

**Společně využívané podzemní vody na česko-saském pomezí (GRACE)**

**Gemeinsam genutzte Grundwasserressourcen im tschechisch-sächsischen  
Grenzgebiet (GRACE)**

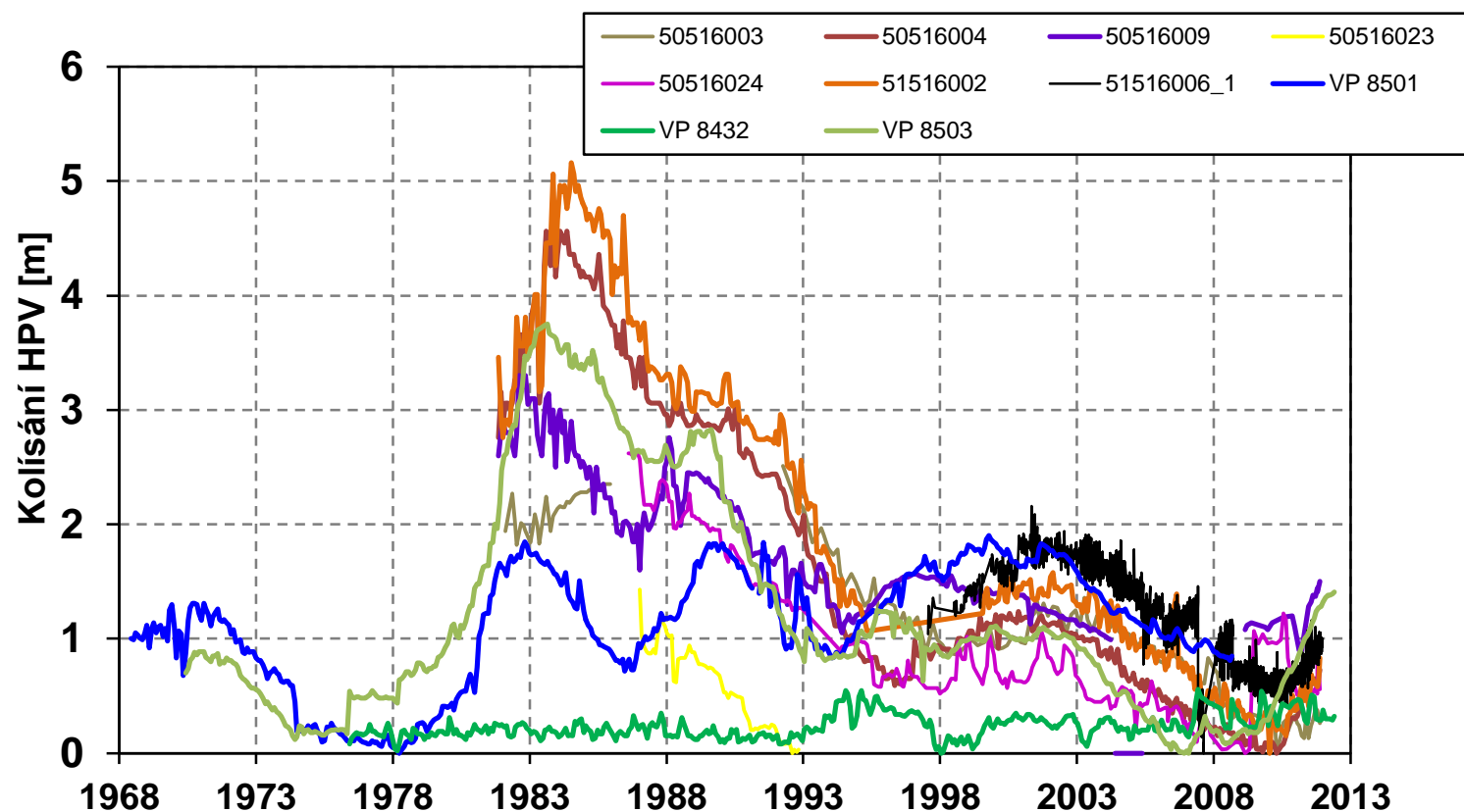
# Transientní matematický model v oblasti Hřensko – Kirnitzsch/Křinice

**Mgr. Ondřej Nol, AQUATEST, a.s. (nol@aquatest.cz)**

**Mgr. Jiří Vaněk, AQUATEST, a.s. (vanekj@aquatest.cz)**

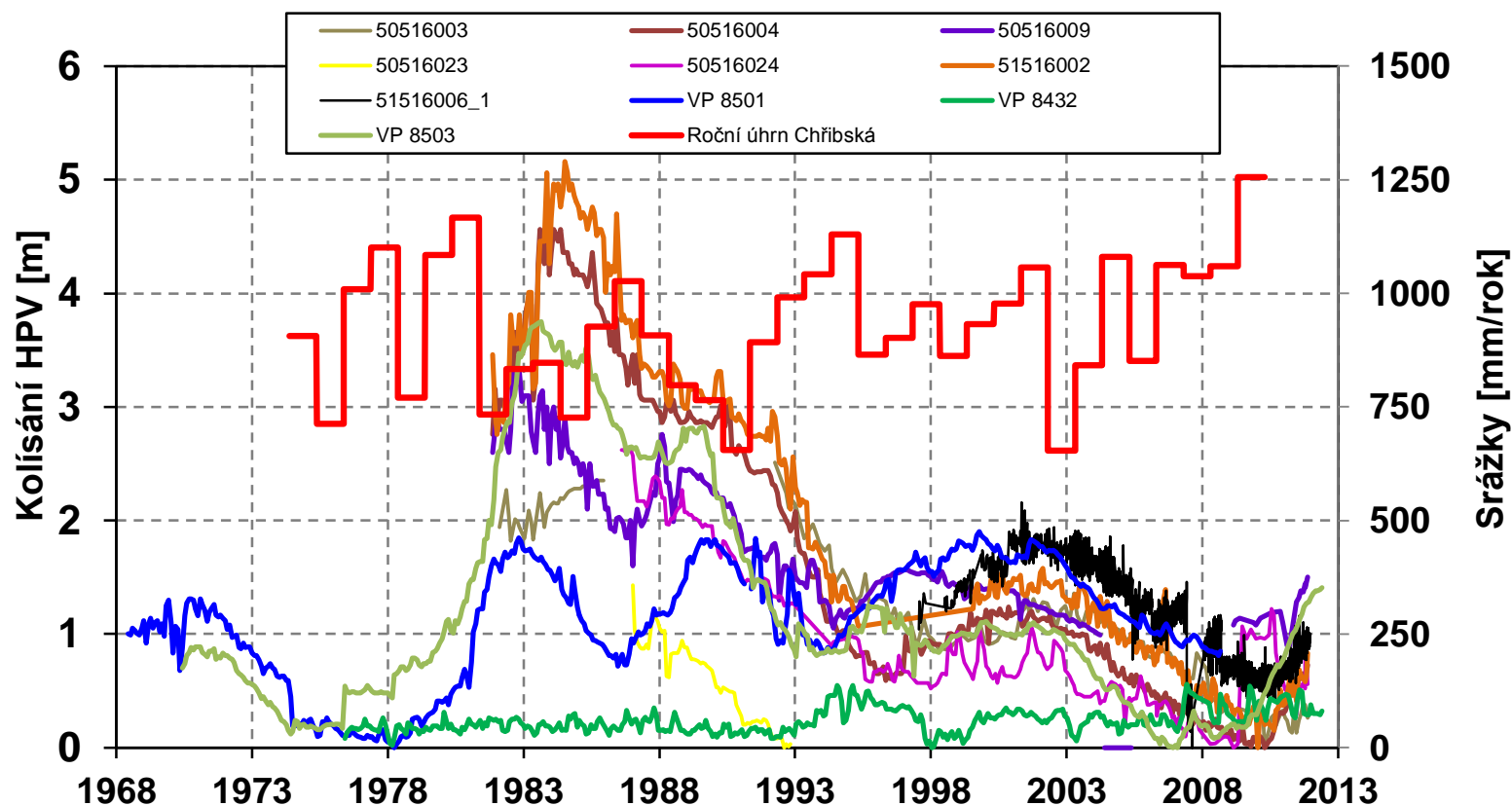
# Problematika kolísání podzemních vod:

- V zájmové oblasti došlo za posledních 30 let k výraznému poklesu hladin podzemní vody....



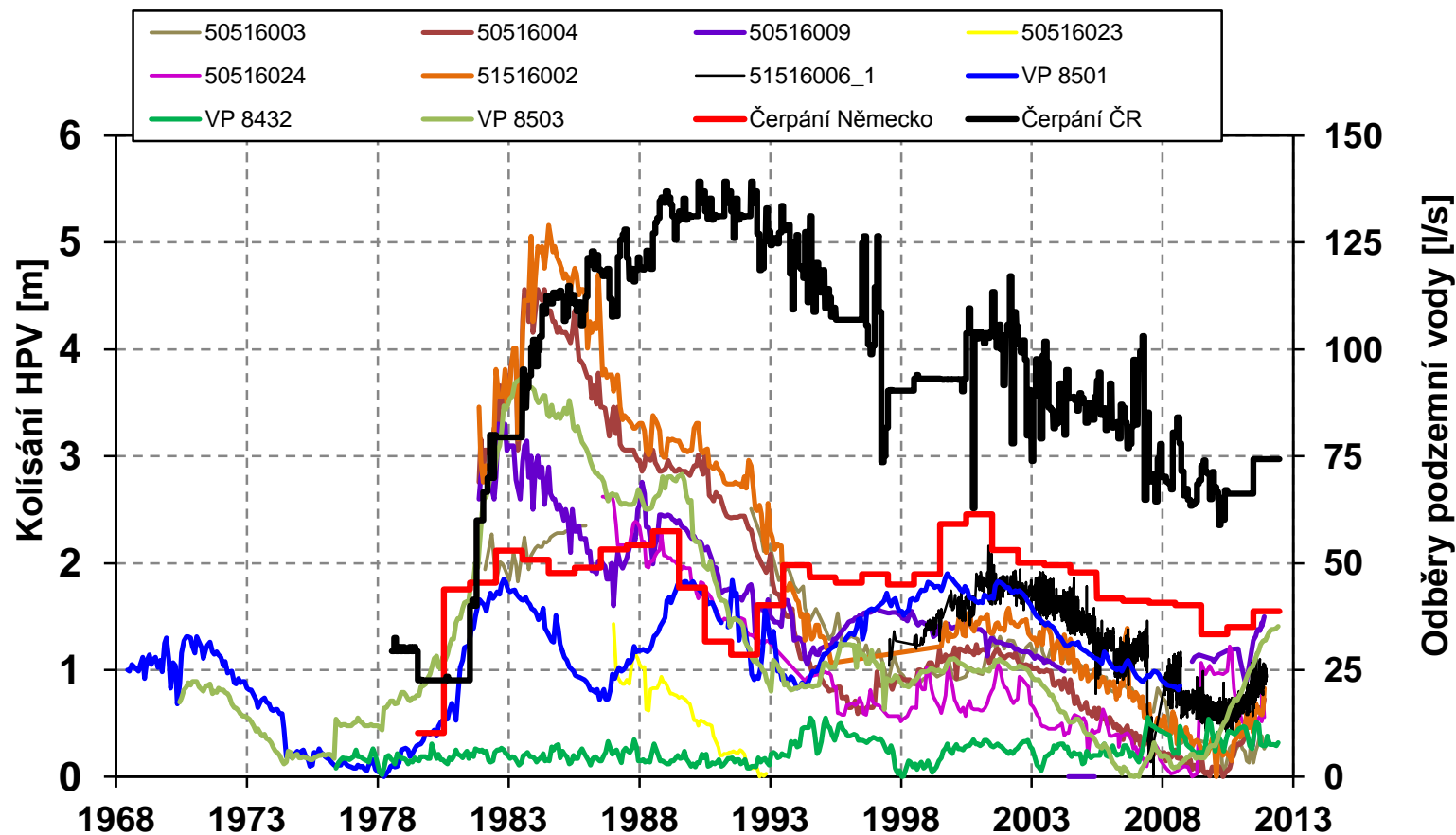
# Problematika kolísání podzemních vod:

