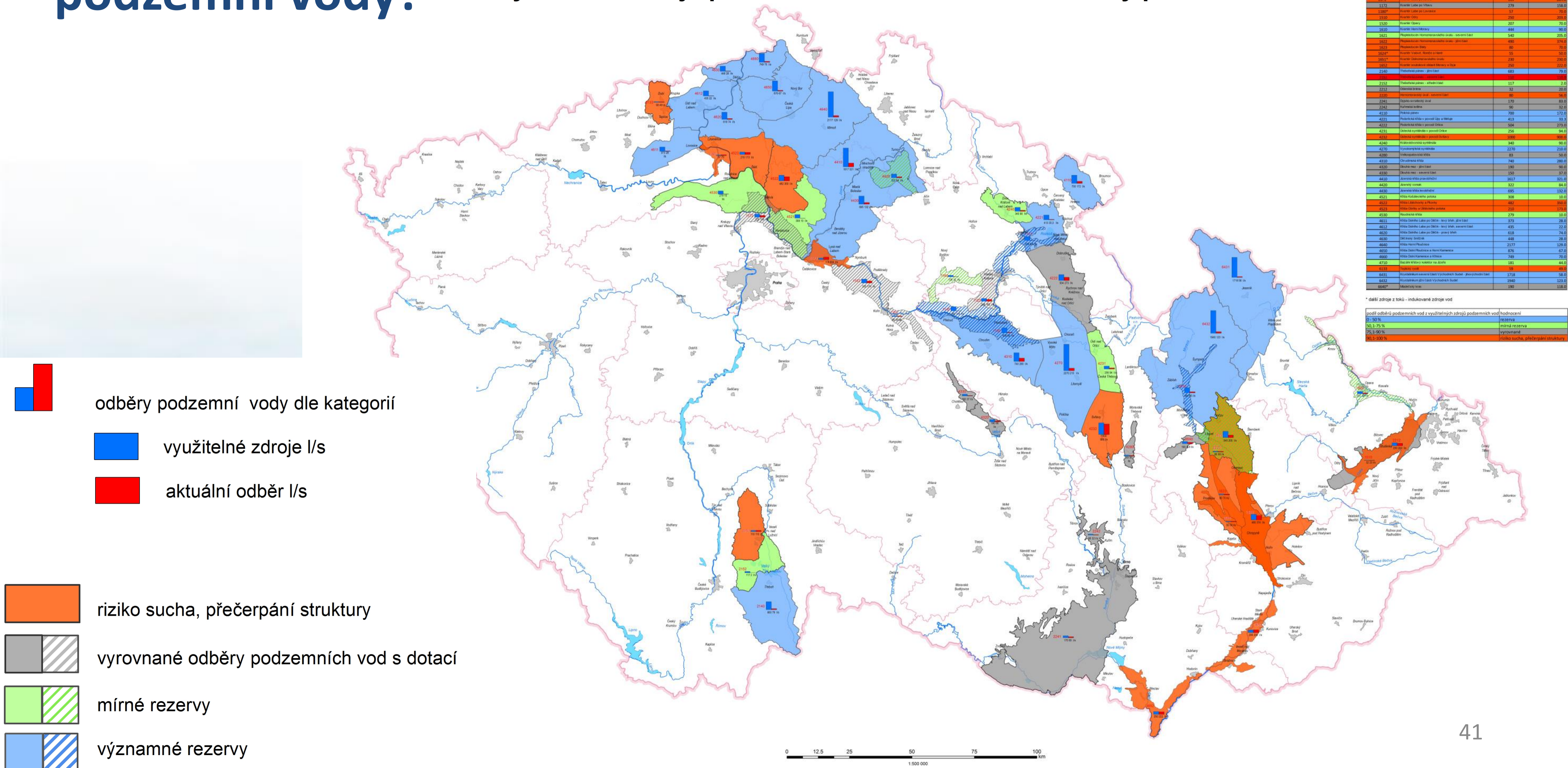


ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Kde je nejvíce podzemní vody?

