

**AU PORFÝROVÉ LOŽISKO DETVA – BIELY VRCH –
LOŽISKOVÁ A GEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA, PERSPEKTÍVA
ŤAŽBY V BUDÚCNOSTI**

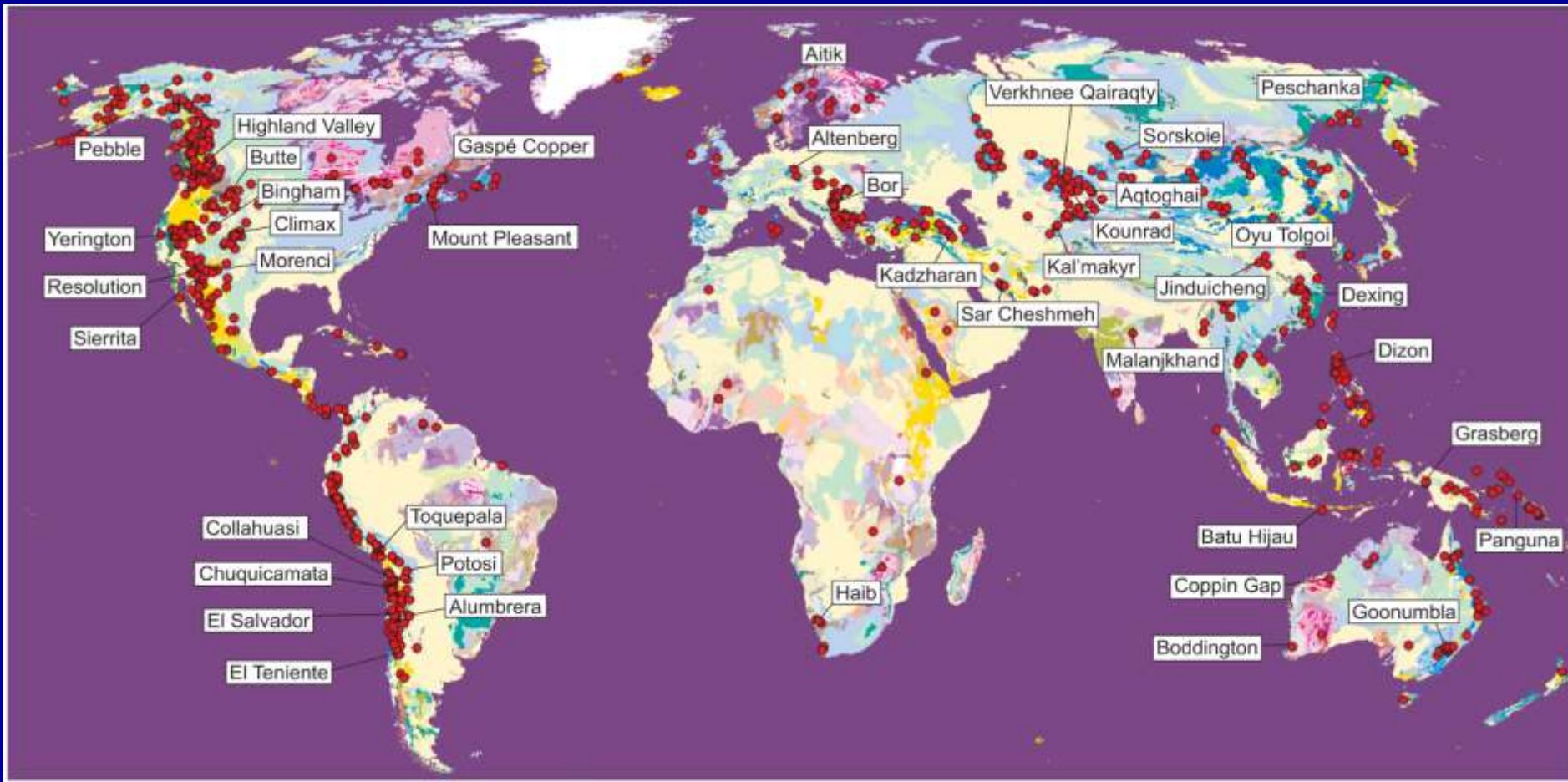
**Jana Brčeková, Peter Šottník, Peter Koděra, Michal Jánošík,
Ľubomír Jurkovič**

Univerzita Komenského v Bratislave,

Porfýrové ložiská

- ekonomicky najvýznamnejšia trieda neželezných rudných ložísk
- typické **obrovské zásoby** (>1000 Mt), relatívne **nízke obsahy** (0,4 – 1 % Cu, 0,005- 0,1 % Mo)
- v súčasnosti poskytujú ~40% svetovej produkcie kovov (**95% Mo, 50-60% Cu + významný producenti Au, Ag, Sn** a významné vedľajšie produkty W, In, Pt, Pd, Se)
- 5 základných typov podľa obsahu hlavných kovov: **Au, Cu, Mo, W, Sn**; relatívna veľkosť ložísk sa znižuje v poradí Cu > Mo ~ Au > Sn > W
- minerálne zloženie je variabilné, ale **Cu-Mo-Au ložiska majú vyšší obsah síry a sulfidov** ako Sn-W-Mo ložiska
- vznikali už od Archaika, ale väčšina ložísk je mladšia ako trias (dôsledok rýchlej erózie orogénnych pasiem), prítomné sú najmä v orogénnych pásmach

Svetové rozloženie porfýrových ložísk



(Sinclair, W.D., 2007)

Porfýrové mineralizácie

- späté s intrúziami alkalických až Ca-alkalických granitov v hĺbkach $< 4\text{km}$
- mineralizácia v kremenných žilníkoch, brekciách a rozptýlená v horninách
- charakteristické zóny premien
- Cu - La Escondida a Chucuiamata (Čile), Bingham (USA),
- Mo – Endako (Kanada), Climax (USA)
- Sn –W - Mount Pleasant (Kanada), pas ložisk v Bolivii (Llallugua, Oruro, Potosi, and Chorolque)







Ložiska Au-porfýrových rúd

- okrajový člen rôznych typov Cu porfýrových ložísk s veľmi nízkym pomerom Cu/Au
- hydrotermálne premeny obdobne Cu-porfýrovým ložiskám, obsah sulfidov je ale pomerne nízky → sira pravdepodobne unikla s plynnou fázou, veľmi hojný je ale vtrúsený a žilníkový magnetit
- Au asociuje s páskovanými kremennými žilkami, ktoré sú dôsledkom náhleho zníženia tlaku (kryštalizácia s podchladenej gelovitej SiO₂ hmoty), ruda má 0,5 -2 g/t Au, < 0,05 Cu
- hlavný rudný minerál je zlato s veľmi vysokým pomerom Au/Ag
- vedľajšie minerály: chalkopyrit, pyrit magnetit
- významné ložiska: oblasť Maricunga (Čile), Peru, Nevada, Kalifornia (USA), Biely Vrch (???)

