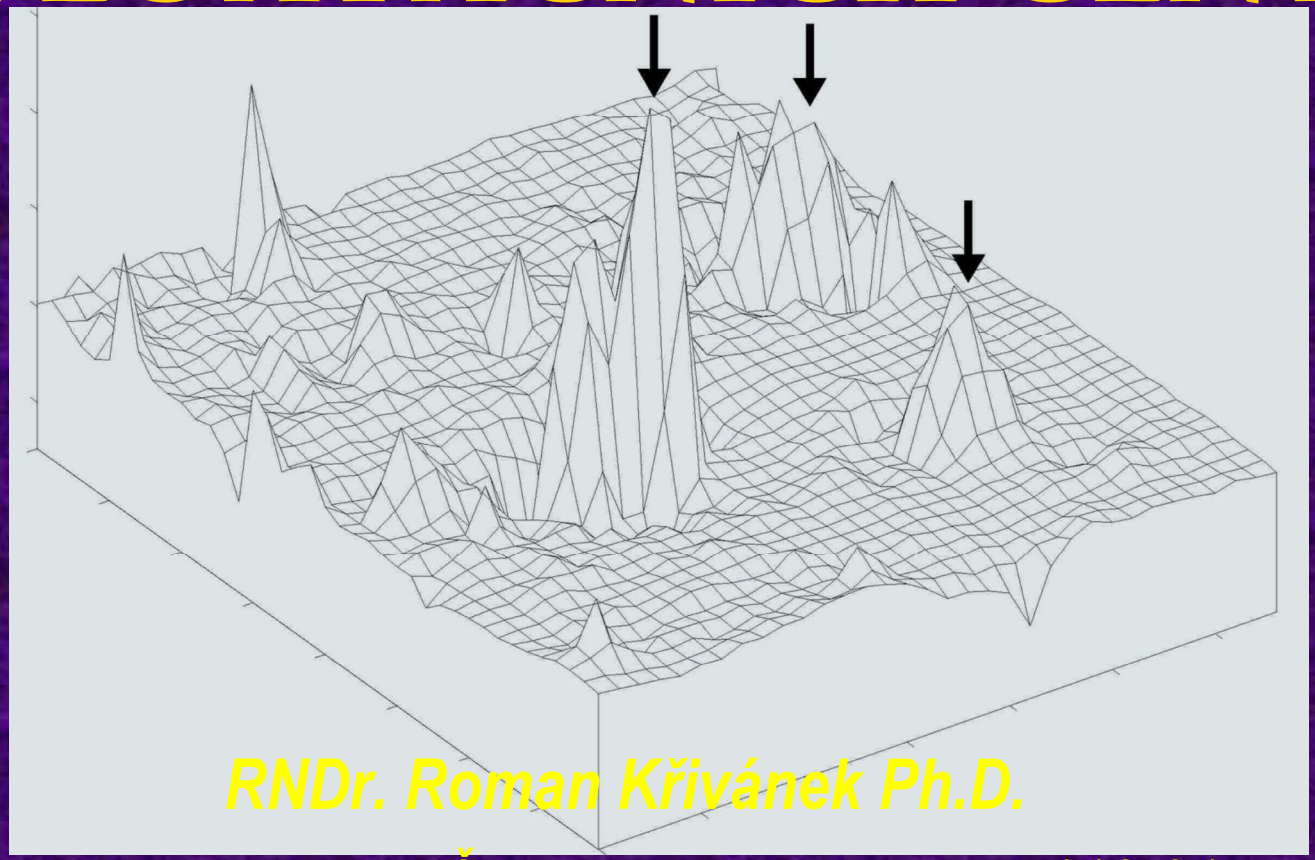
# GEOFYZIKÁLNÍ METODY PŘI PRŮZKUMU VÝROBNÍCH A EXPLOATAČNÍCH CENTER




RNDr. Roman Křivánek Ph.D.

*Archeologický ústav AV ČR Praha, Letenská 4, 118 01 Praha 1*

*tel.: +420-2-57014333, fax: +420-2-57532288*

*email: krivanek@arup.cas.cz*

# GEOFYZIKÁLNÍ METODY PŘI PRUZKUMU VÝROBNÍCH A EXPLOATAČNÍCH CENTER

## podmínky a předpoklady měření, stav a rozsah sledovaného území, cíle průzkumu

### Podmíny a předpoklady geofyzikálních měření

- dostatečné podpovrchové dochování (i hloubkový dosah) antropogenních objektů resp. aktivit spojených s výrobou či těžbou
- velikost, stav zachování, množství i charakter (účel) sledovaných objektů
- reliéf, sklon, pokryv, stav a způsob současného resp. novodobého využívání terénu (těžba surovin)
- možnost rozlišení resp. eliminace ploch či prostorů s novodobějšími antropogenními zásahy do terénu a jinými rušivými vlivy
- variabilita, homogentita, způsob geologické stavby území včetně dalších geologických procesů v regionu
- odlišnost hodnot sledovaných fyzikálních veličin výrobních objektů či výplní těžebních objektů od okolního prostředí

### Stav a rozsah sledovaného území

- dosavadní výsledky archeologických výzkumů i průzkumů na sledované lokalitě i v okolí
- prostorové vymezení ploch předchozích archeologických výzkumů i jiných úprav terénu (narušená, propadlá či sesutá území)
- současné i dřívější způsoby využívání území (lesní výsadba, navážky,...)
- plány novodobých aktivit na sledovaných plochách

### Cíle průzkumu

- geofyzikální prospekce (prvotní průzkum, profilové nebo plošné ověření předpokládaných výrobních resp. těžebních objektů a aktivit)
- cílený geofyzikální průzkum (plošné resp. prostorové vymezení jednotlivých objektů, podrobné vysledování rozsahu, hustoty či intenzity výrobních a těžebních aktivit, tvaru i charakteru objektů)
- doplňkový geofyzikální průzkum (detailní průzkum a vymezení výrobních objektů i v průběhu výzkumu, dohledání a podrobné rozlišení typu výrobního resp. těžebního objektu nebo jiných aktivit)

# GEOFYZIKÁLNÍ METODY PŘI PRUZKUMU VÝROBNÍCH A EXPLOATAČNÍCH CENTER

## druhy známých a předpokládaných antropogenních objektů a aktivit na lokalitě

Výroba železa

- izometrické zahloubené výrobní objekty resp. jejich podpovrchové části malých rozměrů – zpravidla do 1 m (železářské pece) **M** (DK)

- podpovrchově dochované části jiných nadzemních výrobních objektů (železářské huti, kovárny) **M** (DK)

- nepravidelné podpovrchové objekty větších rozměrů - několika m s materiálem bezprostředně souvisejícím s výrobou železa (odpadní haldy železářské strusky a dalších vypálených materiálů) **M** (DK)

- zahloubené nevýrobní objekty menších rozměrů **M**

Sklárny

- podpovrchově dochované izometrické části výrobních objektů rozměrů několika m (pece sklářské huti) **M** (DK,RA)

- nepravidelné podpovrchové objekty vícemetrových rozměrů s materiálem bezprostředně souvisejícím s výrobou skla (odpadní haldy) **M** (DK)

- zahloubené nevýrobní (síd.) objekty menších rozměrů **M**

Hrnčířské a chlebové pece

- izometrické zahloubené výrobní objekty resp. jejich podpovrchově dochované části nejčastěji malých rozměrů – kolem 1-2 m (samostatné pece v rámci síd. areálů i jako součást větších síd. objektů) **M**

Místa přípovrchové těžby surovin

- podpovrchově částečně zaplněné těžební prostory (štoly,šachty) **EO,EM,G,T,S** (R,M)

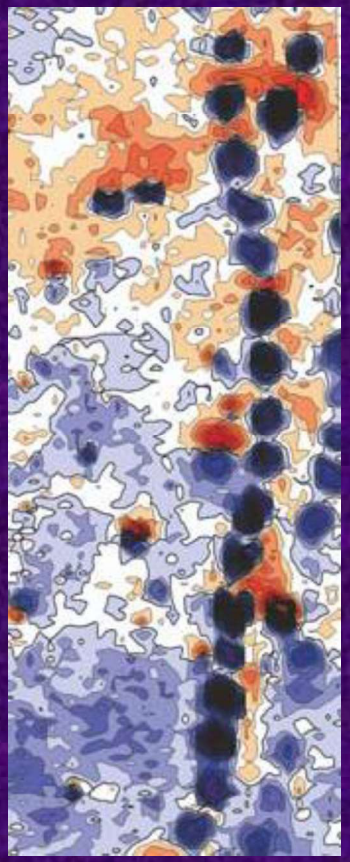
- zaniklé (druhotně vyplněné) povrchově i přípovrchově těžené prostory (lomy,jámy,pinky,šachtice) **EO,S,EM** (M,R,G,T)

- povrchově upravované prostory po zaniklé těžbě (rýžoviště,sejpy,haldy, odvaly) **EO,EM** (S,M)

Místa hlubinné těžby surovin

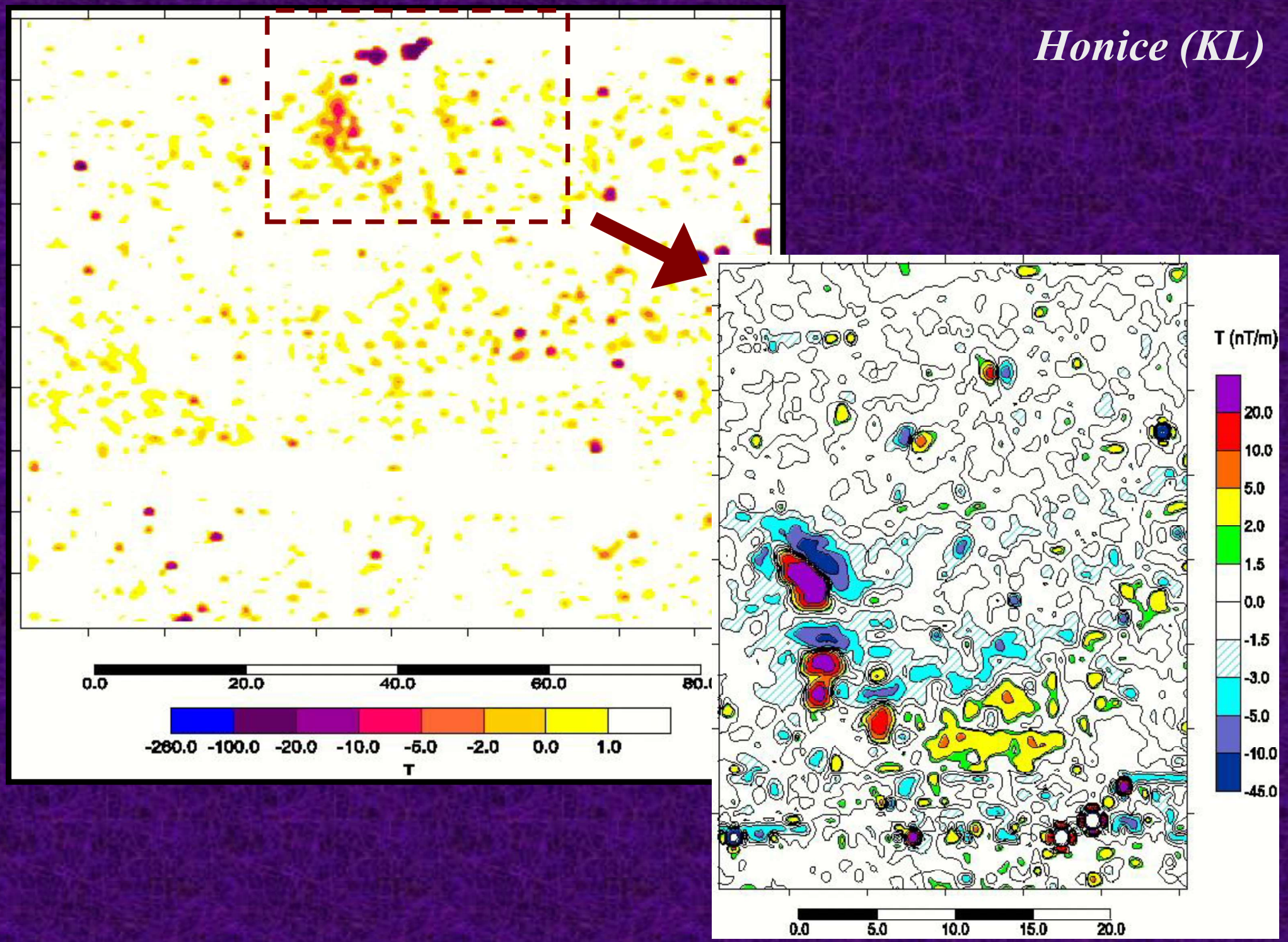
- hlubinně těžené prostory zaniklých důlních děl (štoly,šachty,jámy,další části důlních chodeb a komor) **S,EO** (R,EM)

# Výrobní areály

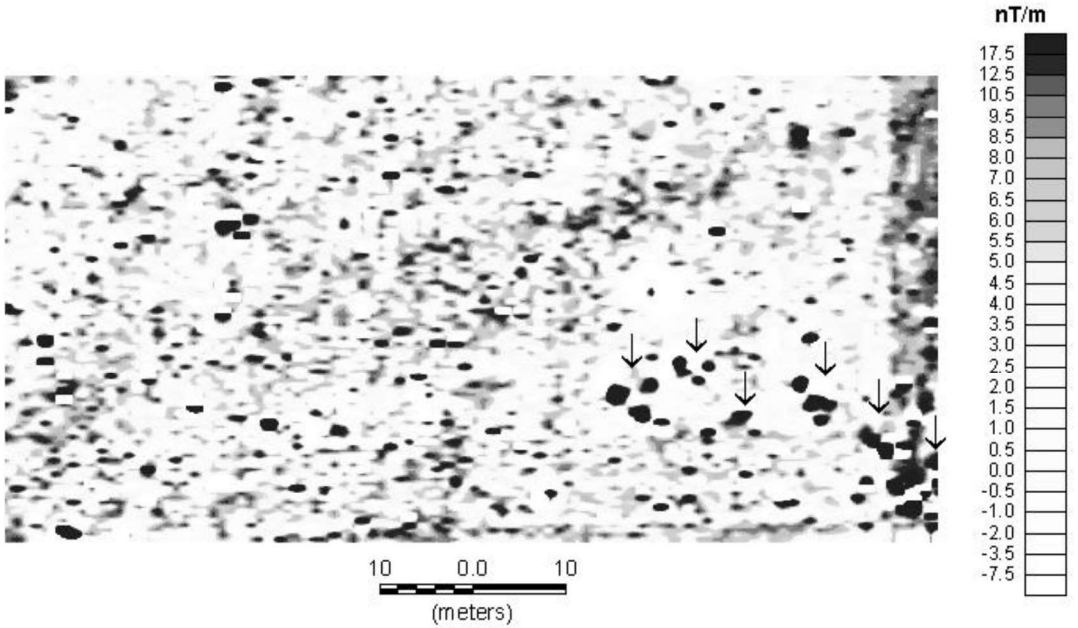


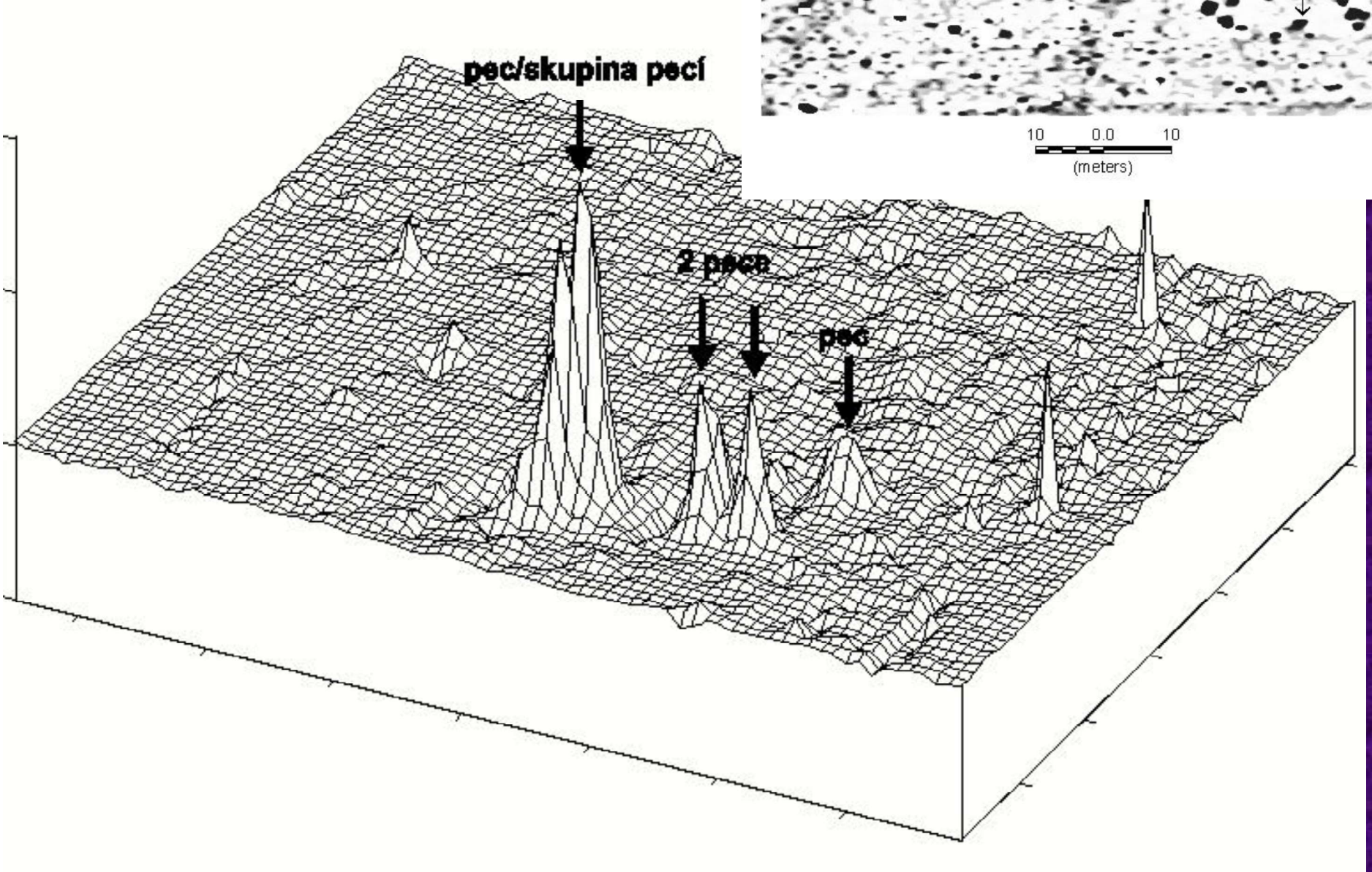
# Výroba železa

# *Honice (KL)*

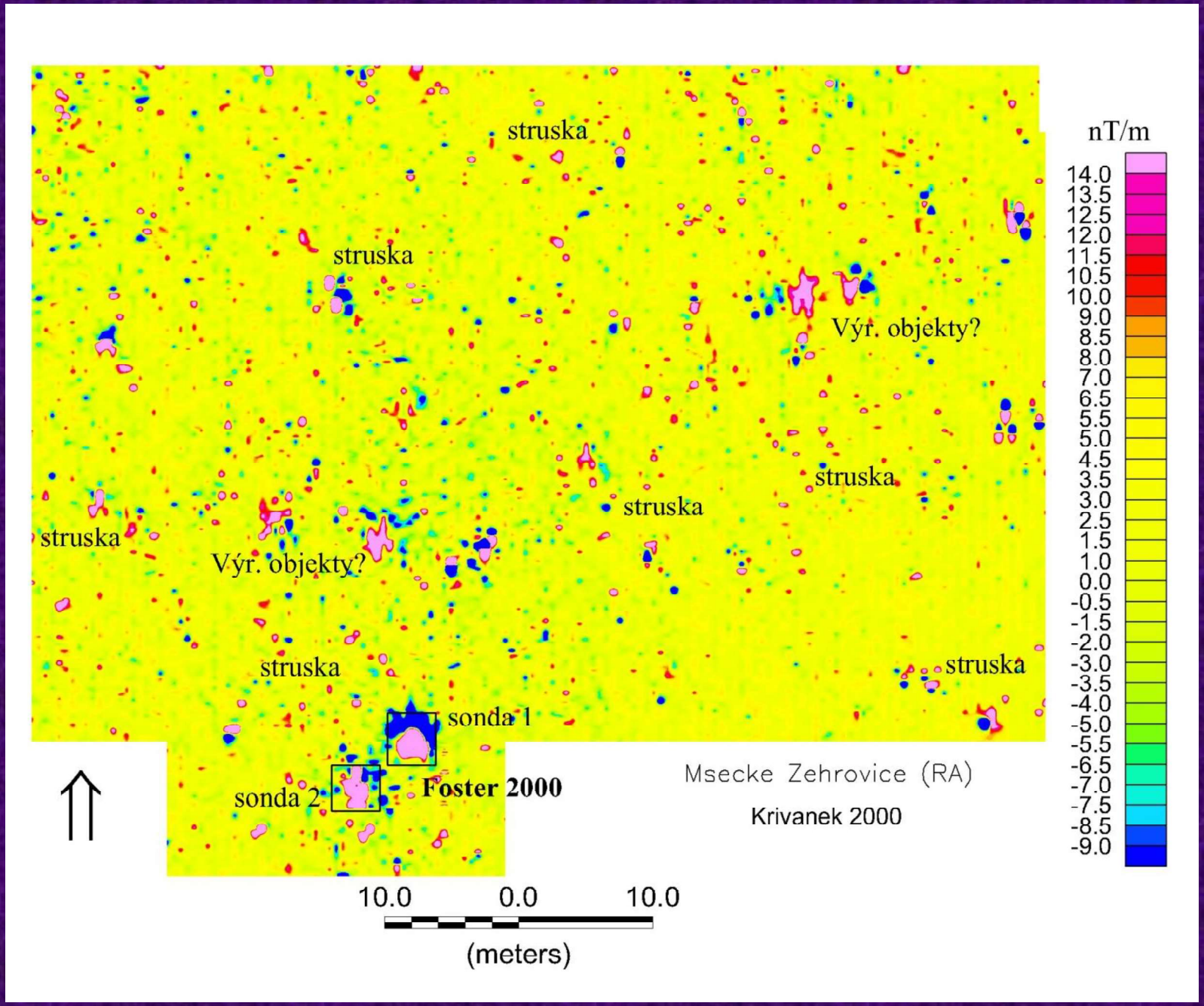

0.0
20.0
40.0
60.0
-260.0 -100.0 -20.0 -10.0 -5.0 -2.0 0.0 1.0
T
T (nT/m)
20.0
10.0
5.0
2.0
1.5
0.0
-1.5
-3.0
-5.0
-10.0
-45.0
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0