REBALANCE ZÁSOB PODZEMNÍCH VOD

Využitelné zdroje podzemních vod a skutečné odběry podzemních vod

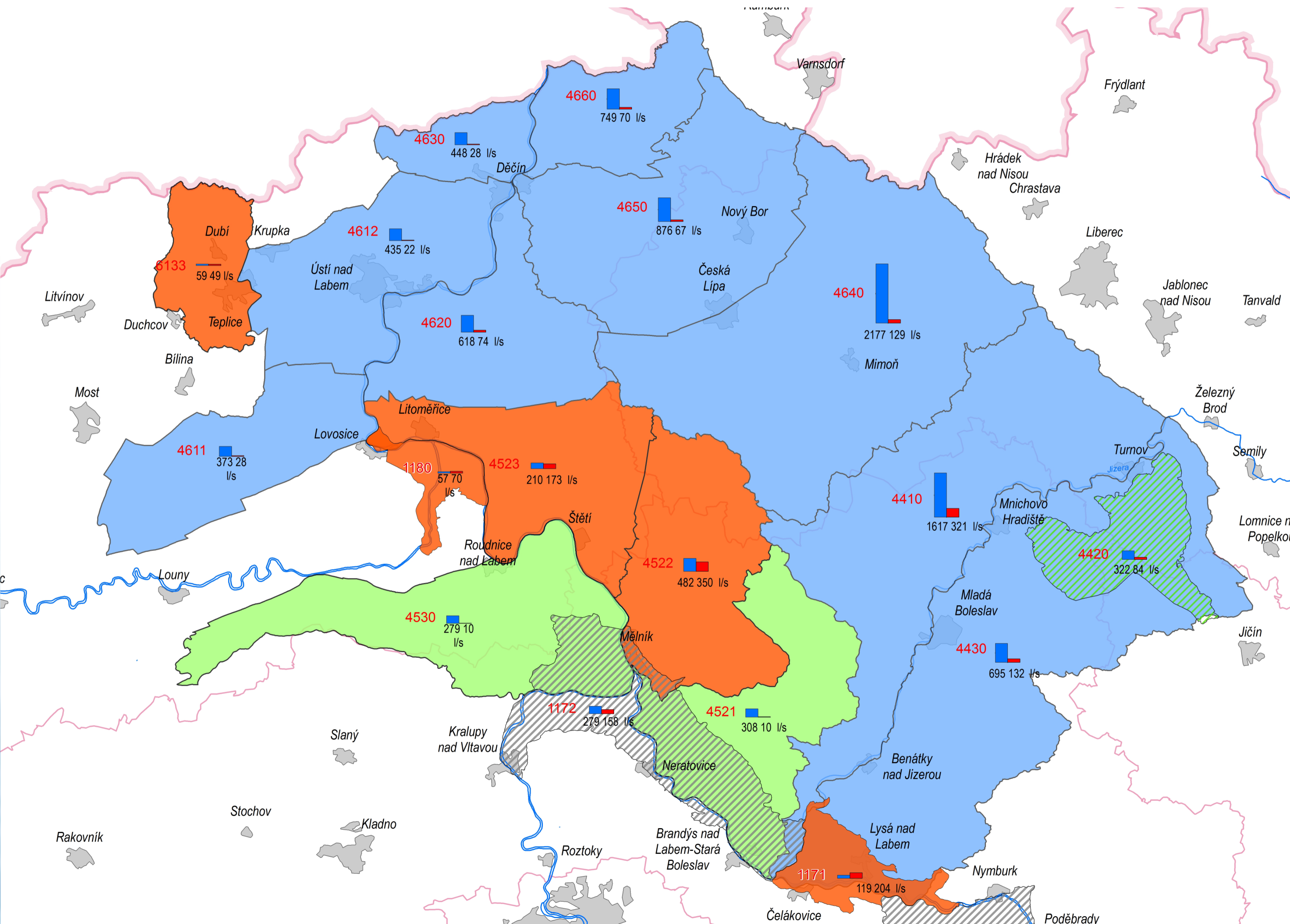


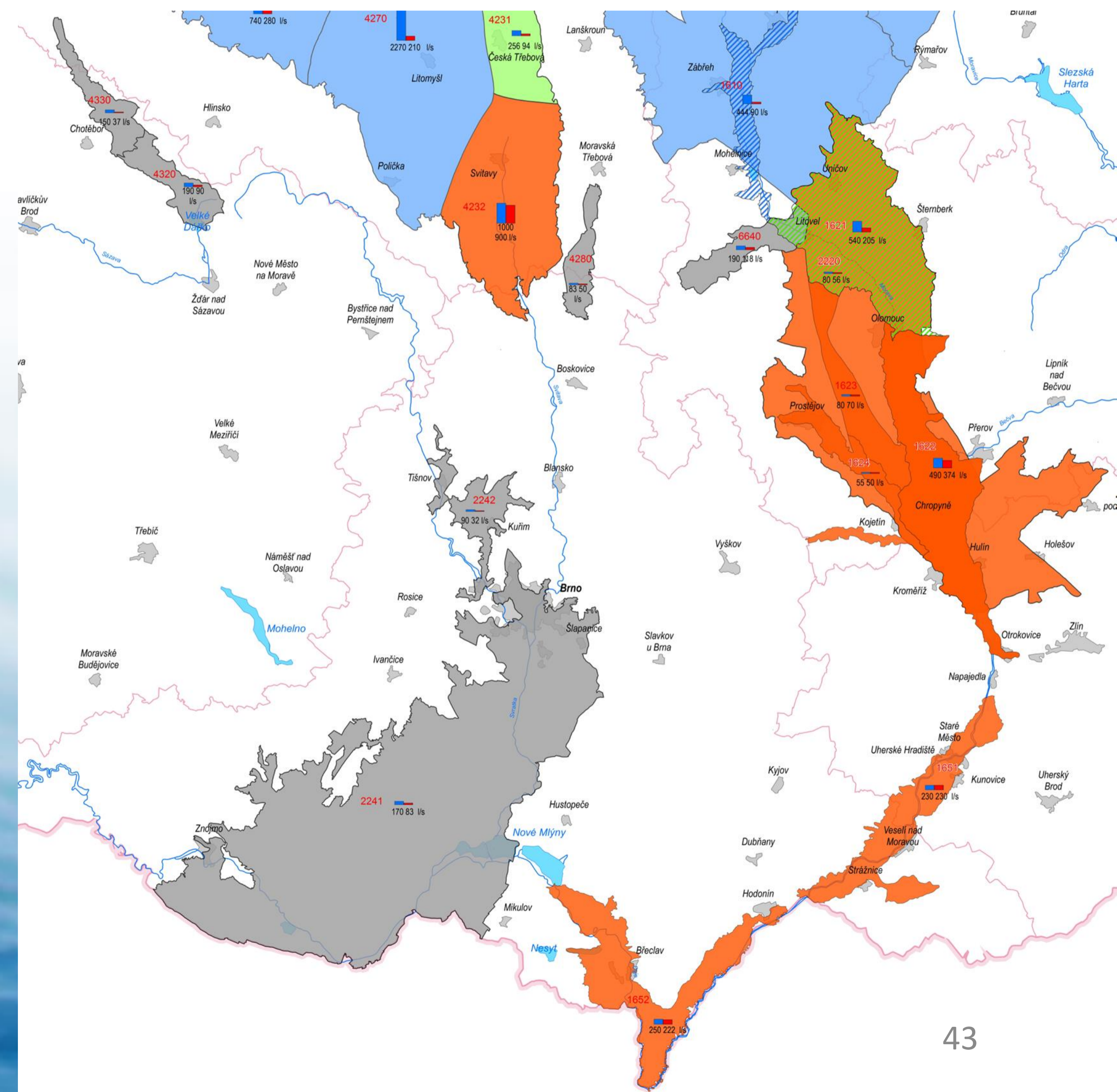
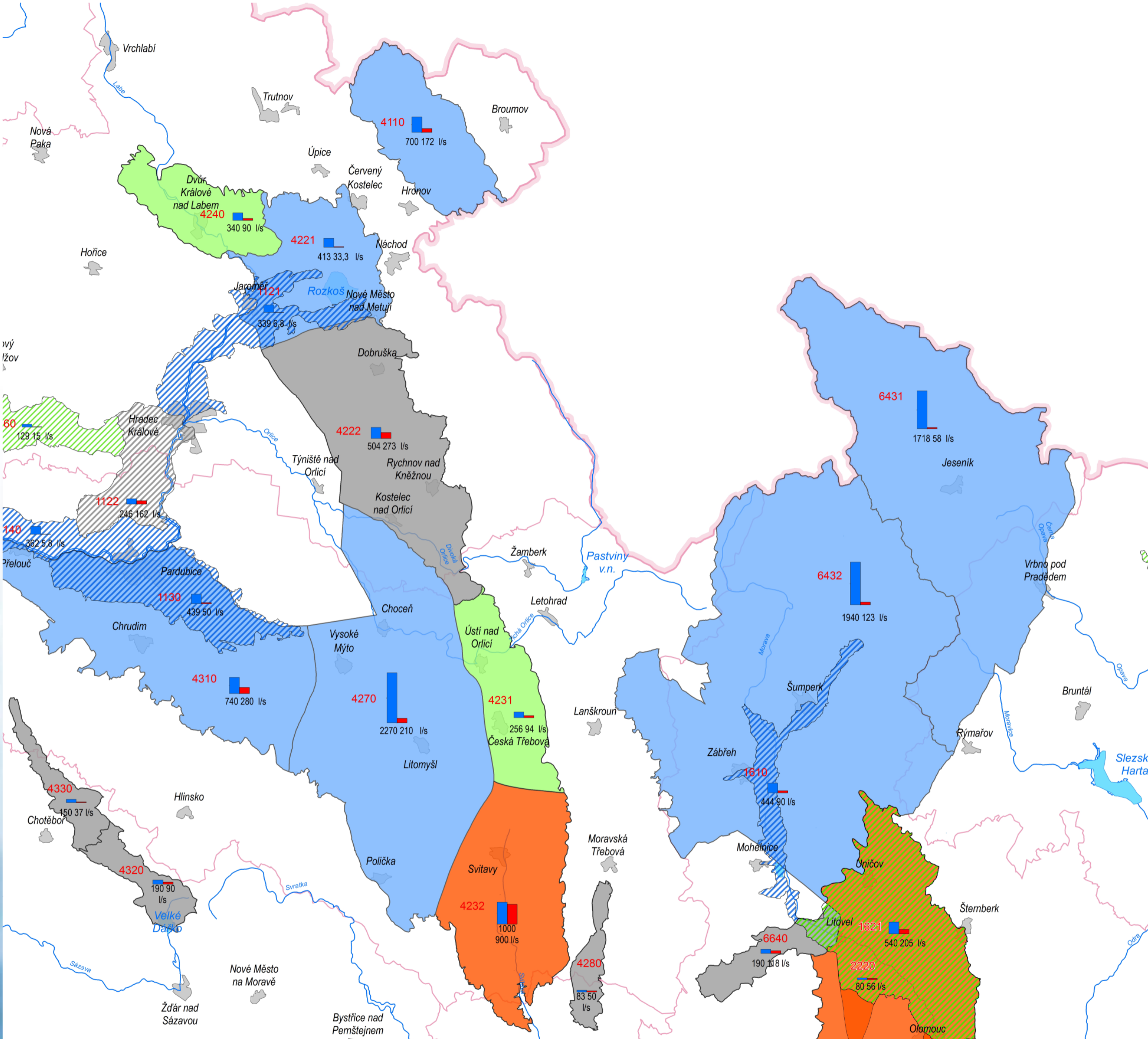
Číslo regionu	Název regionu	Využitelné zdroje	skutečné odběry [L/s]
1121	Středočeský územní území	239	6,8
1122	Středočeský územní území	246	162,0
1130*	Středočeský územní území	439	50,0
1140	Středočeský územní území	182	1,0
1151	Středočeský územní území	85	54,0
1152	Středočeský územní území	335	178,0
1160	Středočeský územní území	129	13,0
1170*	Středočeský územní území	119	204,0
1172*	Středočeský územní území	279	138,0
1180*	Středočeský územní území	17	10,0
1510	Středočeský územní území	250	200,0
1520	Středočeský územní území	207	70,0
1610	Středočeský územní území	444	90,0
