

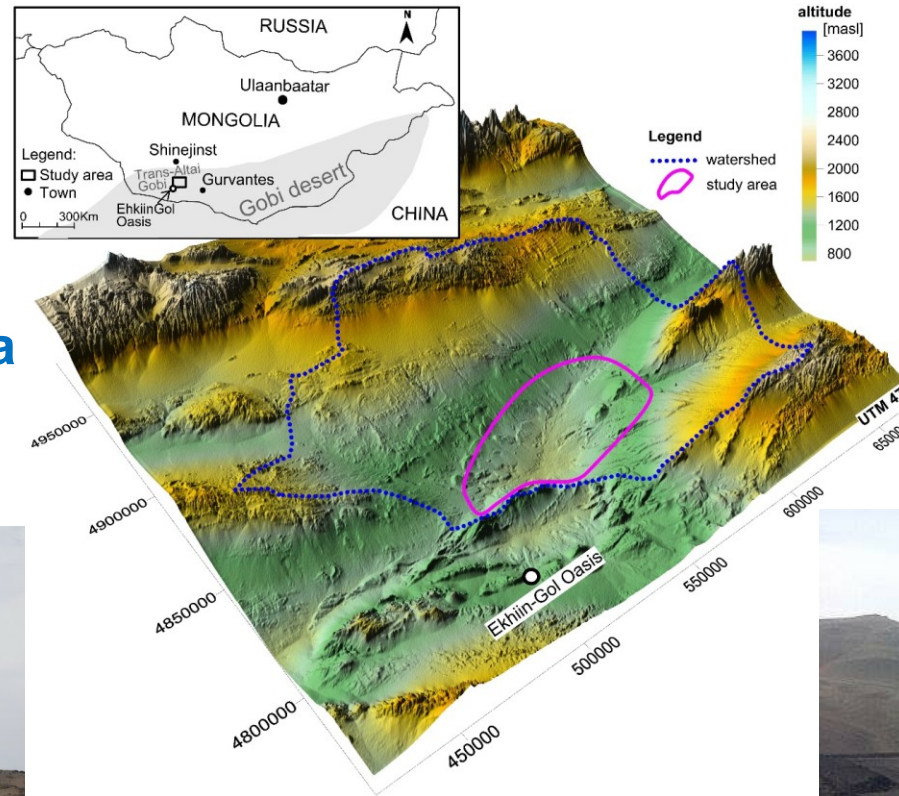
# **Vodní zdroje - případové studie II**

## **Lokalita 2**

**Mongolsko – Shinejinst**

# Těžba nerostných surovin u obce Shinejinst

- rozvoj těžby
- potřeba vody
- jediný zdroj podzemní voda



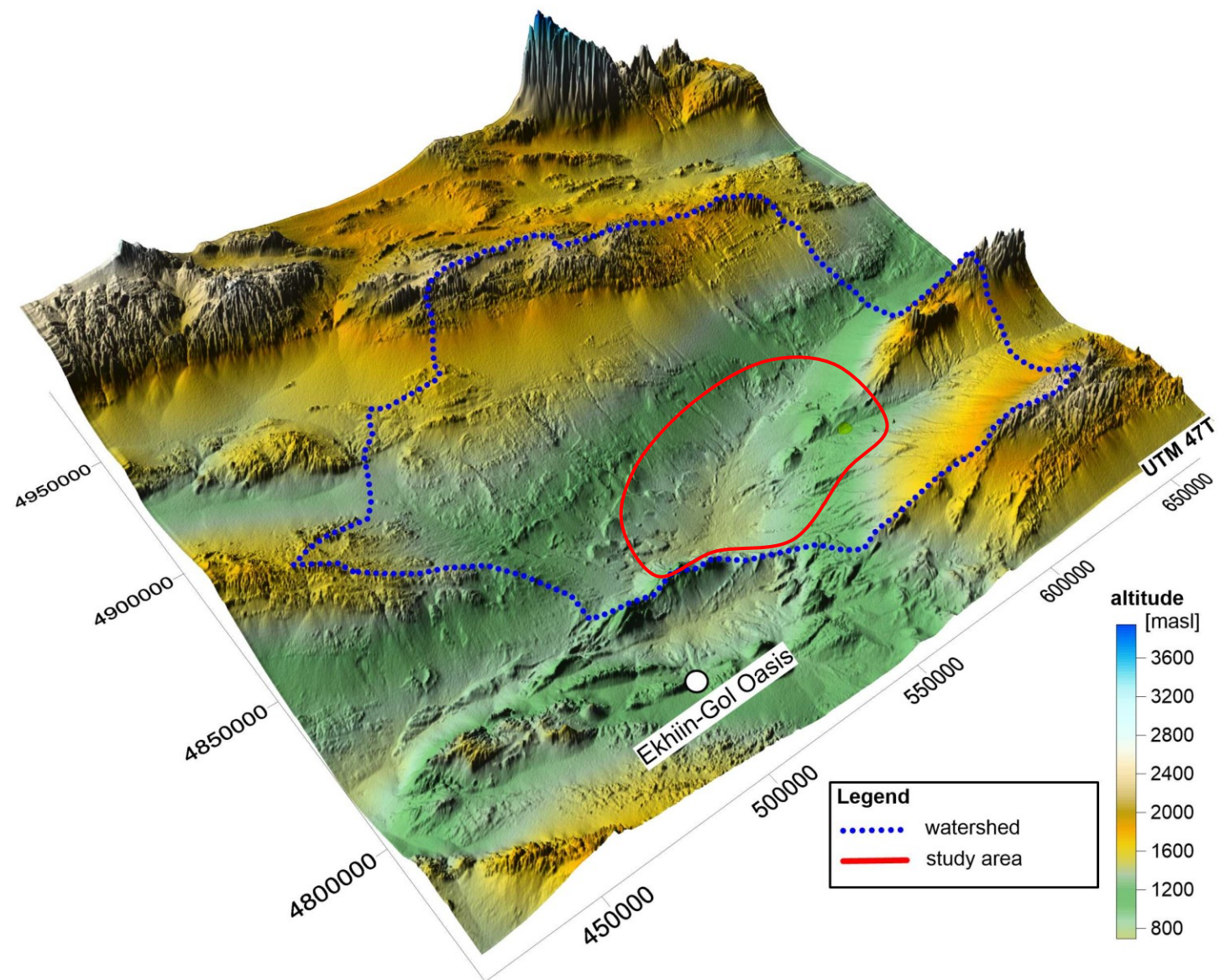
# Lokalizace

100 km jižně od Shinejinst

- uzavřená bezodtoká pánev
- 19 000 km<sup>2</sup>
- 700 až 2300 m n. m.

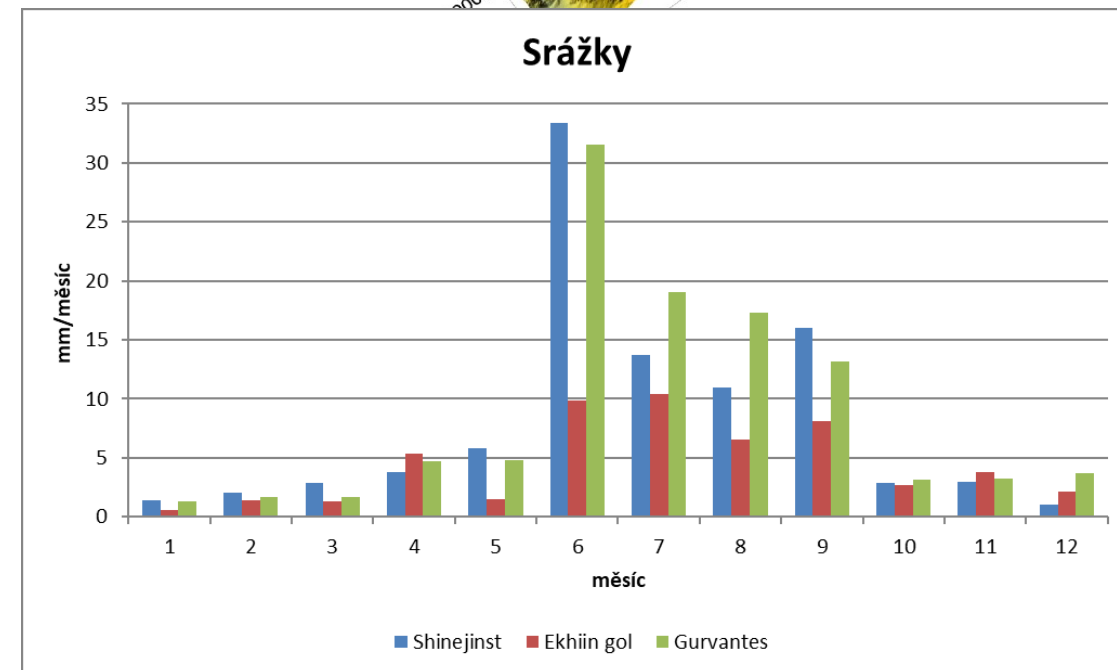
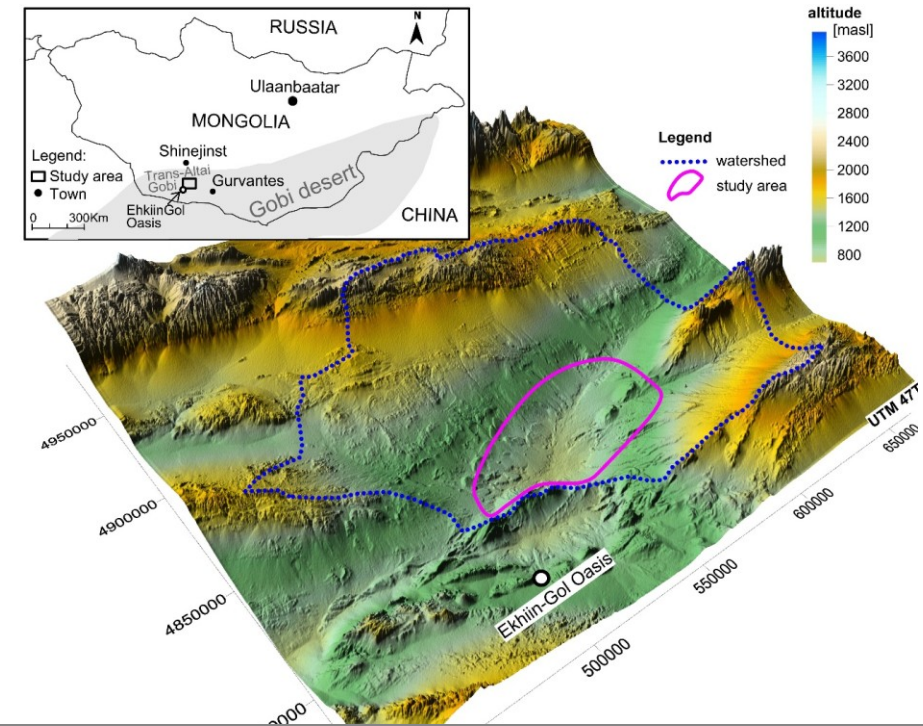