LOŽISKO BIELY VRCH - lokalizácia



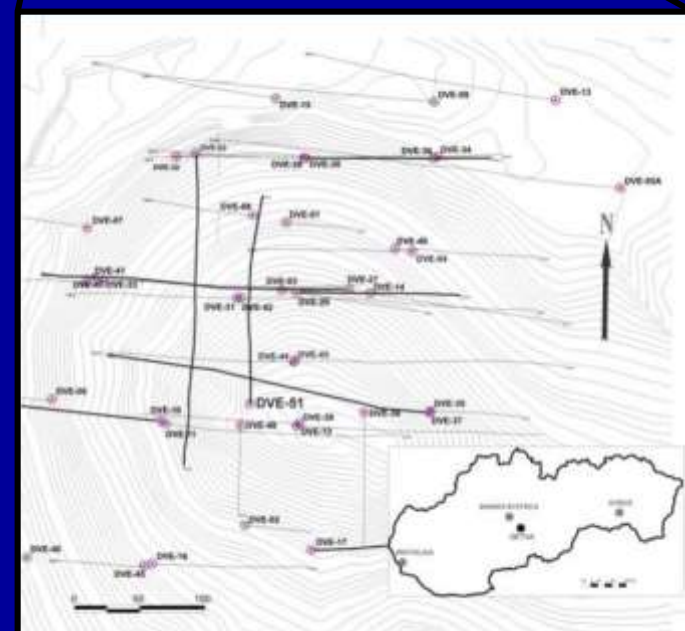
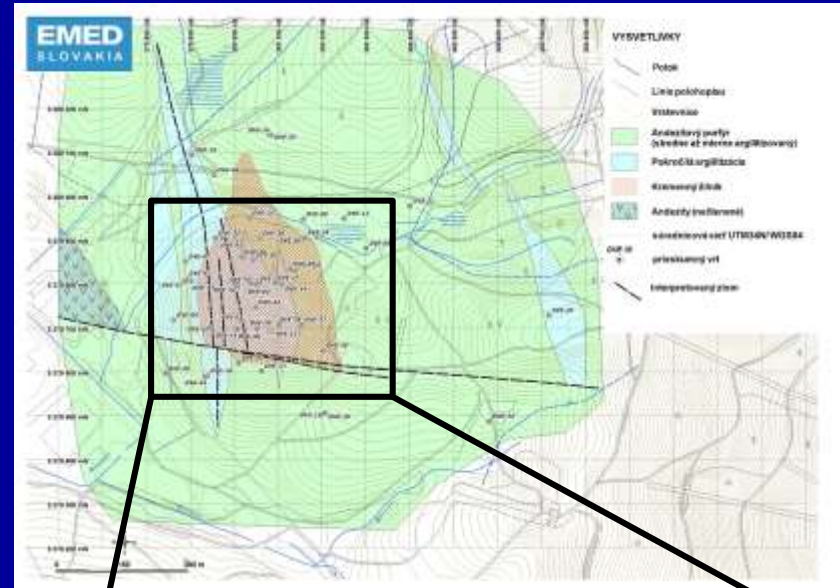
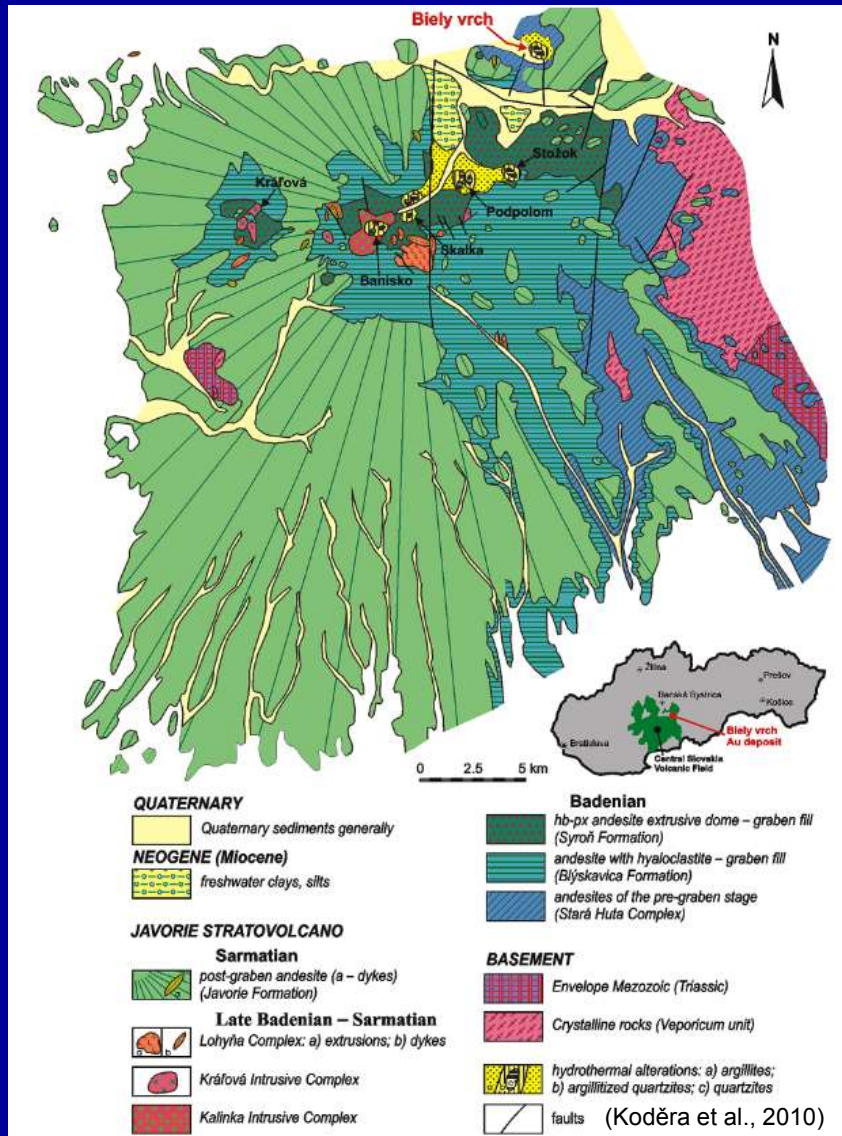
(Fletcher, Bennet, 2010)