# *Honice (KL) a Zápy PV)*



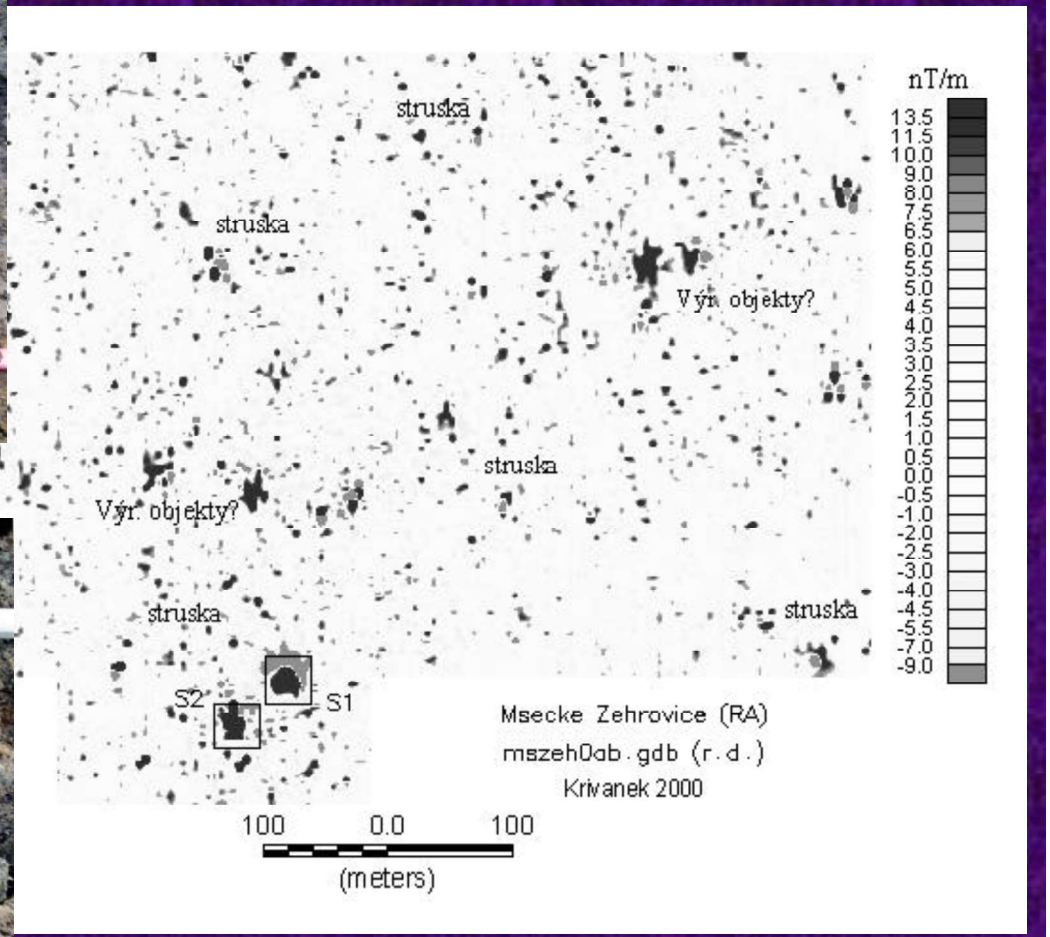
# *Mš. Žehrovice (RA)*



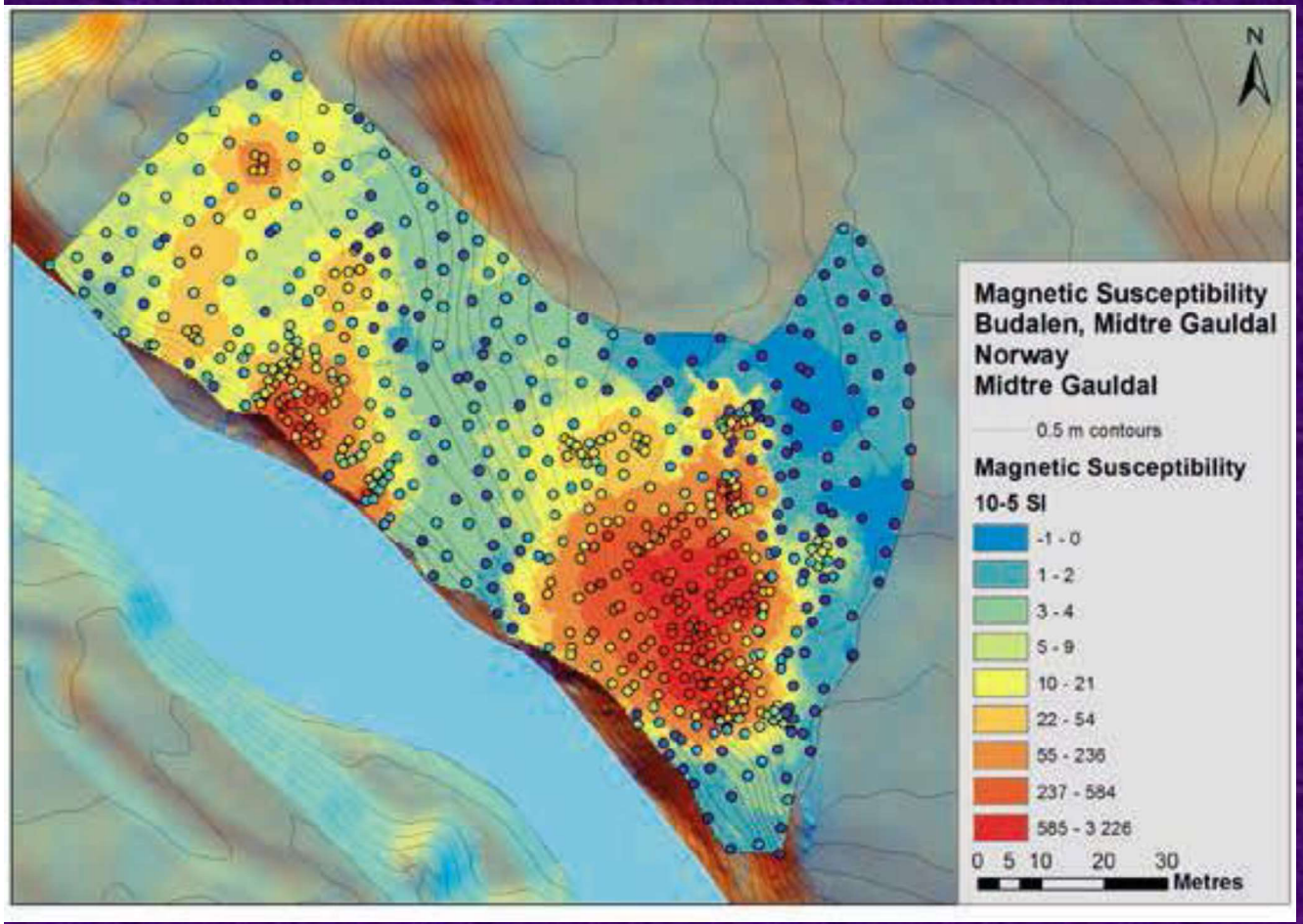
# Mš. Žehrovice (RA)

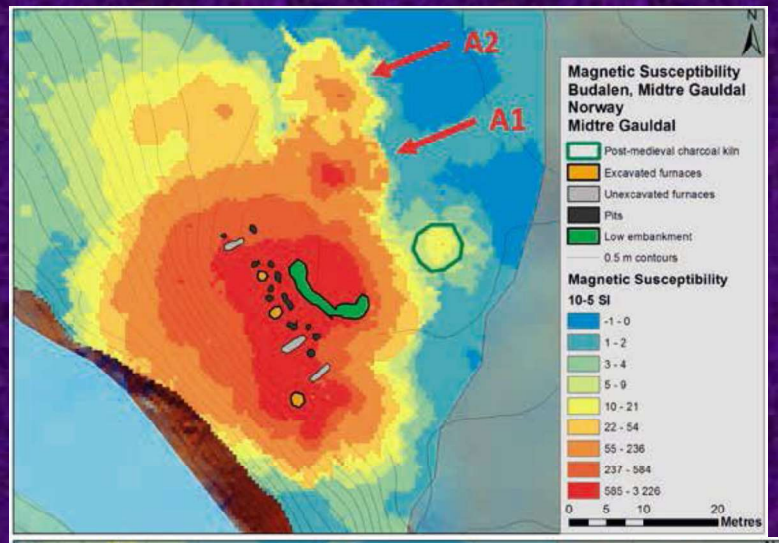


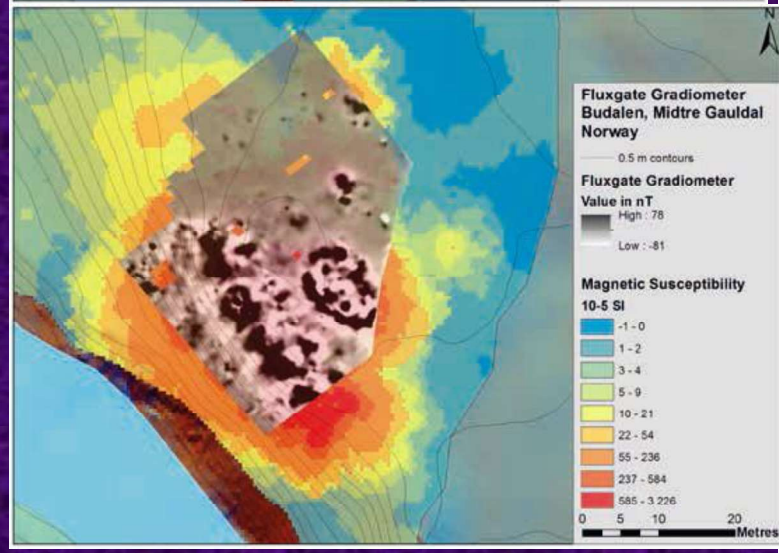




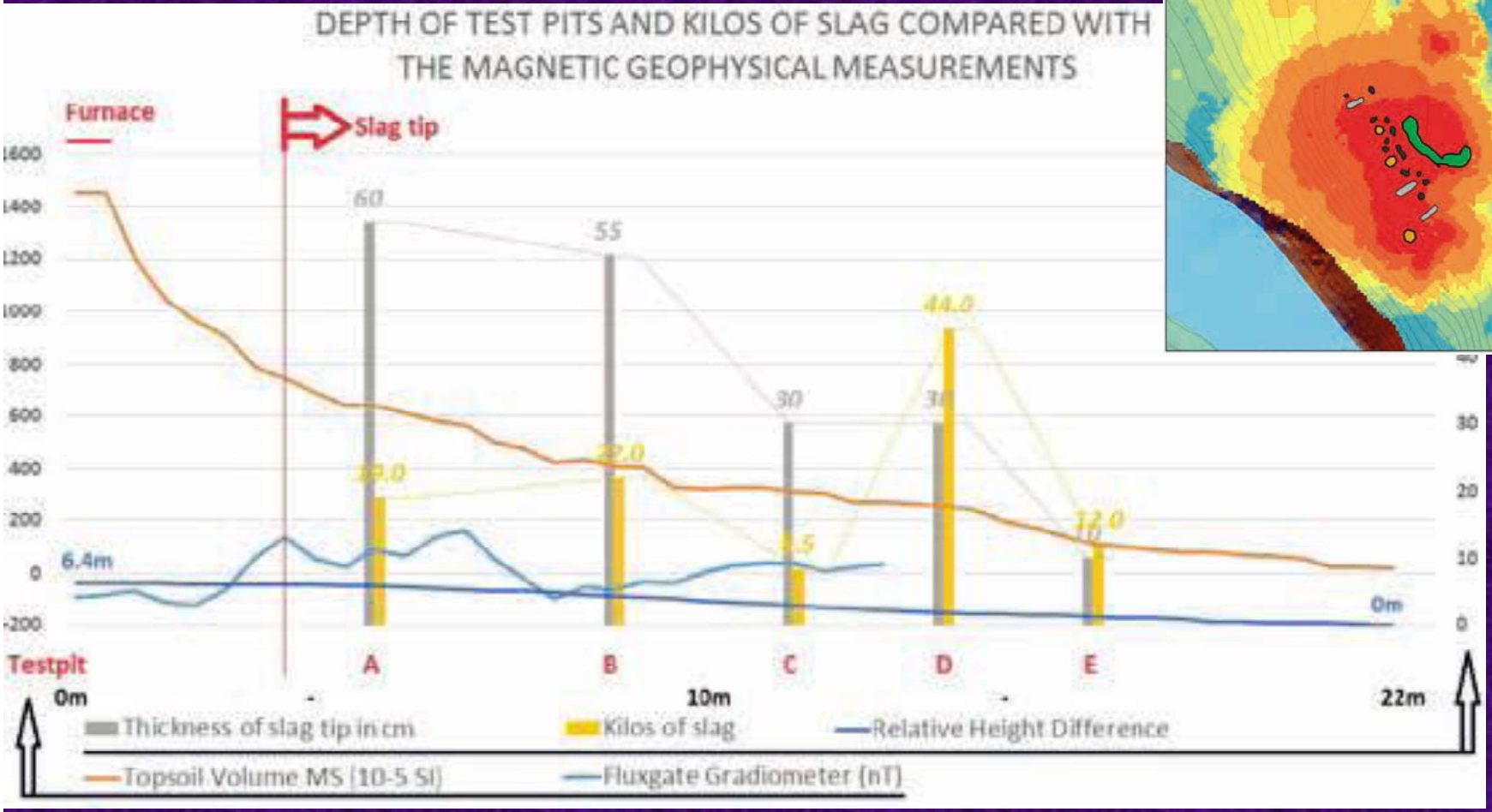
*Storbekken (NO) – detekce lokalit s výrobou železa na břehu řeky v době železné a v době malé vikingské osady (Stammes et al. 2019)*

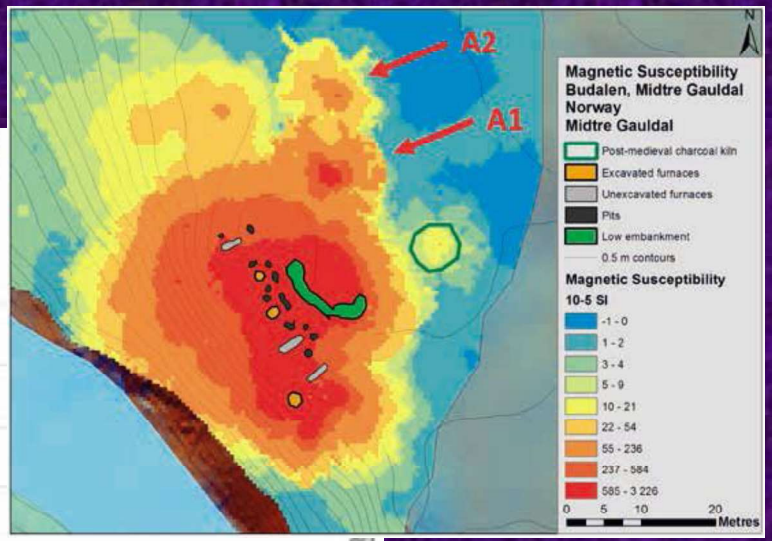


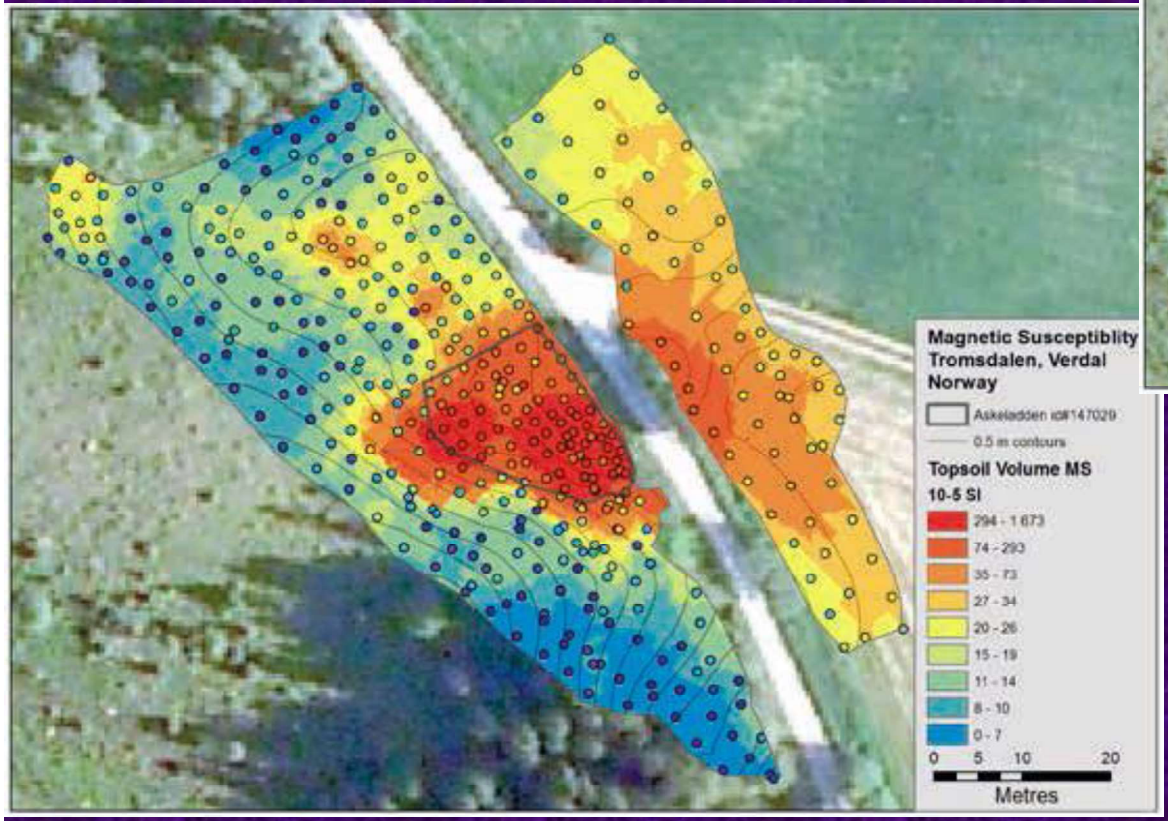



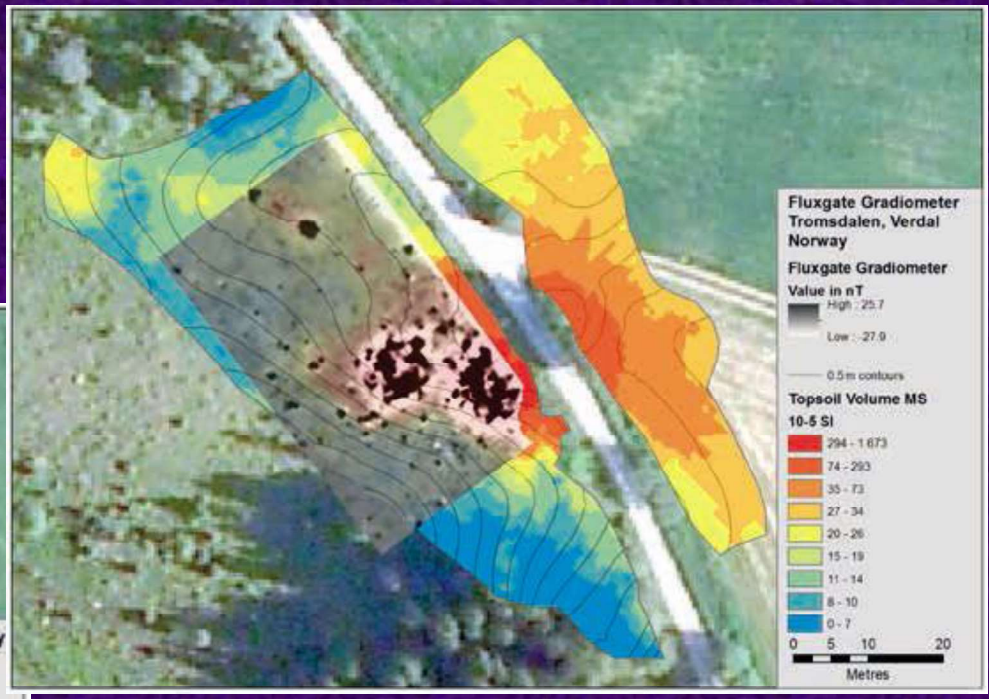
*Storbekken (NO) – porovnání mocností vrstev a kilogramů strusek s hodnotami magn. susceptibility a magnetometrie (Stammes et al. 2019)*

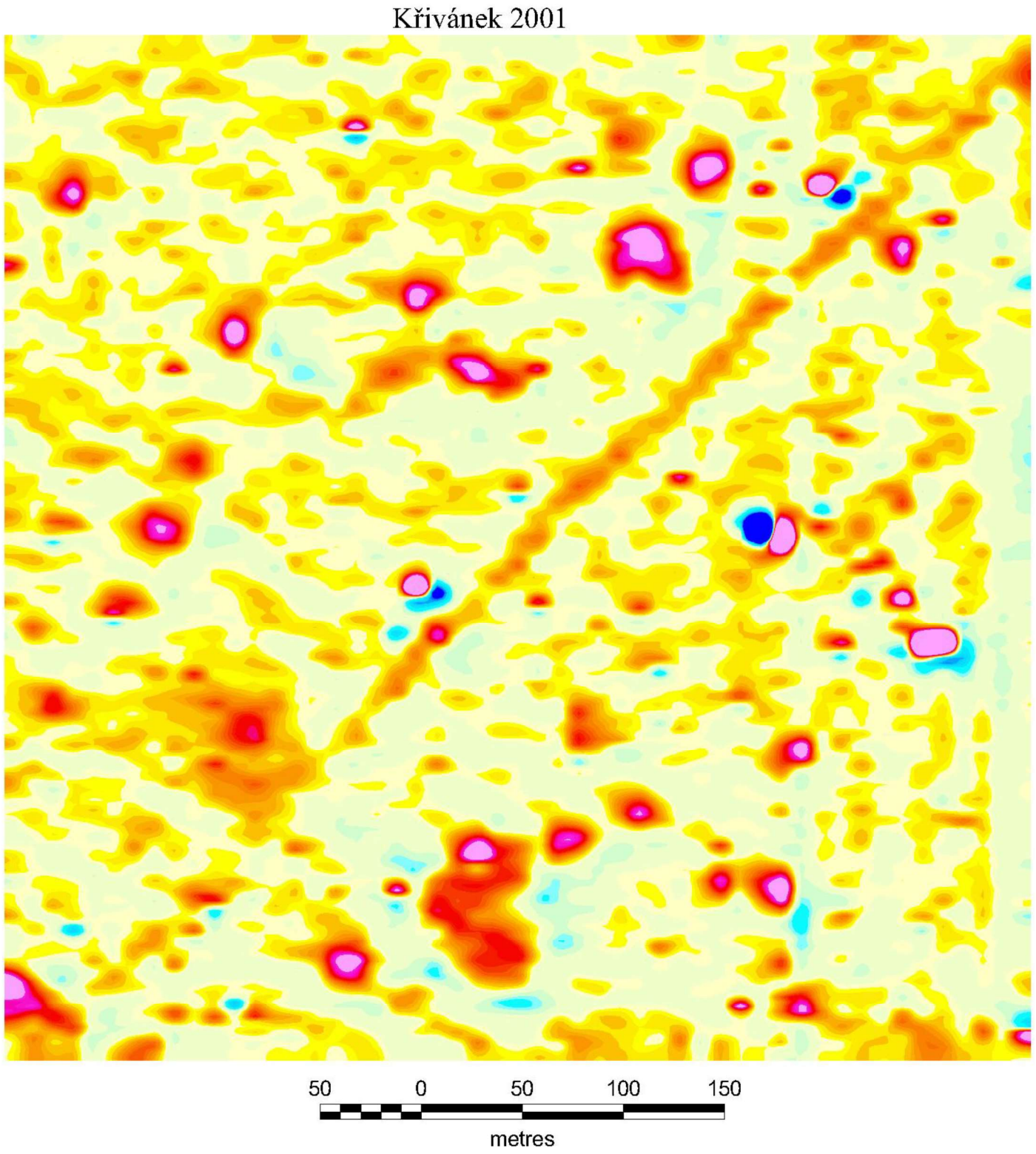


*Tromsdalen (NO) – detekce lokalit s výrobou železa v době železné, magn. susceptibilita a magnetometrie gradiometrem (Stammes et al. 2019)*