# Lokalizace



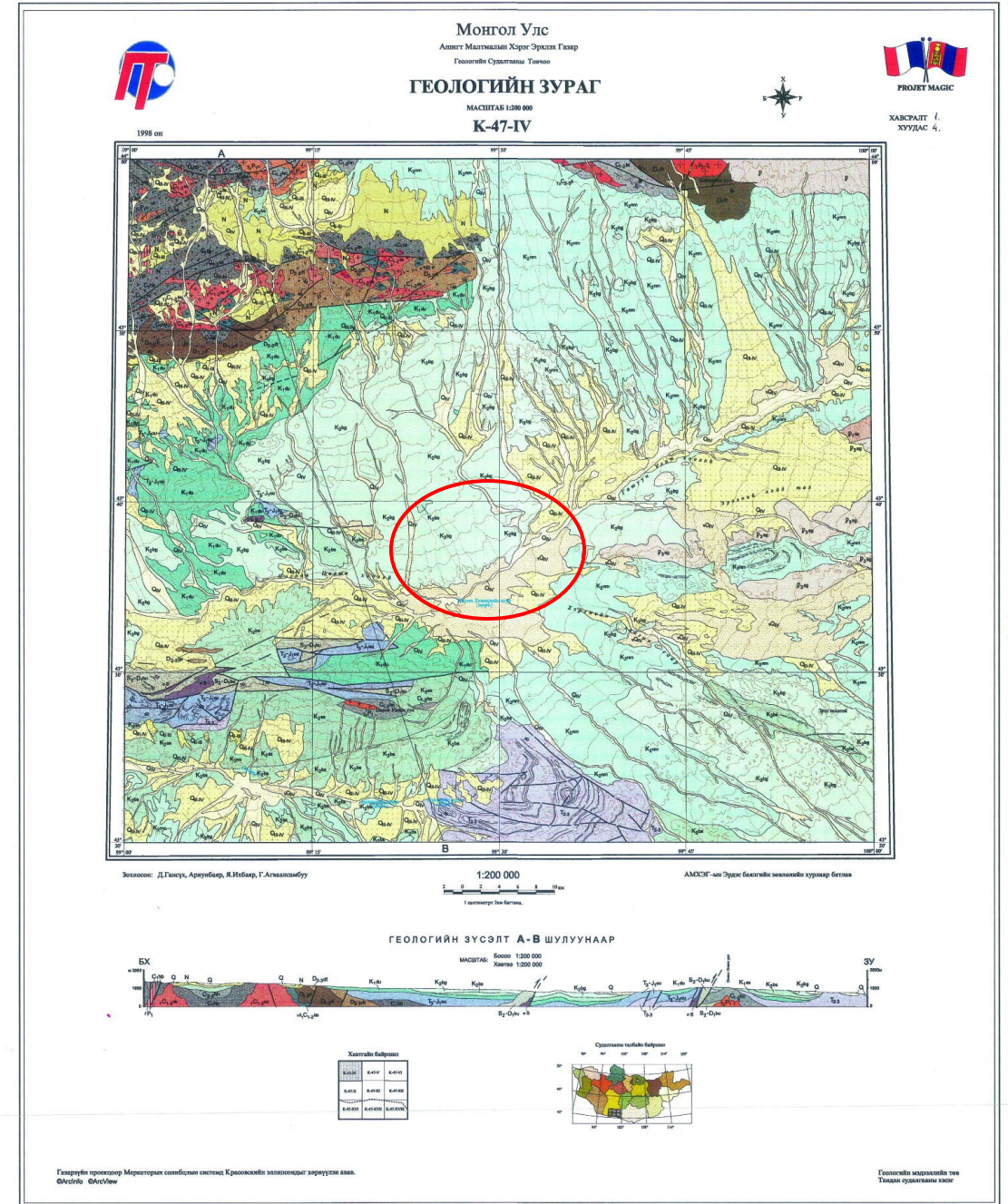
# Klima

- studená aridní oblast
- průměrná teplota 5 °C
- průměrná měsíční teplota -22 až +17 °C (2011-2015)
- srážky v Shinejinst 66 až 159 mm/rok (2011-2015)
- odvodnění pánve pouze výparem (endroheic basin, closed basin)



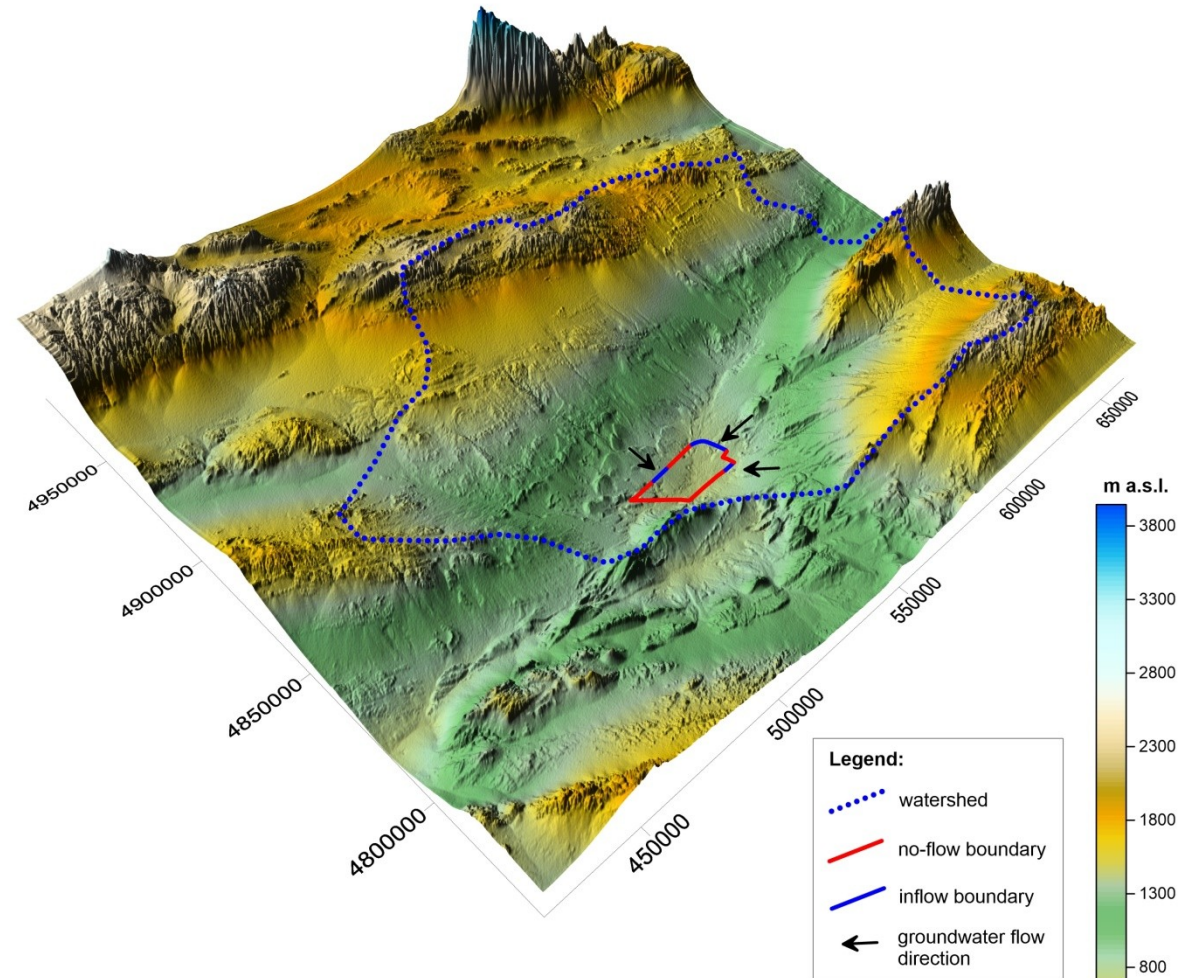
# Geologie

- sladkovodní svrchnokřídové sedimenty
- fluviální a lakustrinní sedimenty
- sedimenty řek a dočasných jezer
- efektivní mocnost zvodně v centru pánve 40-130 m
- slepence, pískovce, prachovce, jílovce