- Pokles hladin podzemní vody mohl být způsoben snížením infiltrovaného podílu z atmosférických srážek....



# Problematika kolísání podzemních vod:

- ....anebo čerpáním podzemní vody na českém a německém území....

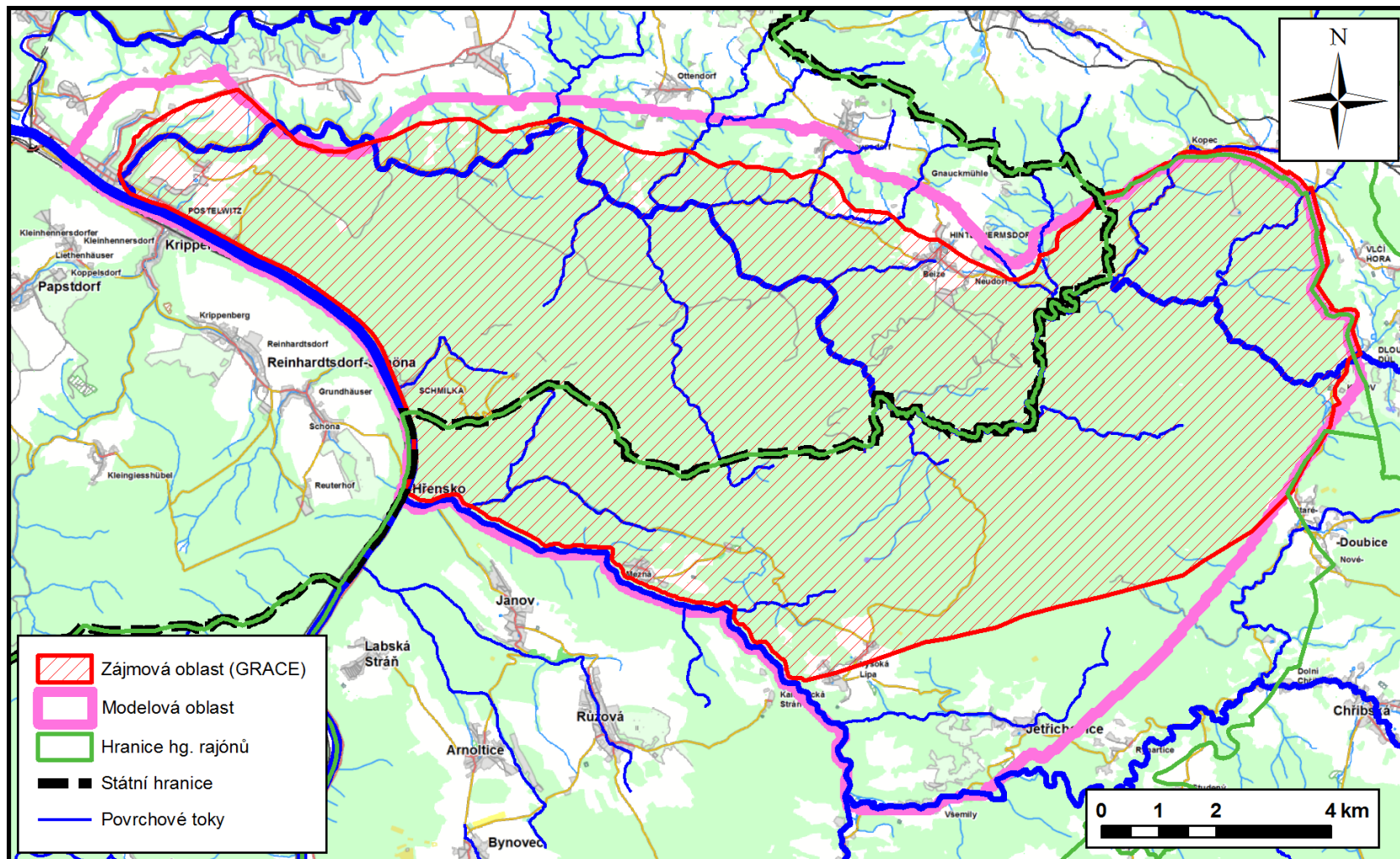


# Cíle matematického modelu:

- Shromáždění veškerých dostupných dat v přeshraniční oblasti;
- Sestavení přeshraničního hydrogeologického modelu;
- Sestavení matematického modelu, kalibrovaného na zaznamenané změny hladin podzemní vody;
- Prognózy vývoje hladin podzemní vody se sníženou infiltrací vlivem působení klimatické změny (*zvyšování teploty zvýší podíl evapotranspirace a sníží infiltraci*) a pro různě veliké odběry podzemních vod

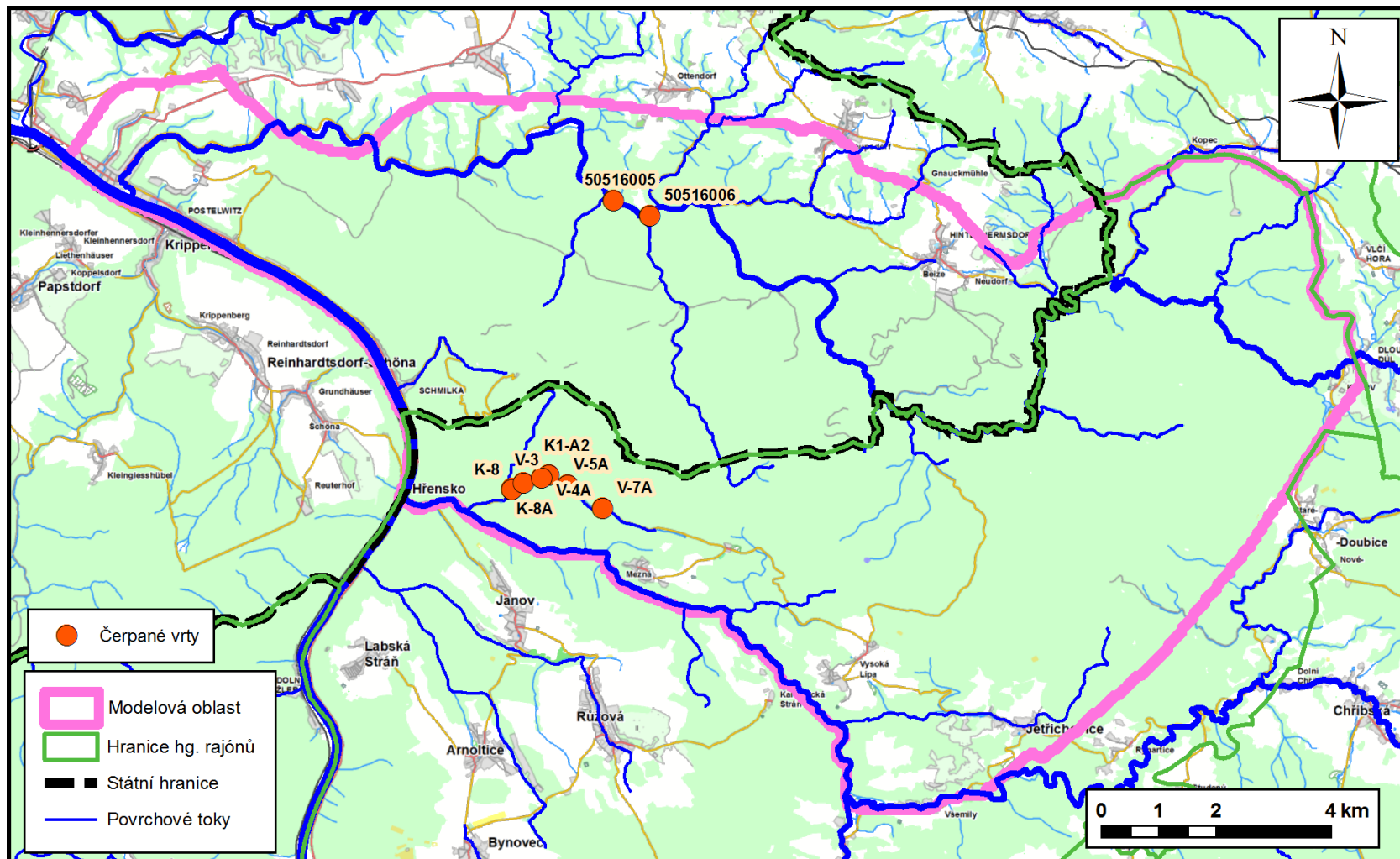


# Vymezení matematického modelu:





# Hlavní odběry podzemních vod:



# Přeshraniční hydrogeologický model - postup:

- V přeshraniční oblasti (na českém i německém území) lze definovat 4 kolektory - kolektor A a BC na českém území, kolektory 1, 2, 3 a 4 na německém území;
- Propojení českých a německých kolektorů;
- Základní stavební prvek - geologický model od firmy G.E.O.S. (Voight et al., 2013, Kahnt et al., 2014) se 14 geologickými vrstvami křídových sedimentů na německém území. Vrstvy byly označeny HGK 800 až HGK 990;
- Podle Rösnera et al., (2008) byly jednotlivé geologické vrstvy spojeny do hydrogeologických kolektorů a poloizolátorů;