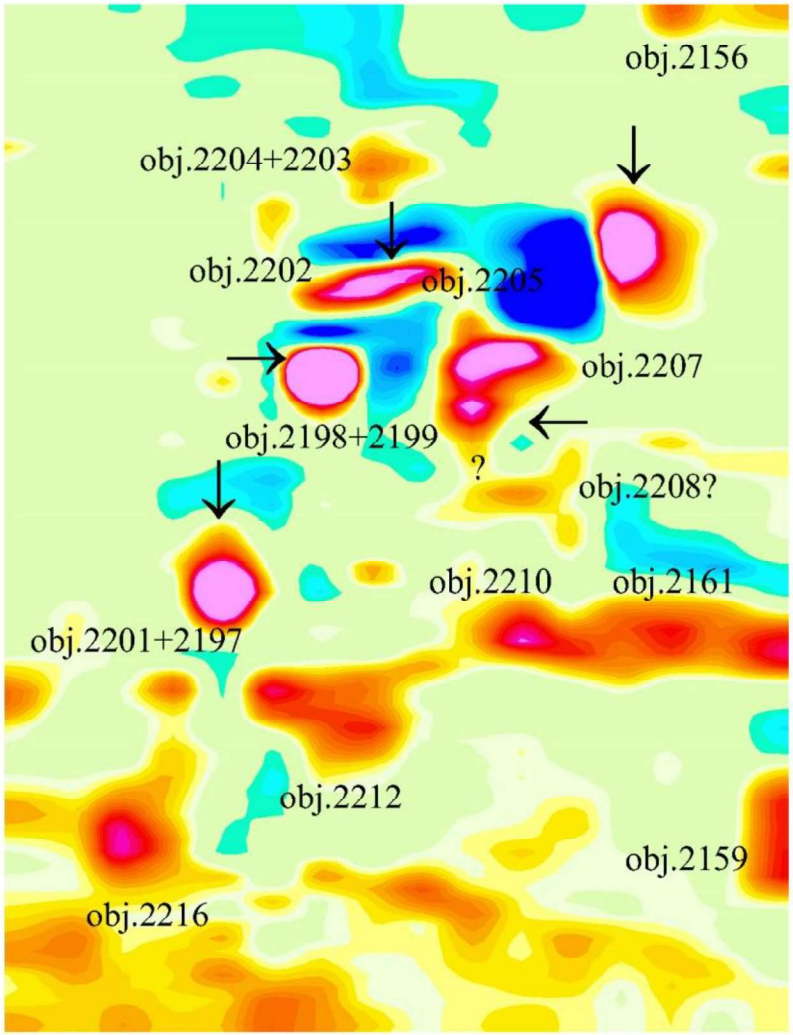






*Sobotovice (BV*

**Hostivice (PZ)**

Krivanek 2002

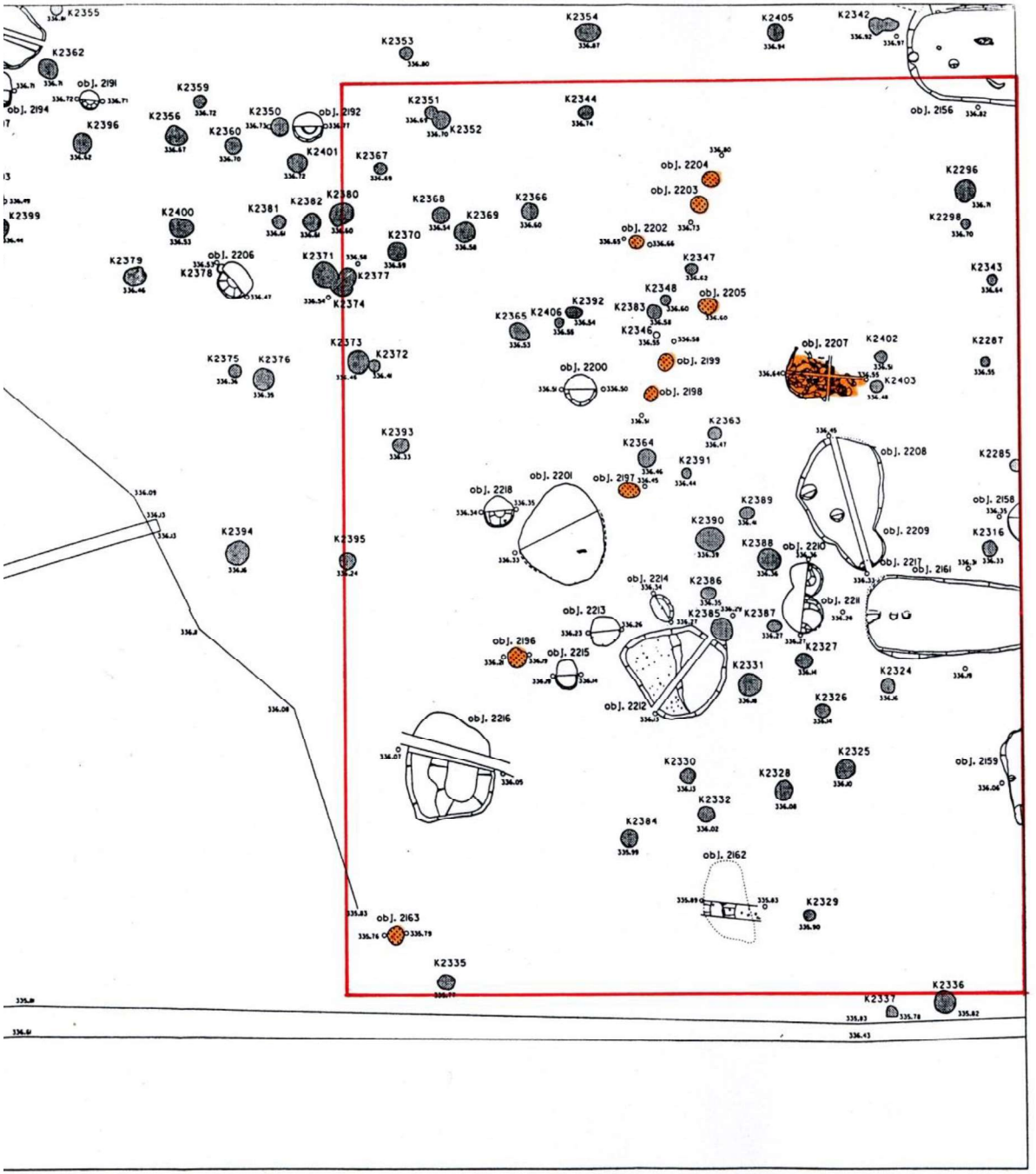



25 0 25 50

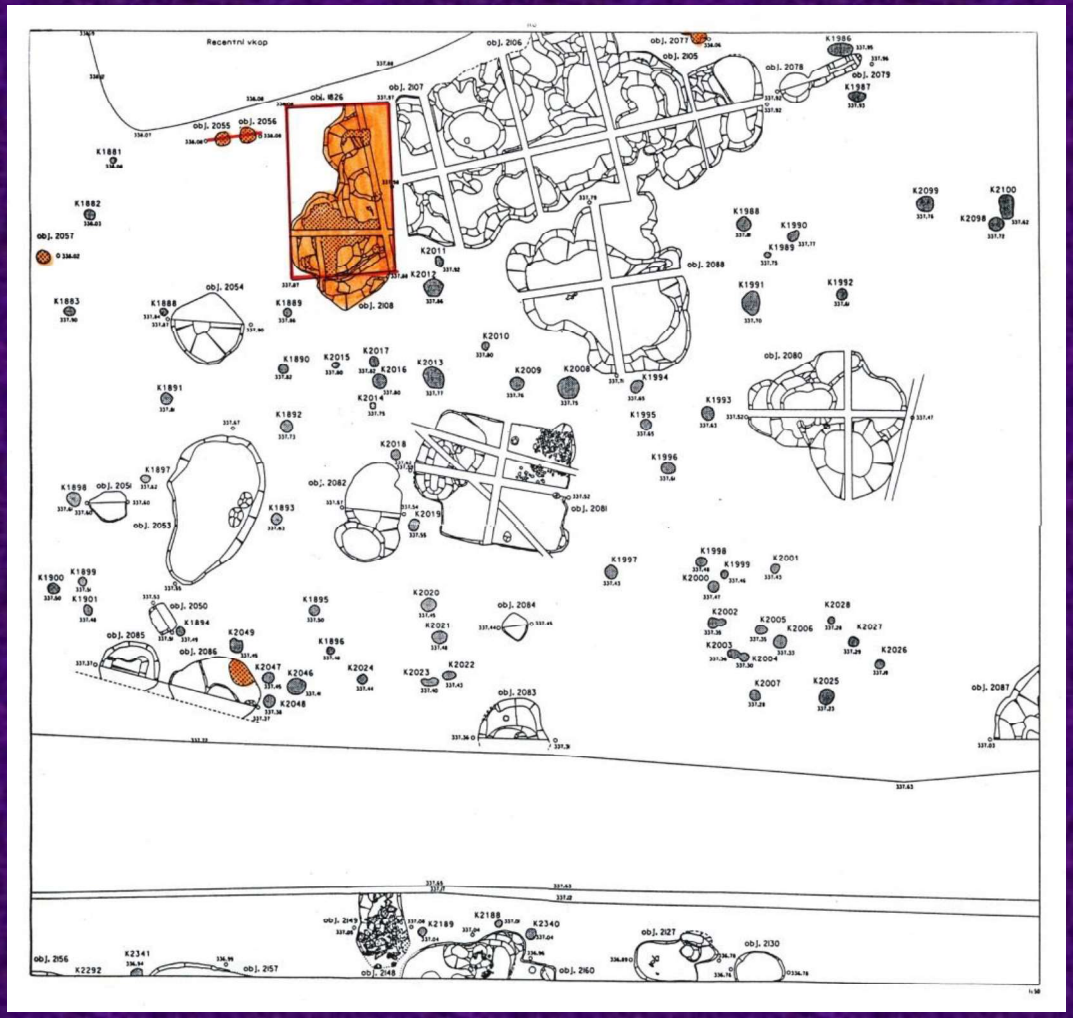
metres

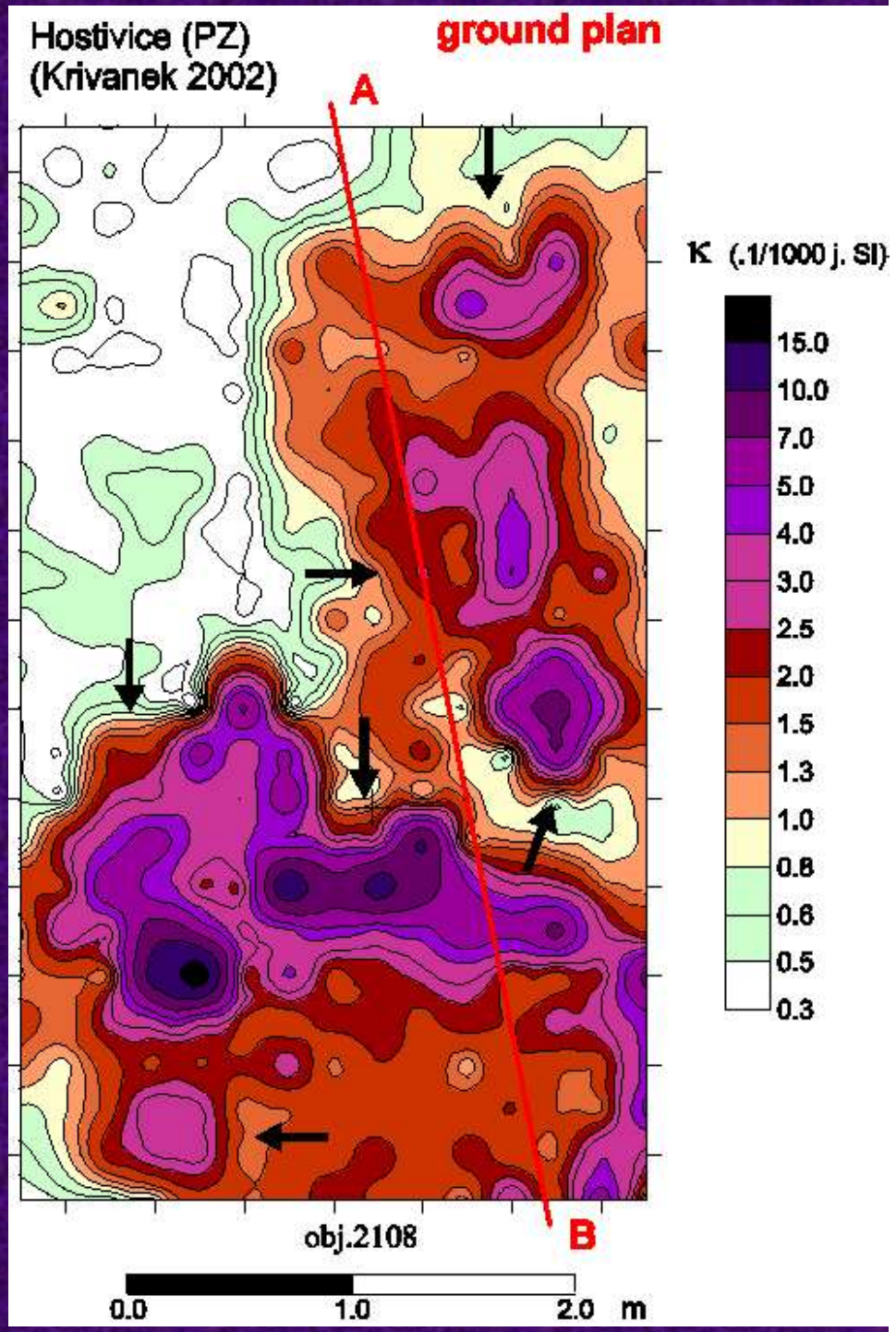
nT/m

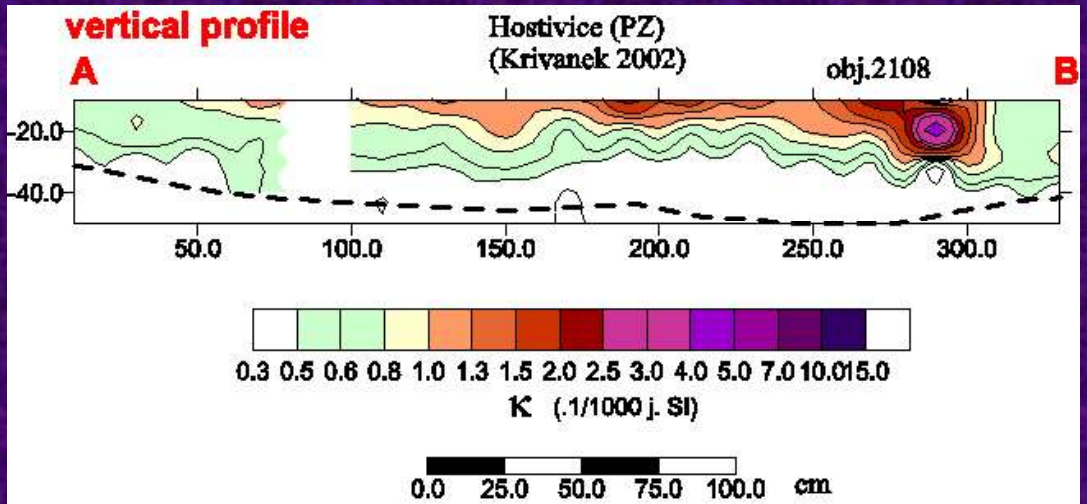
-9.1 -7.4 -5.6 -3.8 -2.1 -0.3 1.5 3.2 5.0 6.8 8.5 10.3 12.9 15.6 18.2



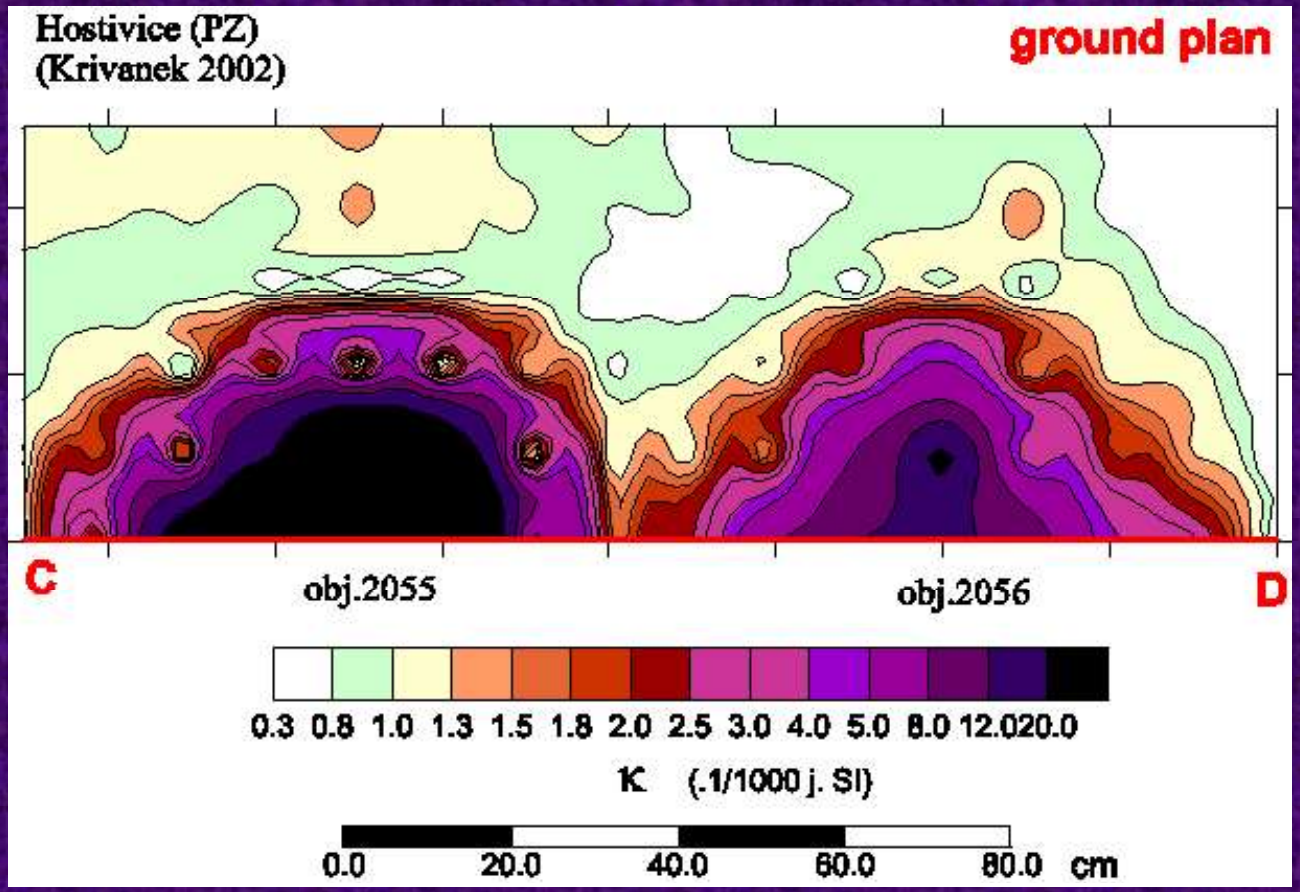
# *Hostivice (PZ)*

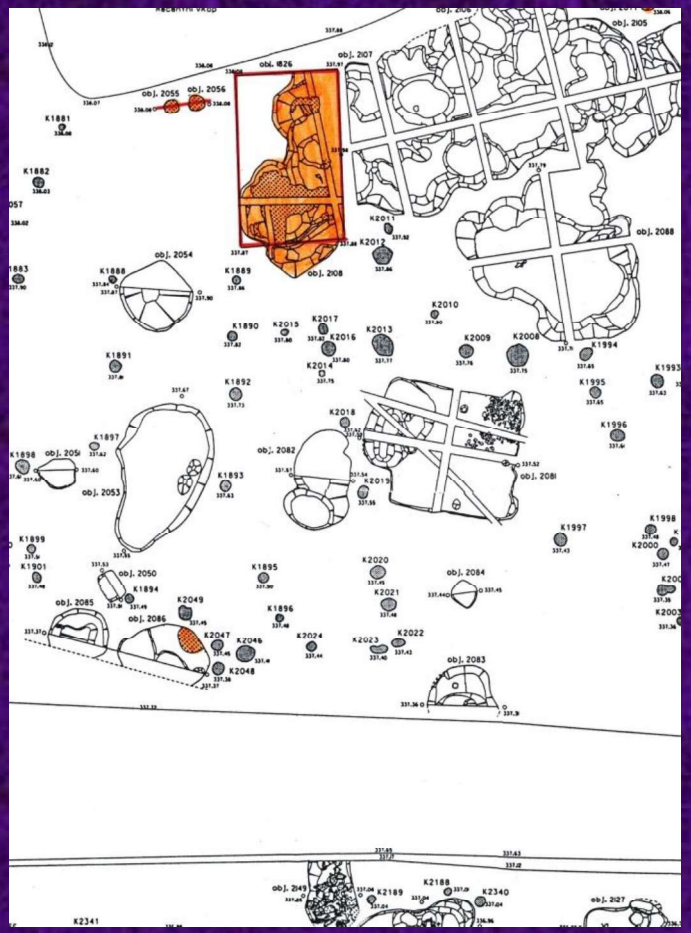


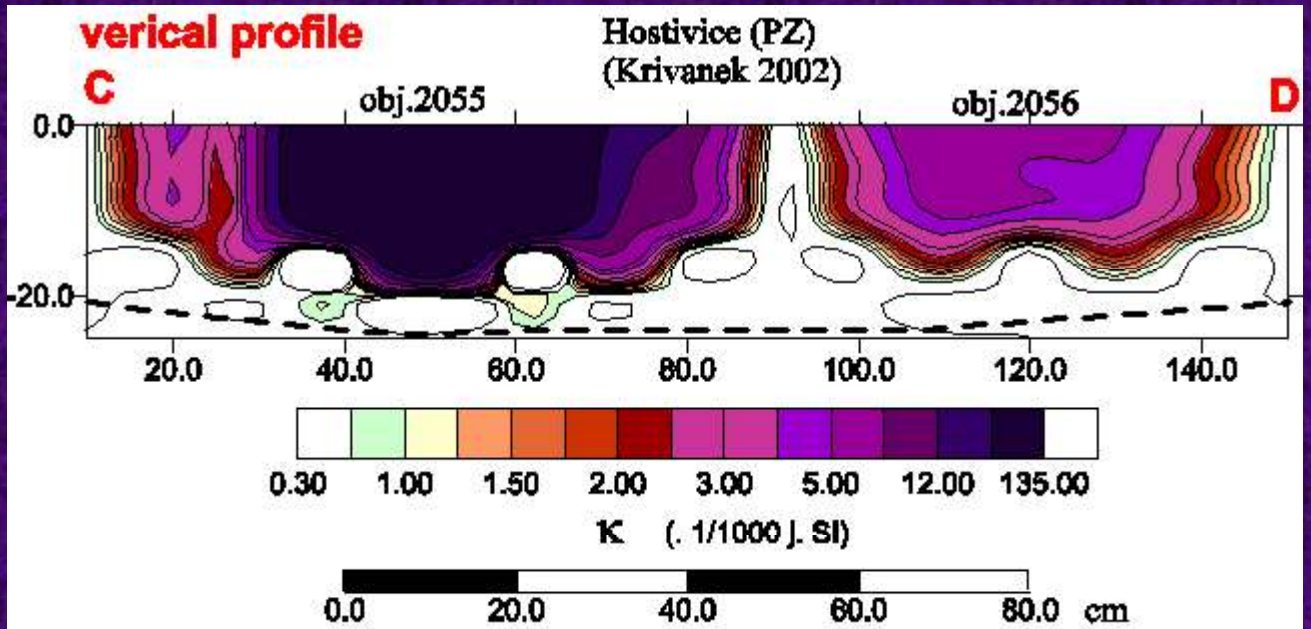


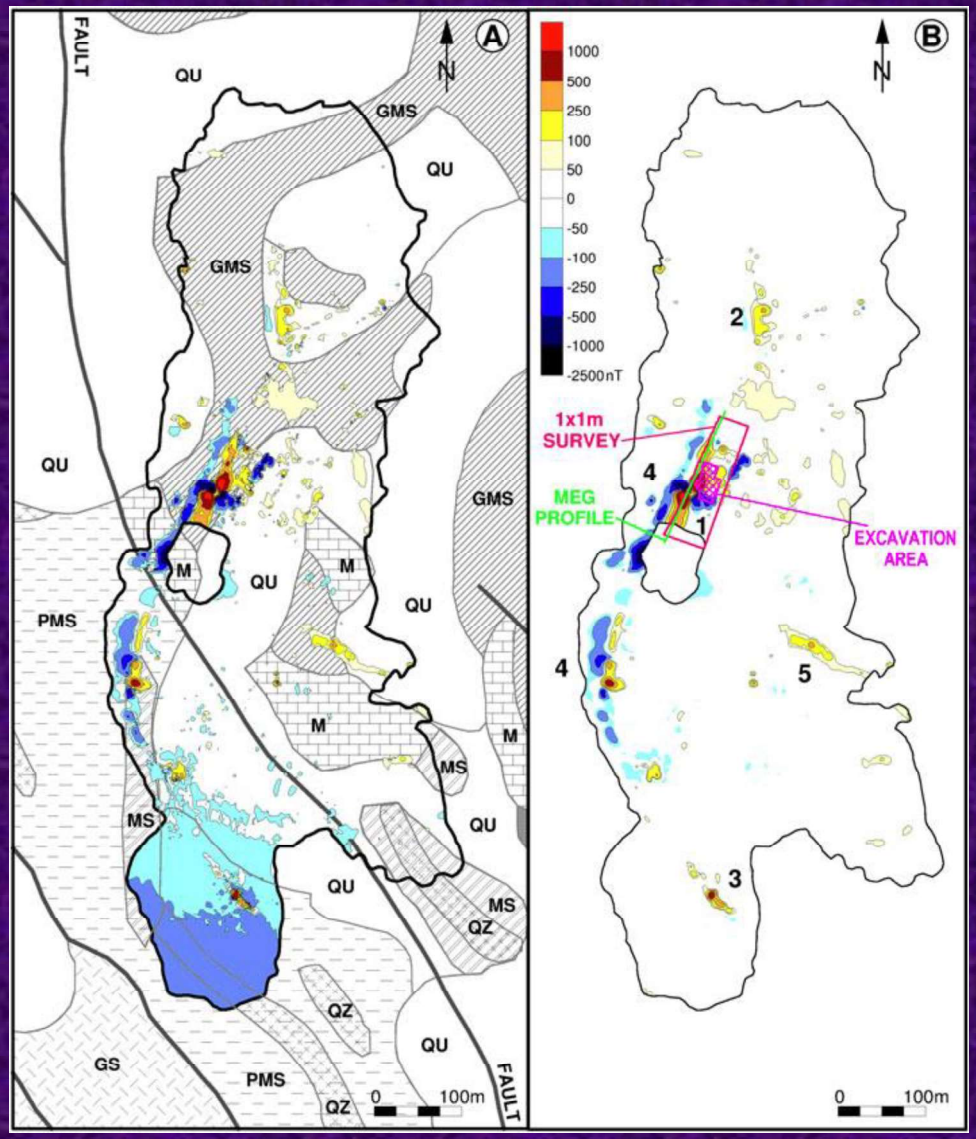
# *Hostivice (PZ)*

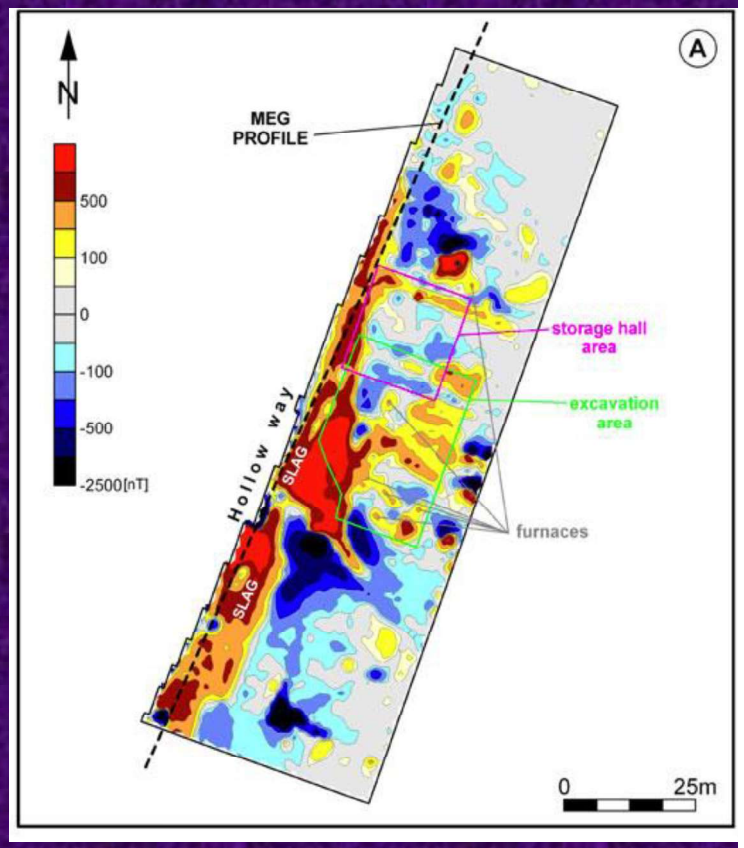


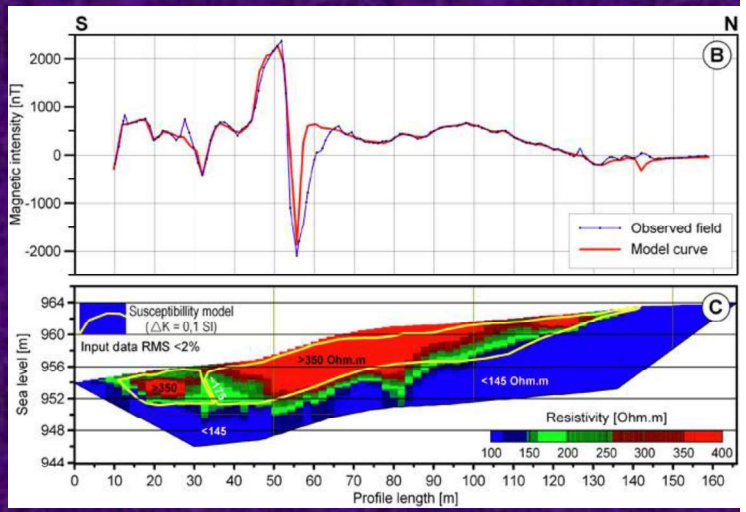





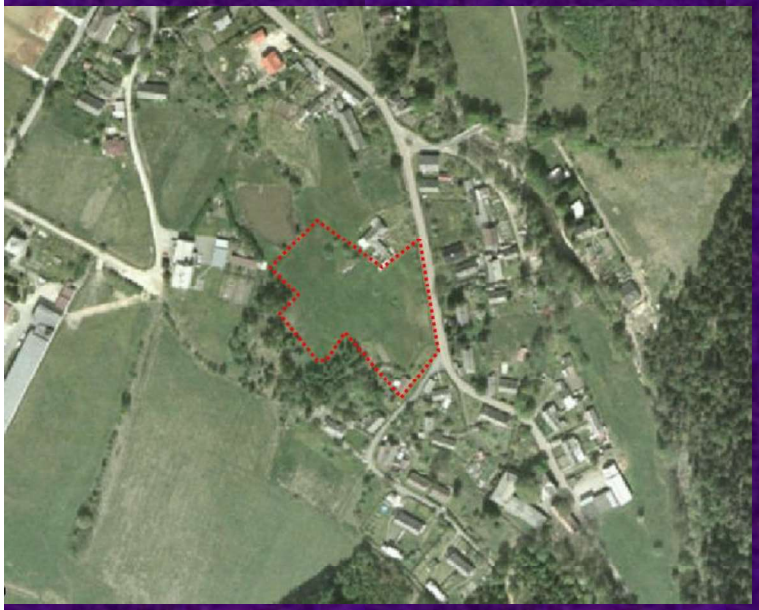
# *Hüttenberg (A) – porovnání magnetometrie a odporového měření (ERT) nad areálem na výrobu železa v době římské (Wallach et al. 2011)*