# Koncepční hydrogeologický model

Klíčový krok při hodnocení jakékoliv lokality  
a v podstatě jakékoliv HG úlohy



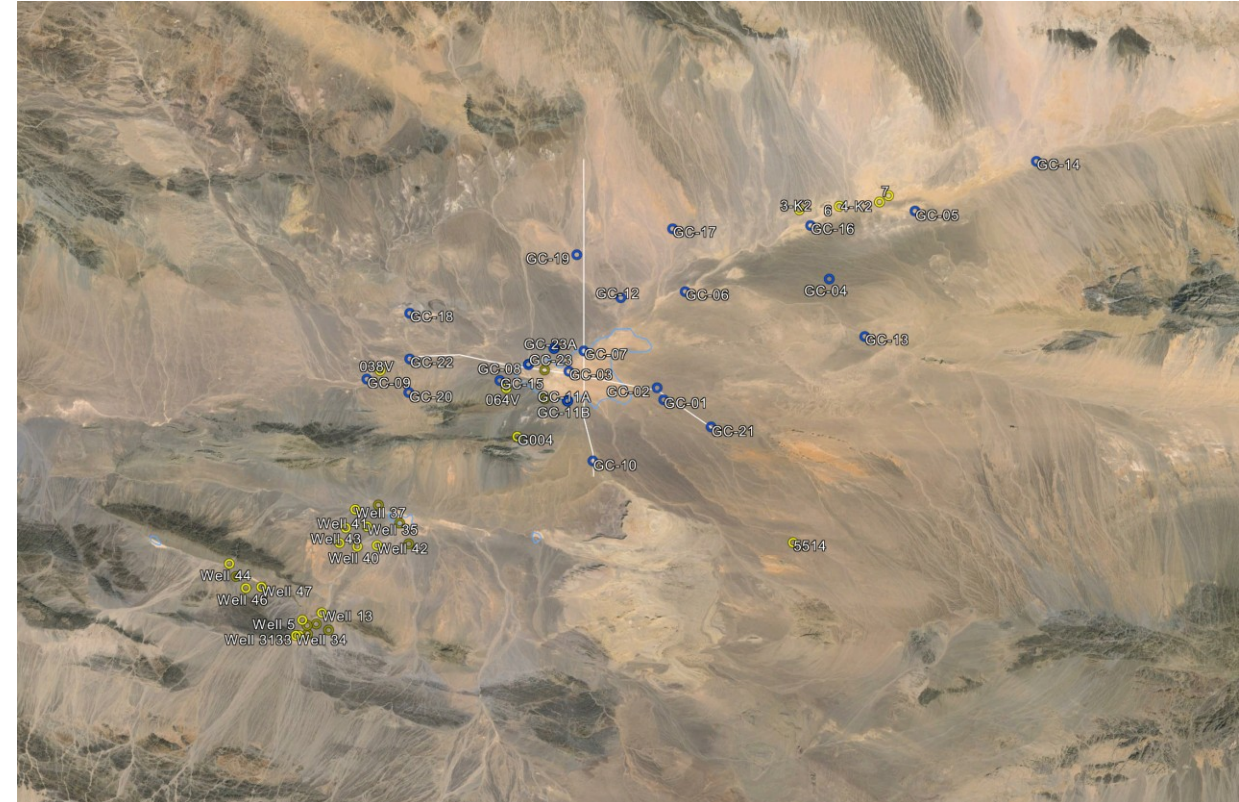
# a) Hydrogeologická prozkoumanost

- 30 starých vrtů (1986-87) – hloubka 30-291 m
- 20 nových vrtů – hloubka 125-300 m
- geofyzikální průzkum (VES – vertikální elektrické sondování)
- hydrodynamický výzkum – čerp/stoup zk. – Cooper-Jacob
- 33 hodnot transmissivity (vč. odvození ze specifické kapacity vrtů)

$$T = 33.6 \left( \frac{Q}{h_0 - h_1} \right)^{0,67}$$

*Razack and Huntley (1991)*

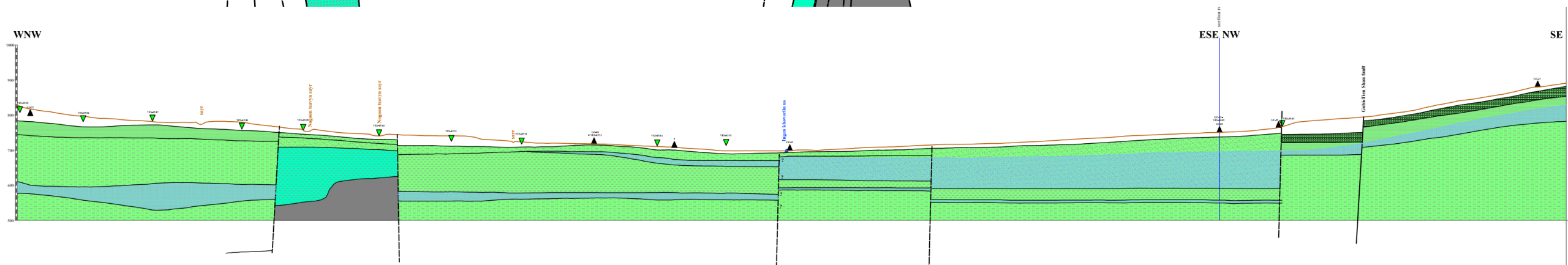
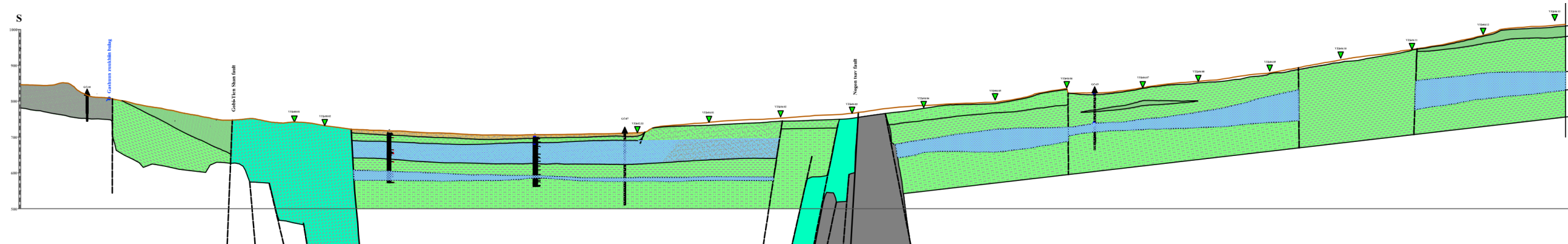
- 31 hladin PV
- 30 vrtů – vzorkování – celkový chemismus a stabilní izotopy vody





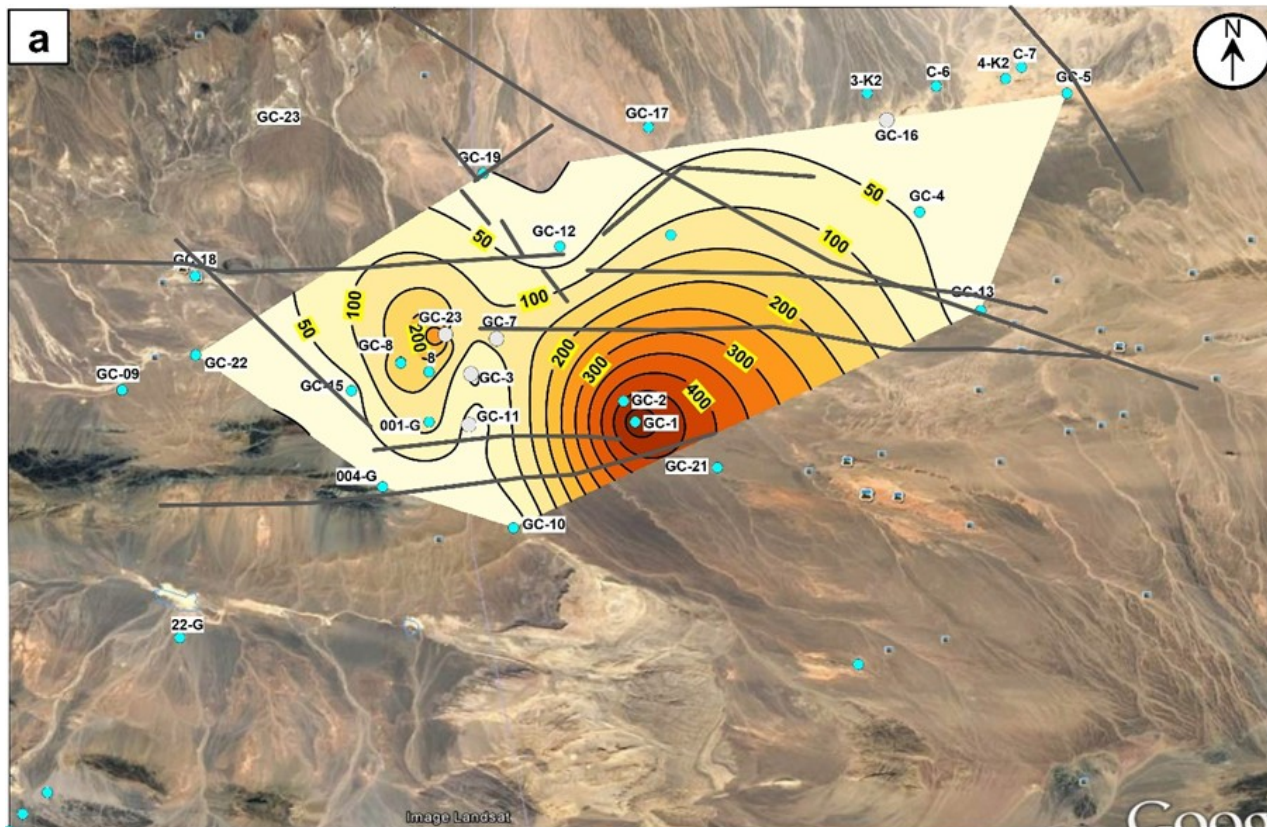
# b) Hydrogeologická stavba

autor řezů: dr: V. Fűrých (2016)