# Přeshraniční hydrogeologický model - schéma:

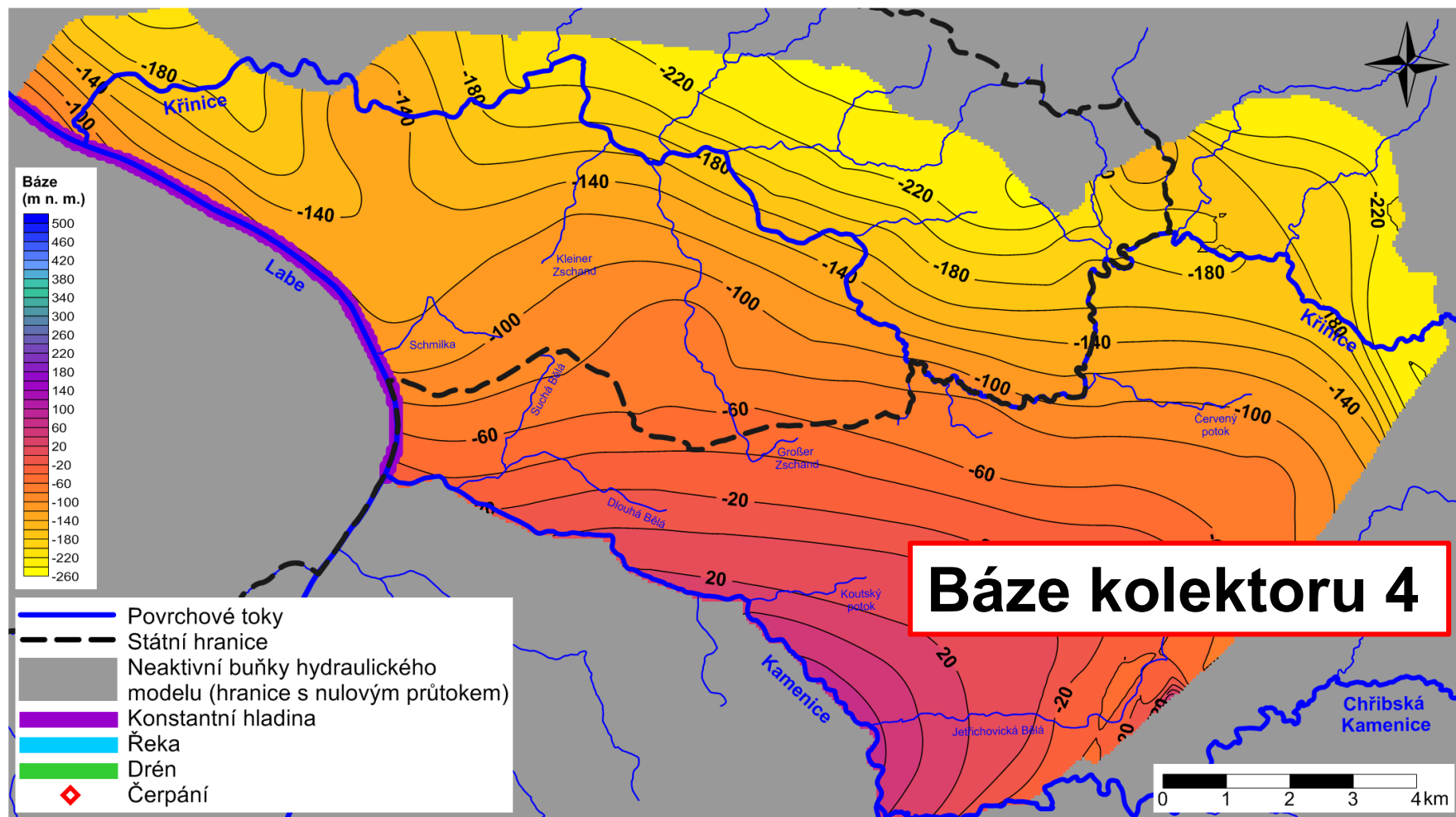
HGK	Německé označení geologických vrstev	Hydrogeologické zařazení podle Rösnera et al. (2008)	České názvosloví	Odvozená definice hydrogeologických vrstev v hydrogeologickém modelu	
				Západní část	Východní část
800	Sandstein e	Kolektor 1c	–	Kolektor 1	
810	Zwischenzone $\delta_2$		–		
820	Sandstein d	Kolektor 1b	–		
830	Zwischenzone $\gamma_3$		–		
840	Sandstein c	Kolektor 1a	–		
850*	Zwischenzone $\beta$		–	Poloizolátor 1/2	
860	Sandstein b	Kolektor 2	Kolektor BC	Kolektor 2	Kolektor 2+3
870	Sandstein $a_3$				
872	Sandstein $a_2$				
875	Lamarcki-Pläner				
880	Sandstein $a_1$	Kolektor 3			Poloizolátor 2/3
890	Labiatus-Sandstein			Kolektor 3	Kolektor 2+3
900	Labiatus-Pläner		Poloizolátor A/BC	Poloizolátor 3/4	
910	Cenoman	Kolektor 4	Kolektor A	Kolektor 4	

# Přeshraniční hydrogeologický model - postup:

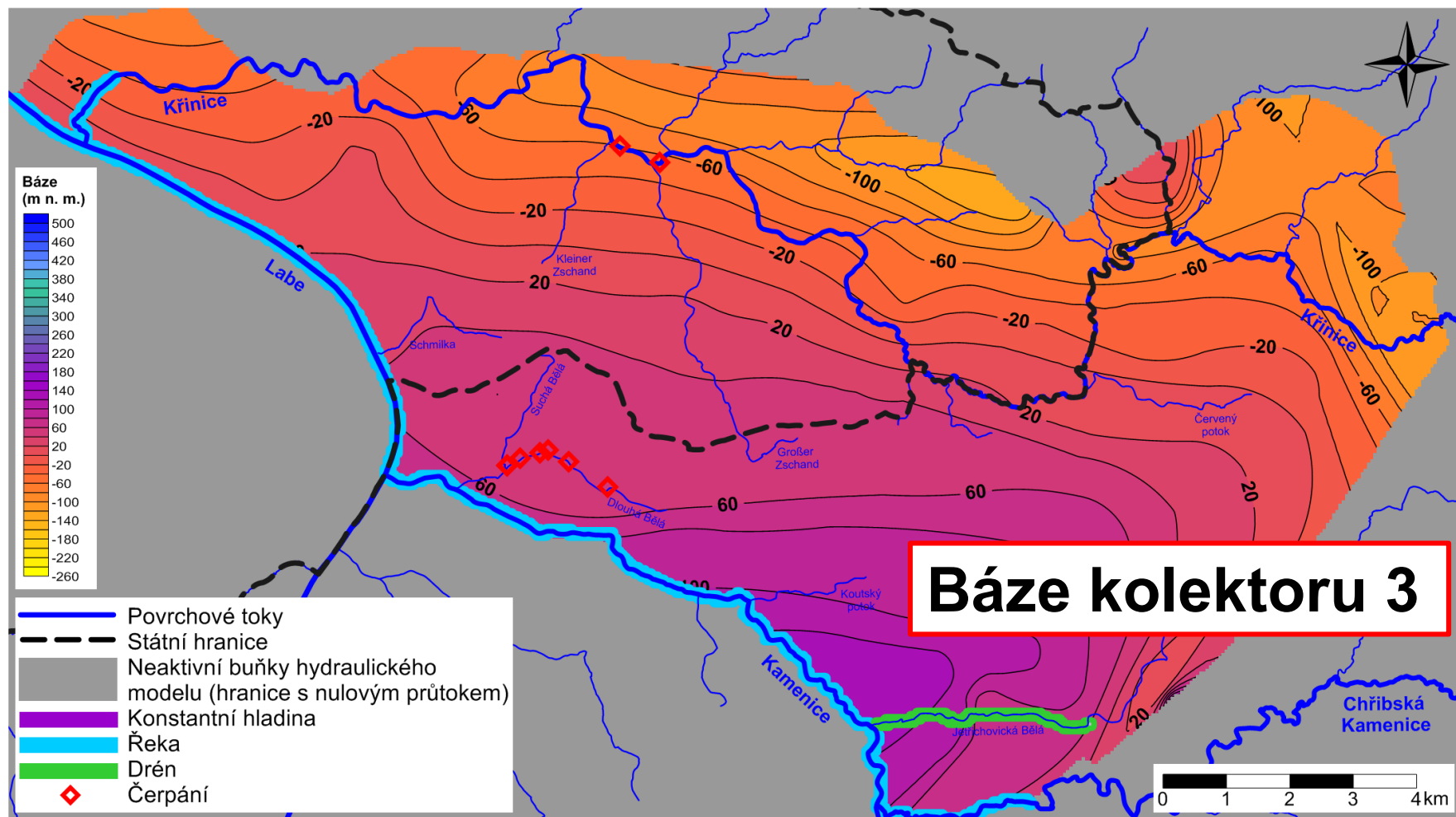
- Na základě podkladů Herčíka et al. (1987), dat z ČGS-Geofondu, dat z archívu zhotovitele byly kolektory 3 a 4 na německé území propojeny s českými kolektory A a BC;
- Strop kolektoru 3 a báze kolektoru 2 na českém území byly odvozeny podle nadmořské výšky pramenů, které byly zdokumentovány Eckhardtem (2013);
- Báze kolektoru 1 byla na českém území extrapolována podle sklonů na německém území a místně upravena podle nadmořské výšky pramenů, které náleží do kolektoru 1. Rozsah kolektoru 1 na českém území byl upraven podle digitálního modelu terénu.