-  hranica ložiska
-  priemyselná
oblasť
-  chránene územie
-  chránené vtáacie
územie
-  katastrálne
hranice

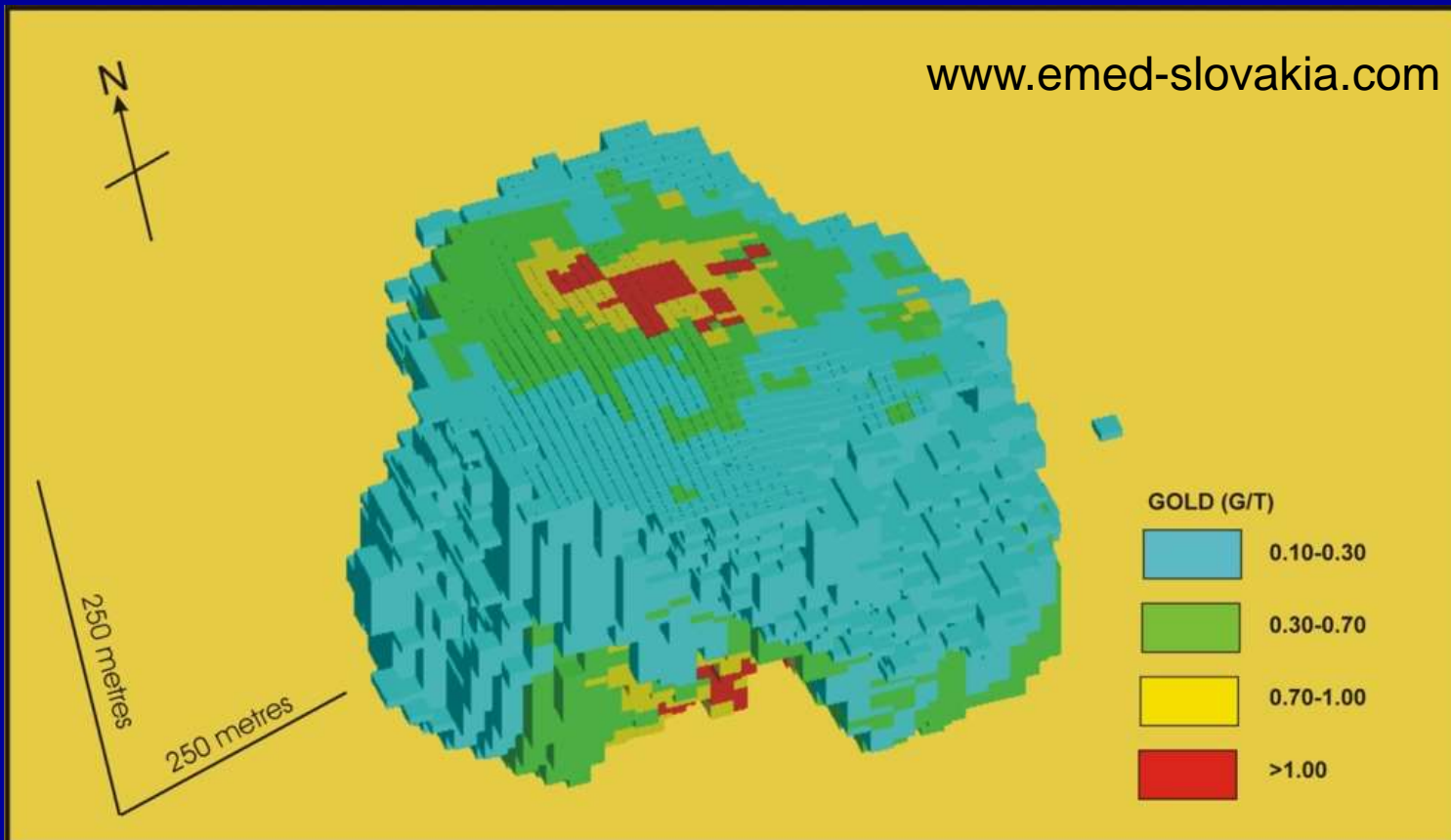
0 500 1000
metres

Z hľadiska administratívneho členenia patrí širšie územie ložiska do katastrálnych území troch obcí: Detva, Dúbravy (okres Detva) a Očová (okres Zvolen).

LOŽISKO BIELY VRCH – geologická situácia



Zásoby Au-porfýrových rúd podľa schváleného výpočtu zásob



I. Bilančné zásoby		
Kategória zásob	Tonáž (tis. ton)	Priemerná kvalita (g/t)
Z-2	17 031	0,820
Z-3	14 497	0,760
Z-2 + Z-3 spolu:	31 582	0,792
II. Nebilančné zásoby		
Z-3	108 742	0,508

Na ložisku sa odhaduje bilančných resp. vyťažiteľných zhruba 20-25 ton zlata. Zvyšok zásob sa nachádza v nebilančnom vývoji, inak povedané, nie je ich možné za súčasného stavu ekonomicky vyťažiť.

Potenciálna úprava rudy

- úprava rudy je možná iba technológiou kyanidového lúhovania, ktorá je EU uznaná ako BAT pre úpravu rúd zlata (viac ako 90 % celosvetovej produkcie zlata vo viac ako 400 banských prevádzkach, výťažnosť zlata cca 80 %.)
- postačuje drvenie na 12 mm štrk - z tohto dôvodu nebude vznikáť odkalisko
- štrk bude preplachovaný čistou vodou za účelom odstránenia zvyškových kyanidov v upravenej rude. Kyanid bude recyklovaný - uzavretý systém.
- technológia úpravy takejto rudy používa roztoky s veľmi nízkym obsahom kyanidu (250-500 ppm = 0,25-0,5 ‰ kyanidu v roztoku). V prípade náhlych udalostí bude v prevádzke prítomná kyanidová deštrukčná jednotka.

Na základe predbežnej technicko-ekonomickej štúdie sa predpokladá životnosť bane približne **10 rokov**, s ročnou ťažbou približne **3 mil. ton rudy**, z ktorej by sa mohlo získať okolo **60 000 uncí zlata ročne**.

Ložiskové modely porfýrových systémov so zlatom v stredoslovenských neovulkanitoch a environmentálne aspekty ich ťažby

Zodpovedný riešiteľ:

Doc. Mgr. Peter Koděra, PhD

- A. Komplexná charakteristika nového typu porfýrovej mineralizácie a vytvorenie modelov Au-porfýrových mineralizácií.**
- B. Kvalitatívne a kvantitatívne posúdenie alteračných produktov ako možného zdroja suroviny s vysokým obsahom Al_2O_3 , respektíve ílovej suroviny.
- C. Zhodnotenie potenciálu hornín v okolí ložiska ako stavebného kameňa,
- D. Charakterizácia ťažobného odpadu vznikajúceho pri potenciálnej ťažbe na lokalite Biely vrch podľa zákona č. 514/2008 Z.z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu.