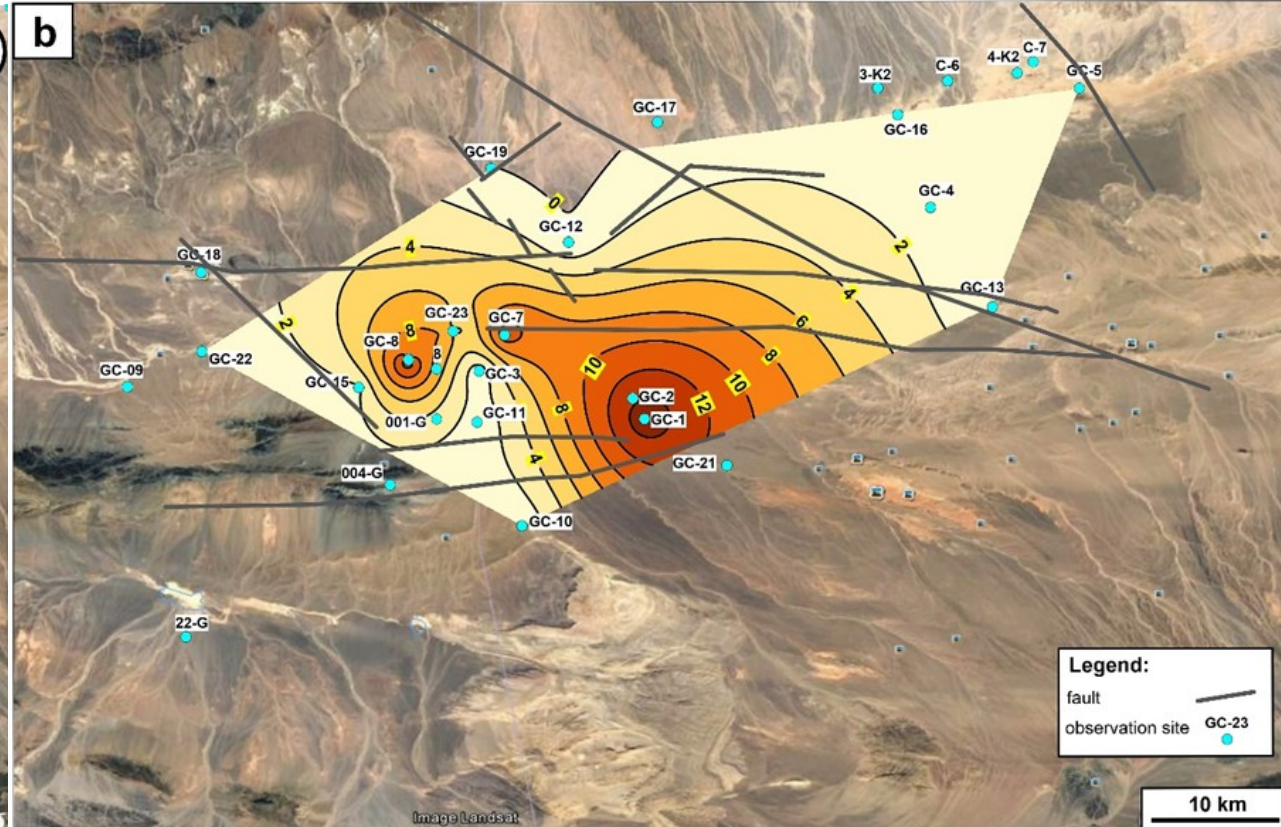


# c) Hydrogeologické parametry

## Transmisivita

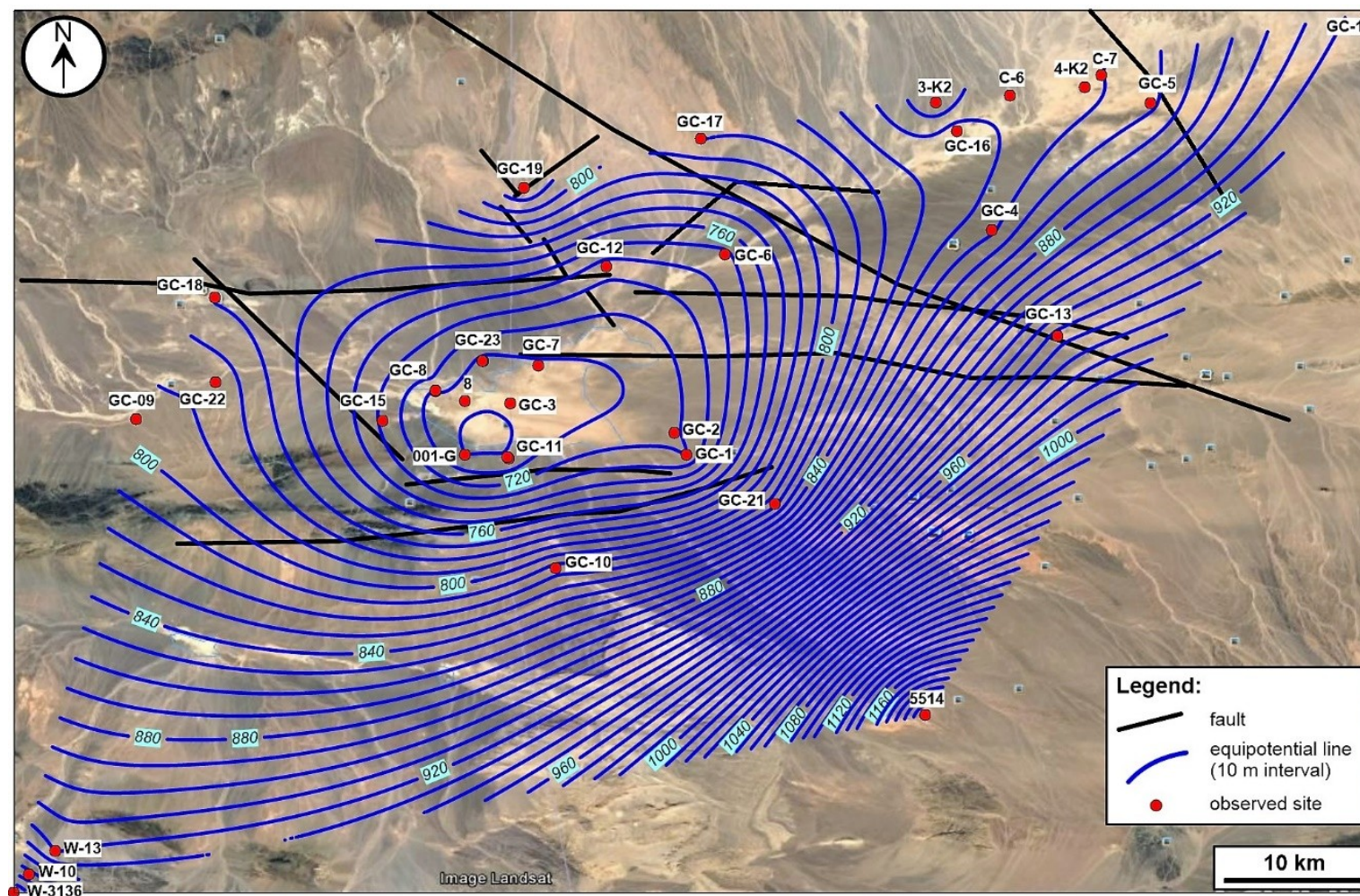


## Hydraulická vodivost



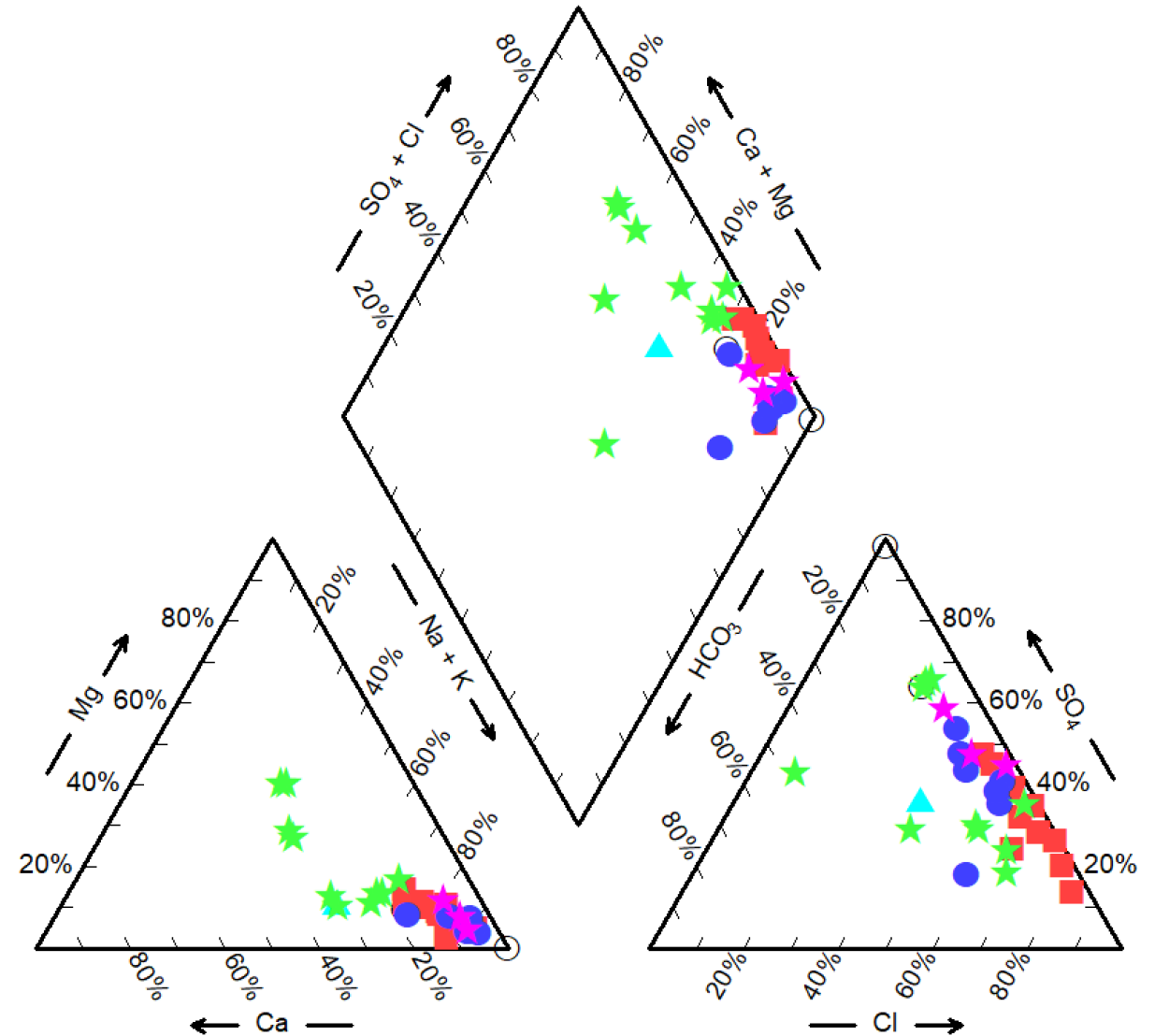
# d) Proudění podzemních vod

Mapa izohyps



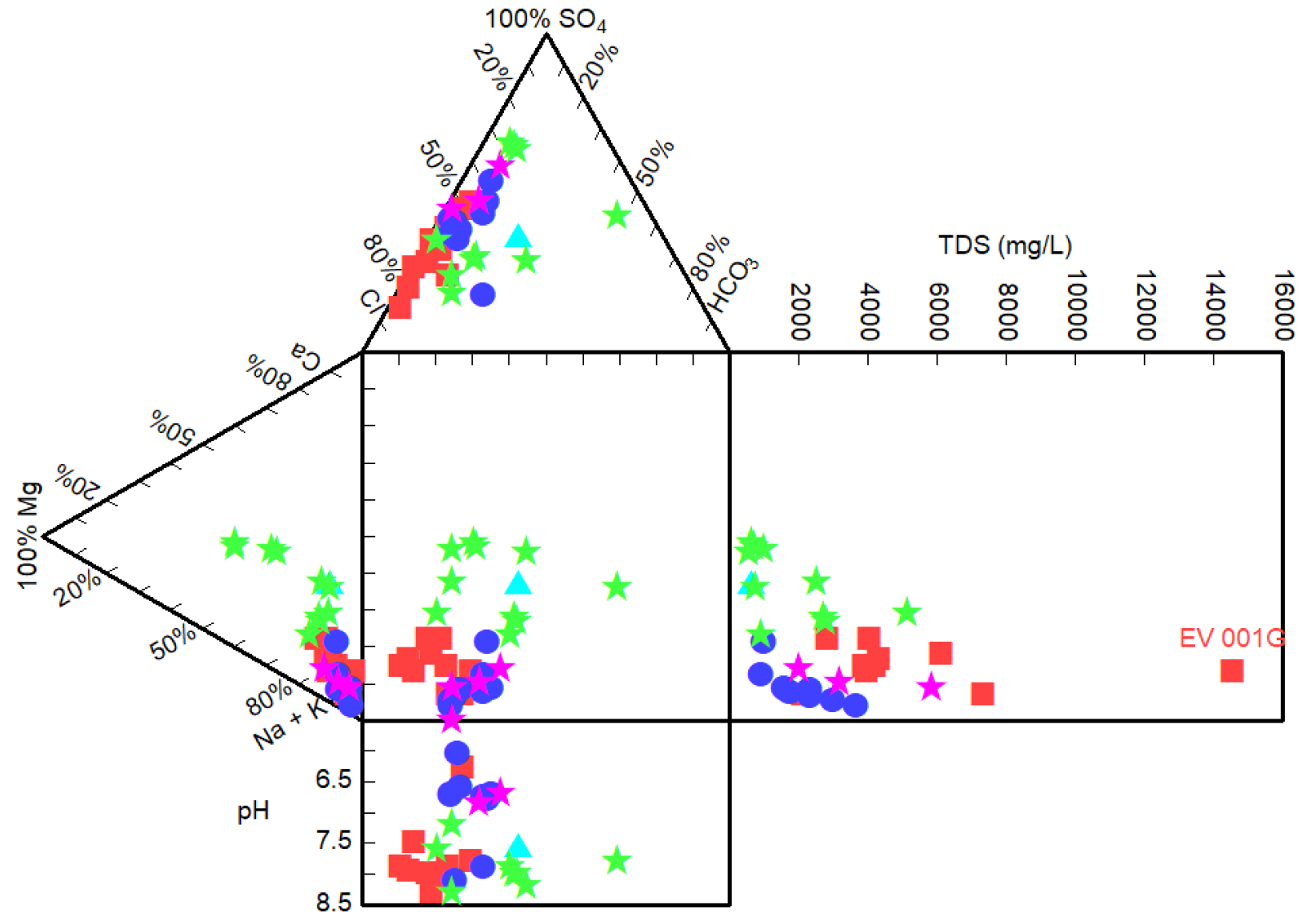