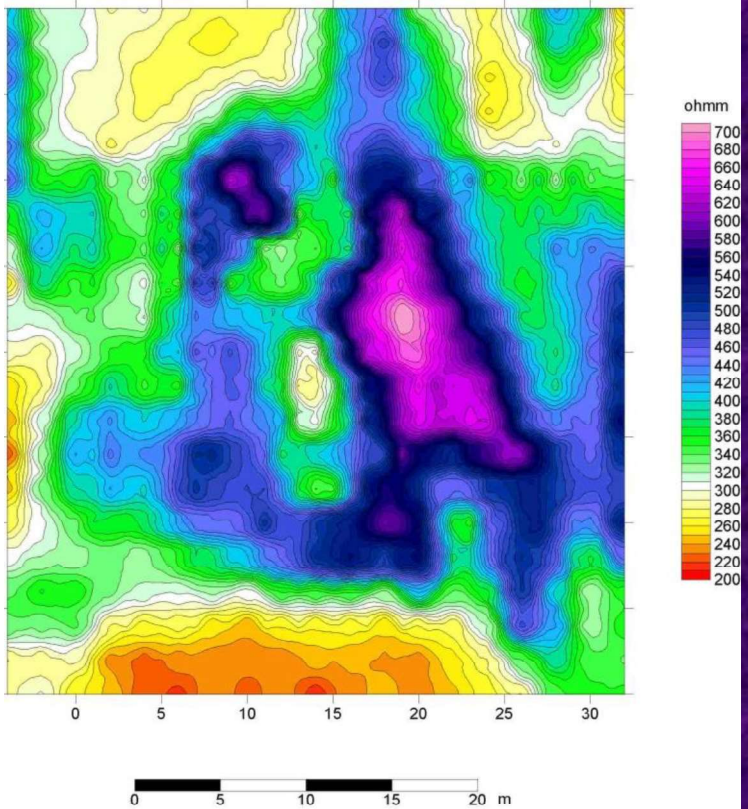



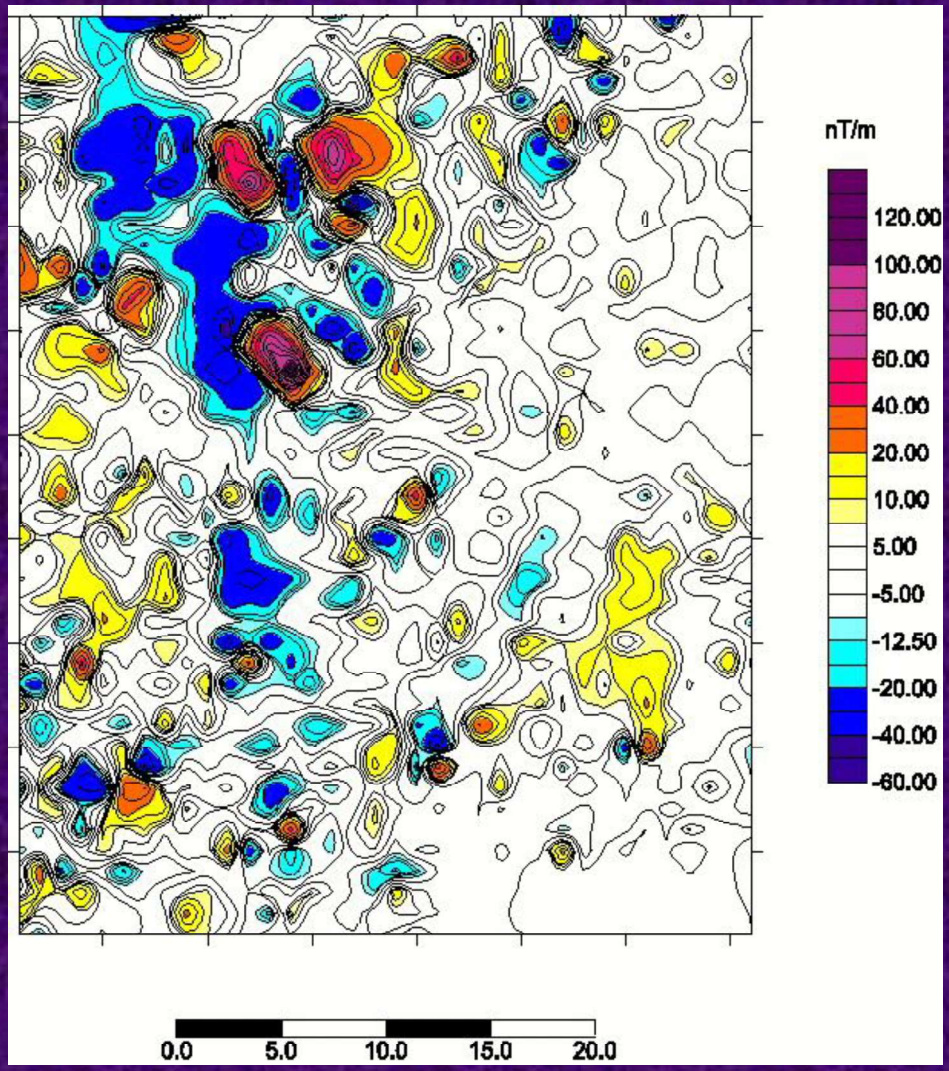
# *Strašice (RO) – magnetometrický a geoelektrický odporový průzkum středověkého železářského výrobního areálu*





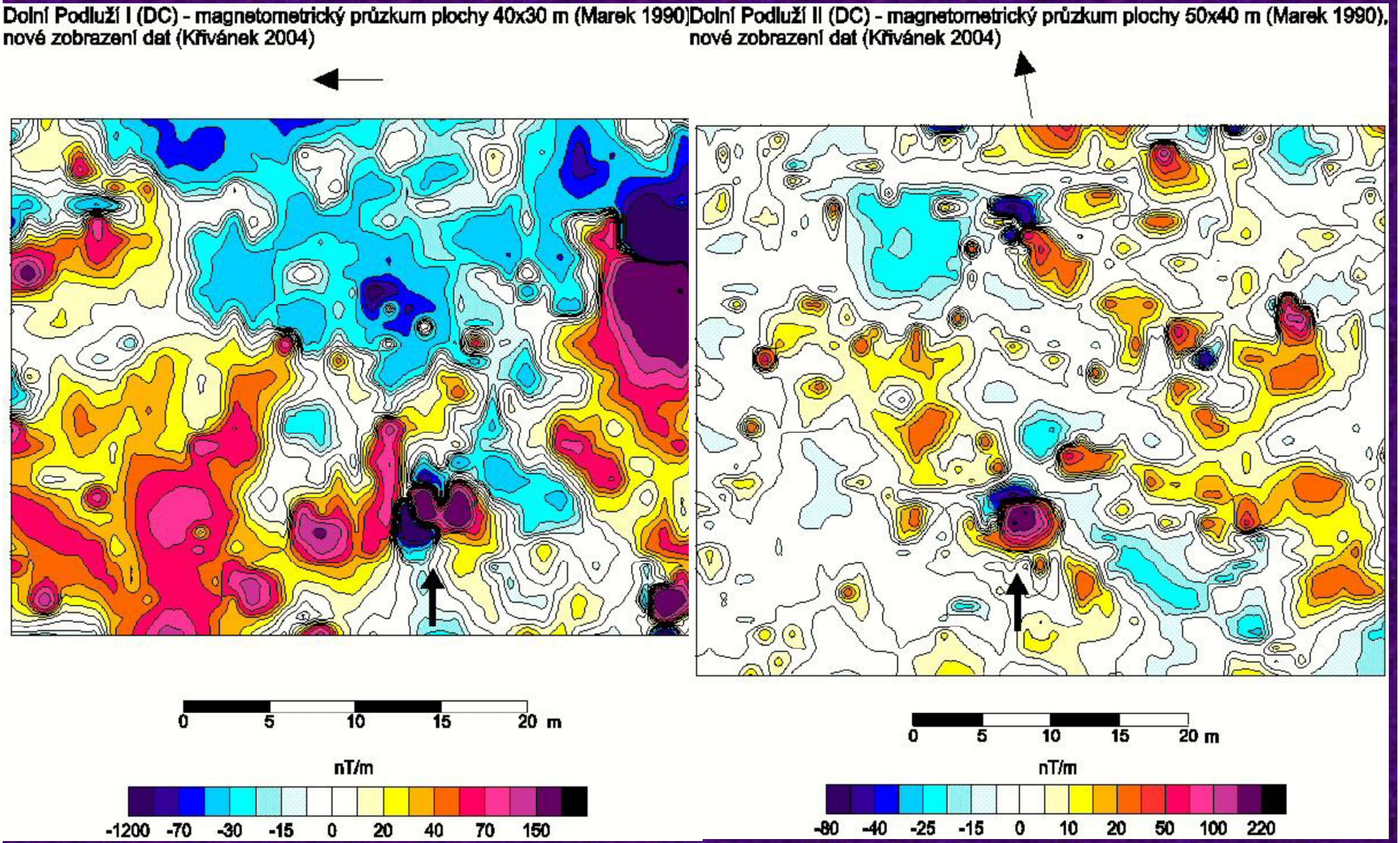






nT/m
120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
10.00
5.00
-5.00
-12.50
-20.00
-40.00
-60.00
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0

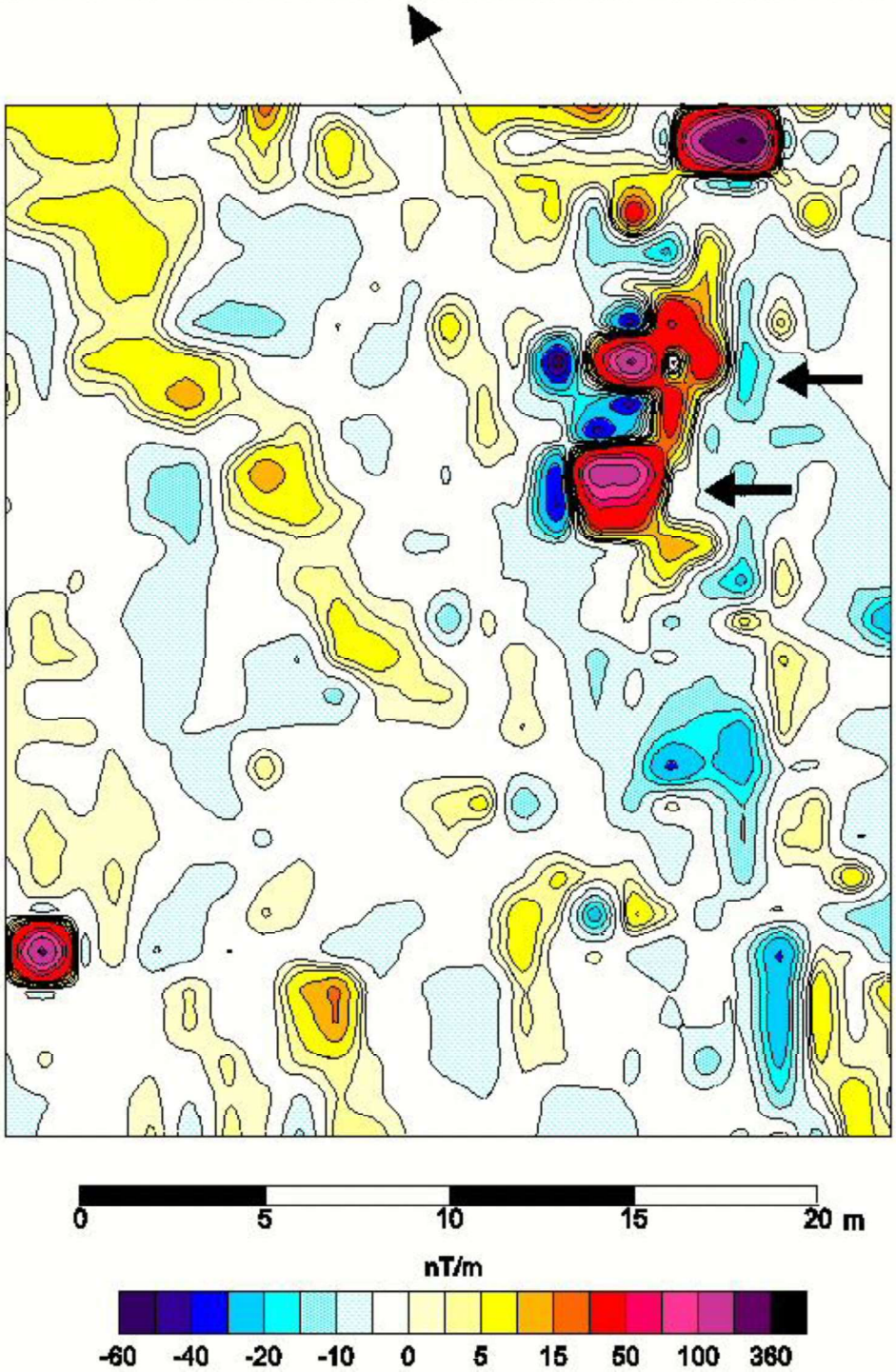
# Sklárny

# *Dolní Podluží (DC) – magnetometrický průzkum sklářských areálů s komplikovanou geologickou stavbou*

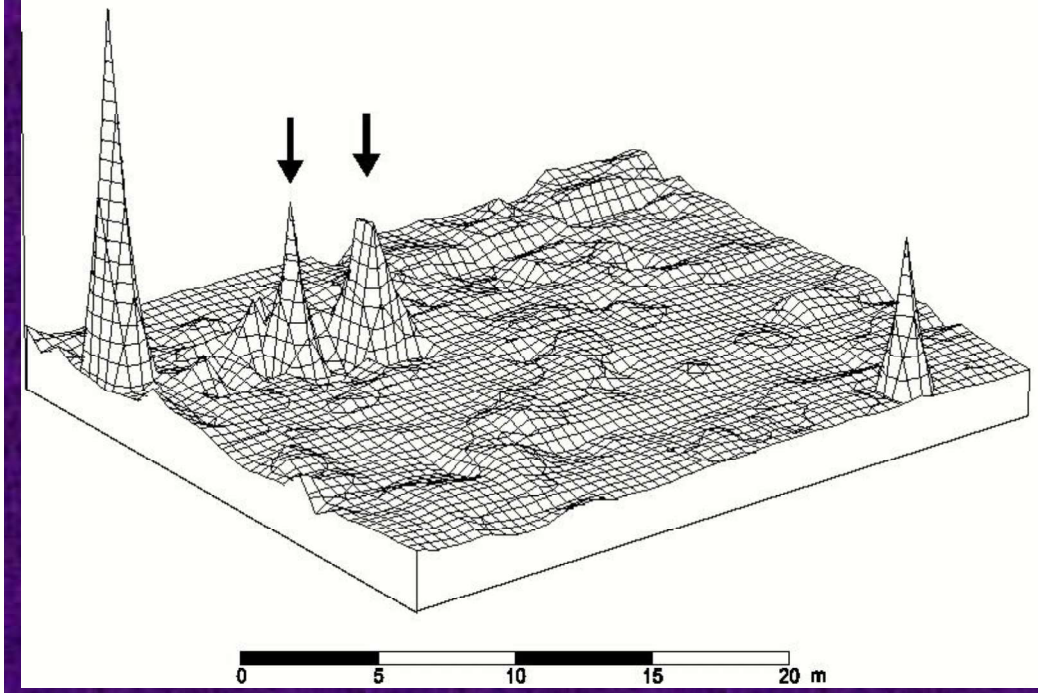


# *Horní Světlá (CL)*

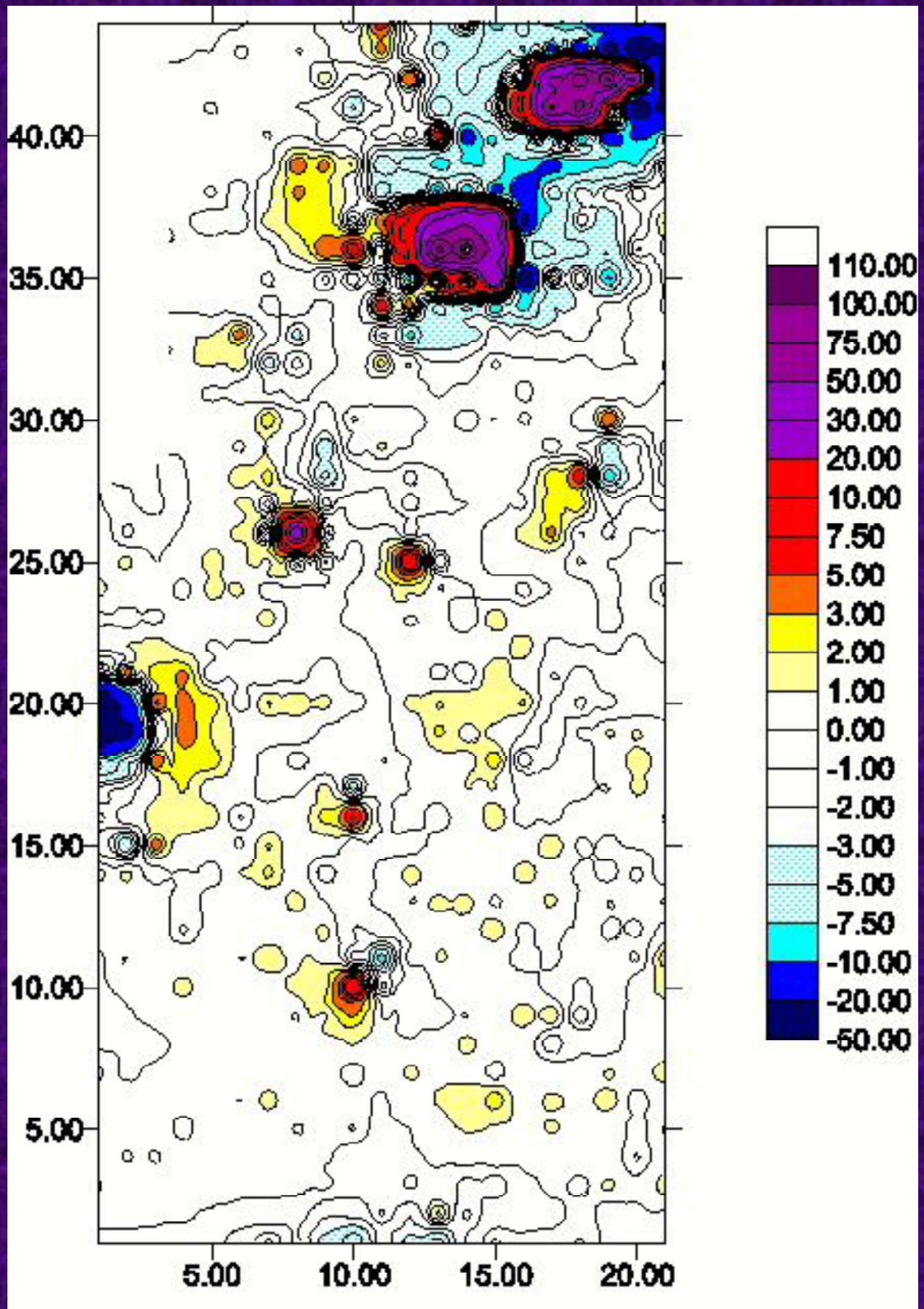
Horní Světlá (CL) - magnetometrický průzkum plochy 25x30 m (Křivánek 1995)



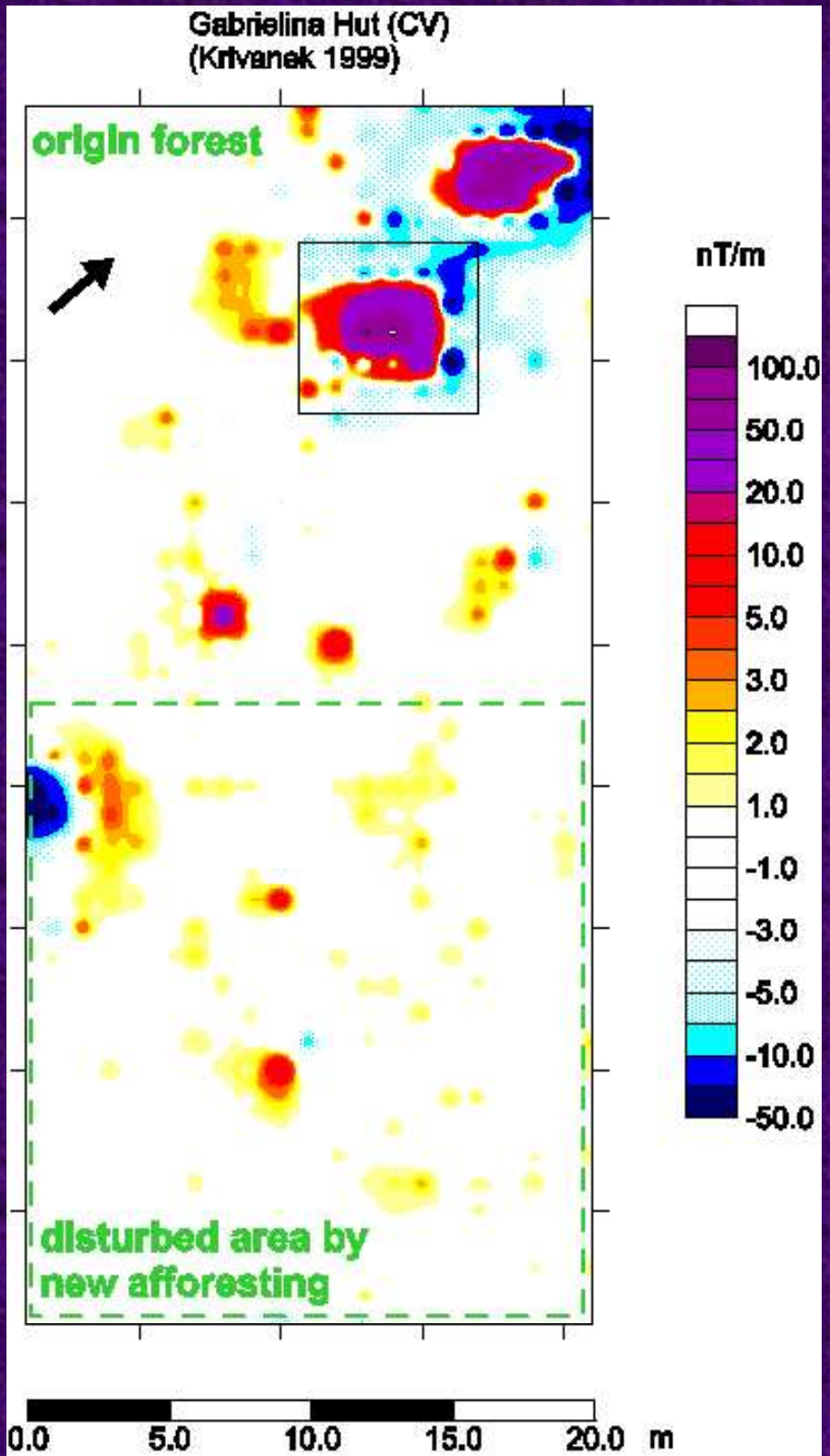

Horní Světlá (CL) - 3D zobrazení magnetometrického průzkumu (Křivánek 1995)