1621	Středočeský územní území	240	200,0
1622	Středočeský územní území	490	174,0
1623	Středočeský územní území	80	70,0
1624*	Středočeský územní území	55	50,0
1631*	Středočeský územní území	230	230,0
1632*	Středočeský územní území	250	240,0
2140	Středočeský územní území	683	79,0
2151	Středočeský územní území	117	11,0
2152	Středočeský územní území	117	2,0
2212	Středočeský územní území	53	20,0
2243	Středočeský územní území	170	83,0
2244	Středočeský územní území	90	32,0
4110	Středočeský územní území	700	172,0
4221	Středočeský územní území	413	31,0
4222	Středočeský územní území	104	270,0
4231	Středočeský územní území	256	94,0
4232	Středočeský územní území	1000	900,0
4240	Středočeský územní území	340	90,0
4270	Středočeský územní území	279	210,0
4280	Středočeský územní území	55	50,0
4310	Středočeský územní území	740	280,0
4320	Středočeský územní území	180	90,0
4330	Středočeský územní území	150	37,0
4410	Středočeský územní území	313	321,0
4420	Středočeský územní území	322	84,0
4430	Středočeský územní území	695	132,0
4521	Středočeský územní území	308	10,0
4522	Středočeský územní území	482	390,0
4523	Středočeský územní území	318	130,0
4530	Středočeský územní území	279	10,0
4611	Středočeský územní území	373	28,0
4612	Středočeský územní území	435	22,0
4620	Středočeský územní území	618	74,0
4630	Středočeský územní území	448	24,0
4640	Středočeský územní území	2177	129,0
4650	Středočeský územní území	876	67,0
4660	Středočeský územní území	749	70,0
4710	Středočeský územní území	181	44,0
4720	Středočeský územní území	79	40,0
6431	Středočeský územní území	2718	58,0
6432	Středočeský územní území	1940	123,0
6540*	Středočeský územní území	180	118,0