# e) Chemismus podzemních vod

Izotopy a Piperův diagram



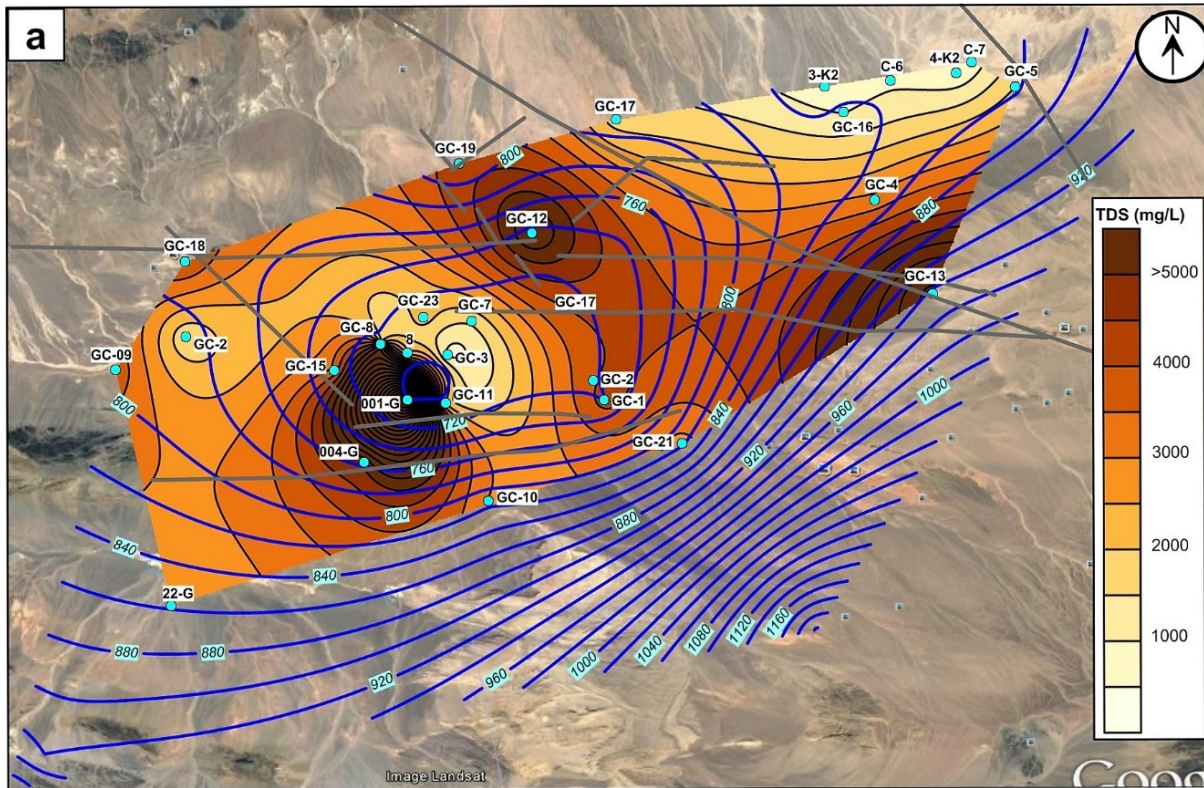
# e) Chemismus podzemních vod

## Durovův diagram

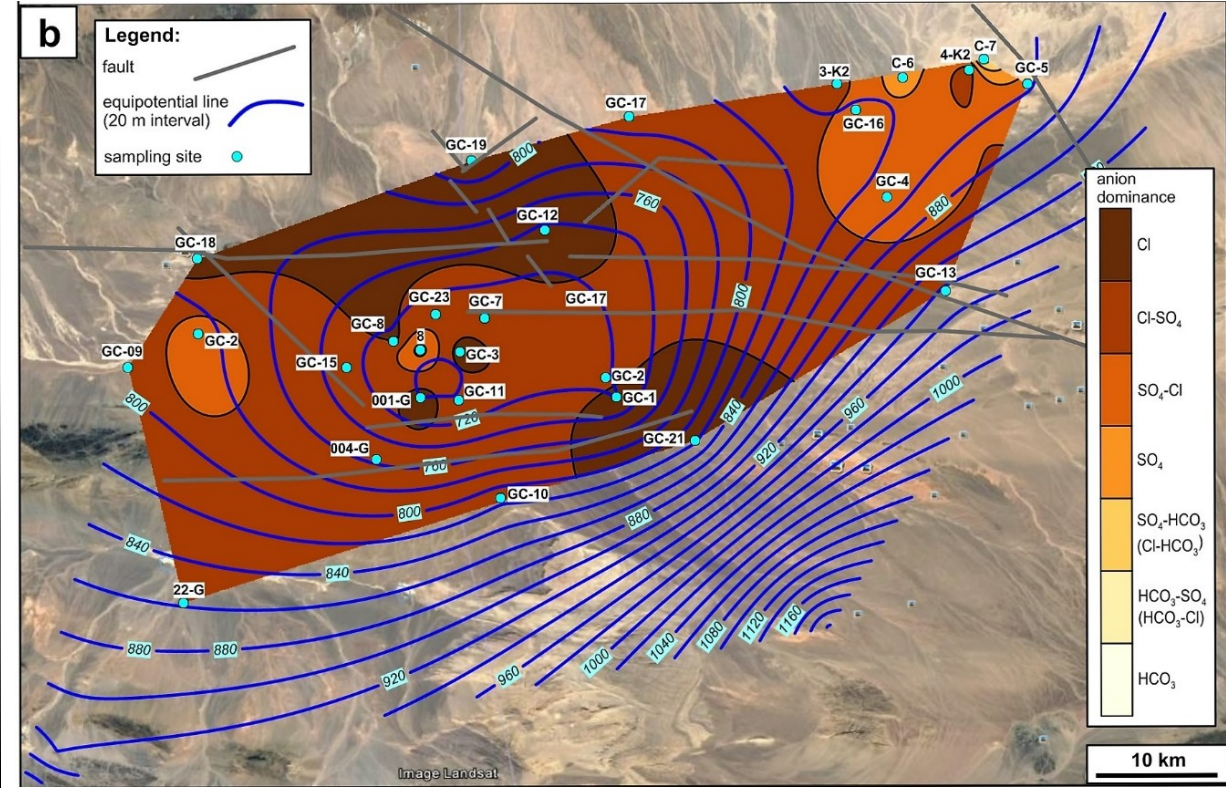


# e) Chemismus podzemních vod

## Hydrochemický typ vod

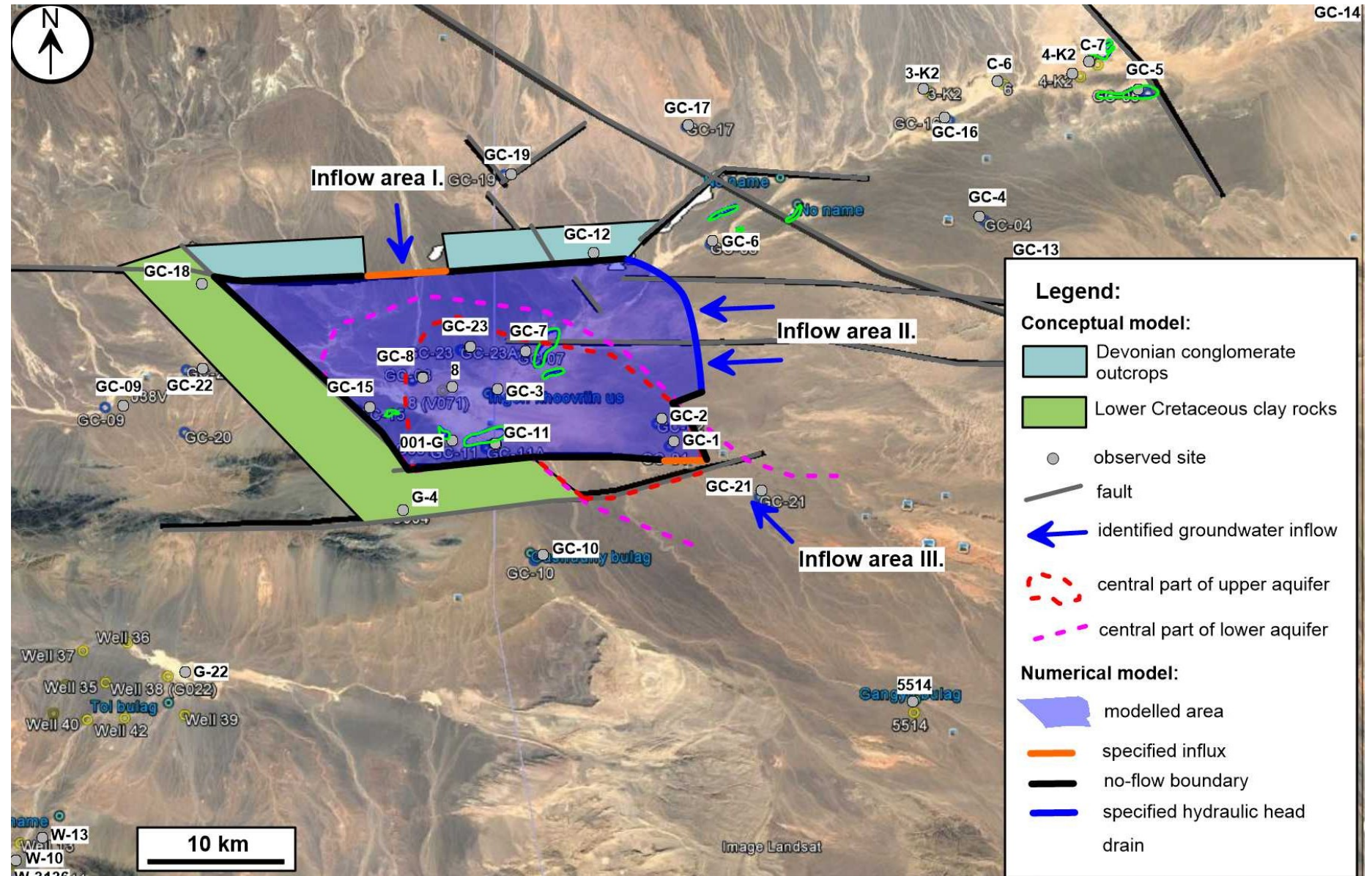