3D modely

zrudnenie (Au, Cu, Mo, Pb, Zn)

alterácie (Al, Ca, Na, K, Mg, Fe, P,
silicifikácia/qtz žilník)

**Oxidačná zóna ložiska a
potenciálne znečistenie počas ťažby ložiska** (S, As,
Sb, Fe, pyrit)

Zhodnotenie potenciálu sekundárnych surovín
(ílová surovina, stavebný kameň)

CIEĽ PRÍSPEVKU

1. Modelovanie na základe geochemických údajov - zrudnenie

2. Modelovanie na základe geochemie v kombinácii s mineralogickým výskumom

pokročilej argilitizácie

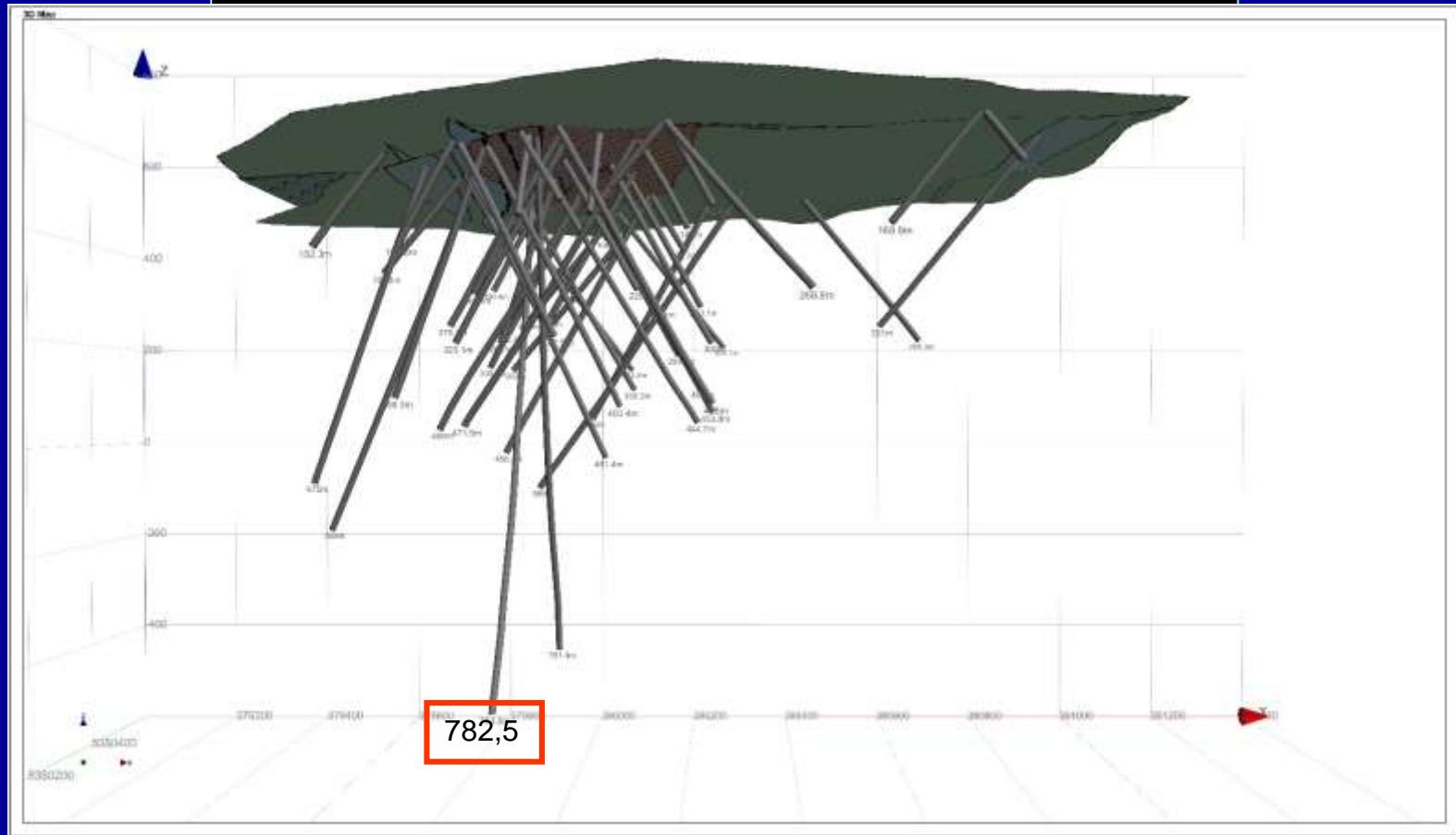
strednej argilitizácie

K-silikátovej

Ca-Na silikátovej premeny

3. korelácia geochemických modelov s výsledkami podrobného mineralogického výskumu

METODIKA – GIS



→ Základná štatistika: extrémne hodnoty, minimum, maximum, priemer, ←
štandardná odchýlka, koeficient variácie.

3D Vizualizácia

Ordinary Kriging (Matheron, 1971)

Block model - elipsoidné vyhľadávacie parametre

- sférický variogram

Estimácia → „cutt-off“ a „top-cut“ obsahov.