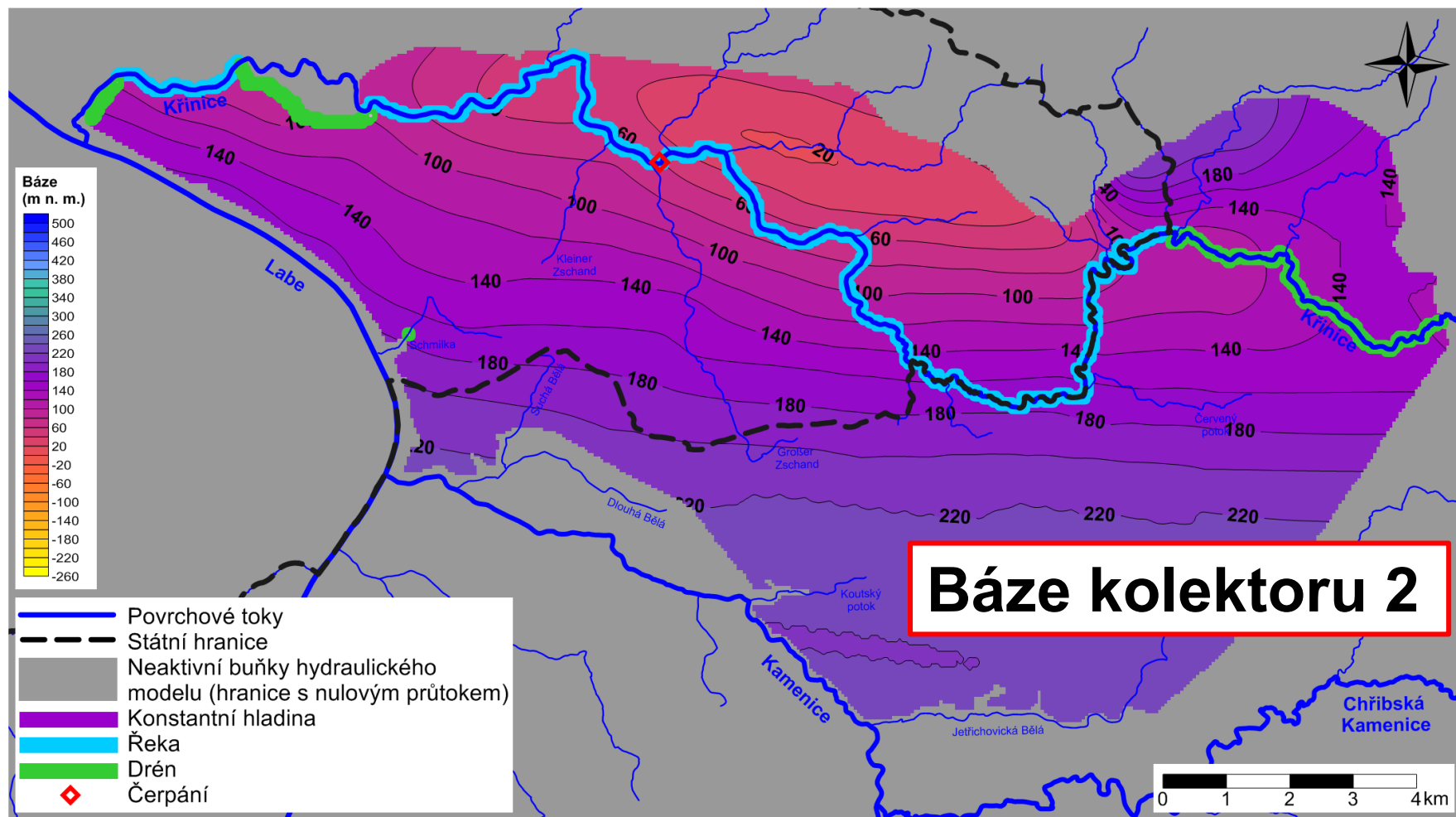
# Vymezení kolektorů a poloizolátorů:



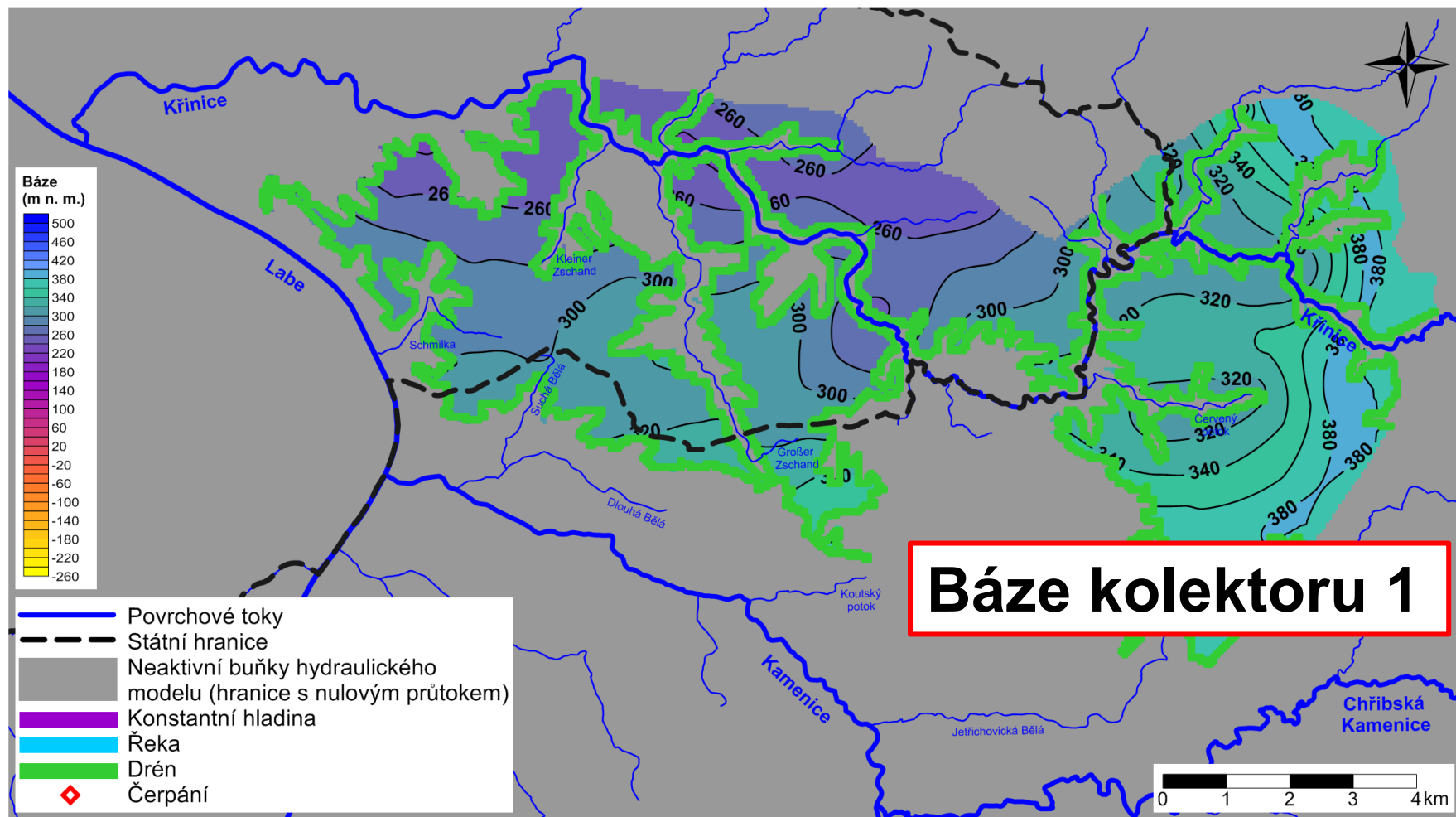
# Vymezení kolektorů a poloizolátorů:



# Vymezení kolektorů a poloizolátorů:

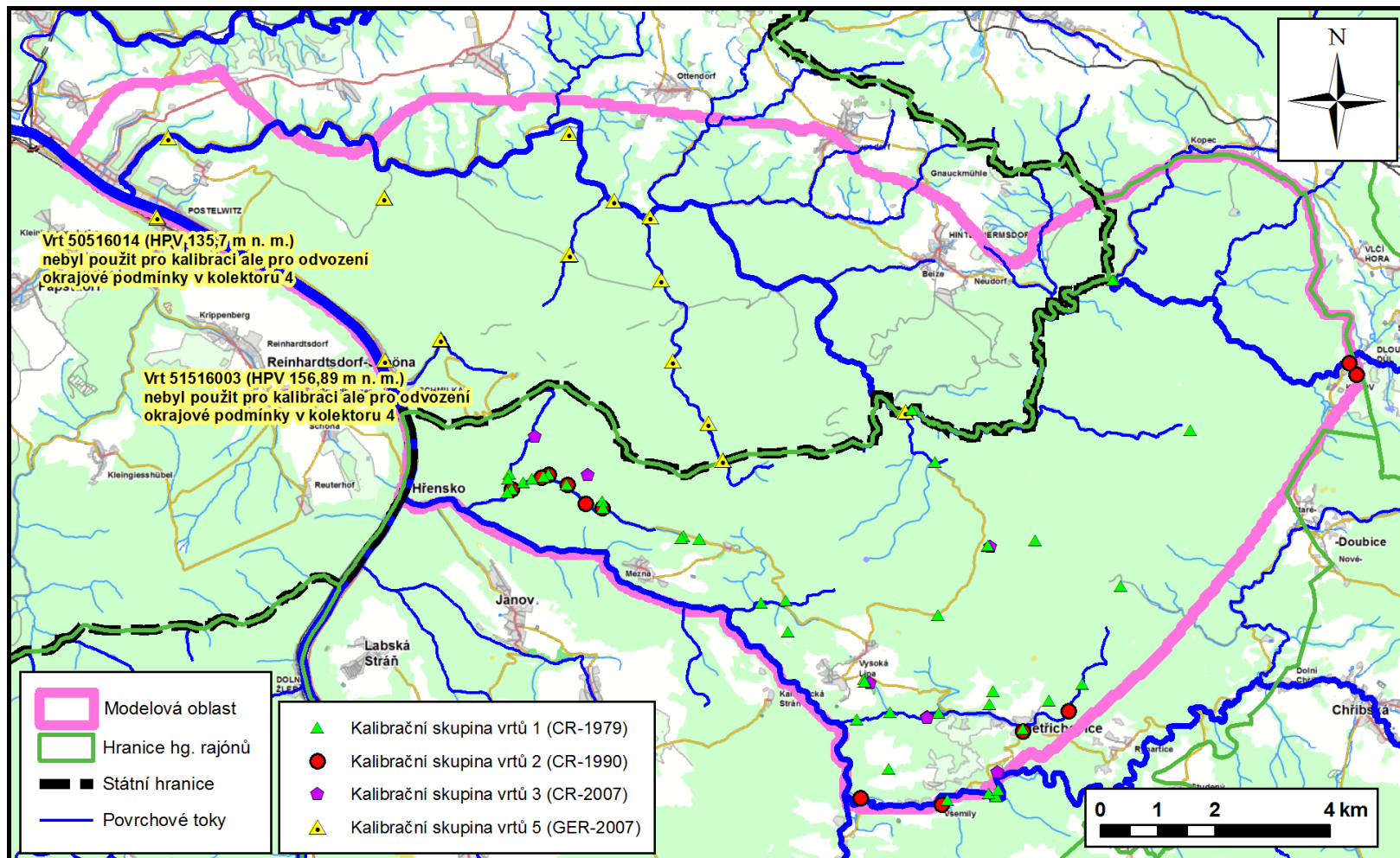


# Vymezení kolektorů a poloizolátorů:

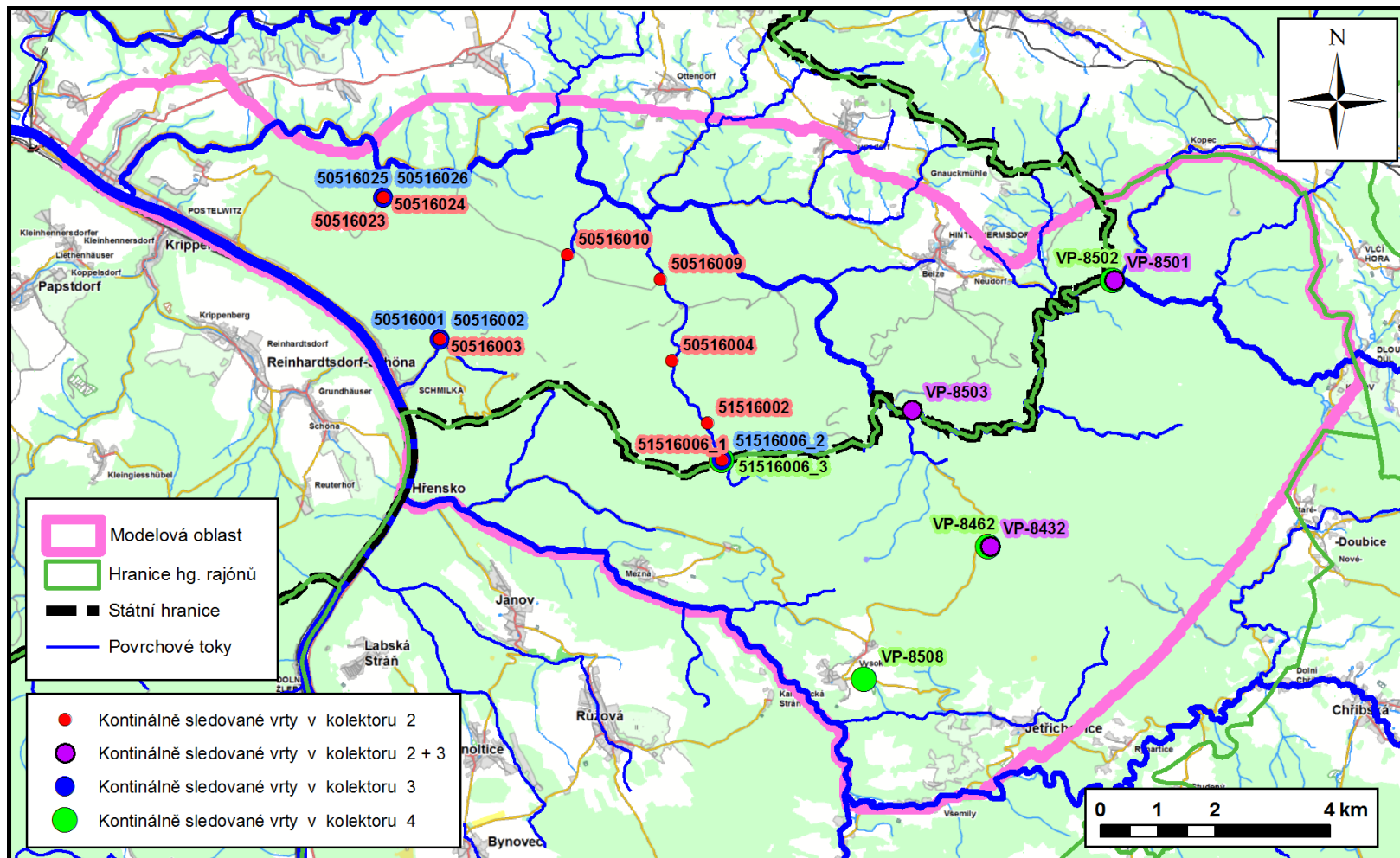




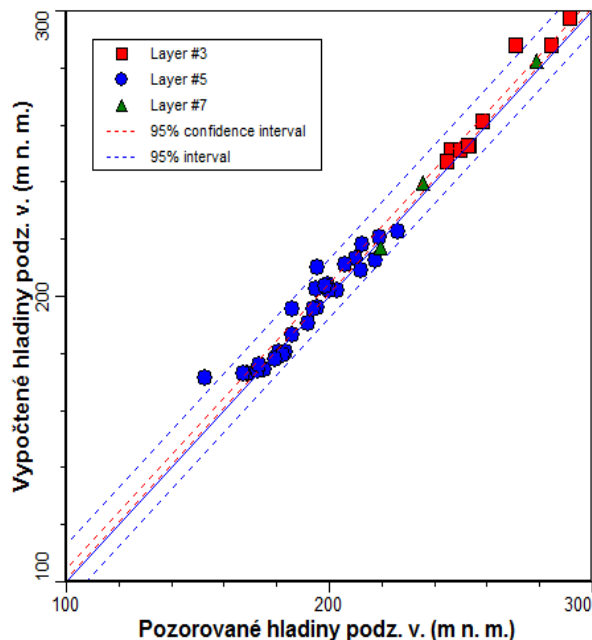
# Kalibrace na jednorázově zaměřené vrty:



# Kalibrace na kontinuálně sledované vrty:

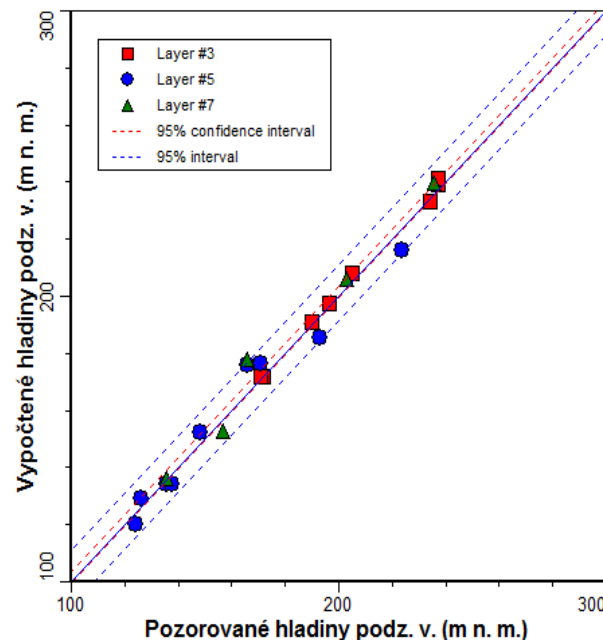


# Výstupem je kalibrovaný model:



Max. Residual: 18.767 (m) at V-1B/1  
 Min. Residual: 0.149 (m) at LO-16P/1  
 Residual Mean : 2.835 (m)  
 Abs. Residual Mean : 4.068 (m)

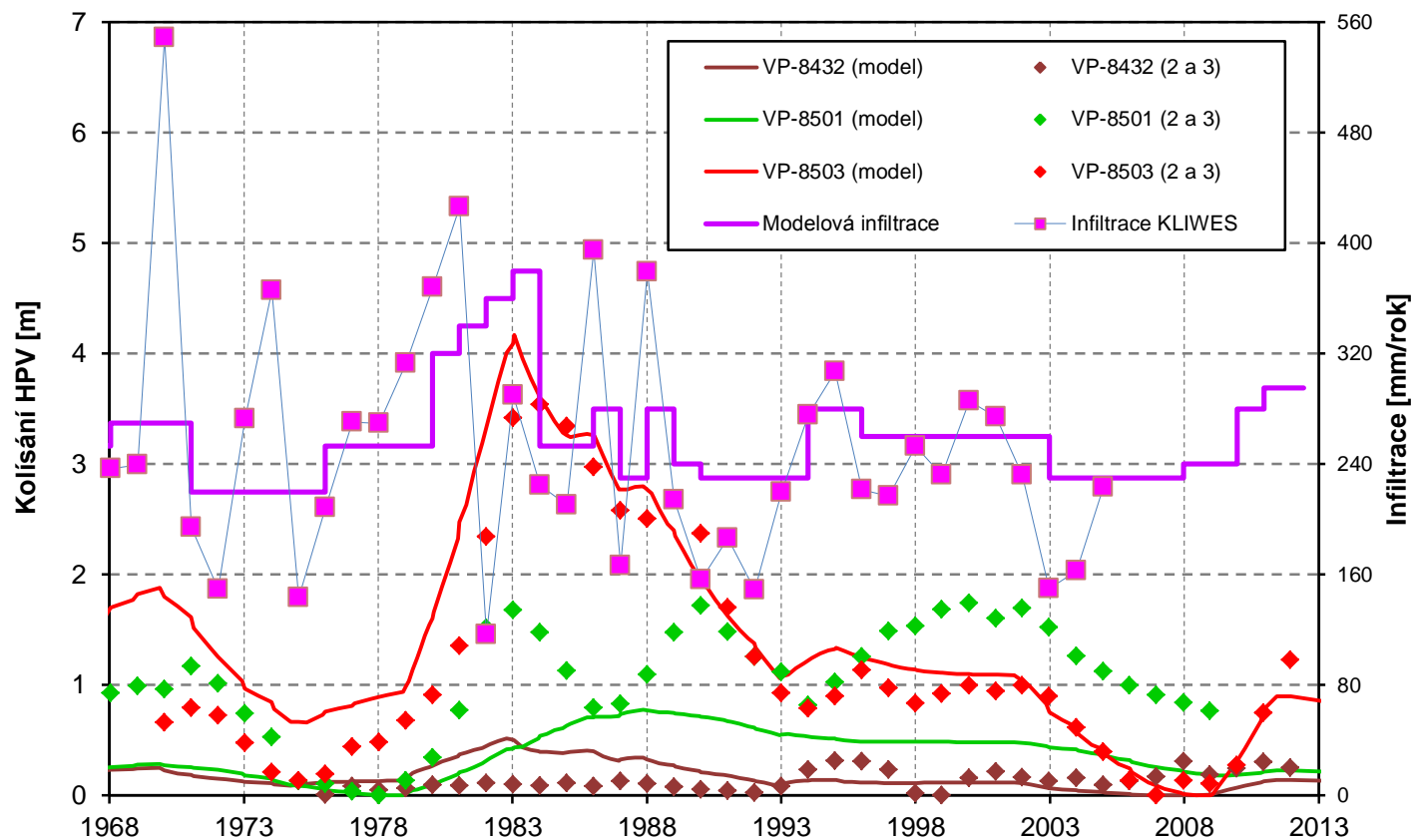
Num. of Data Points : 40  
 Standard Error of the Estimate : 0.814 (m)  
 Root Mean Squared : 5.821 (m)  
 Normalized RMS : 4.192 (%)  
 Correlation Coefficient : 0.99