## Mineralizace vod

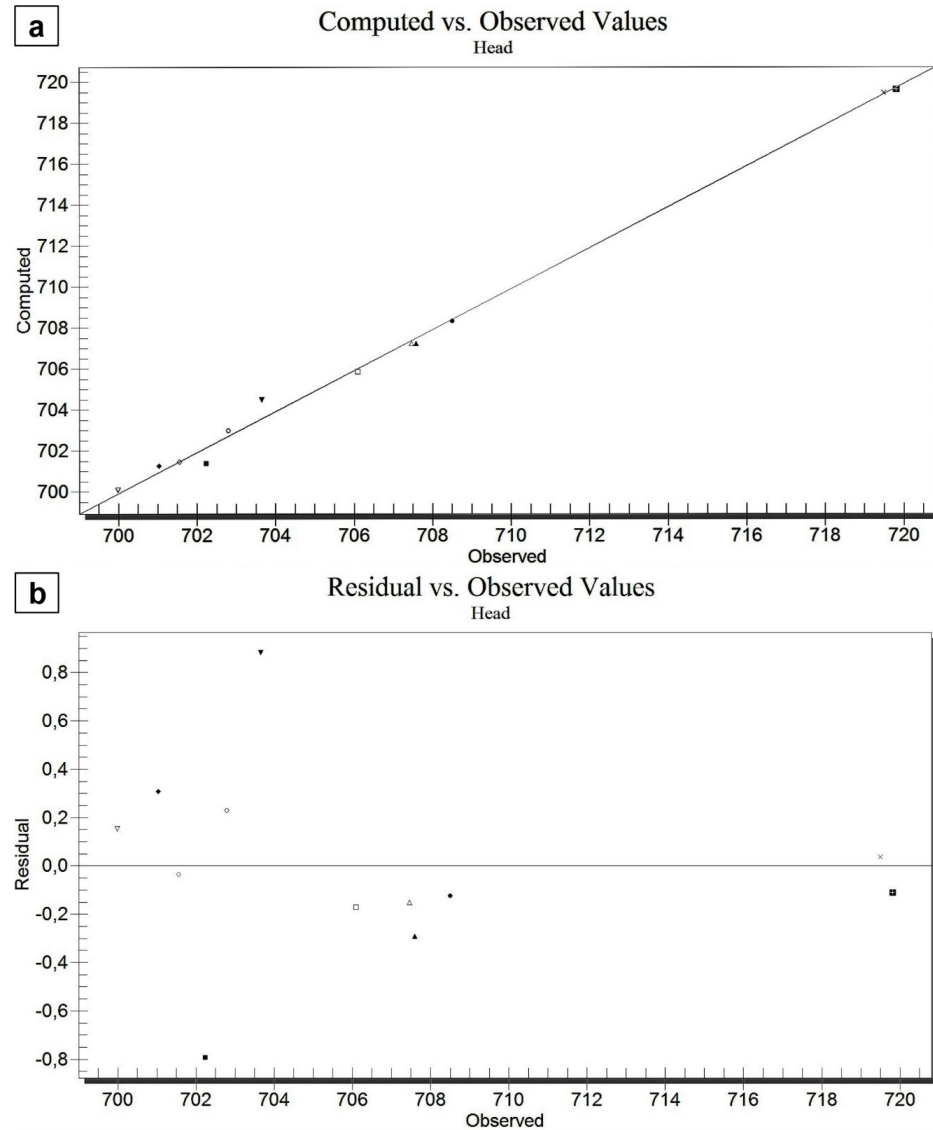


# Koncepční hydrogeologický model

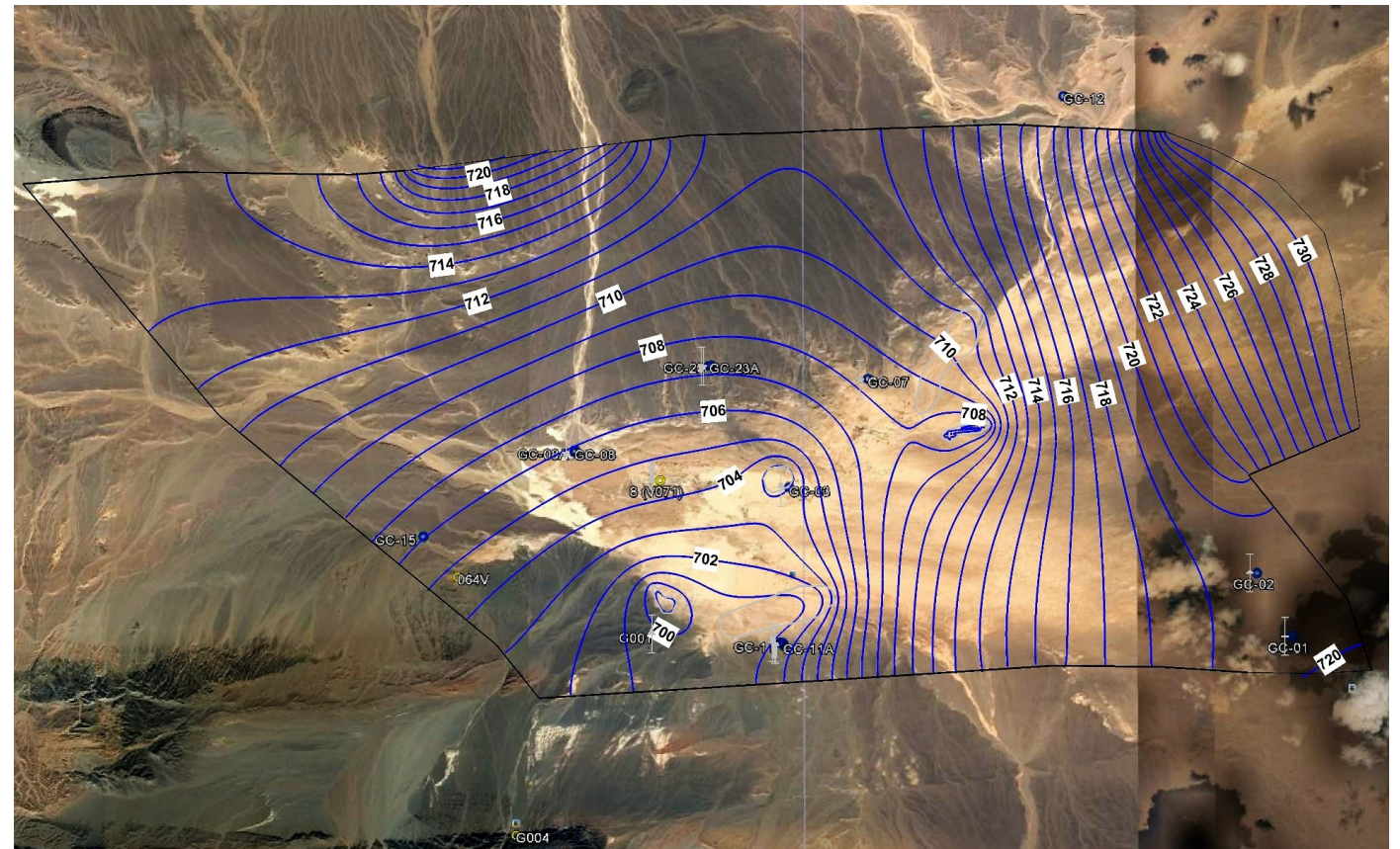
- model ověřen úspěšnou kalibrací
- v průběhu kalibrace bývá běžně koncepční model zpřesňován