validácia modelov

štatistika modelu a datasetu

obsah v kompozitoch a blokových modeloch

inšpekcia blokových modelov v rezoch a vrtoch

3D modely

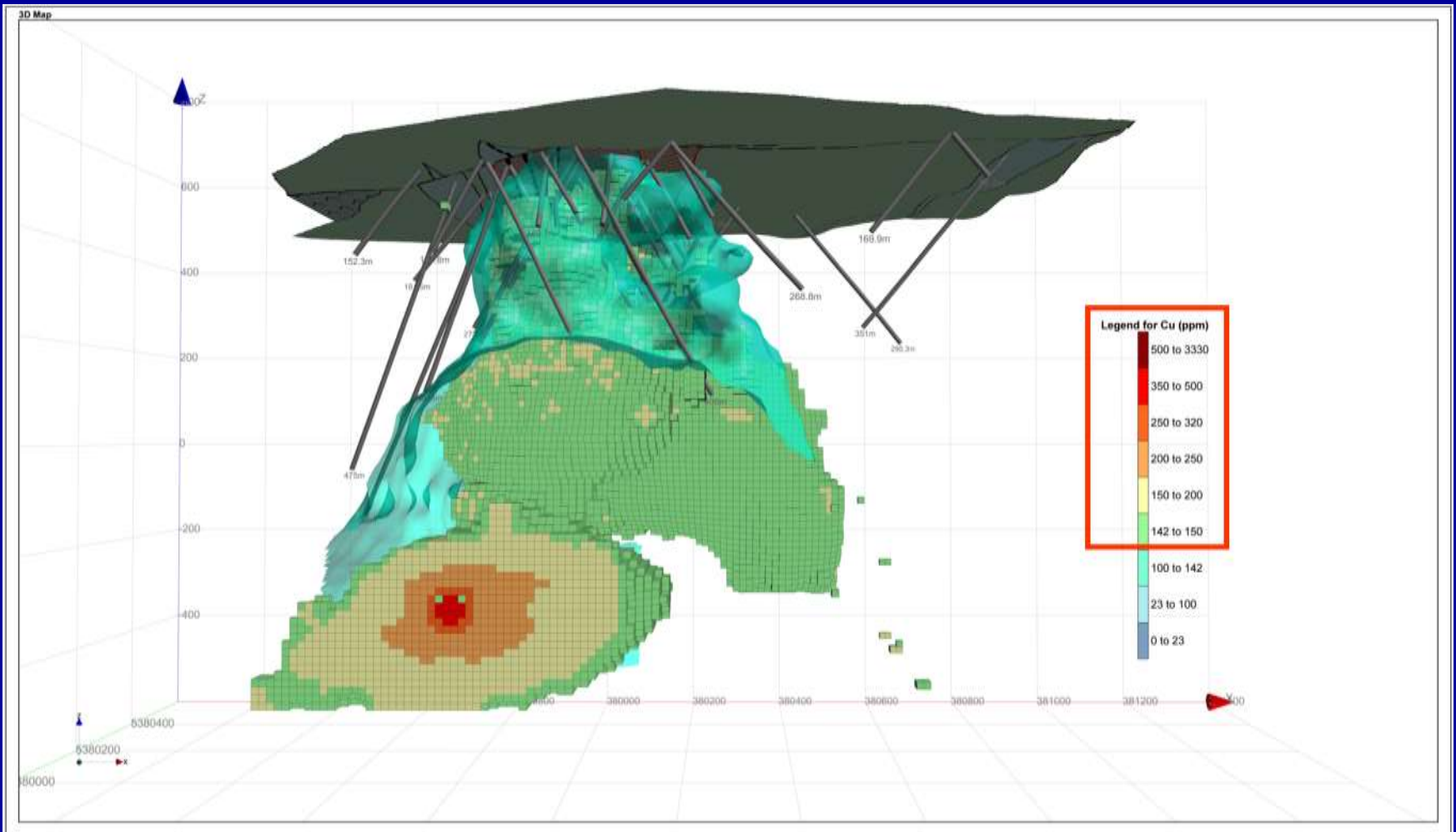
blokové modely s prahovými hodnotami