* další zdroje z toků - indukované zdroje vod

podíl odběrů podzemních vod z využitelných zdrojů podzemních vod / hodnocení

0-50%	rezerva
50,1-75%	mírná rezerva
75,1-90%	vyrovnané
90,1-100%	riziko sucha, přečerpání struktury

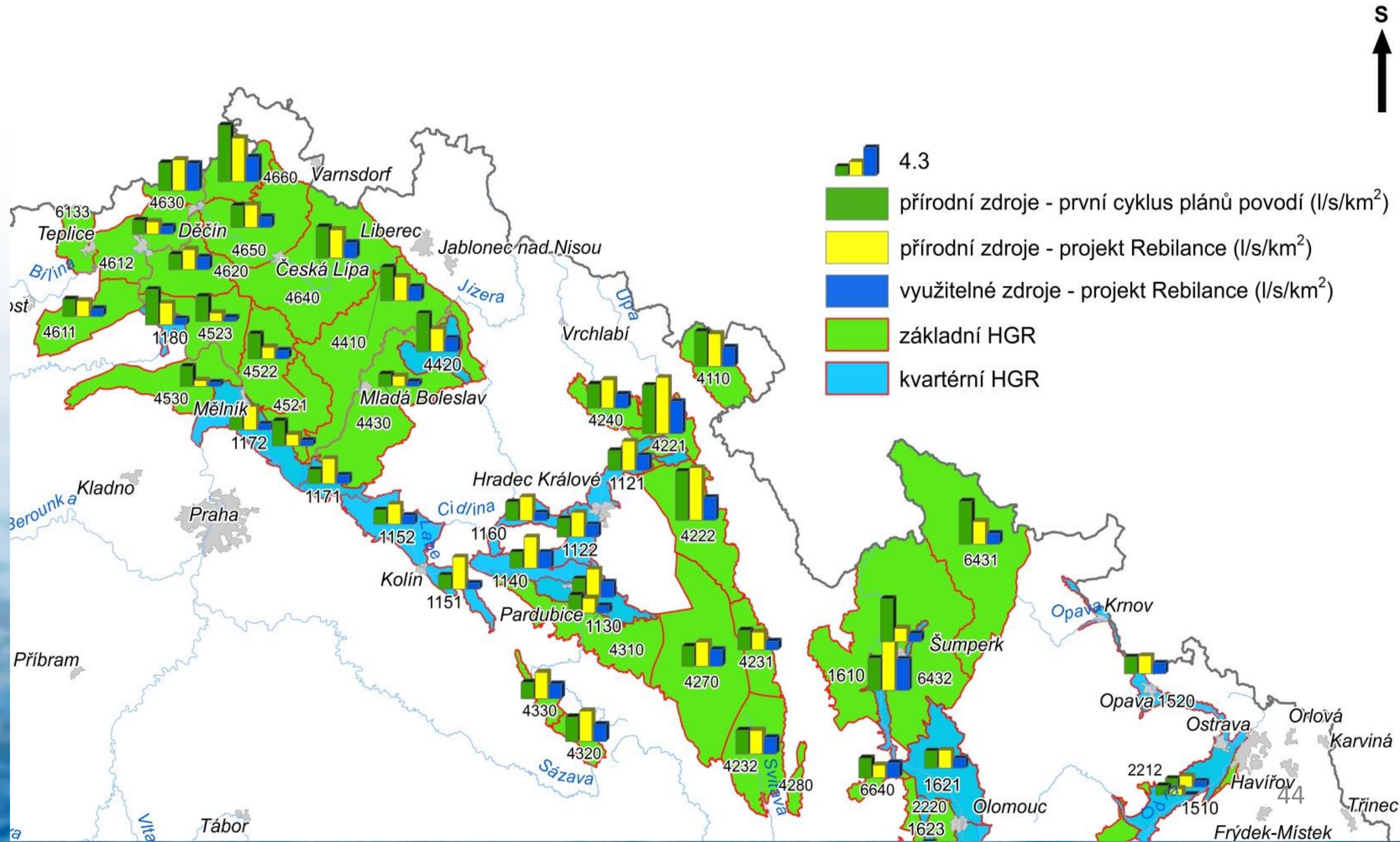




Poměr přírodních a využitelných zdrojů podzemních vod a minimální průtok povrchových toků tvořený výhradně podzemní vodou