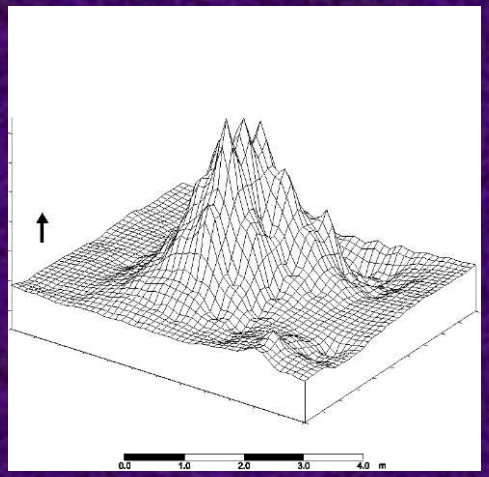


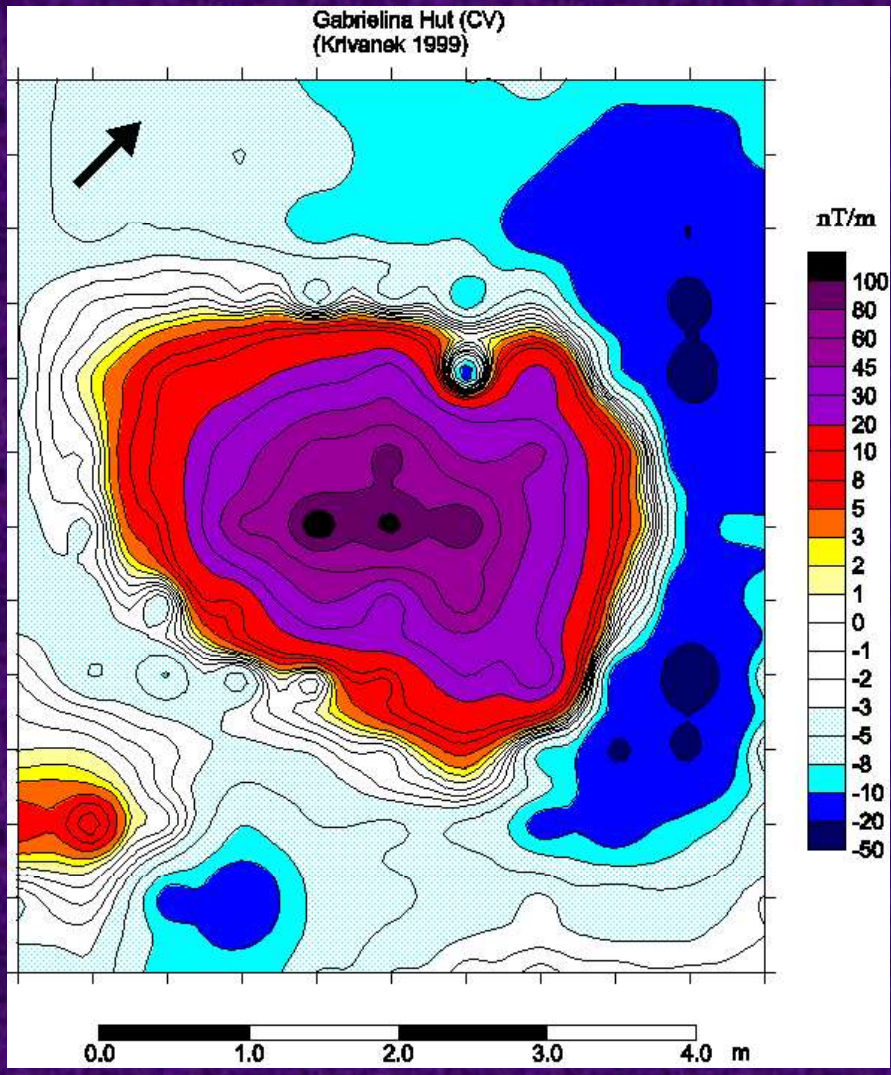
*Gabrielina Hut' (MO)*



# *Gabrielina Hut' (CV)*

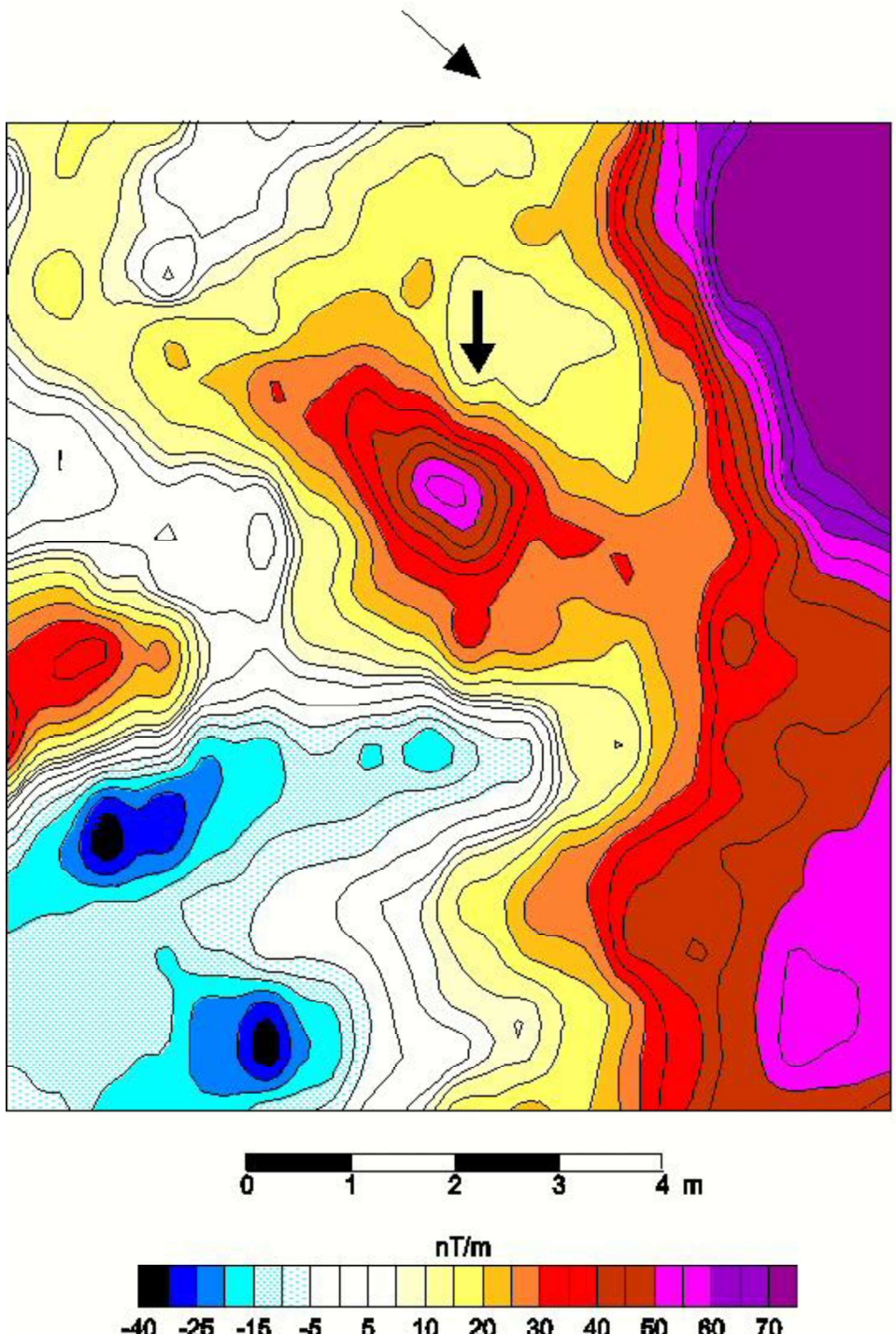


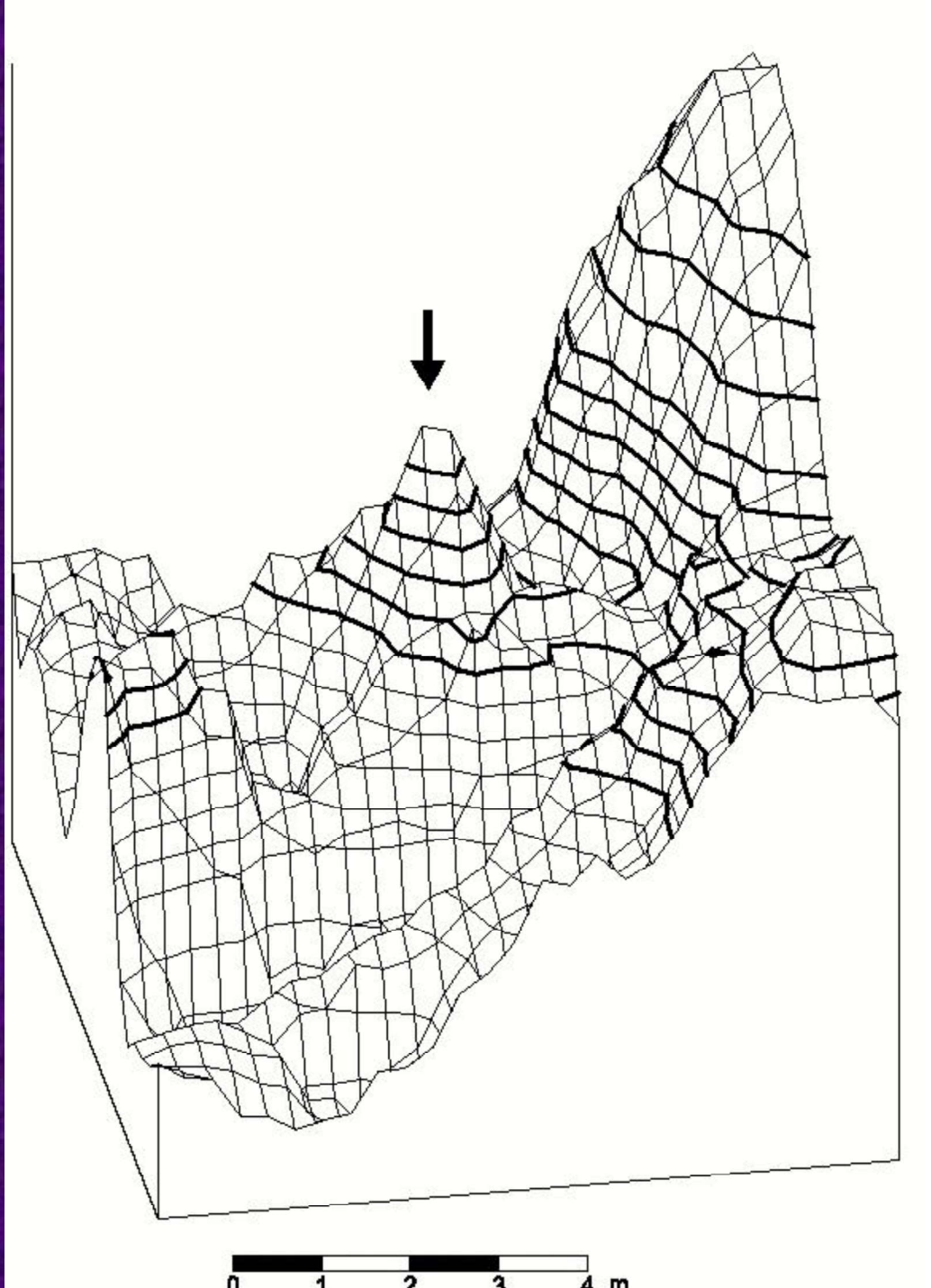


# *Naděje (CL)*

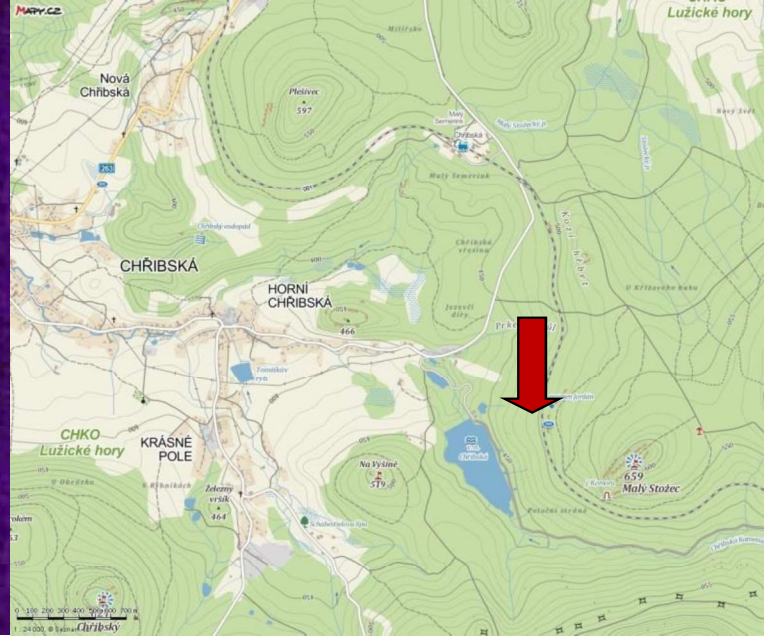
Naděje I (CL) - magnetometrický průzkum plochy 9x10 m (Křivánek 1995)

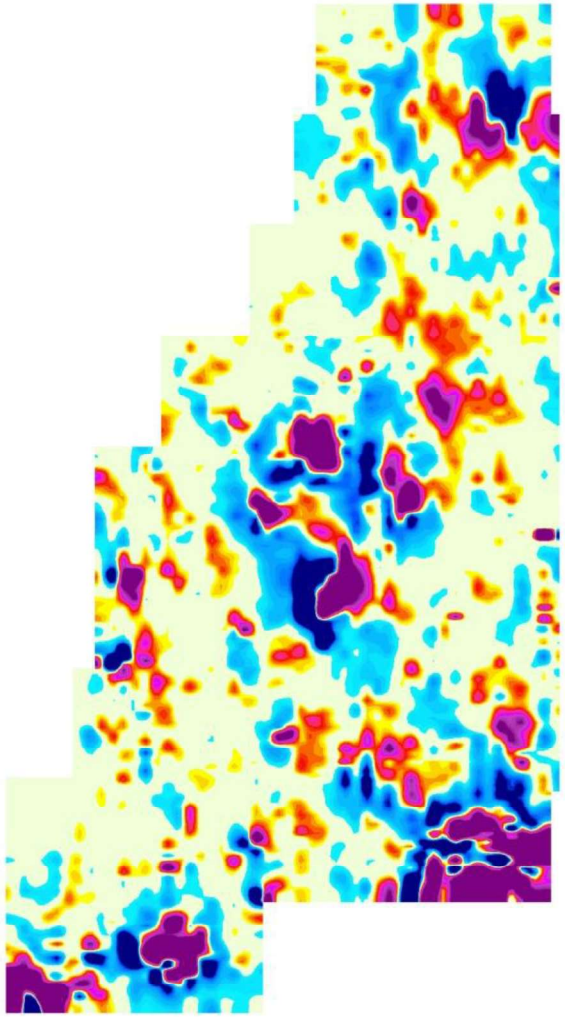


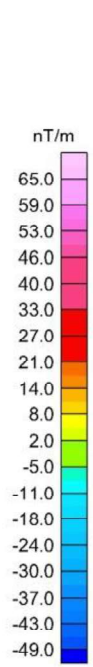

Naděje I (CL) - 3D zobrazení magnetometrického průzkumu (Křivánek 1995)

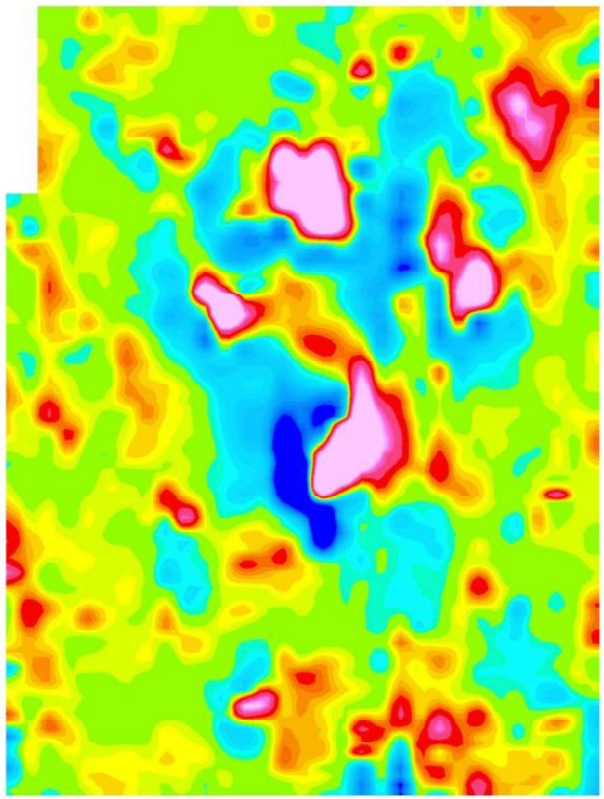


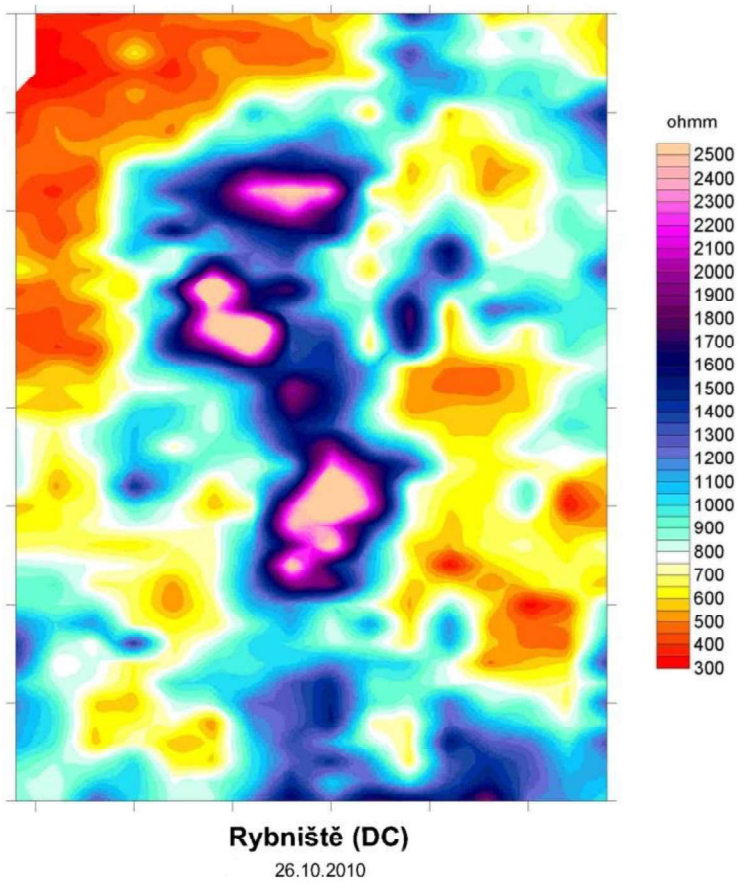
# *Rybniště (DC) – magnetometrický a geoelektrický odporový průzkum při ověřování místa zaniklé středověké sklářské huti (archeologický průzkum ÚAPP SZČ Most – Černá a kol. 2010)*