izopovrchy s prahovými hodnotami

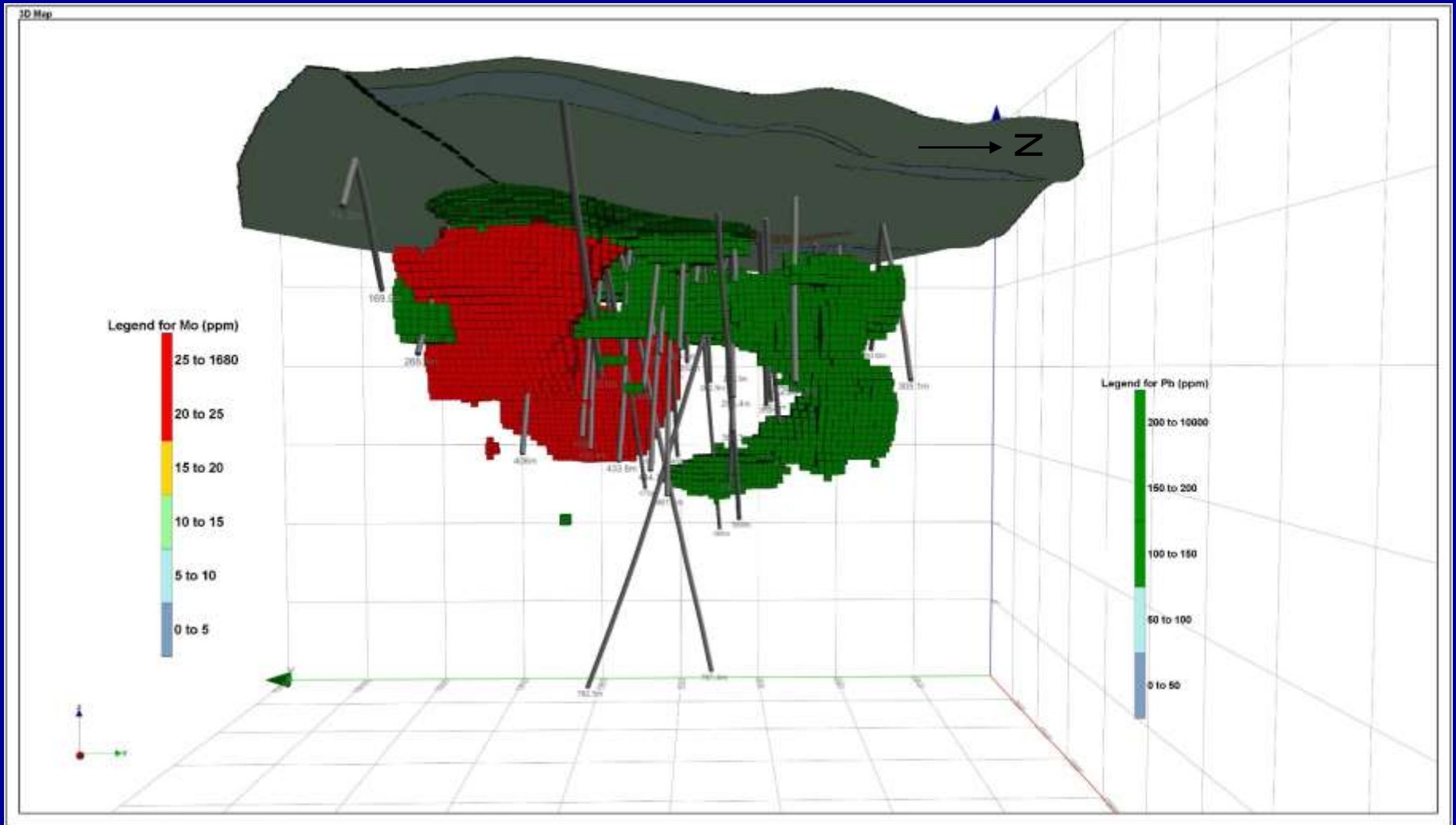
2D horizontálne rezy

VÝSLEDKY

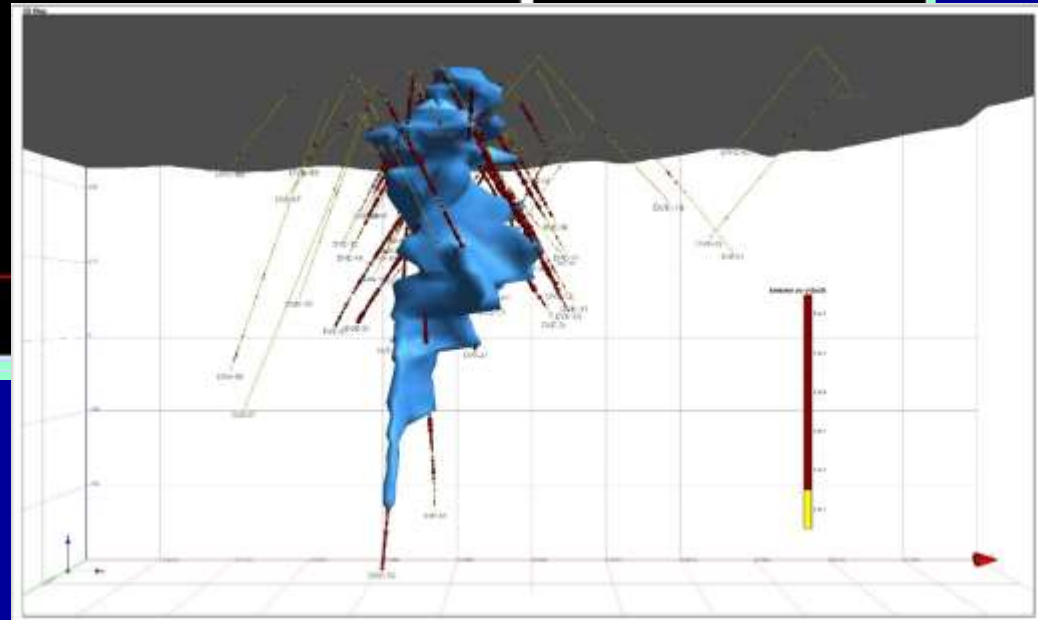
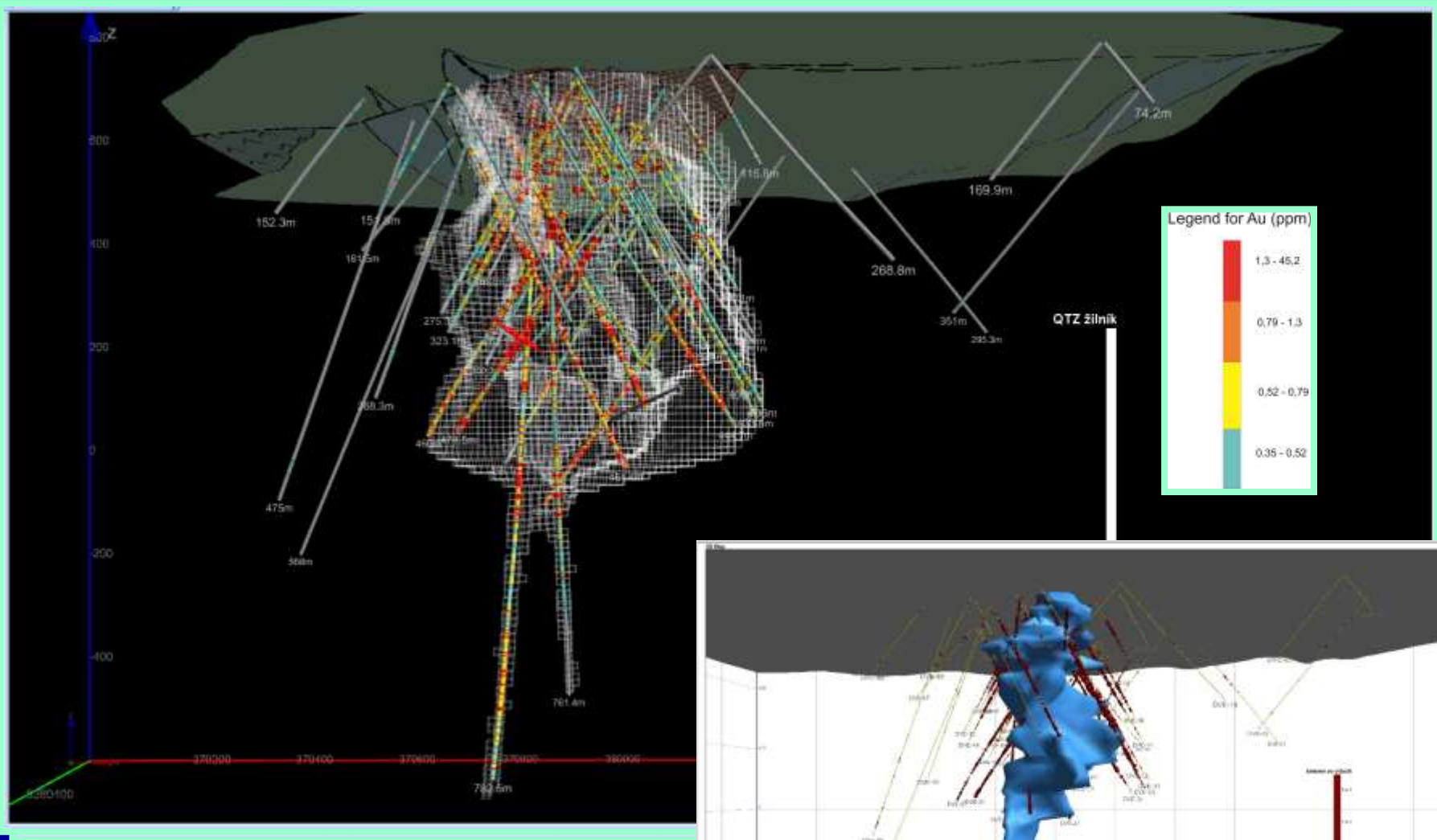
zrudnenie (Au, Cu)