1. cyklus plánů
povodí 2004-2009

Rebilance 2000-2010

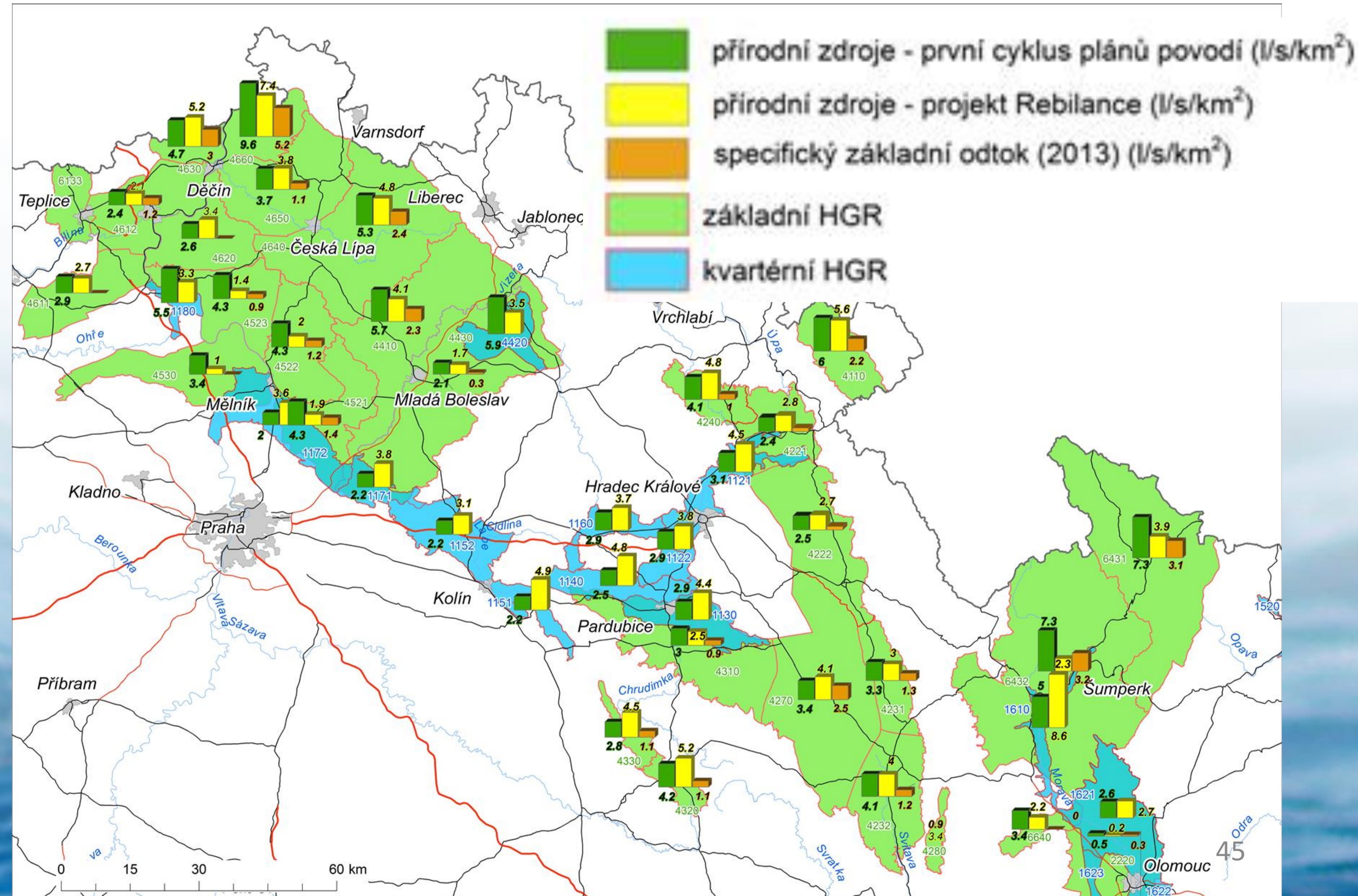


ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Srovnání přírodních zdrojů podzemních vod stanovených v 1.cyklu plánů povodí (archiv. data a průtoky), projektu Reb. (vypočtené pomocí modelů) a minimálního průtoku povrchových toků, který tvoří výhradně podzemní voda

1. cyklus plánů
povodí 2004-2009

Rebilance 2000-2010



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

Hlavní výsledky projektu Rebilance:

- Byla získána **aktuální data** pro 1/3 území ČR, obsahující **80% zásob PV**, jež umožňují **nastavit limity pro využívání podzemních vod a jejich ochranu** v souladu s využitím území
- Projekt Rebilance zásob podzemních vod zajistil **aktuální podklady** pro státní správu ve věcech rozhodování o nakládání s podzemními vodami
- Byly získány podklady pro dlouhodobé **strategické plánování výstavby páteřních vodohospodářských sítí v ČR**

- Vznikla **nová metodická platforma** umožňující pravidelné hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod v různých typech HG rajonů v rámci šestiletého cyklu plánu povodí.