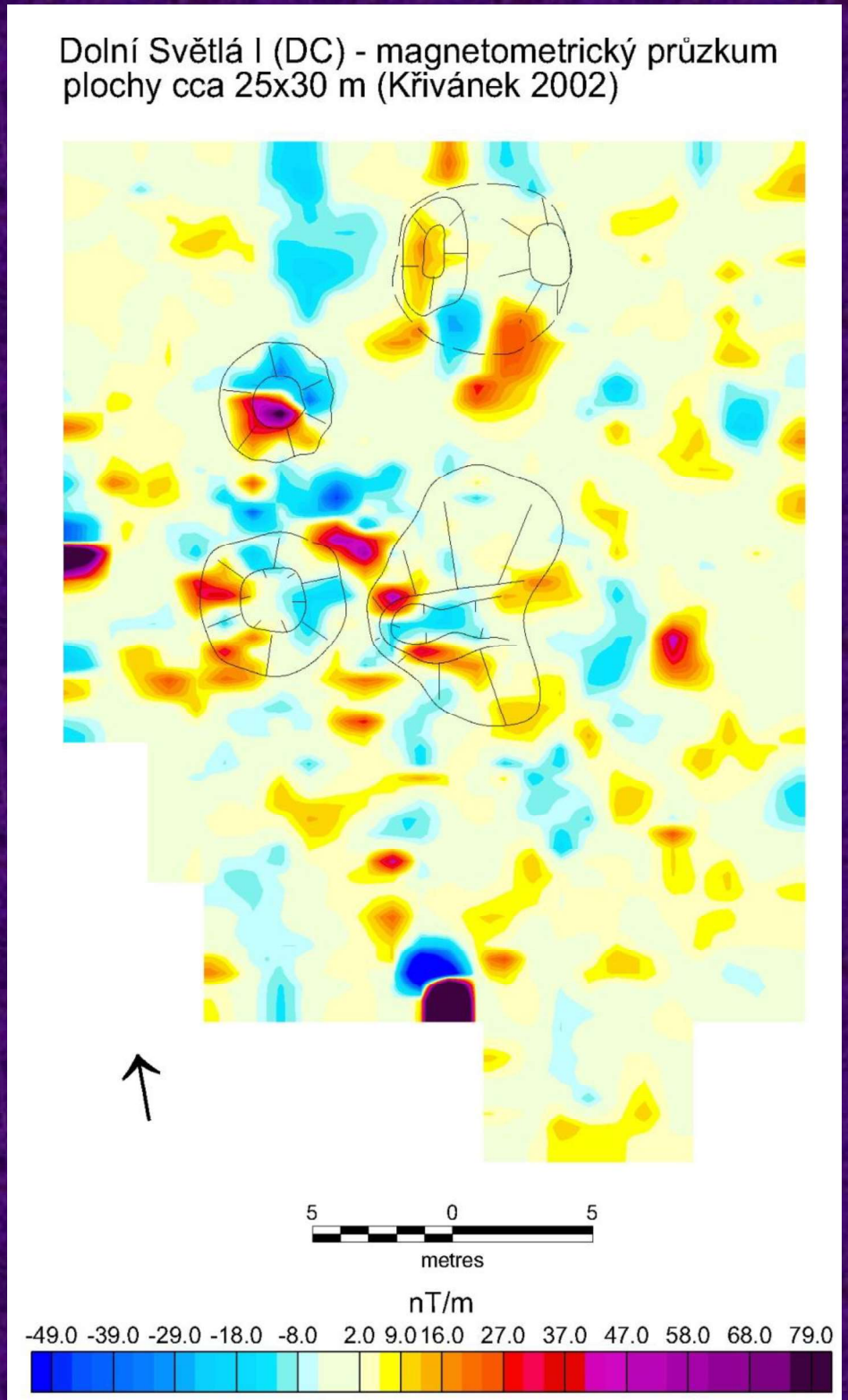



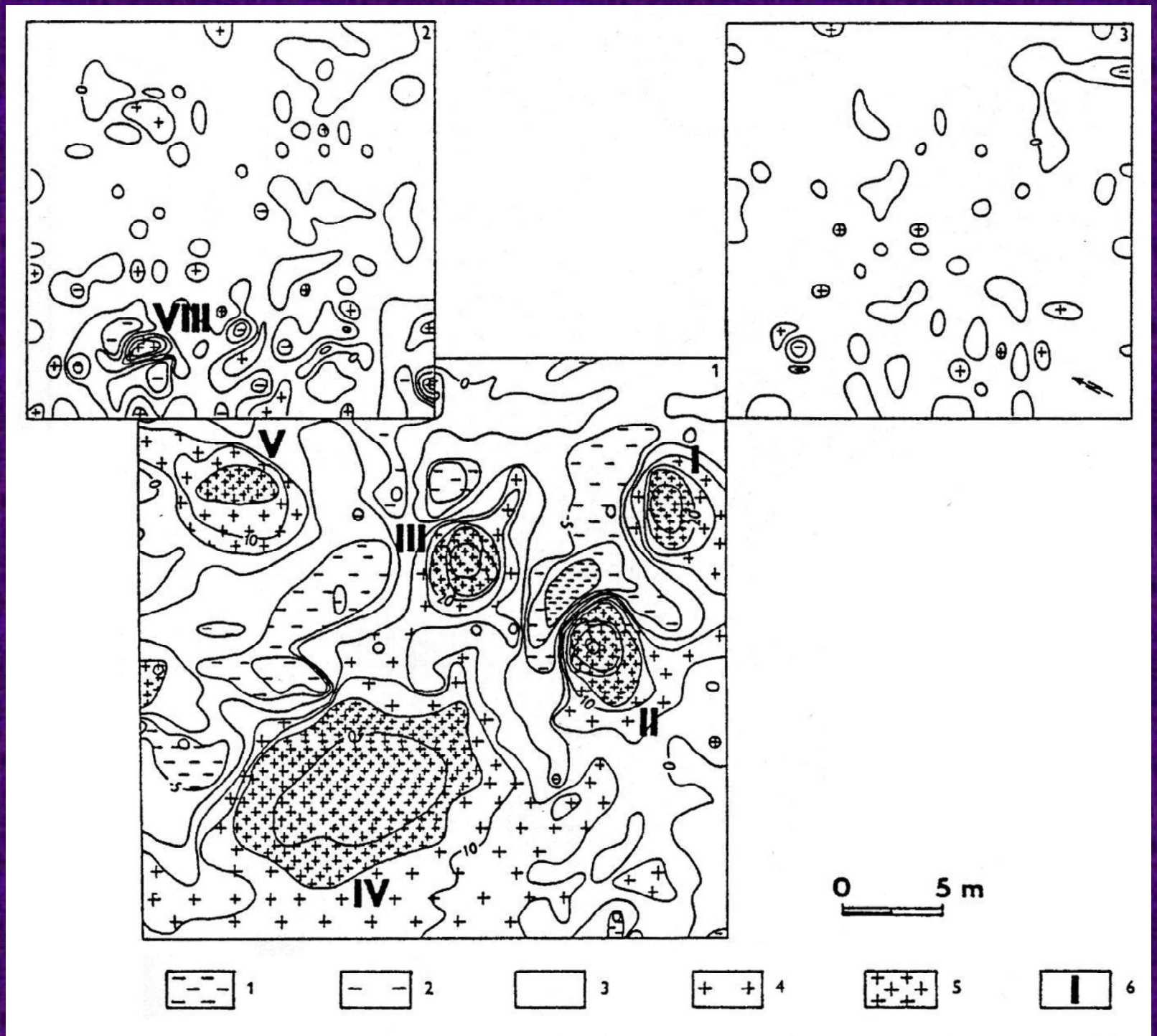



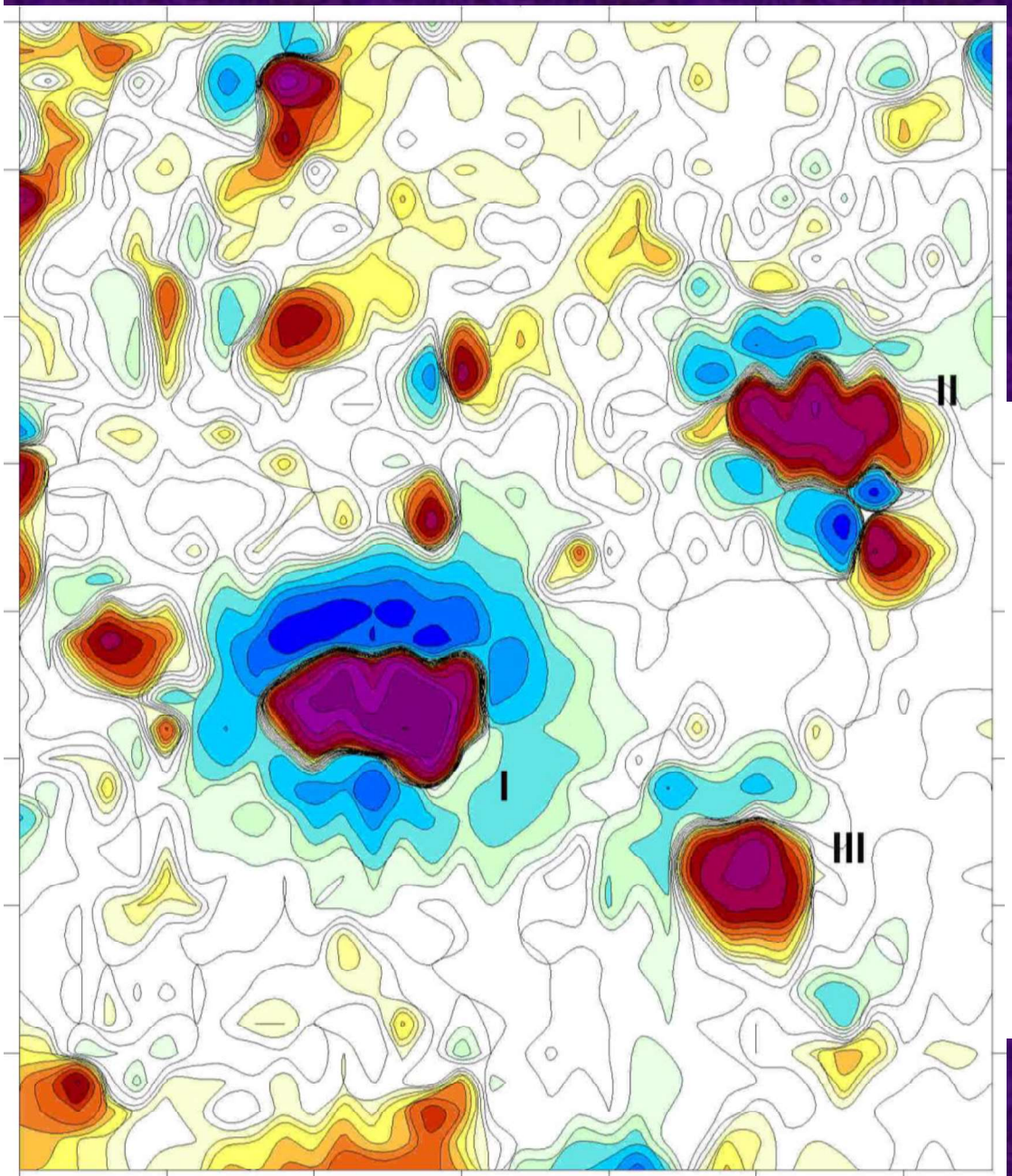
# *Dolní Světlá (DC)*

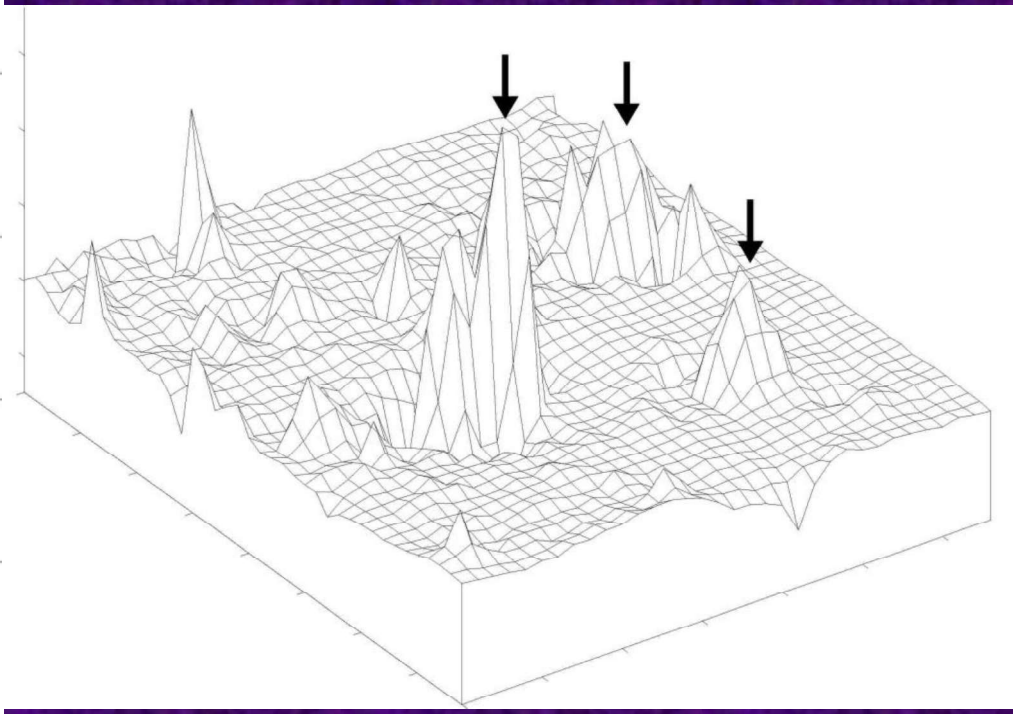


# *Pockau (D)*

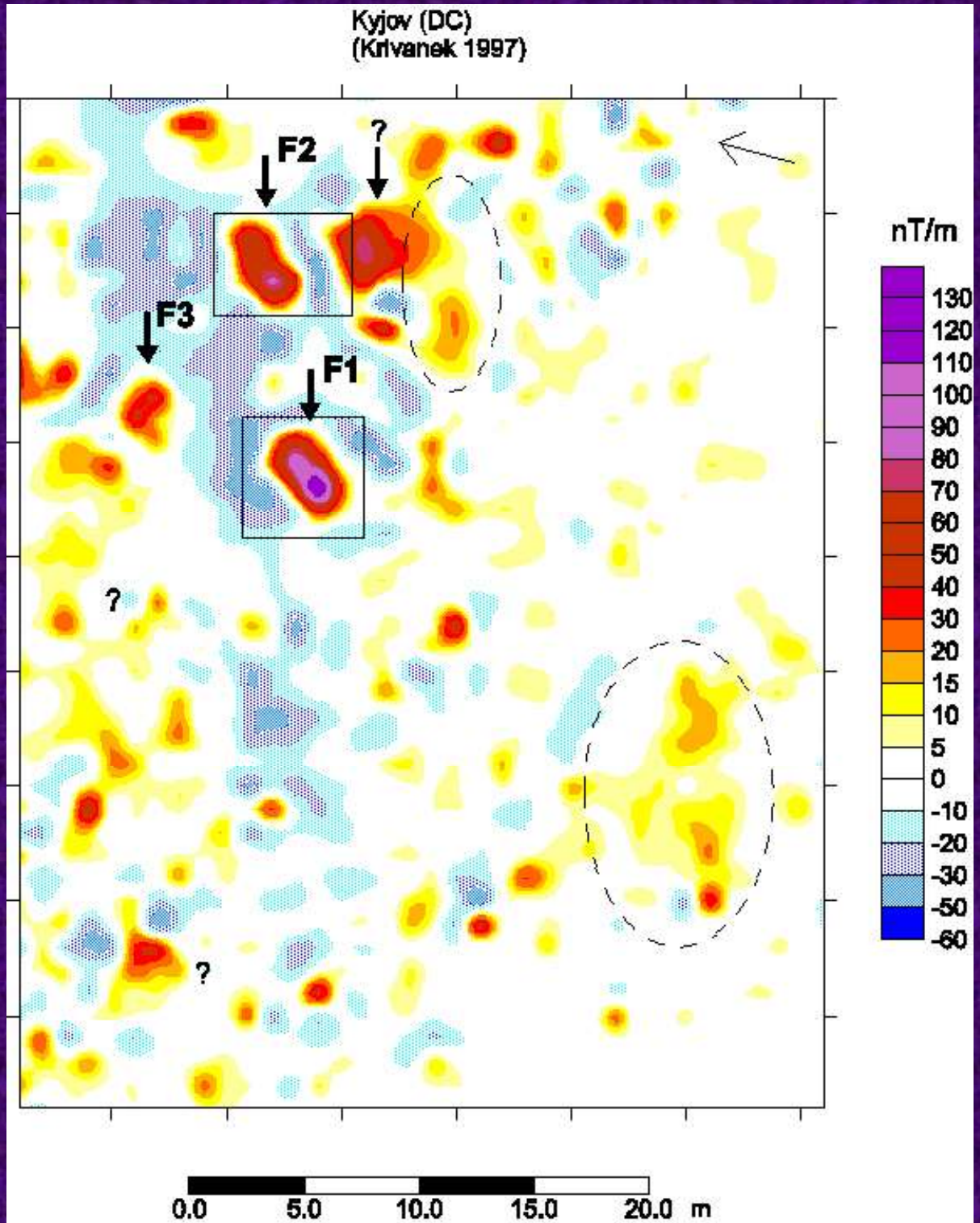


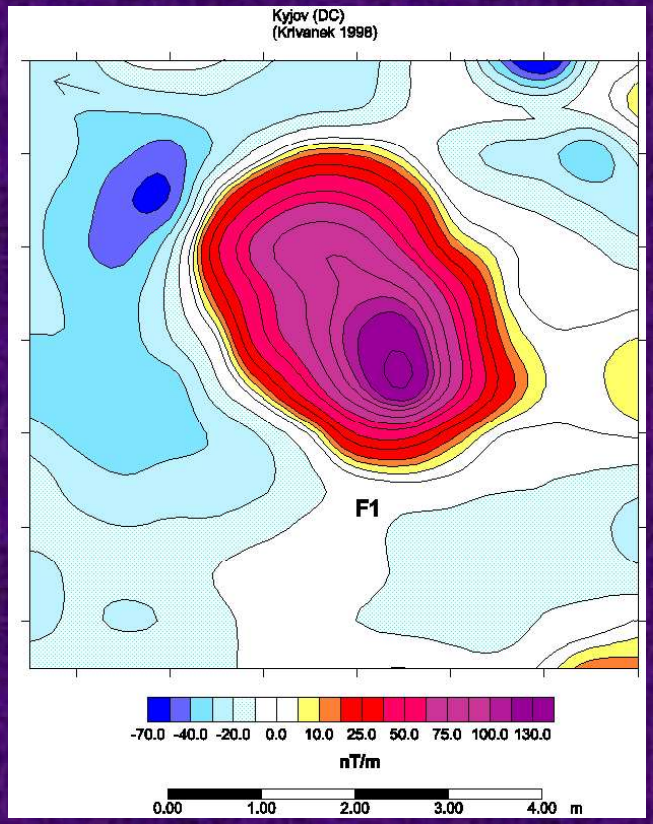
# *Ullersdorf (D)*
# *trojúhelnikovité rozložení pecí*



# *Kyjov-Doubice (DC)*



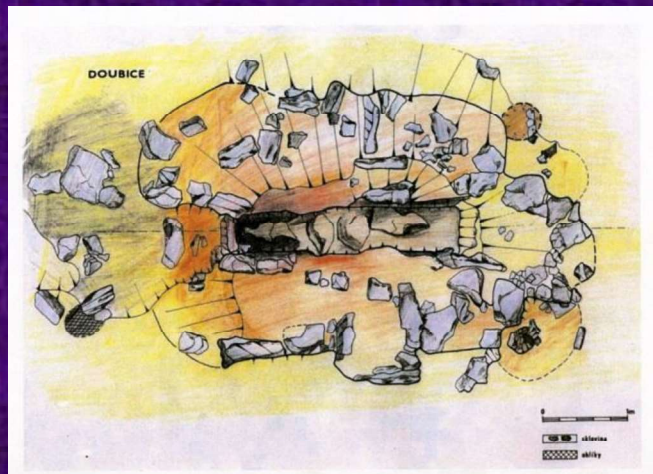
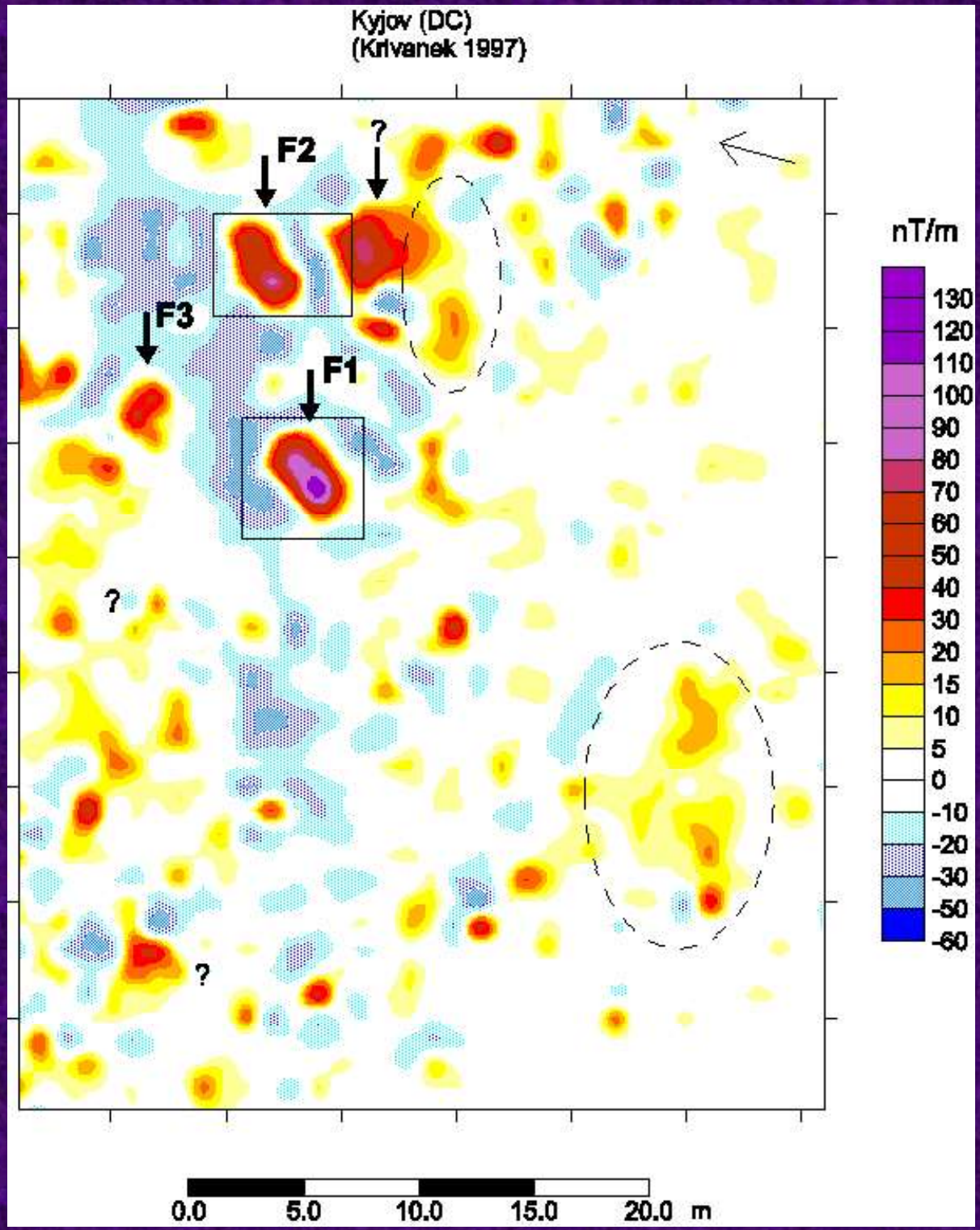
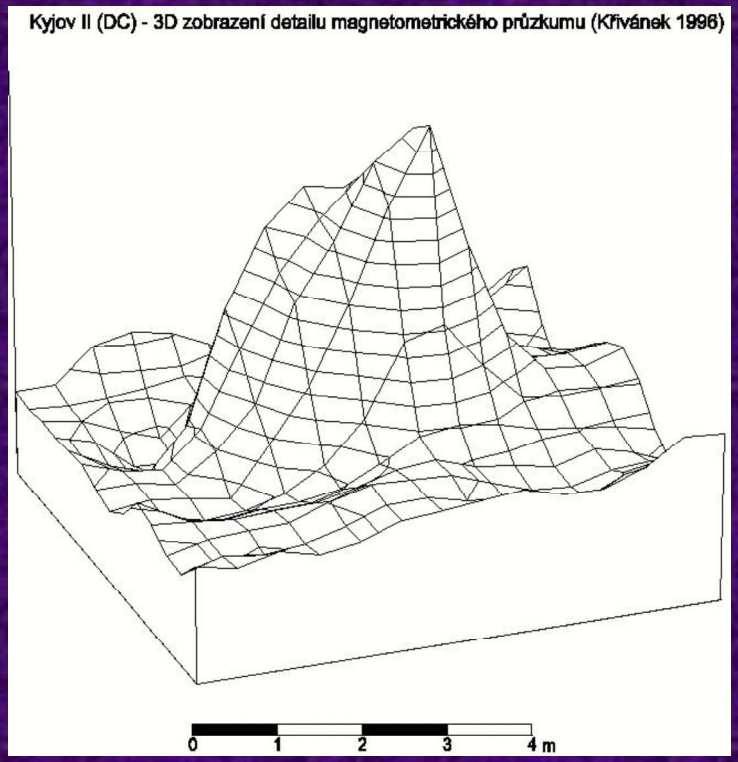




**Abb. 5:** Glashütte Doubice. Reste des Schmelzofens mit ovalem Grundriss. (Zeichnung: Helena JONAŠOVÁ).

# *Kyjov-Doubice (DC)*



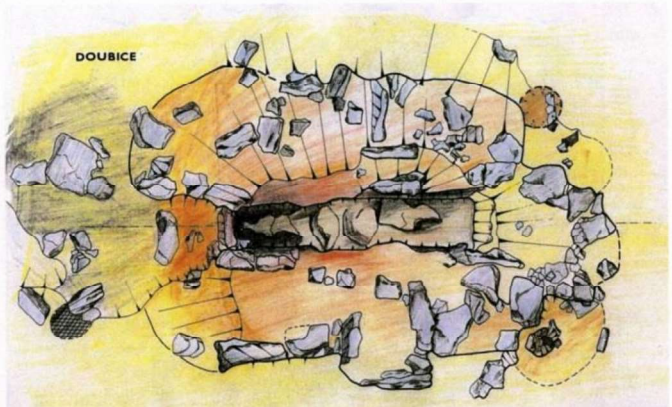



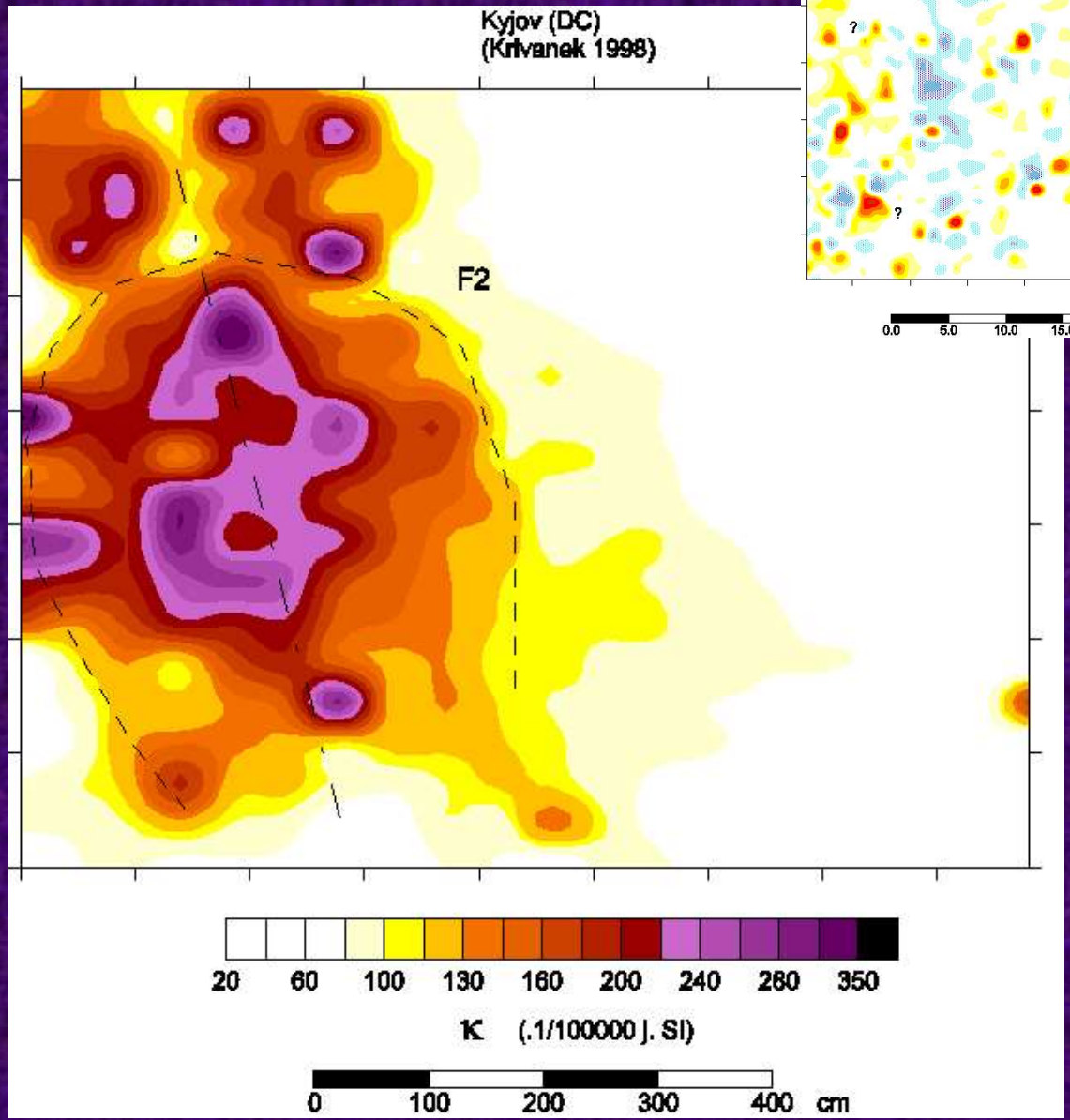
# *Kyjov-Doubice (DC) – průzkum při arch. výzkumu*