# Numerický hydrogeologický model



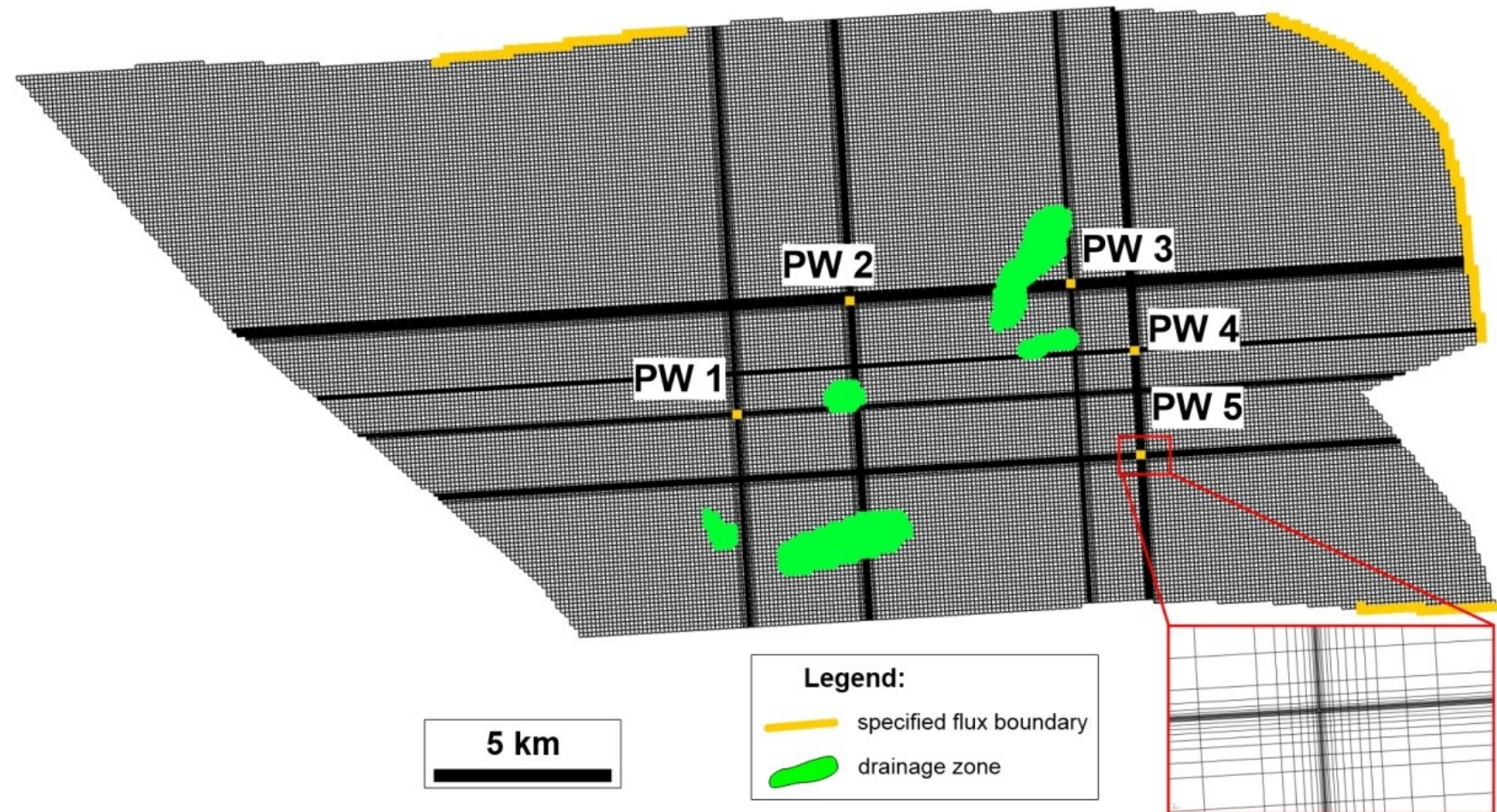
**Přítok podzemní vody do modelu 73 l/s**





# Numerický hydrogeologický model

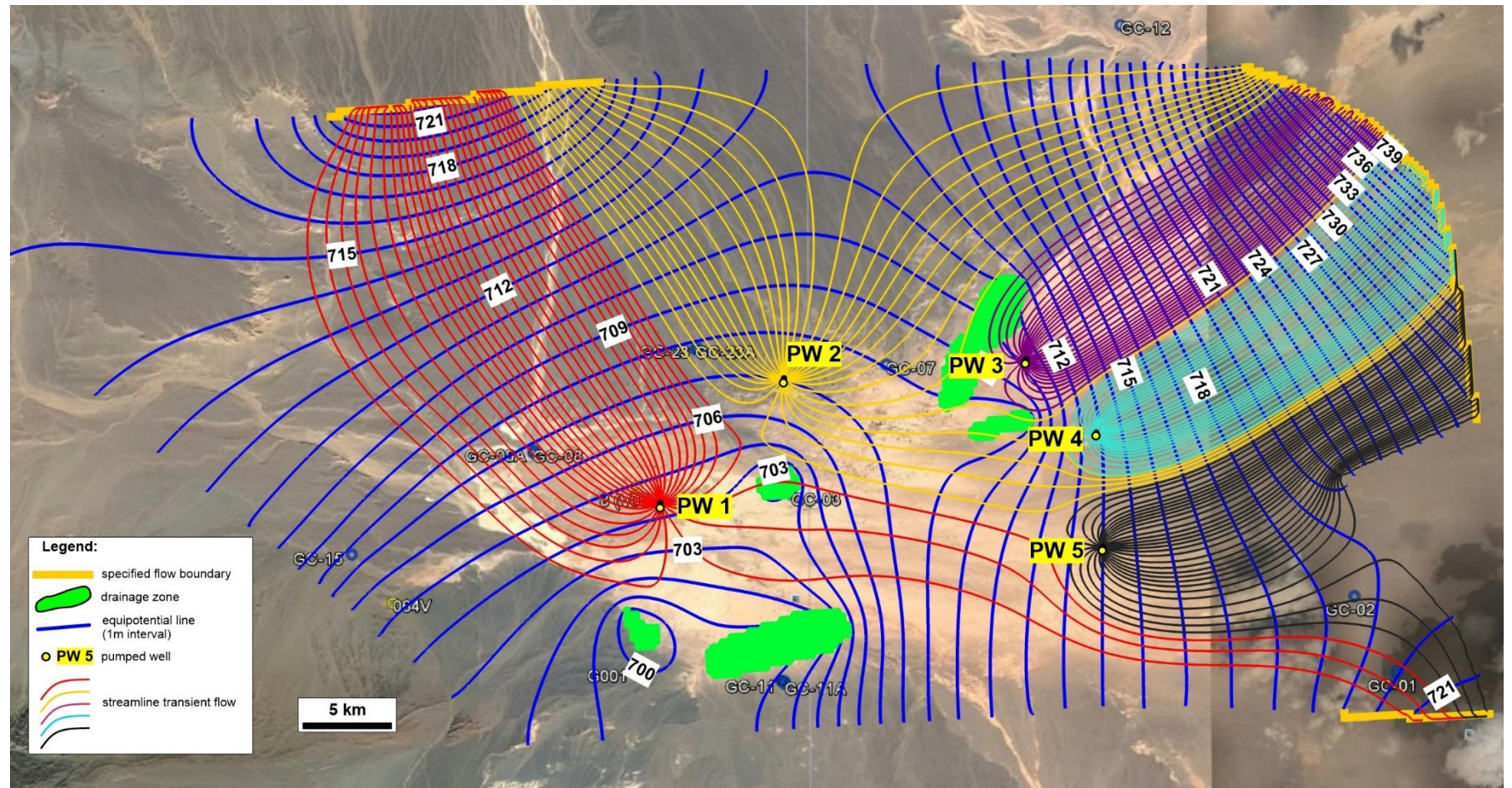
Návrh čerpání podzemních vod (70 l/s)



# Numerický hydrogeologický model

## Návrh čerpání podzemních vod (70 l/s)

Pumping well	Flow rate (m <sup>3</sup> /s)
PW 1	1 260
PW 2	1 260
PW 3	960
PW 4	1 260
PW 5	1 260
In total	6 000 (72 l/s)



# Numerický hydrogeologický model

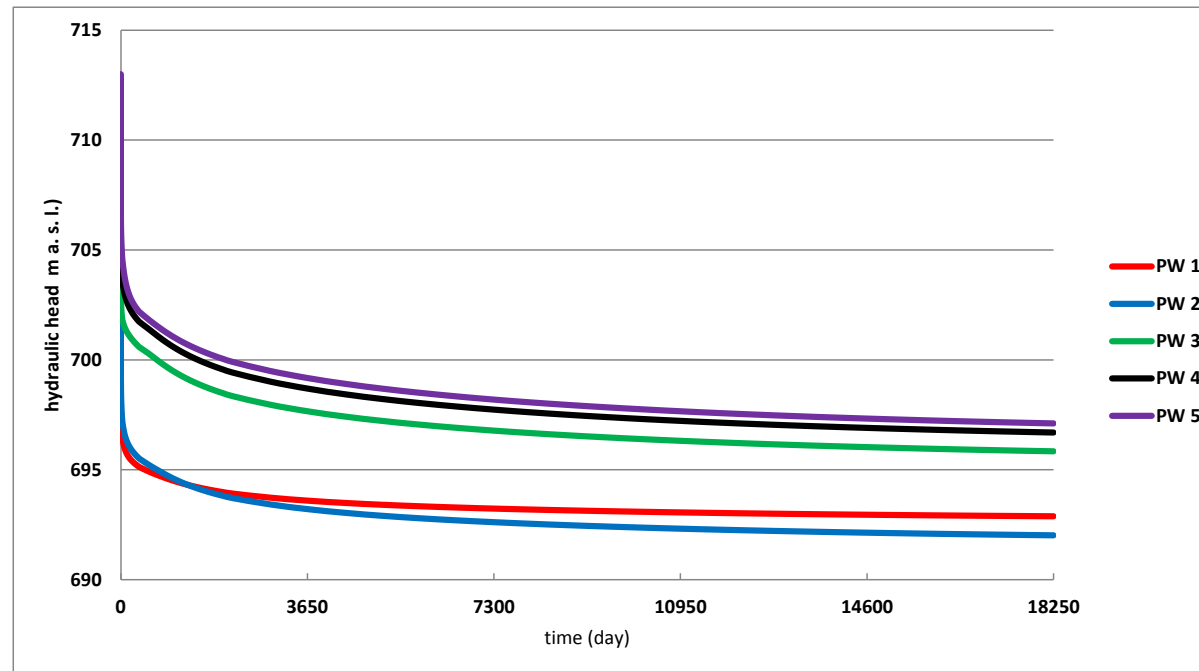
## Návrh čerpání podzemních vod (70 l/s)

Pumping well	Flow rate (m <sup>3</sup> /s)
PW 1	1 260
PW 2	1 260
PW 3	960
PW 4	1 260
PW 5	1 260
In total	6 000 (72 l/s)