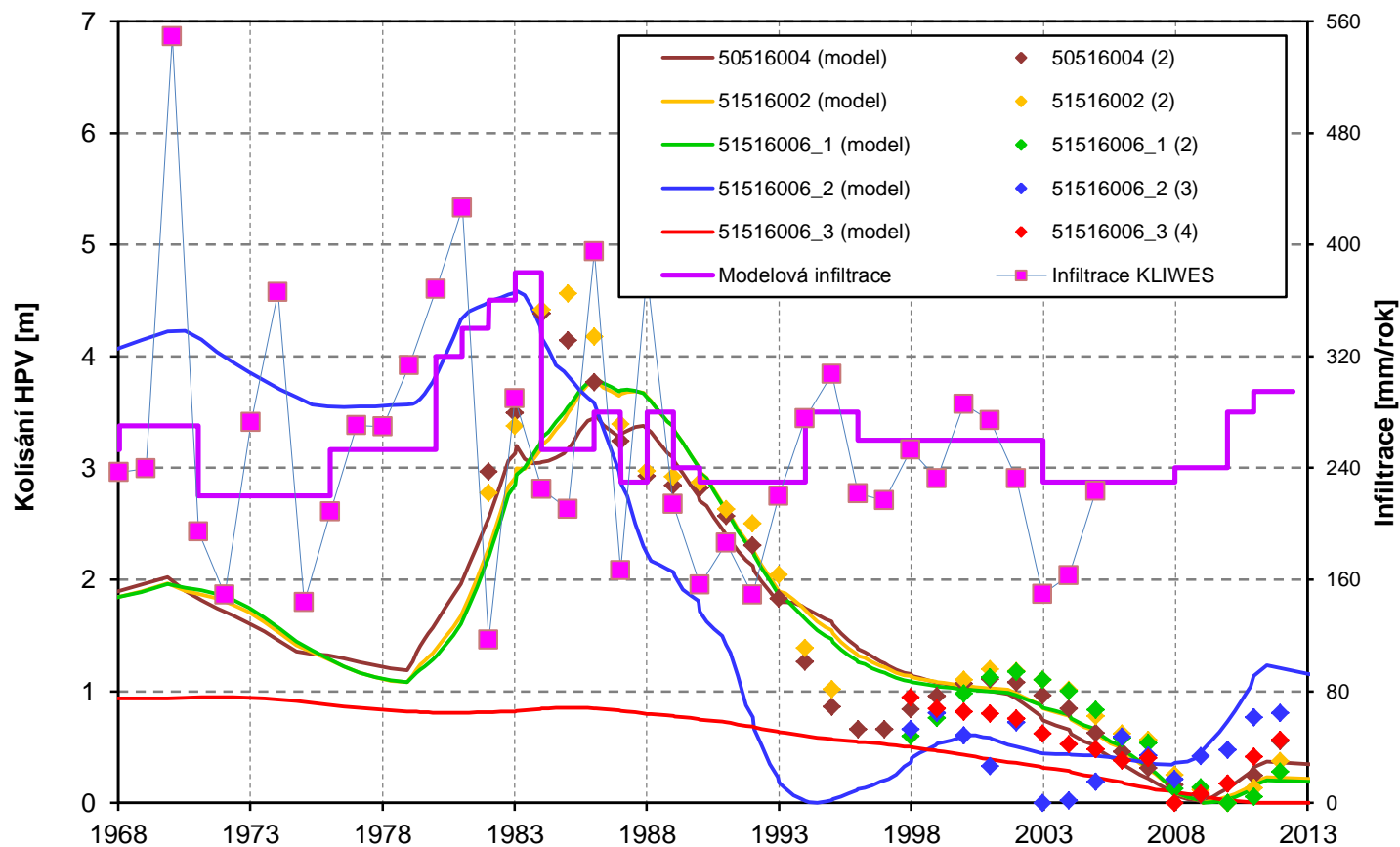
Max. Residual: 11.895 (m) at 50516018/1  
 Min. Residual: 0.31 (m) at 50516014/1  
 Residual Mean : 1.464 (m)  
 Abs. Residual Mean : 3.907 (m)

Num. of Data Points : 24  
 Standard Error of the Estimate : 0.967 (m)  
 Root Mean Squared : 4.863 (m)  
 Normalized RMS : 4.3 (%)  
 Correlation Coefficient : 0.992