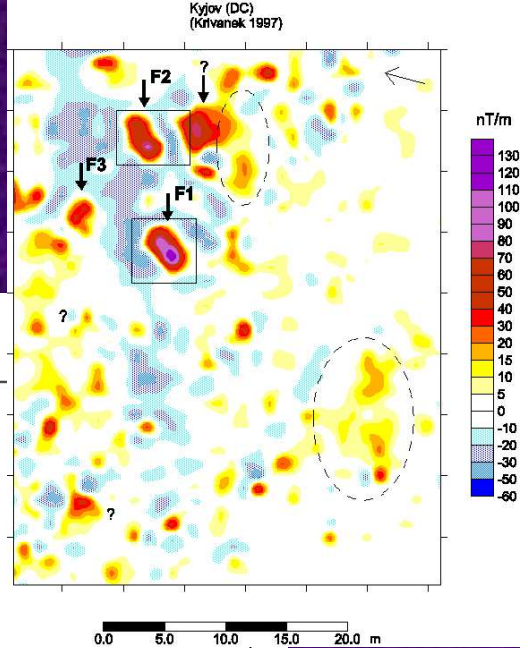




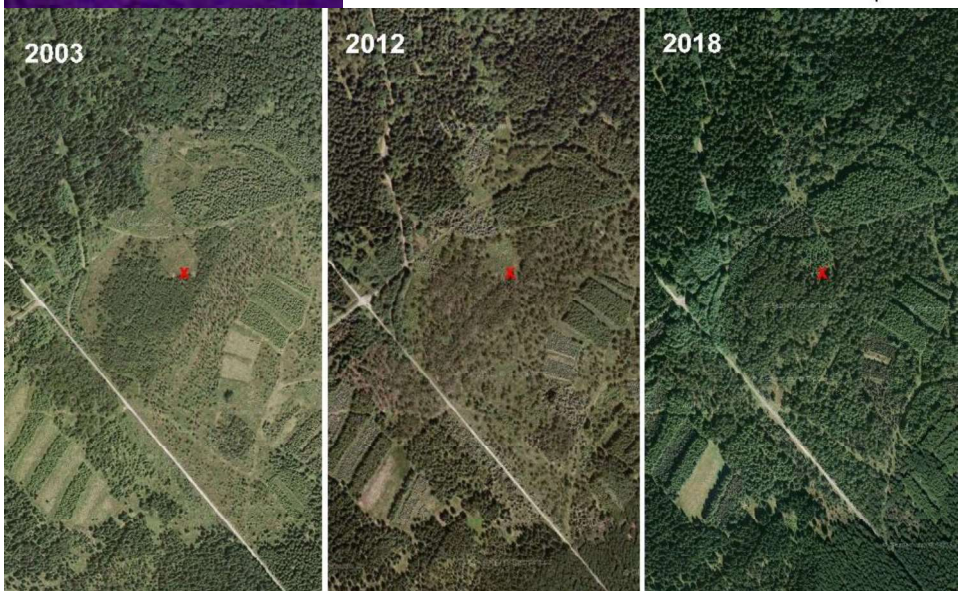




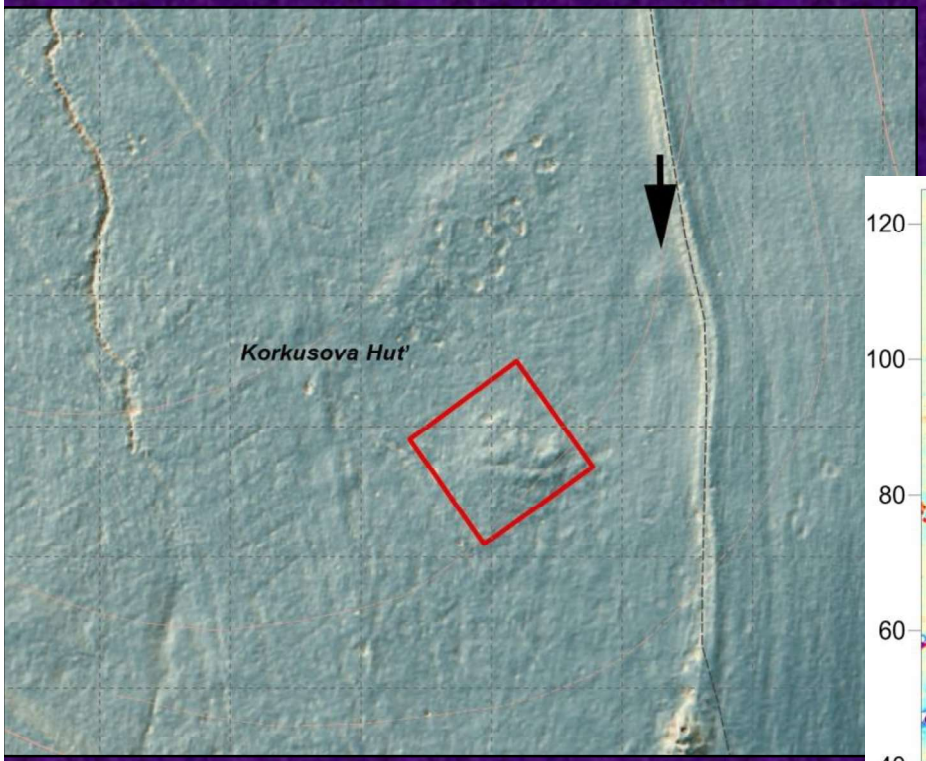



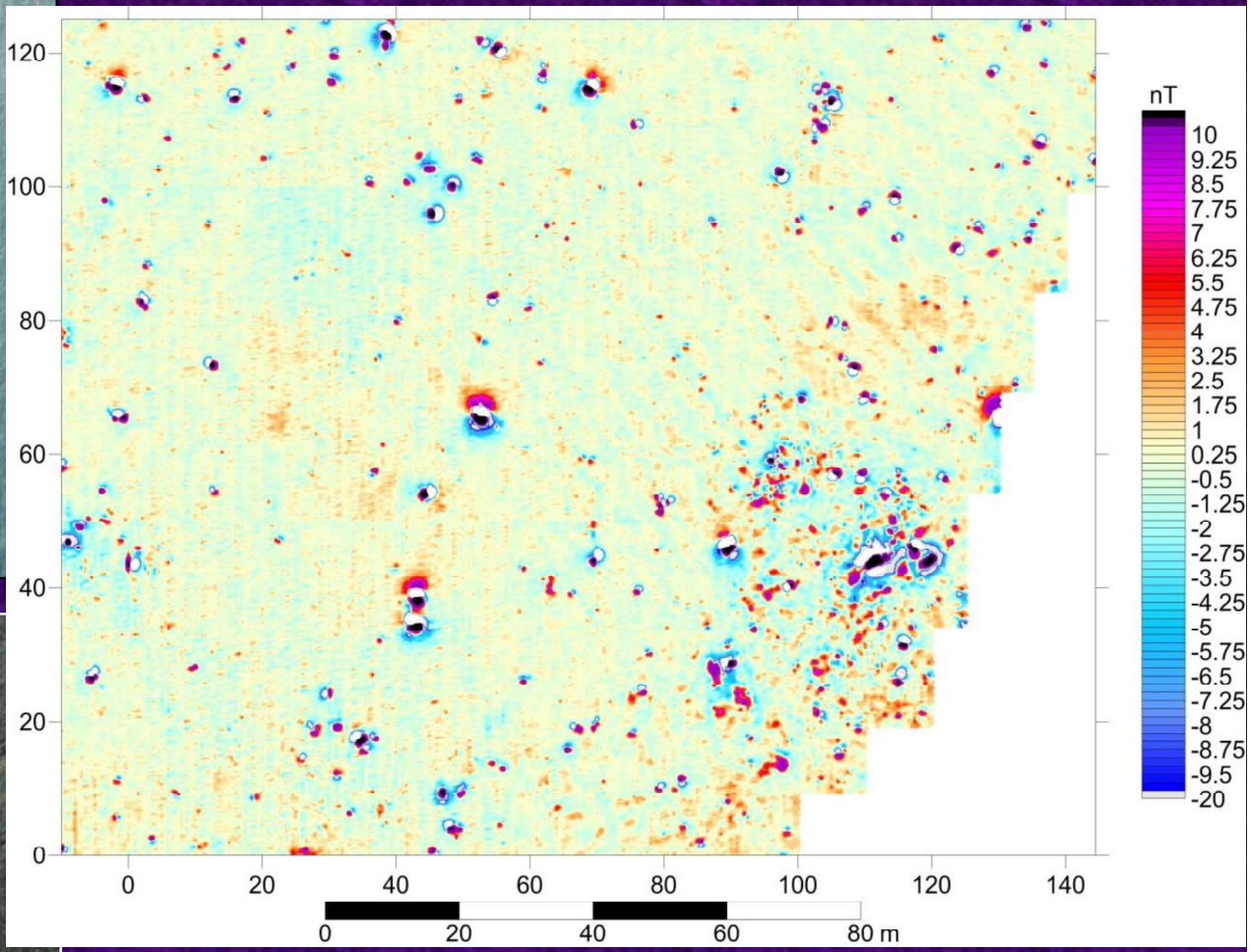



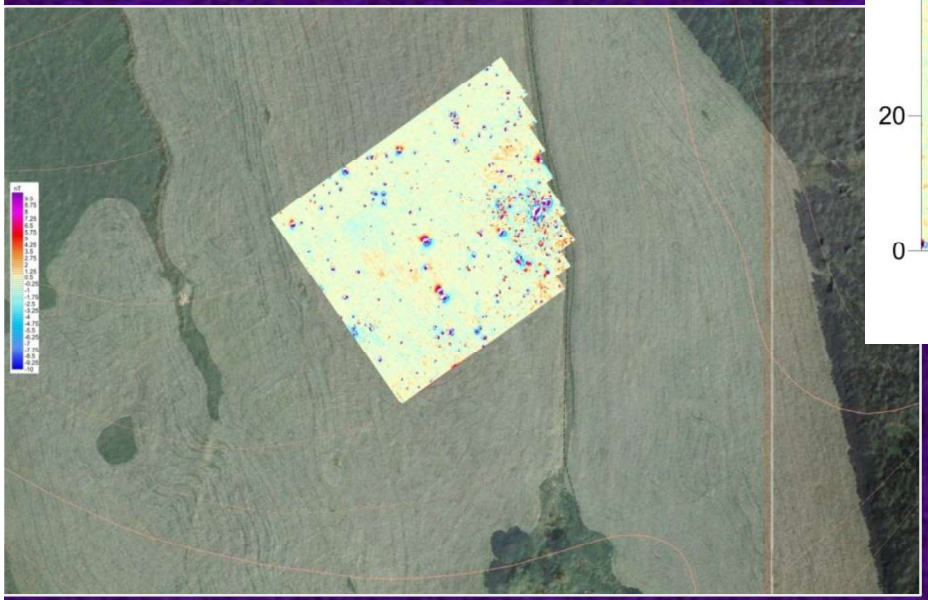
# *Nová Ves (TP) – areál zaniklé sklárny, ale zřejmě i jiných aktivit (ZSV?, Křivánek 2020)*



# ***Korkusova Huť (PT)*** *– magnetometrický průzkum zaniklého areálu středověké sklářské huti v poloze Šerava (HS pro NPÚ)*

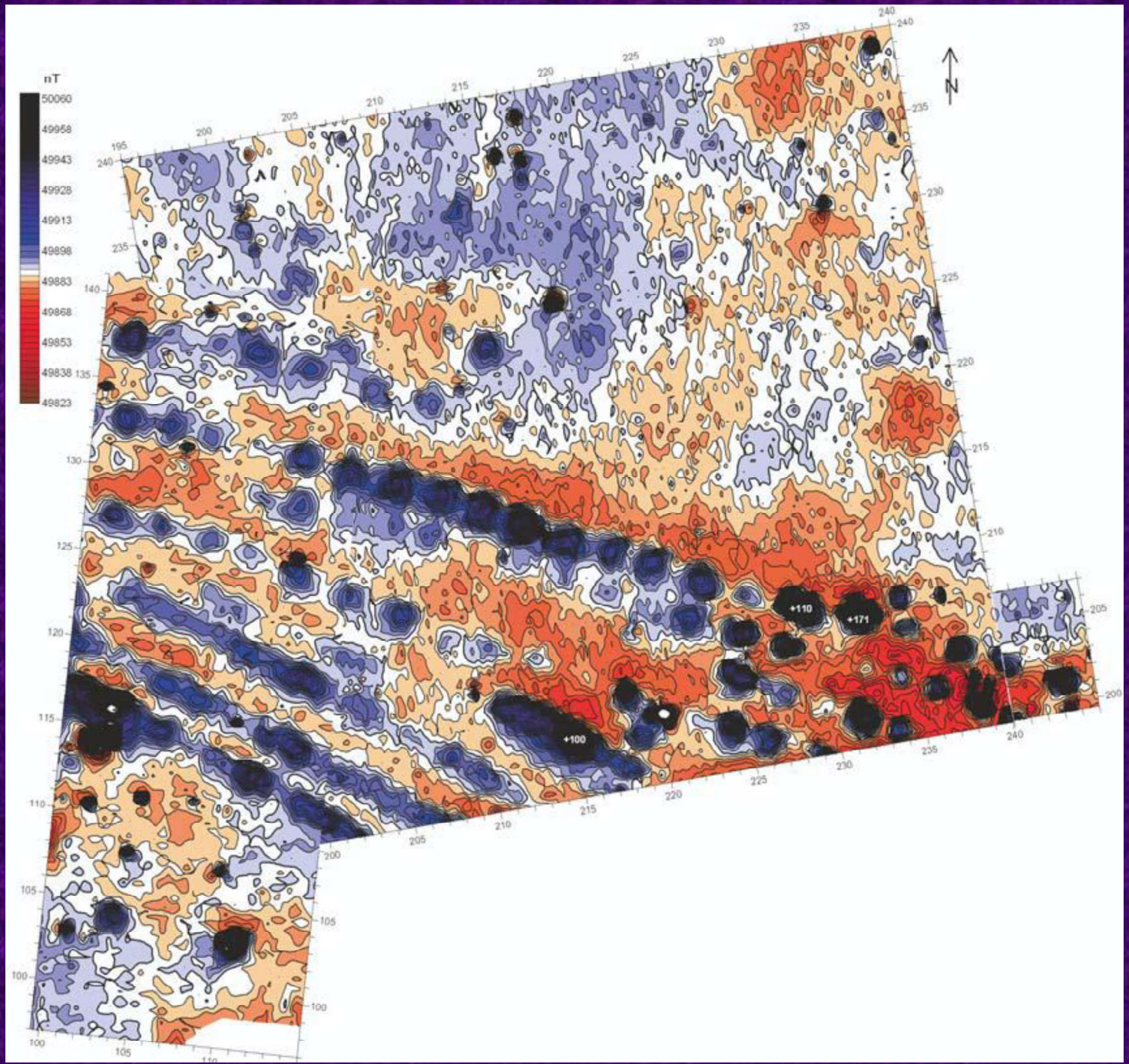


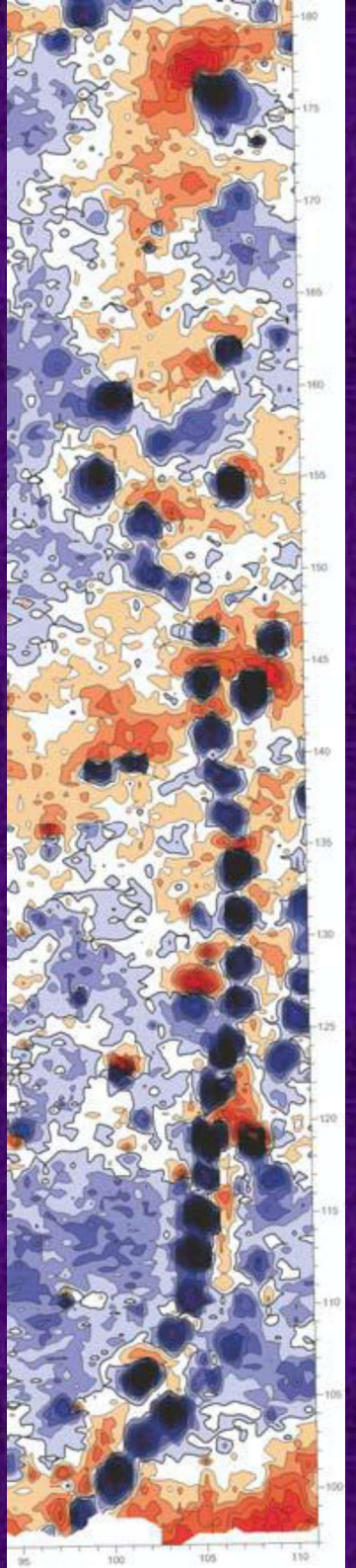



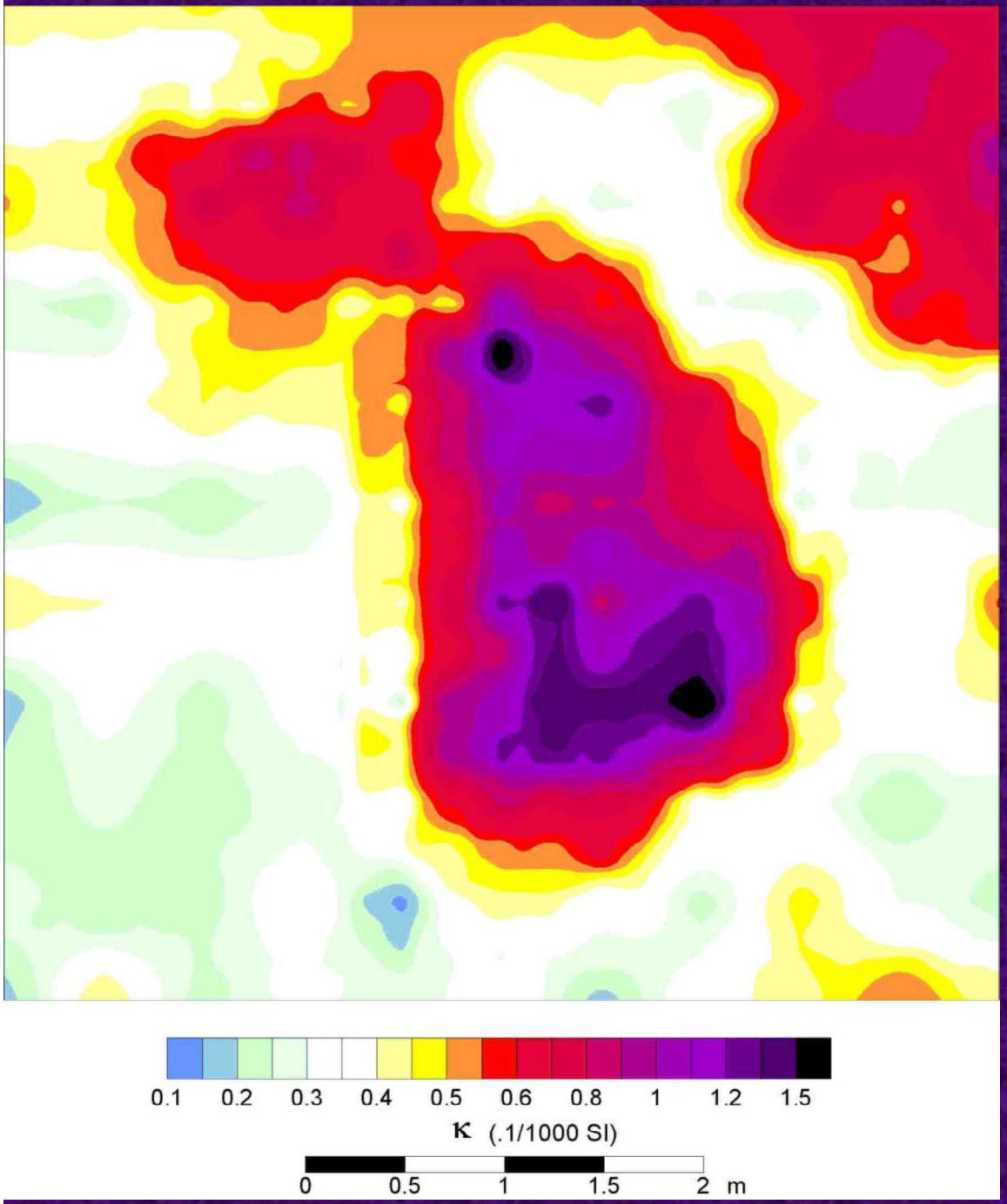
# Výrobní objekty v rámci sídelních areálů

*Soderso (DK) – identifikace žlabů a řad jam na vaření z doby bronzové (cca 1000 BC; Smekalova 2005)*