Korelácia trendu zvyšovania sa obsahu Mo a Pb



Centrálna zóna porfýrového systému

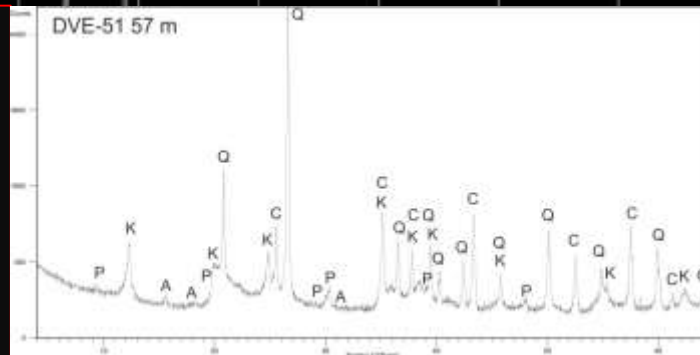


Alterácie

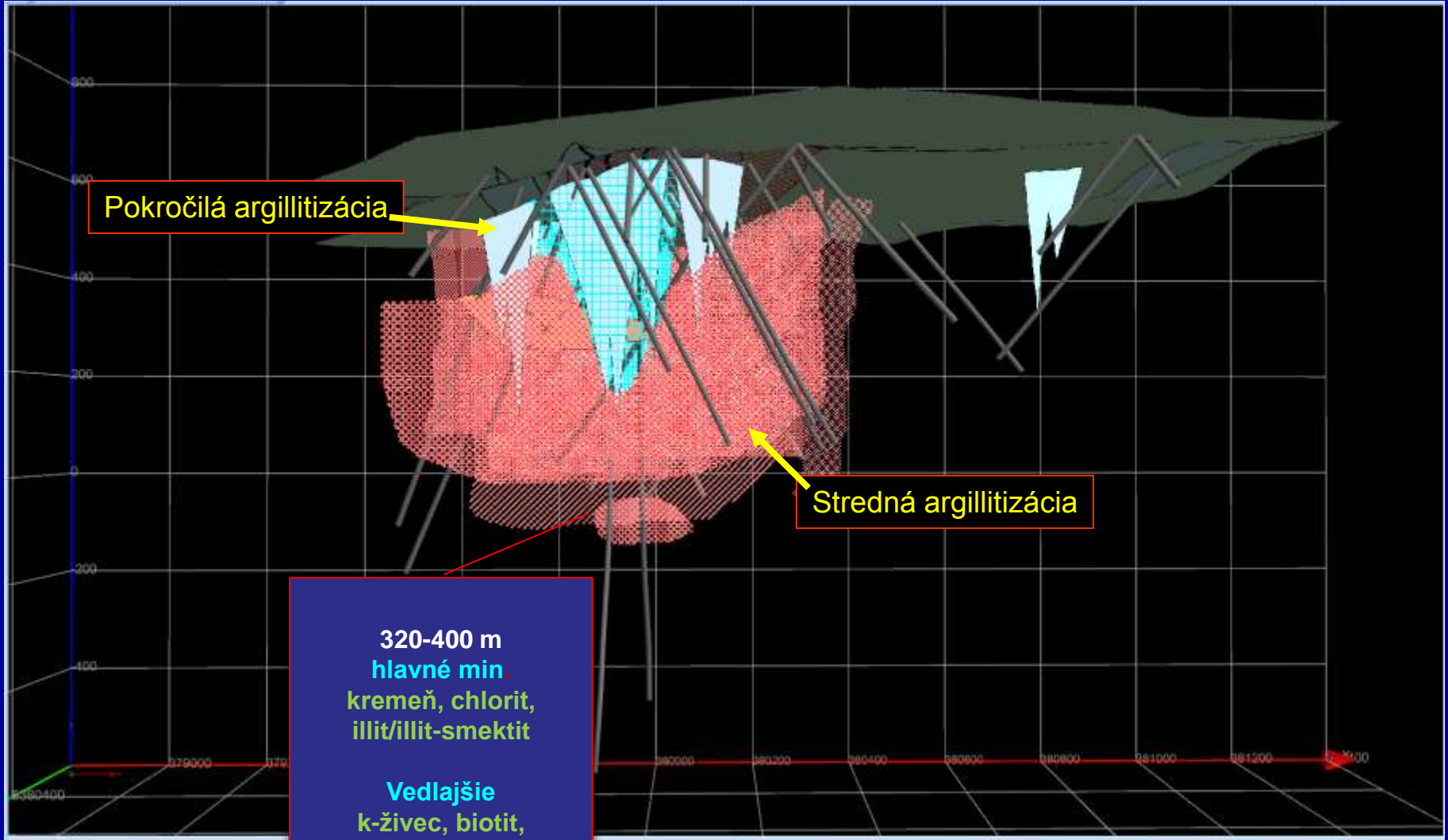
Xenolity
Granodiorit/porfyrický
mikrogranit

Zóny pokročilej argilitizácie

57 m
kaol. 29,8%
pyrofylit 8,3%
kremeň 50%
dickit 1,1%
biotit 1,9%
alunit 1,2%
ostatné m. 7,6%