# Výstupem je kalibrovaný model:

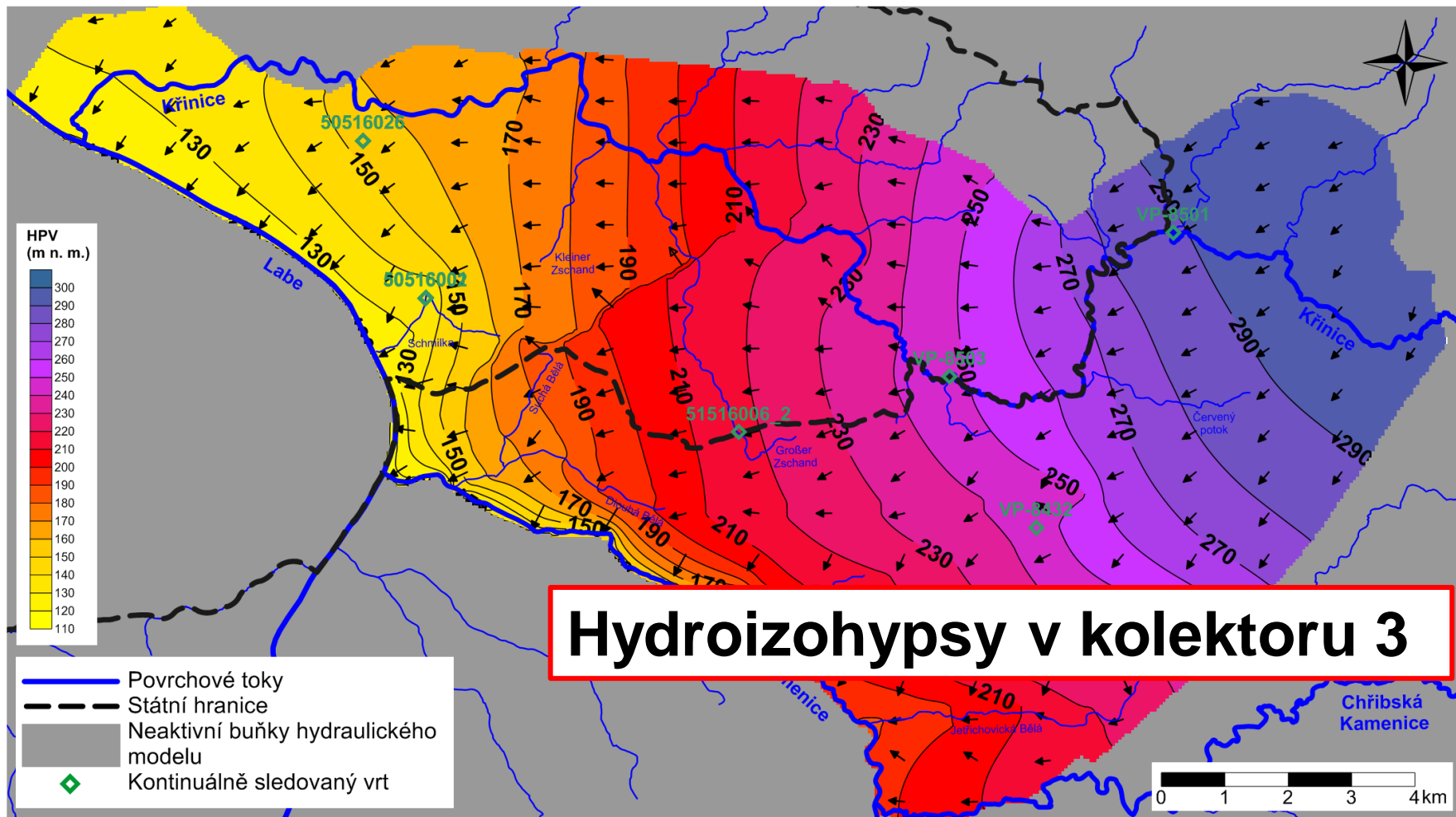


# Výstupem je kalibrovaný model:



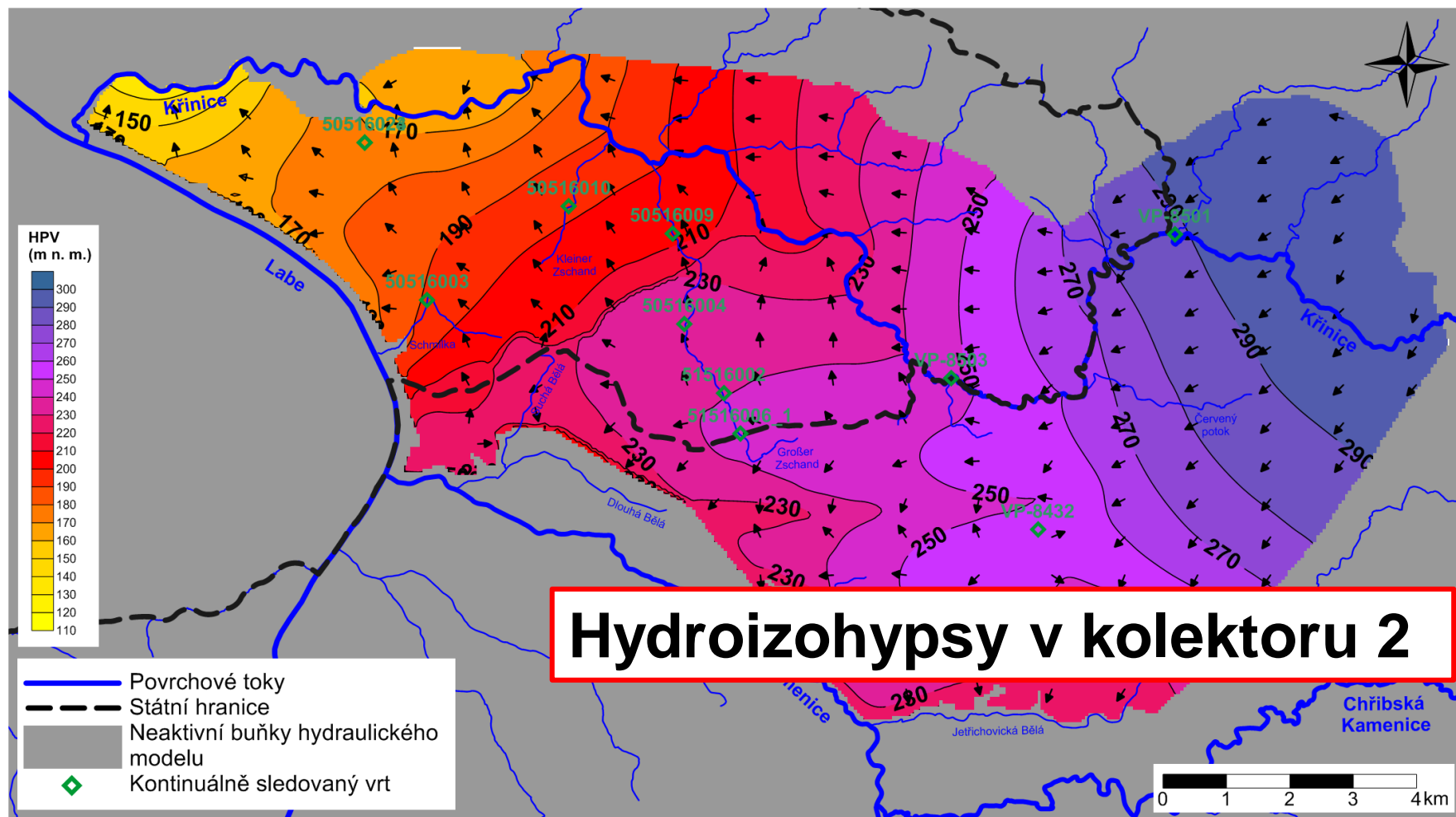


# Hydroizohypsy v kolektoru 3:

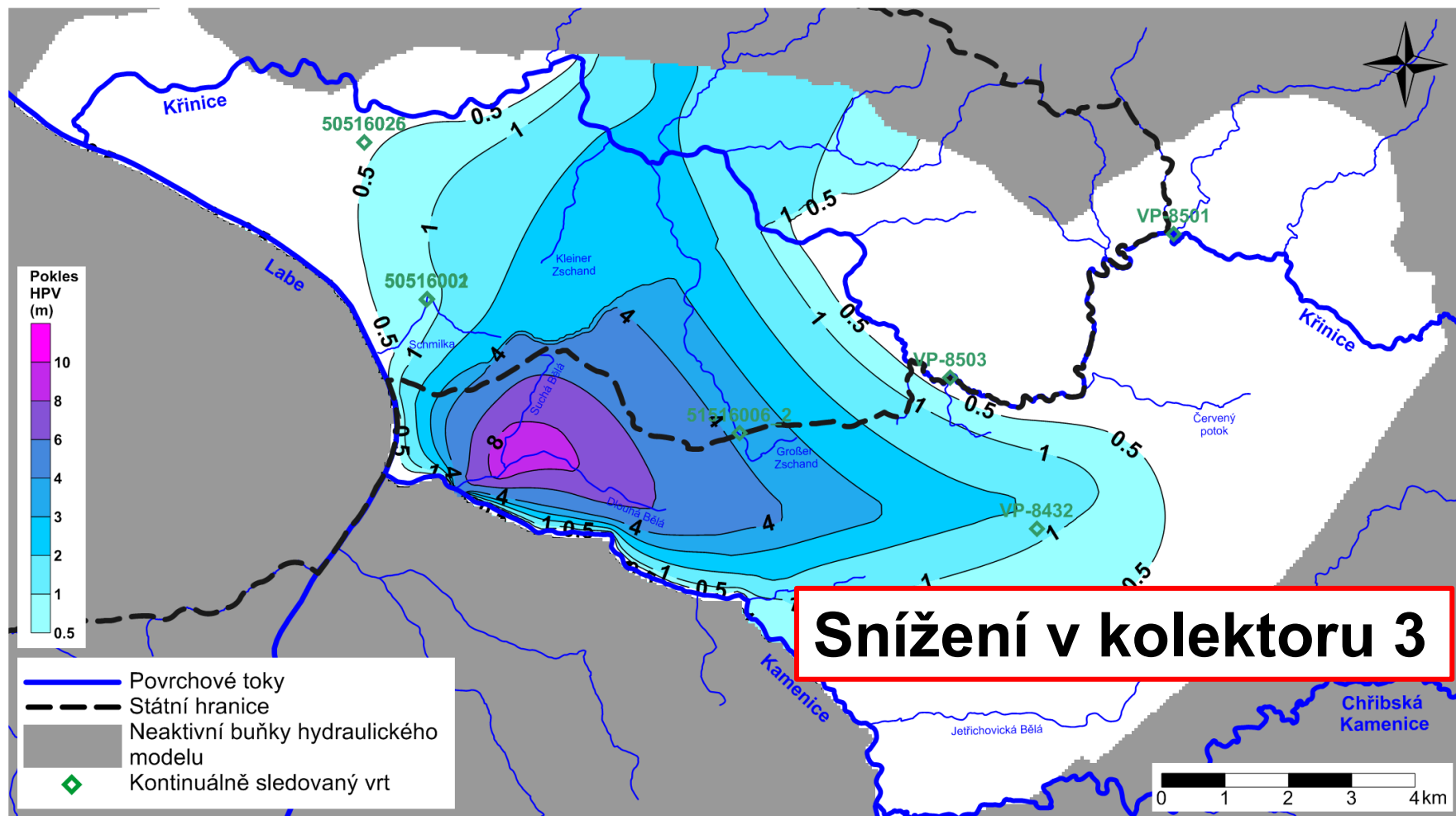




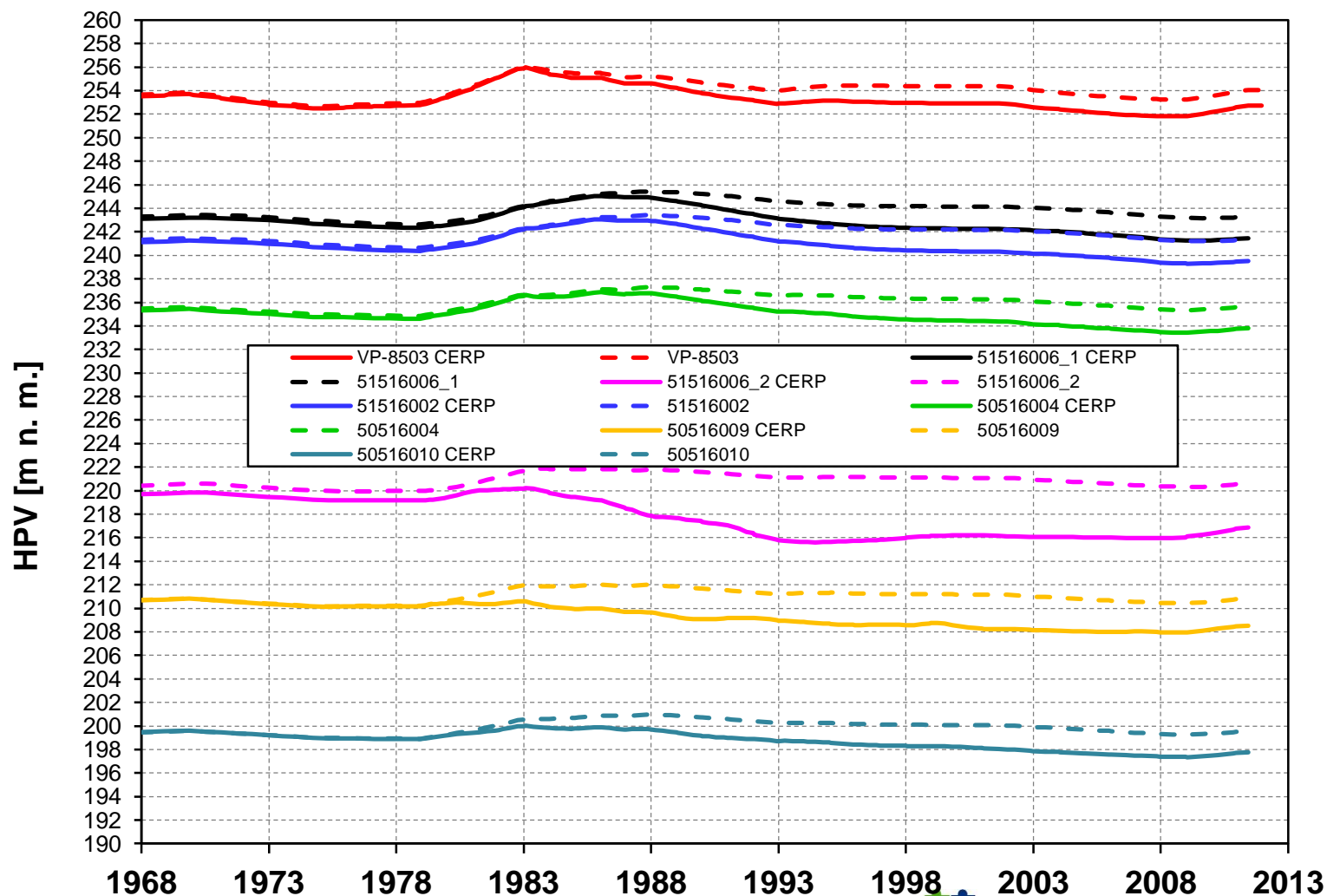
# Hydroizohypsy v kolektoru 2:



# Vliv čerpání:

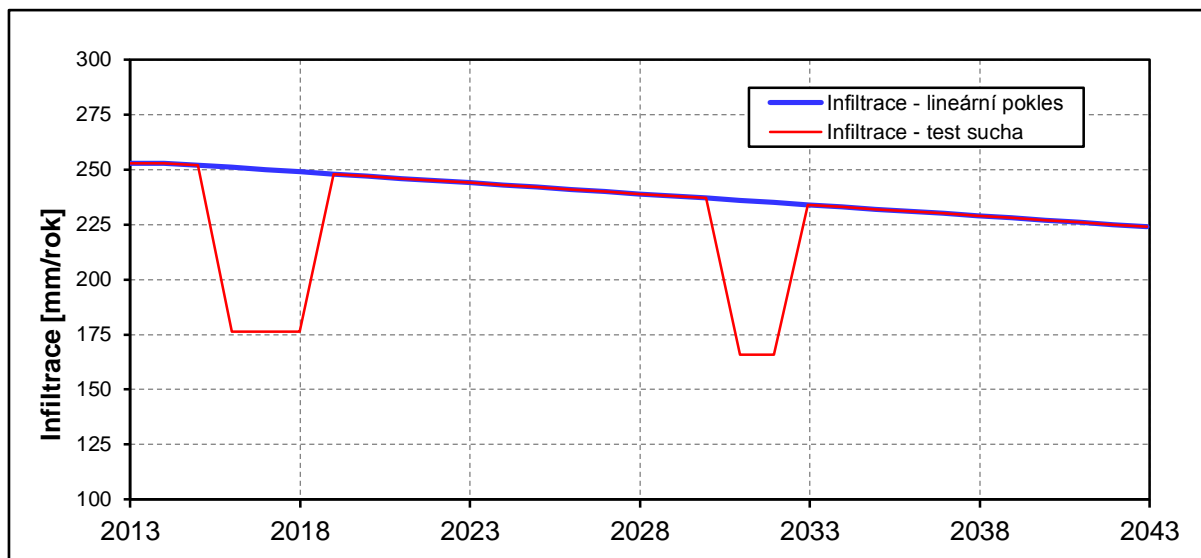


# Vliv čerpání:

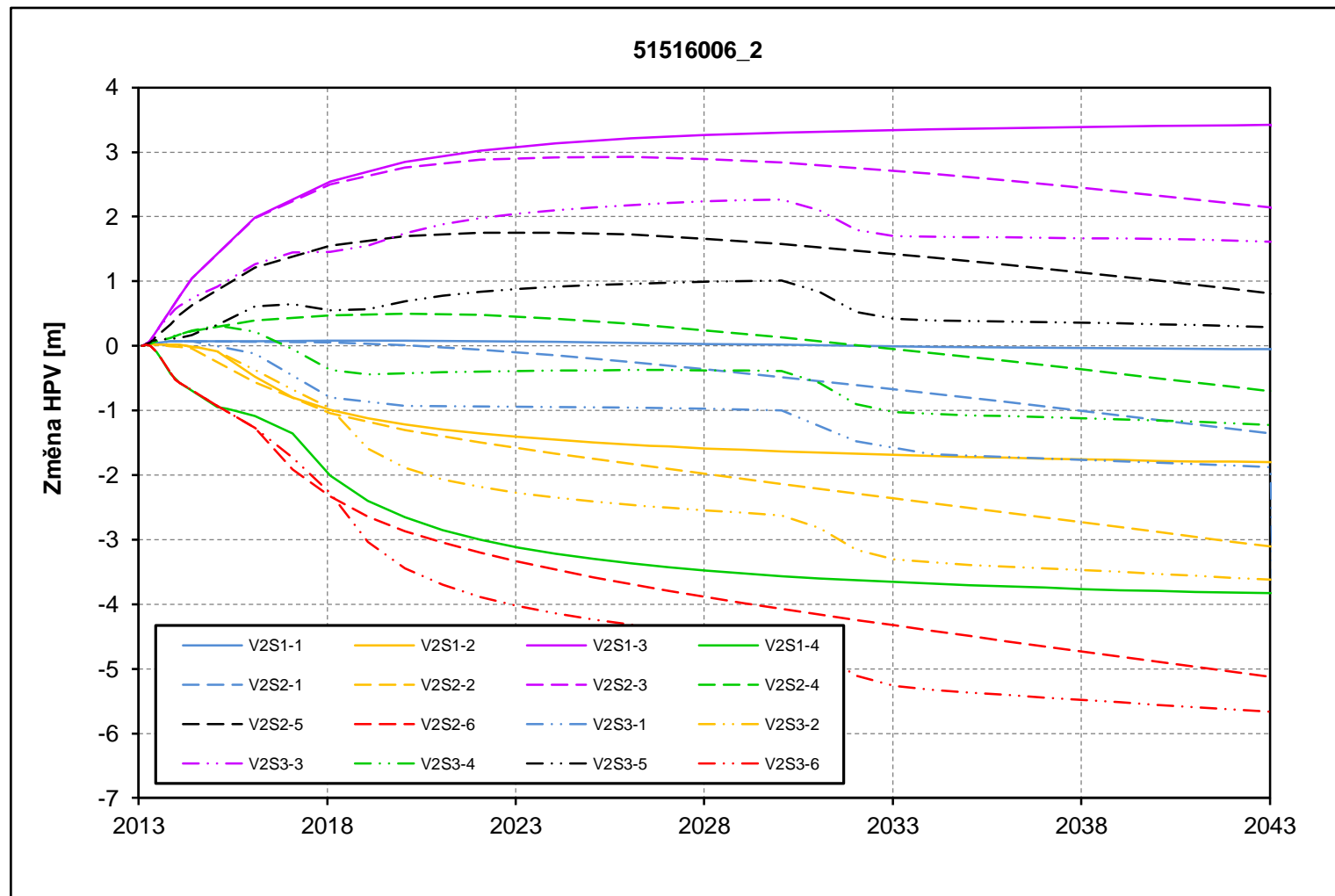


## Predikce vývoje hladin podzemní vody (2013-2043):

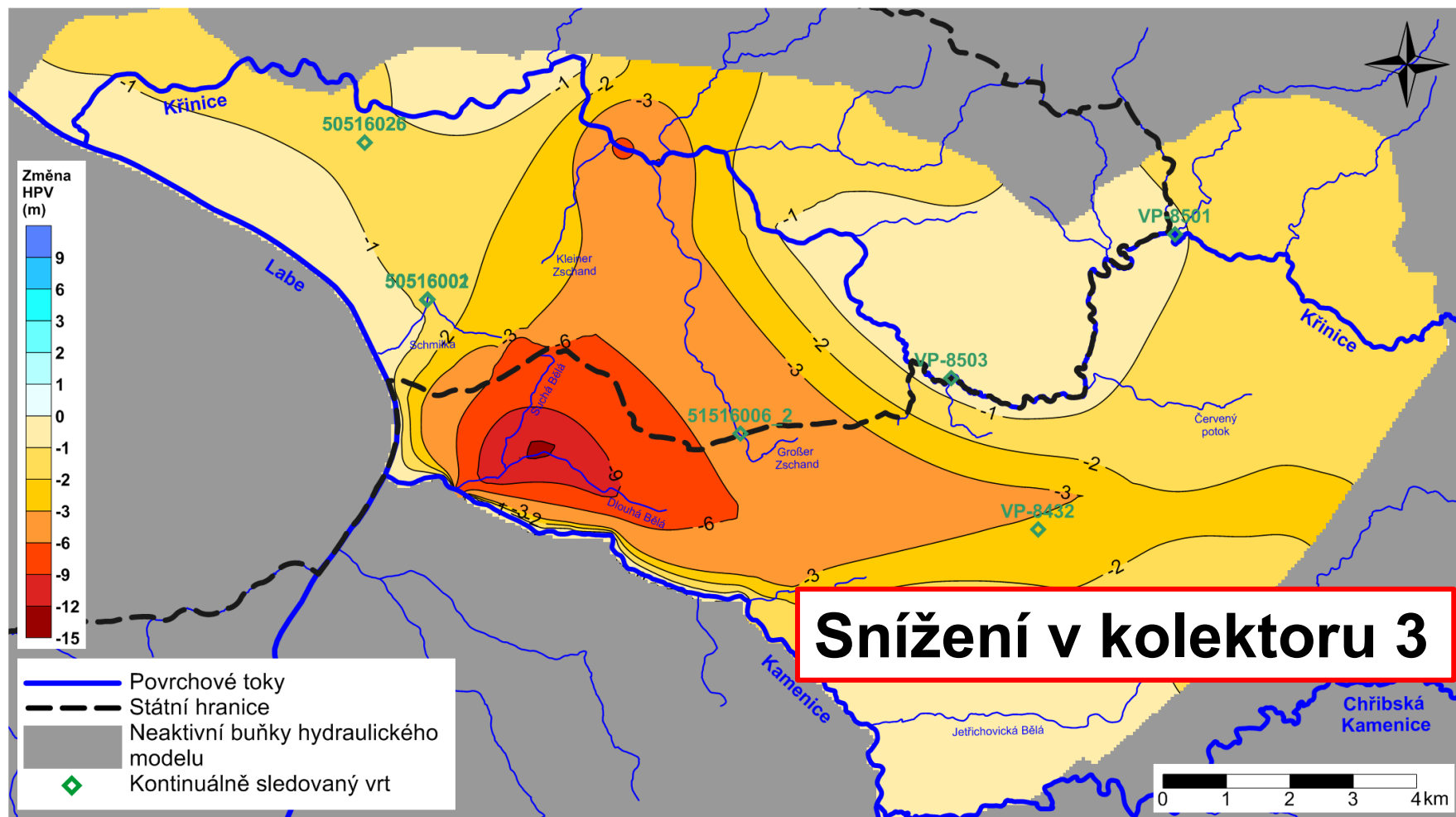
- Nakalibrovaný hydraulický model byl použit pro predikci vývoje hladin podzemních vod.
- V prognózních scénářích jsou uvažovány různé velikosti odběrů podzemní vody a různé varianty infiltrace (dlouhodobé sucho, krátkodobé sucho, atd...)



# Predikce vývoje hladin podzemní vody:



# Rozdíl hladin (V2S1-1 a V2S1-4, rok 2043):





# Hlavní závěry:

- Na kolísání hladiny podzemní vody v modelové oblasti má vliv **kombinace 2 faktorů** – velikosti infiltrace a odběrů podzemní vody.
- Dlouhodobý pokles hladiny podzemní vody ve všech pozorovacích vrtech v období 1982–1991 byl způsoben vysokými odběry podzemní vody. Celkový efekt byl navíc znásoben předcházejícím velmi vlhkým obdobím (1980–1981) a naopak následnými suchými obdobími (1980–1985, 1990–1991), která měla za následek zvýšení poklesů hladin podzemní vody na dlouhodobě pozorovaných vrtech.
- Vliv obou faktorů na kolísání hladin podzemních vod je zhruba rovnocenný.

# Hlavní závěry:

- Po roce 1991, kdy došlo k významnému snížení odběrů podzemní vody, lze zaznamenané kolísání hladin připsat zejména kolísání infiltrace, neboť odběry podzemních vod jsou od této doby na obou stranách relativně stabilní.
- Pokud budeme uvažovat průměrný pokles infiltrace o 1 mm ročně jako důsledek klimatické změny, pak dojde při konstantním odběru podzemních vod (maximální povolené množství) k poklesu až o 3,5 m v kolektoru 2, resp. 6–9 m v kolektoru 3 (v závislosti na lokalitě – drenážní/infiltrační oblast).;

# Hlavní závěry:

- Z hlediska využitelných zdrojů podzemních vod je nutné poznamenat, že jak maximální odběry, které byly zaznamenány v historii, tak i suma všech současně povolených odběrů v modelové oblasti zřejmě nepřekračují využitelné zdroje podzemních vod;
- Pokud budou odběry podzemní vody pokračovat ve stávajícím množství a zároveň se nezmění infiltrace, nedojde k poklesům hladin podzemních vod;
- Pokud se odběry podzemních dlouhodobě přiblíží k maximálně zaznamenaným odběrům, hladina podzemní vody klesne až o 4 m v kolektoru 3, avšak režim podzemních vod bude ustálený a hydrogeologická struktura nebude přetížena.

# Děkuji za pozornost

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