Drawdown in individual pumping wells after 50 years of exploitation (well losses not included)

pumping well	drawdown (m)
PW 1	12
PW 2	15
PW 3	15
PW 4	16
PW 5	16

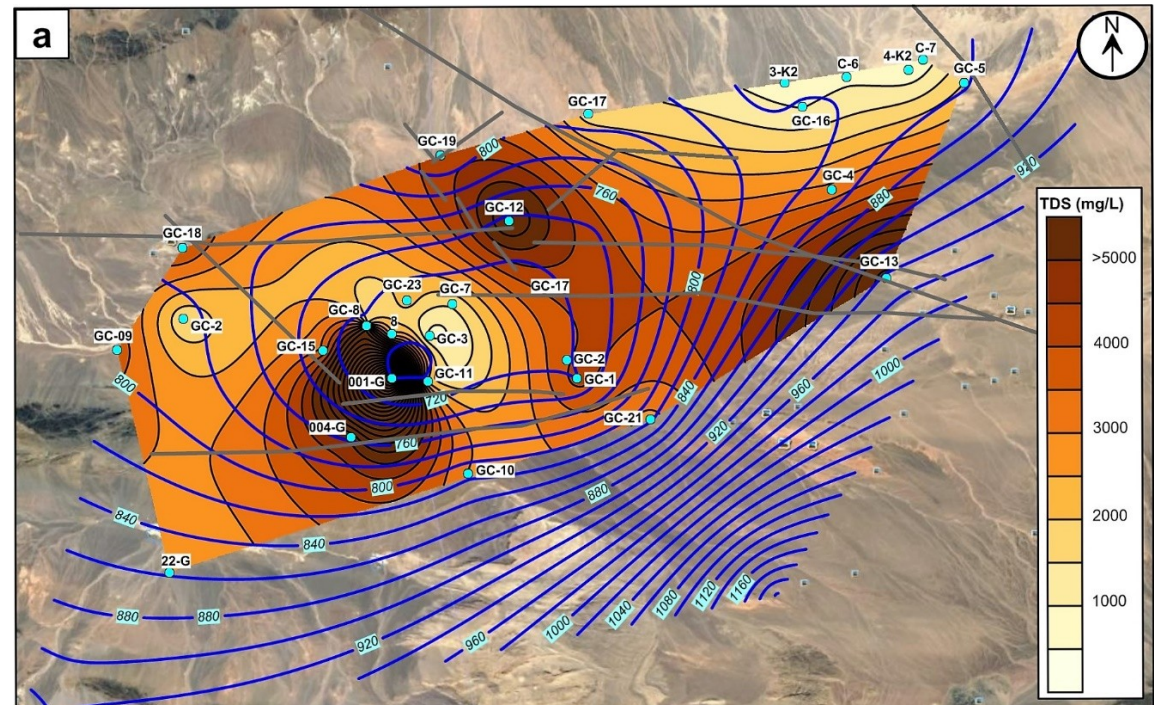
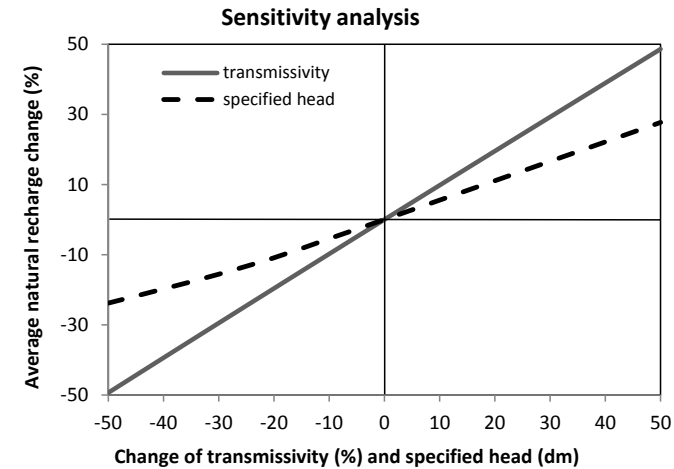
Hydraulic head evolution in pumping wells during 50 years of production 6 000 m<sup>3</sup>/day (well losses not included)



# Udržitelná vydatnost vodního zdroje

## Nejistoty v prognóze vývoje hladin při odběru 70 l/s

- Ustálený přítok podzemní vody do modelu 73 l/s
- Je však zvodeň v ustáleném režimu?
- Dochází vůbec k doplňování PV?
- Fosilní vody, neustálený stav?

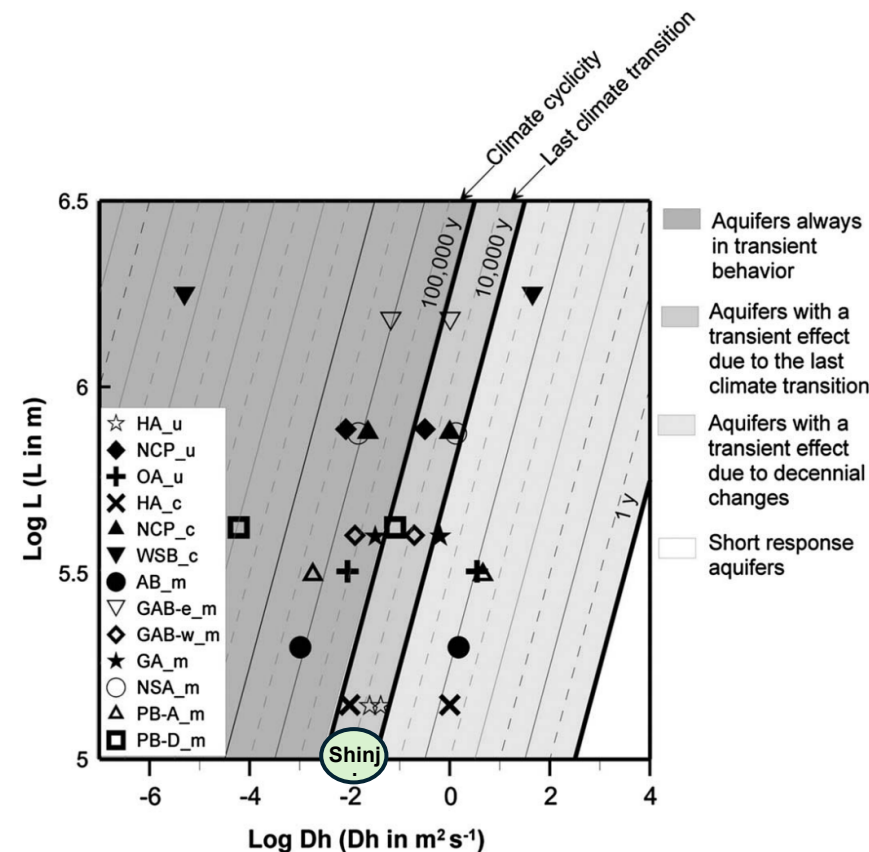
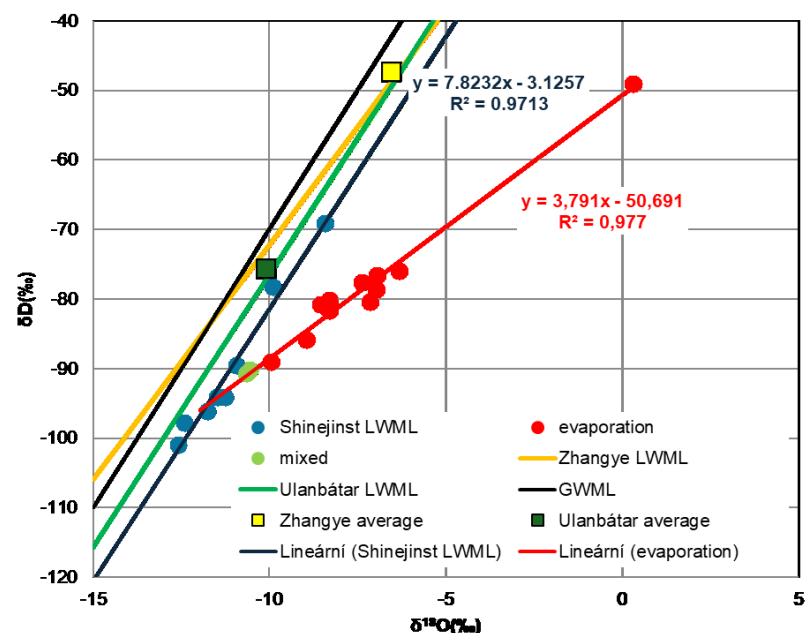


# Udržitelná vydatnost vodního zdroje

ROUSSEAU-GUEUTIN ET AL.: TIME TO REACH NEAR-STEADY STATE IN LARGE AQUIFERS

## Doplňování PV – fosilní vody, neustálený stav?

- pluvial period – chladné období – pozdní pleistocén/časný Holocén
- fosilní gradienty
- pozdější období – srážky o nízké intenzitě - výpar



**Figure 5.** Time constant in years (logarithmic scale) as a function of the log of the hydraulic diffusivity ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ) and the log of the aquifer length (m). The last climate transition refers to the Pleistocene-Holocene transition, 10 kyr ago. The climate cyclicality refers to the mean time period of the climate cycle, i.e., 100 kyr since 0.9 Ma. The subscript u means that the aquifer is a fully unconfined aquifer and then equation (3) has been used to estimate the time constant. The subscript c means confined and equation (8) has been used to calculate the time constant. Finally, the subscript m means mixed and then the new solution (equation (17)) has been used to estimate the time constant. Aquifer abbreviations are: HA: Hungarian Aquifer, NCP: North China Plain, OA: Ogallala Aquifer, WSB: Western Siberia Basin, AB: Aquitaine Basin, GAB-e: Great Artesian Basin east, GAB-w: Great Artesian Basin west, GA: Guarani Aquifer, NSA: Nubian Sandstone Aquifer, PB-A: Albian in Paris Basin, and PB-D: Dogger in Paris Basin.

# Jak odhadnout vývoj čerpané zvodně s fosilními hydraulickými gradienty?

- simulace celého povodí
- nebo simulace neustáleného proudění bez přítoku a s výchozím stavem dnešních hladin → podhodnocení, bezpečnější varianta
- velký pórový objem kolektoru (plocha modelu  $408 \text{ km}^2 \times$  průměrná efektivní mocnost zvodně  $25 \text{ m} \times$  efektivní pórovitost  $0.1 = 1 \times 10^9 \text{ m}^3$ )
- stovky let exploatace i bez doplňování podzemních vod

Streamlines representing groundwater flow towards pumping wells after 50 years of exploitation