Alterácie



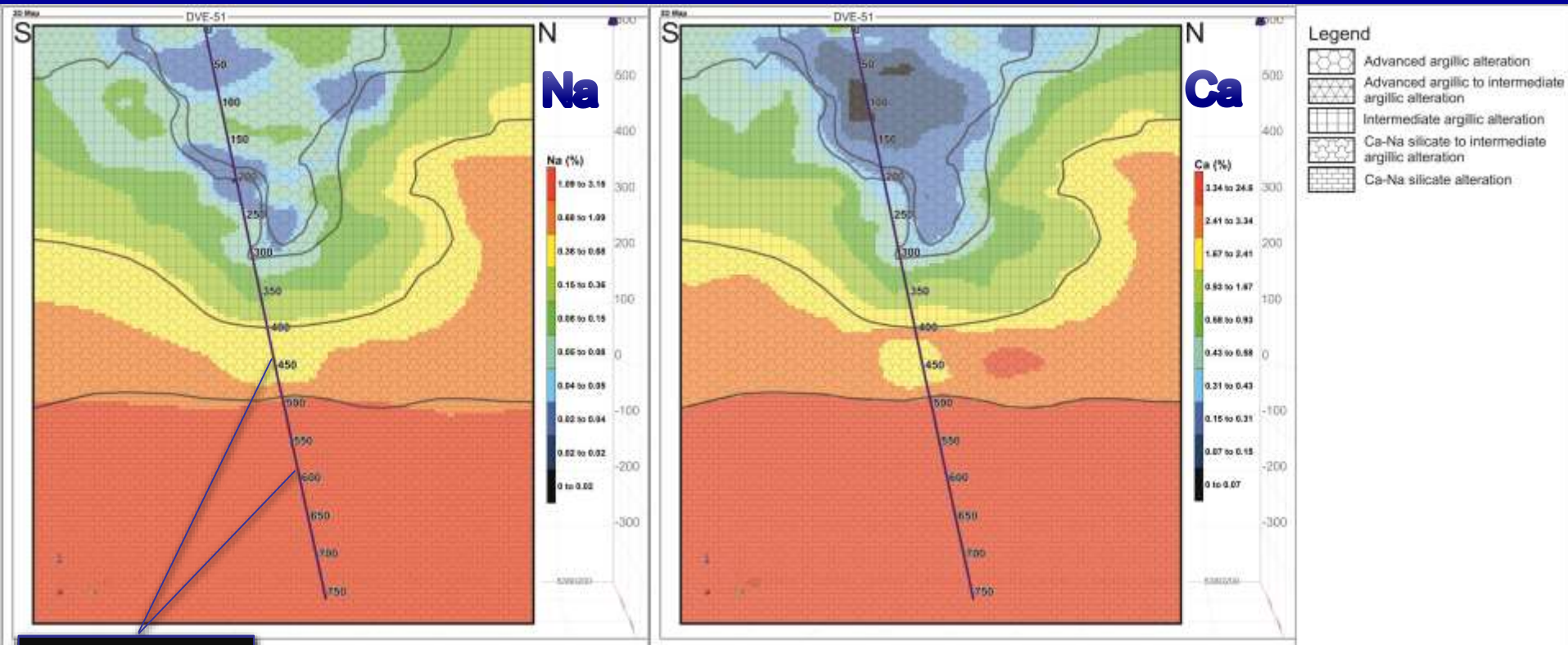
Pokročilá argillitizácia

Stredná argillitizácia

320-400 m
hlavné min
kremeň, chlorit,
illit/illit-smektit

Vedľajšie
k-živec, biotit,
magnetit

Rez 51 -



400-507 m
hlavné min.
kremeň,
plagioklas

Vedľajšie
k-živec, biotit,
magnetit,
amfibol, chlorit,
smektit

Ca-Na silikátová premena

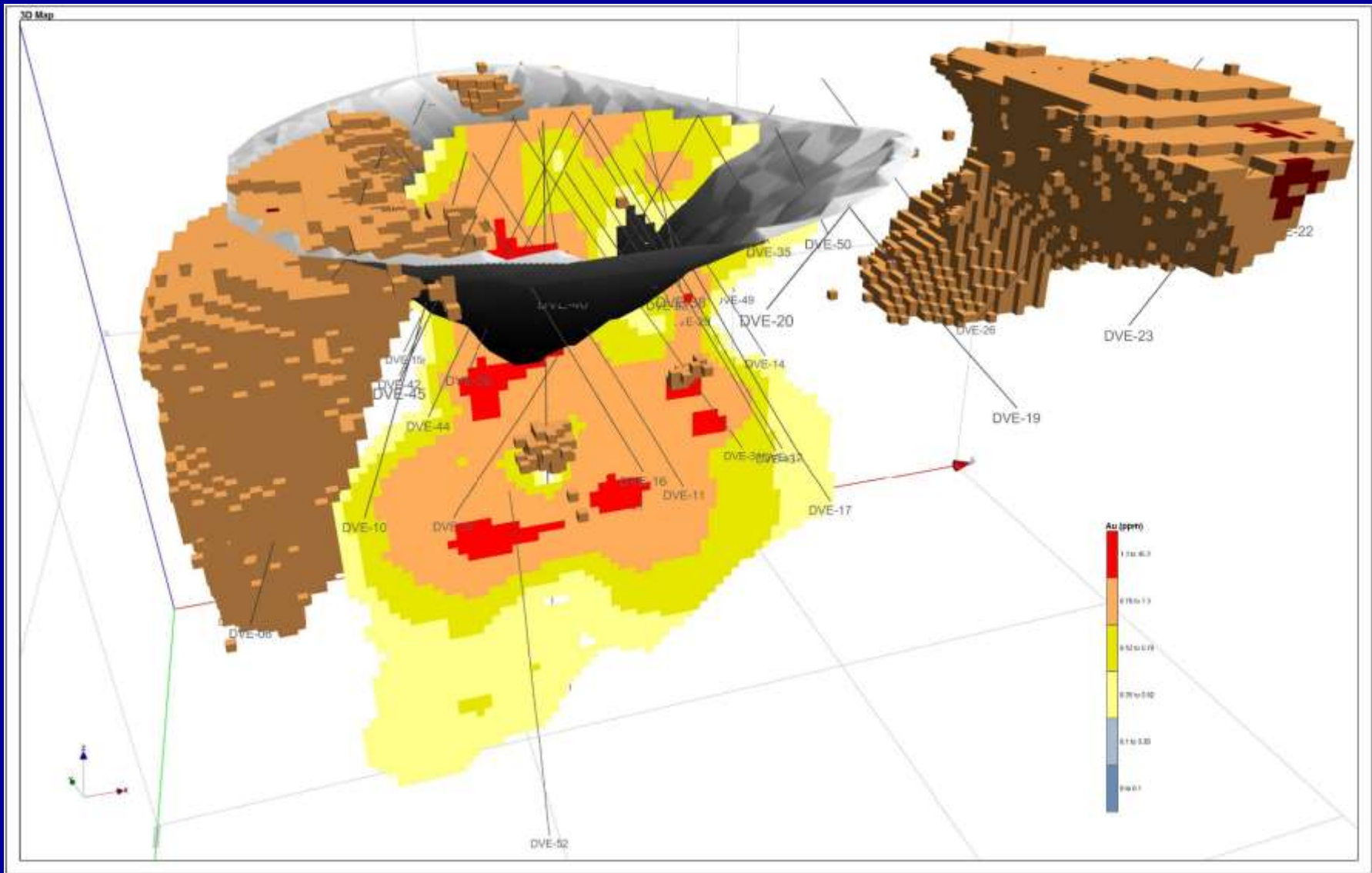
Na plagioklas $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$

Ca plagioklas $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$

Aktinolit $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Magnetit Fe_3O_4

Zóna pyritizácie je v nemineralizovanej časti ložiska



A landscape photograph showing a valley with green fields and forested hills. In the distance, there are industrial buildings. Red arrows point to a hill and the industrial area. The sky is blue with light clouds. Tree branches are visible in the foreground.

biely vrch miesto ťažby

priemyselná obla

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