- Byly zkonstruovány **nové geologické, hydrologické, koncepční a hydraulické modely** studovaných rajonů, jež umožní pravidelné hodnocení bilančních zásob podzemních vod v budoucích letech
- U hodnocených rajonů byly ověřeny jejich stávající hranice a výsledkem jsou návrhy jejich úprav u 35 % rajonů.
- Bylo získáno neobyčejné množství **nových dat o poznání geologické stavby území ČR**, včetně **118 průzkumných HG vrtů**, jež budou minimálně do r. 2020 kontinuálně monitorovány

- Byly získány **podklady pro návrhy úprav** některých **legislativních předpisů**, např. zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, případně zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) a vyhlášky č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance aj.
- **Zásoby** podzemní vody jsou rozmístěny **výrazně nerovnoměrně**.
- **Udržitelné využívání** podzemních vod vyžaduje jejich **maximální ochranu a šetrnost**.
- **Nadměrně využívané** kolektory mohou být **nenávratně poškozeny** a ztratit svoji absorpční kapacitu.



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj

Pro vodu,
vzduch a přírodu

...ohromné poděkování za spolupráci 92 kolegům a kolegyním z ČGS, v čele s Renátou Kadlecovou a Petrem Mixou, kteří projekt vedli !



Děkuji za pozornost !



ČESKÁ
GEOLOGICKÁ
SLUŽBA

www.geology.cz/rebalance