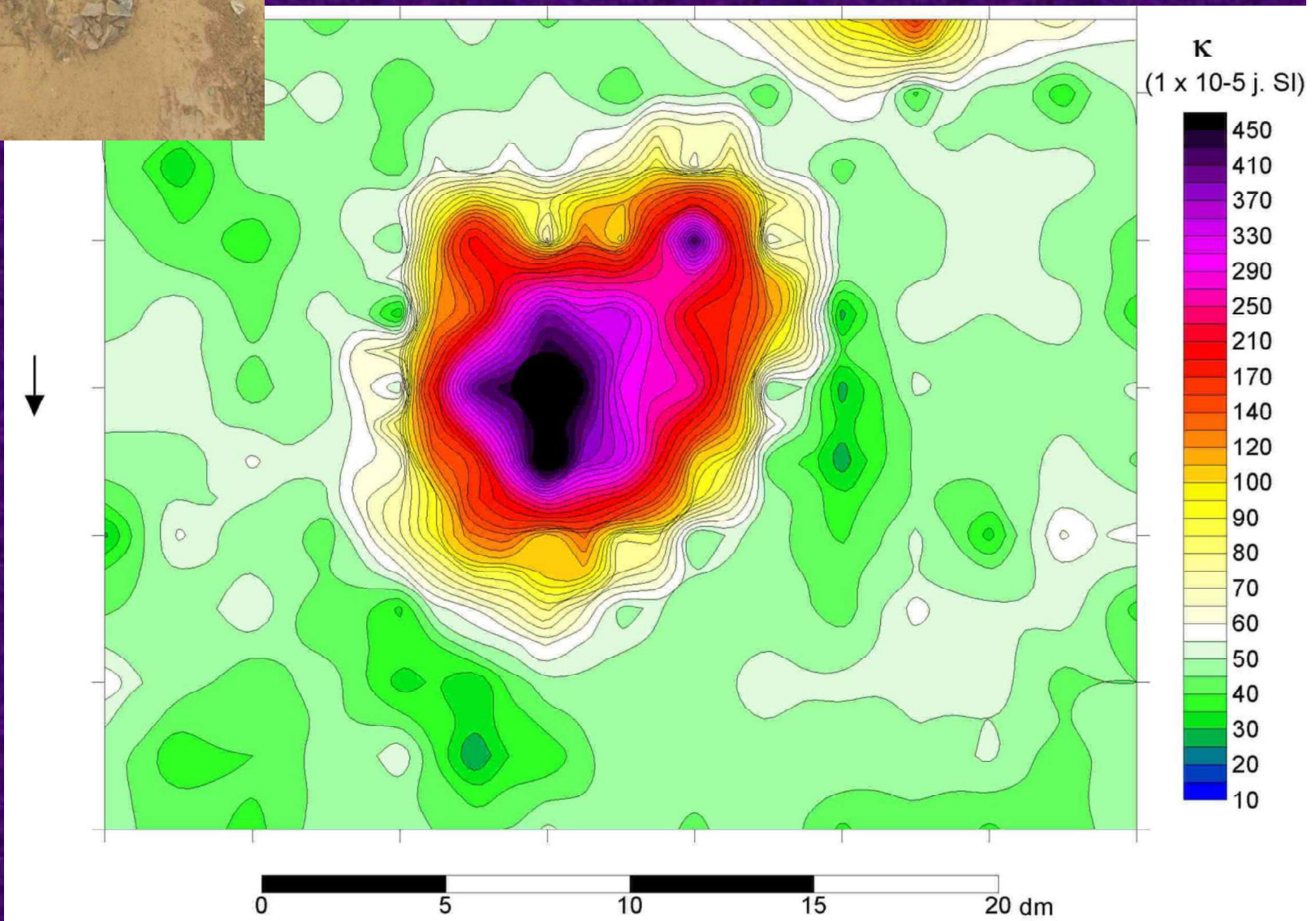
# *Tišice (ME) – pec z doby římské*



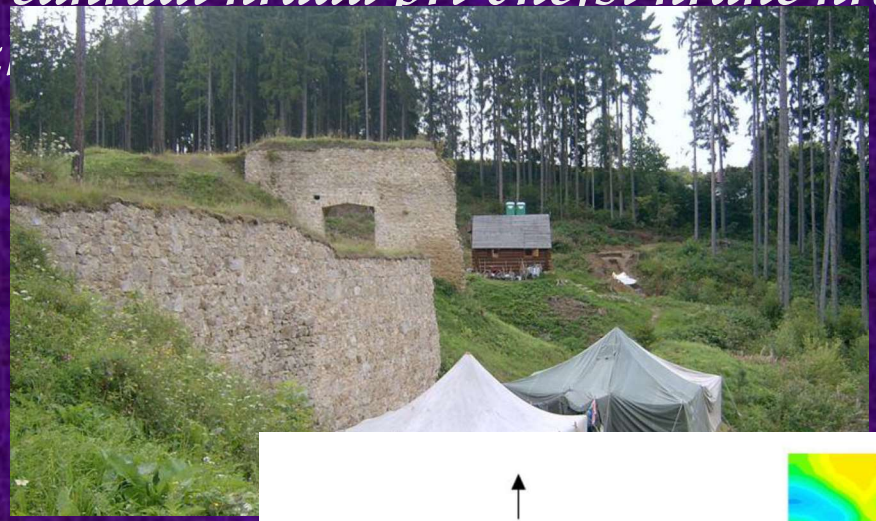



# *Roztoky u Prahy (PZ) – pec v rámci zahloubeného domu z doby RS*

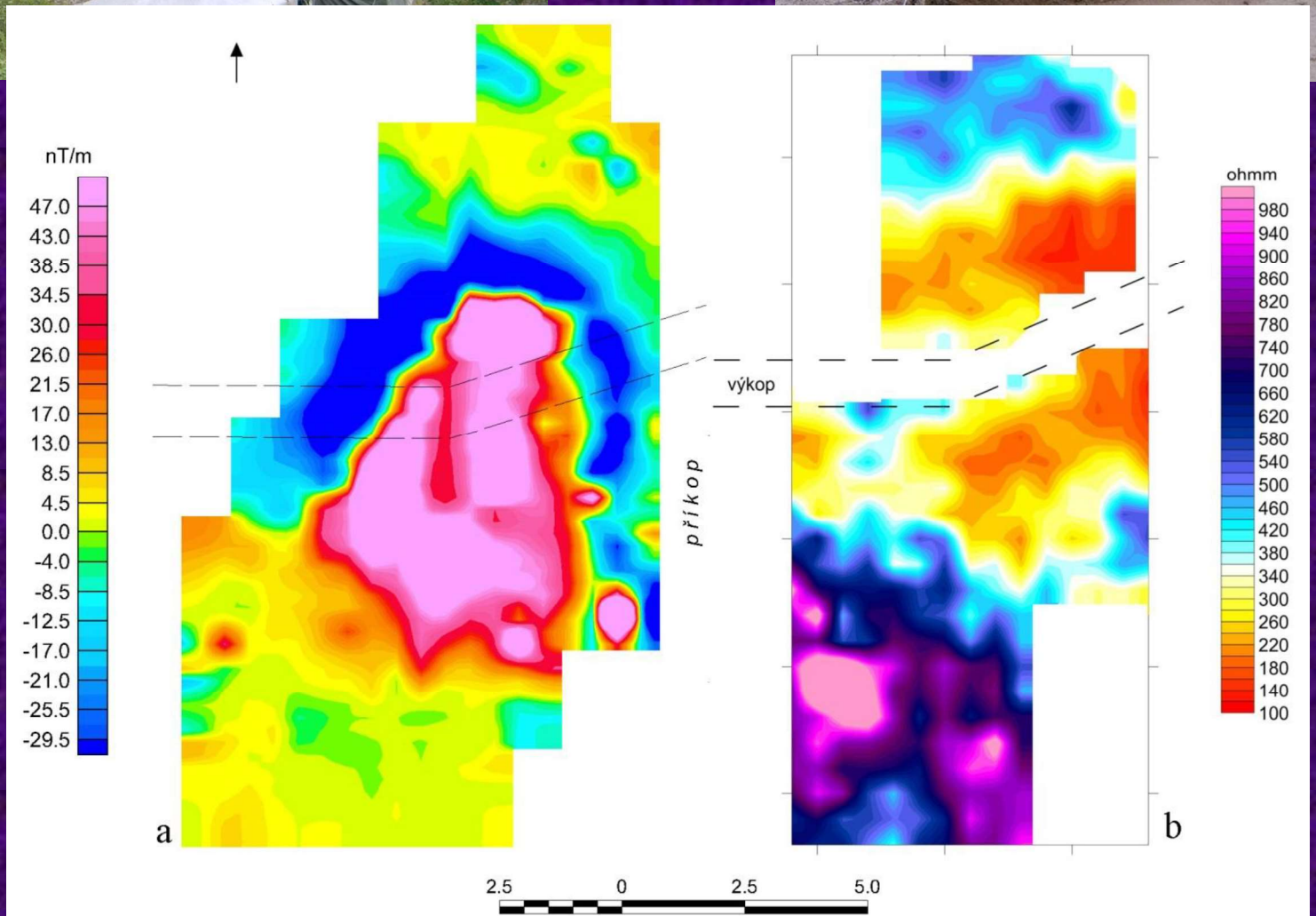




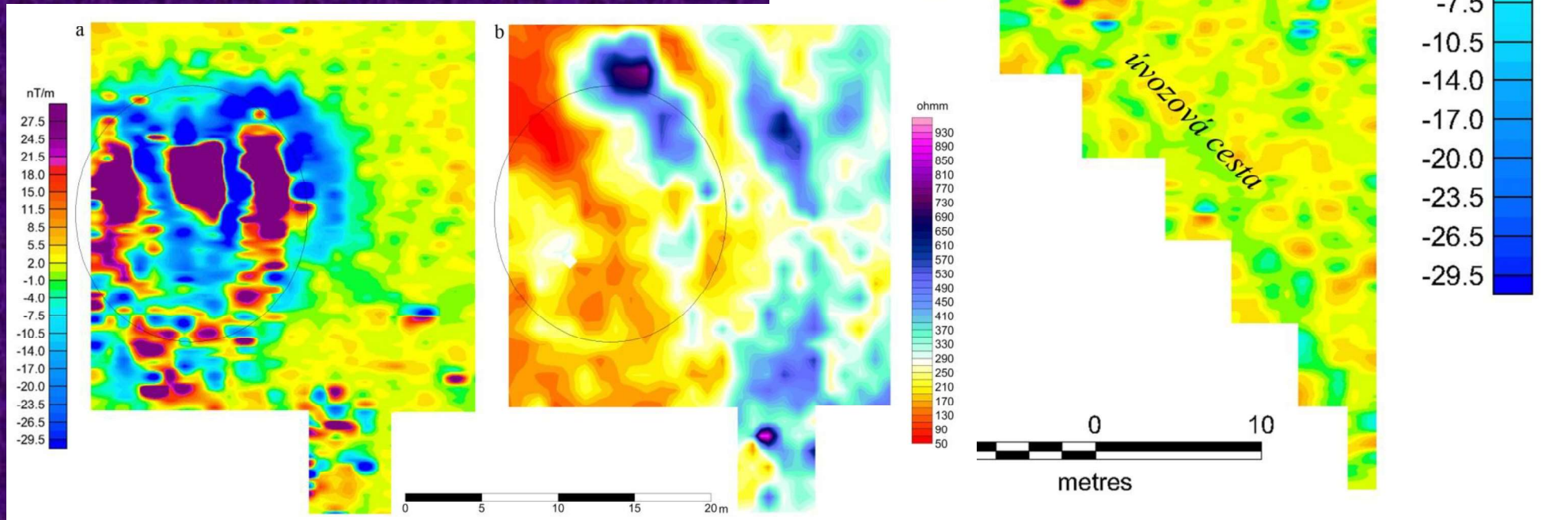
*Pořešín (CK) – magnetometrický a geoelektrický odporový průzkum na předhradí hradu při vnější hraně hradního příkopu – pec narušená výkopem (z*

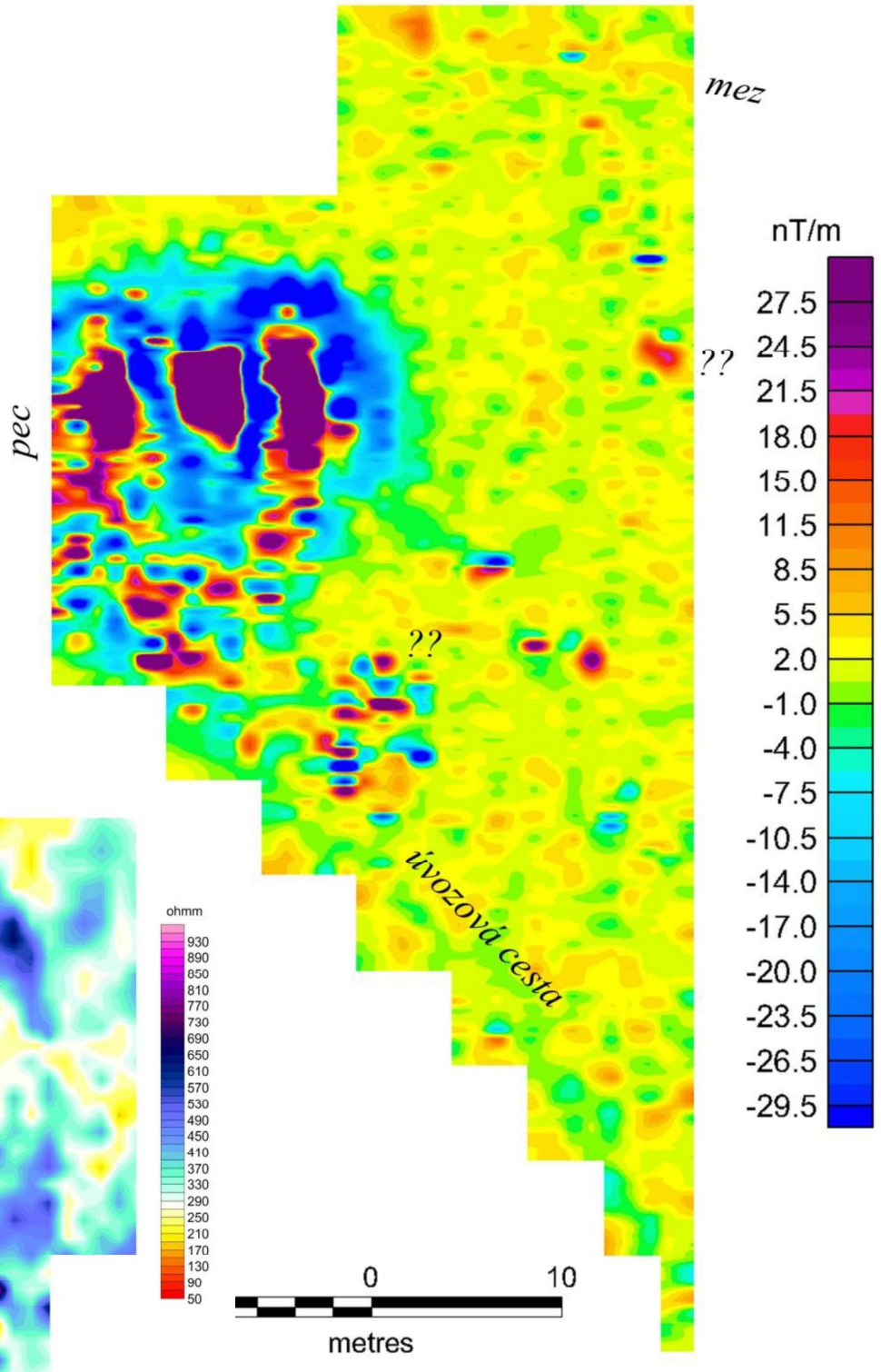






*Řepeč (TA) – prokázání rozsahu pece na vápno na zalesněném předhradí hradu Příběničky (spolupráce s KAR ZČU v Plzni – Baierl-Hložek-Menšík)*



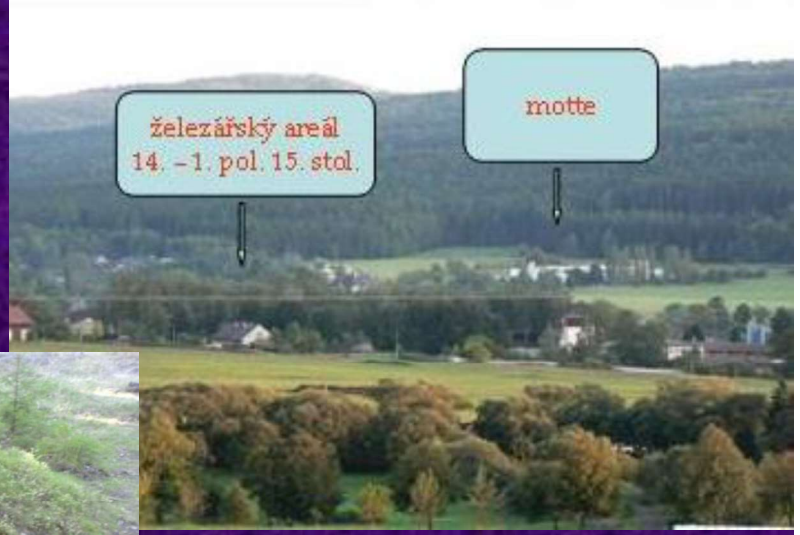



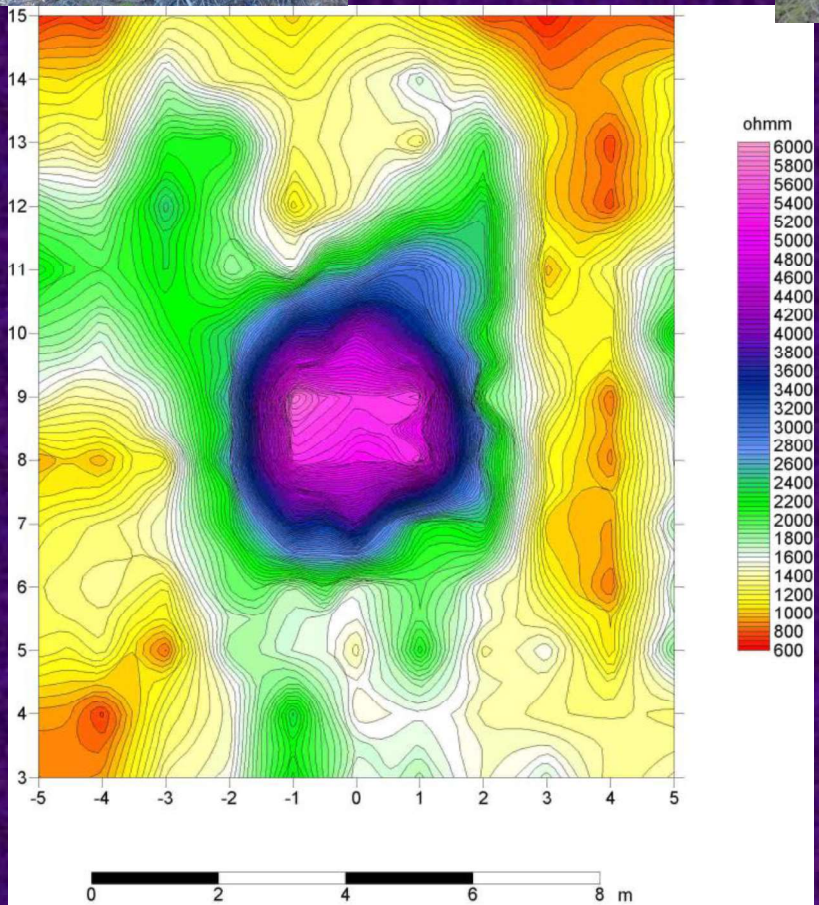
# Smolárny

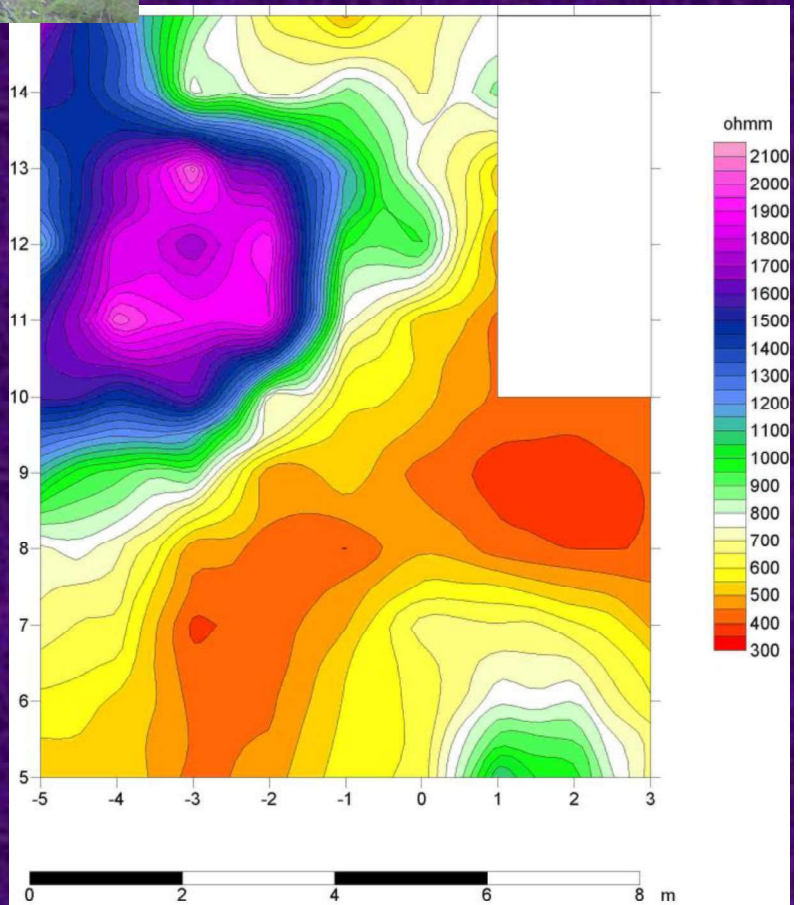
# *Strašice (RO) – pravděpodobný dehtářský areál v zalesněném terénu v okolí motte*



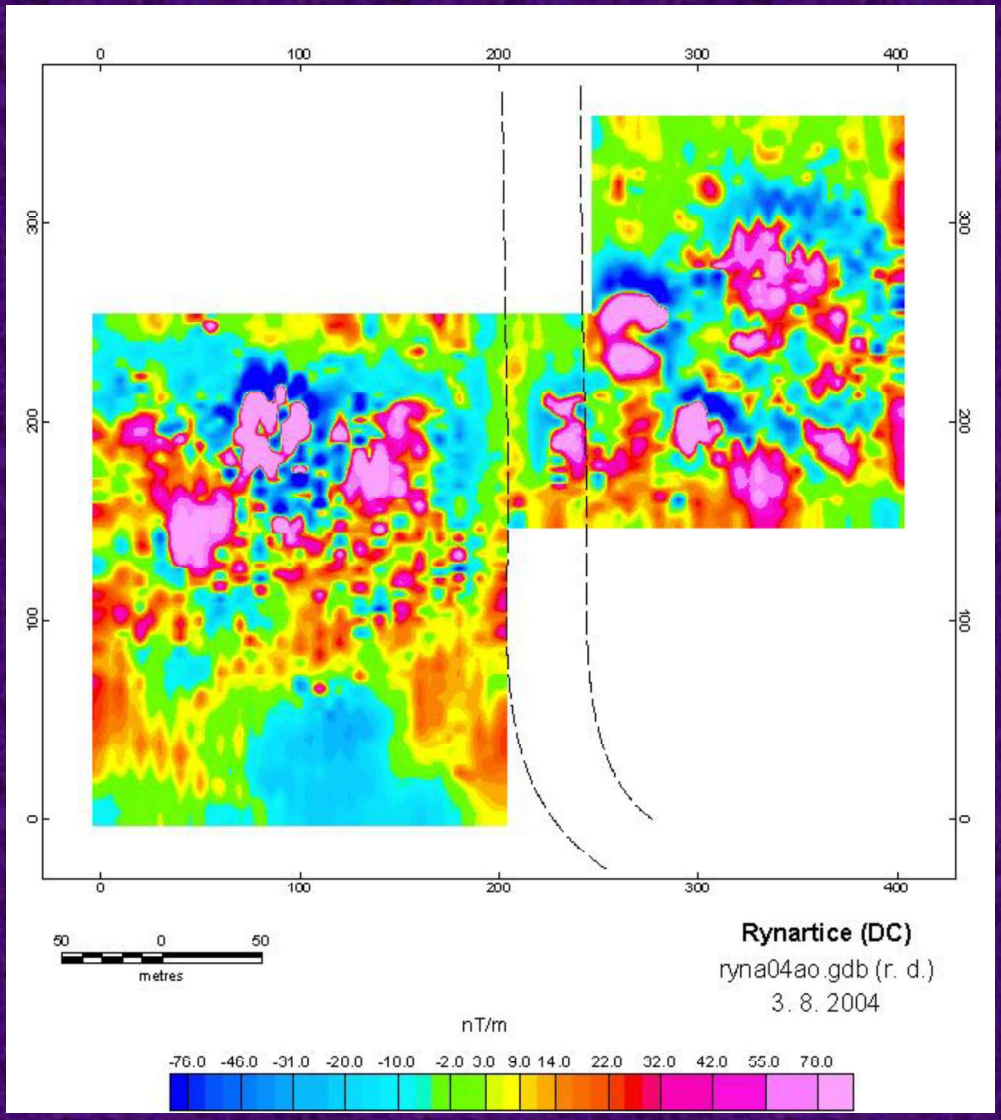


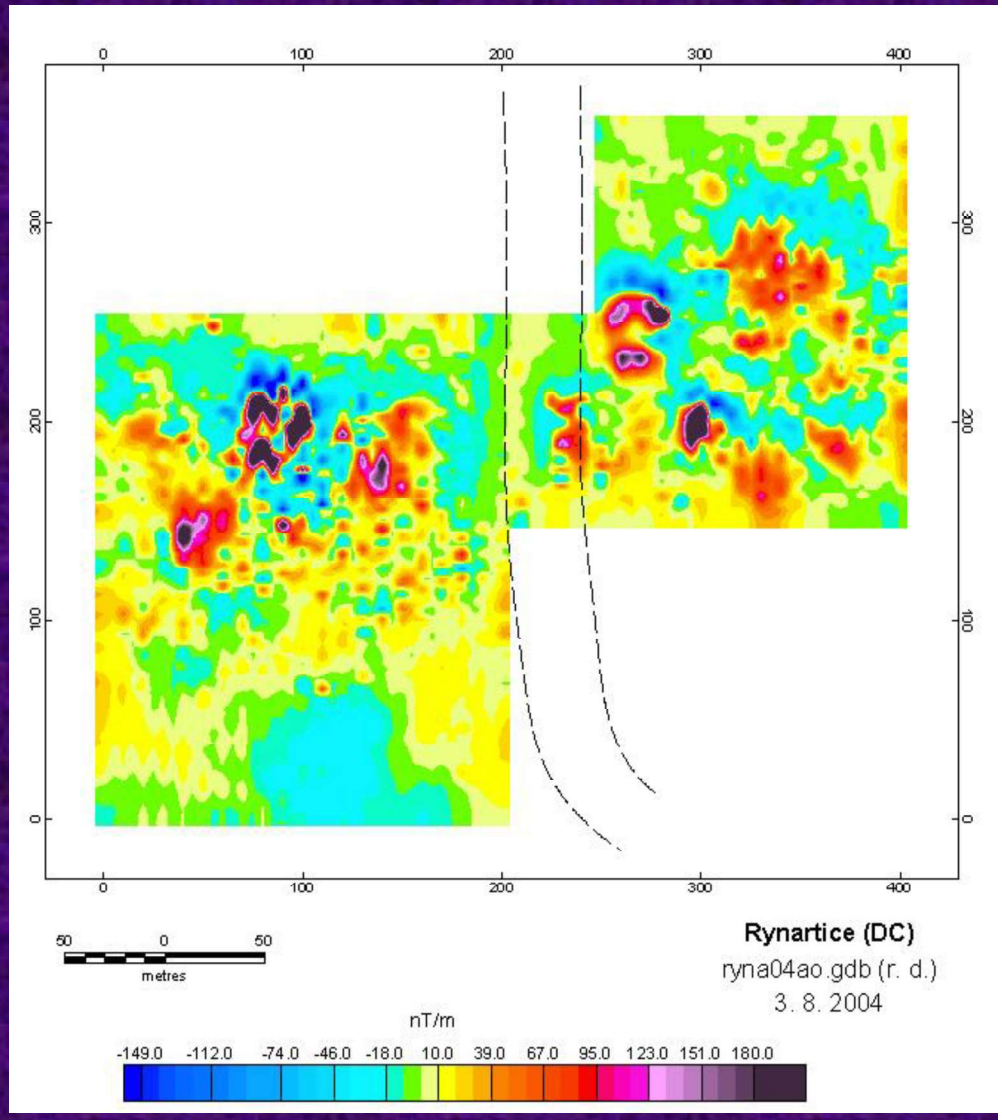


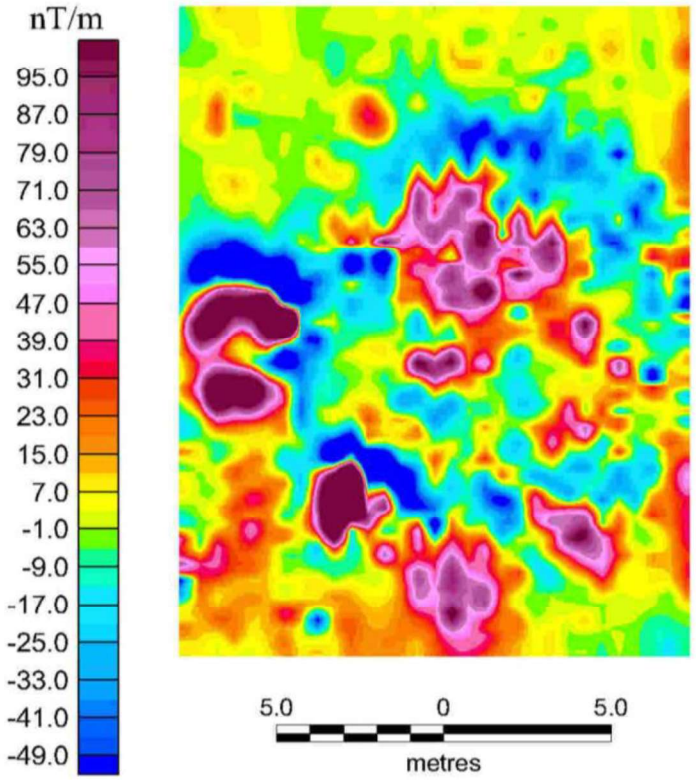



# *Rynartice (DC)*



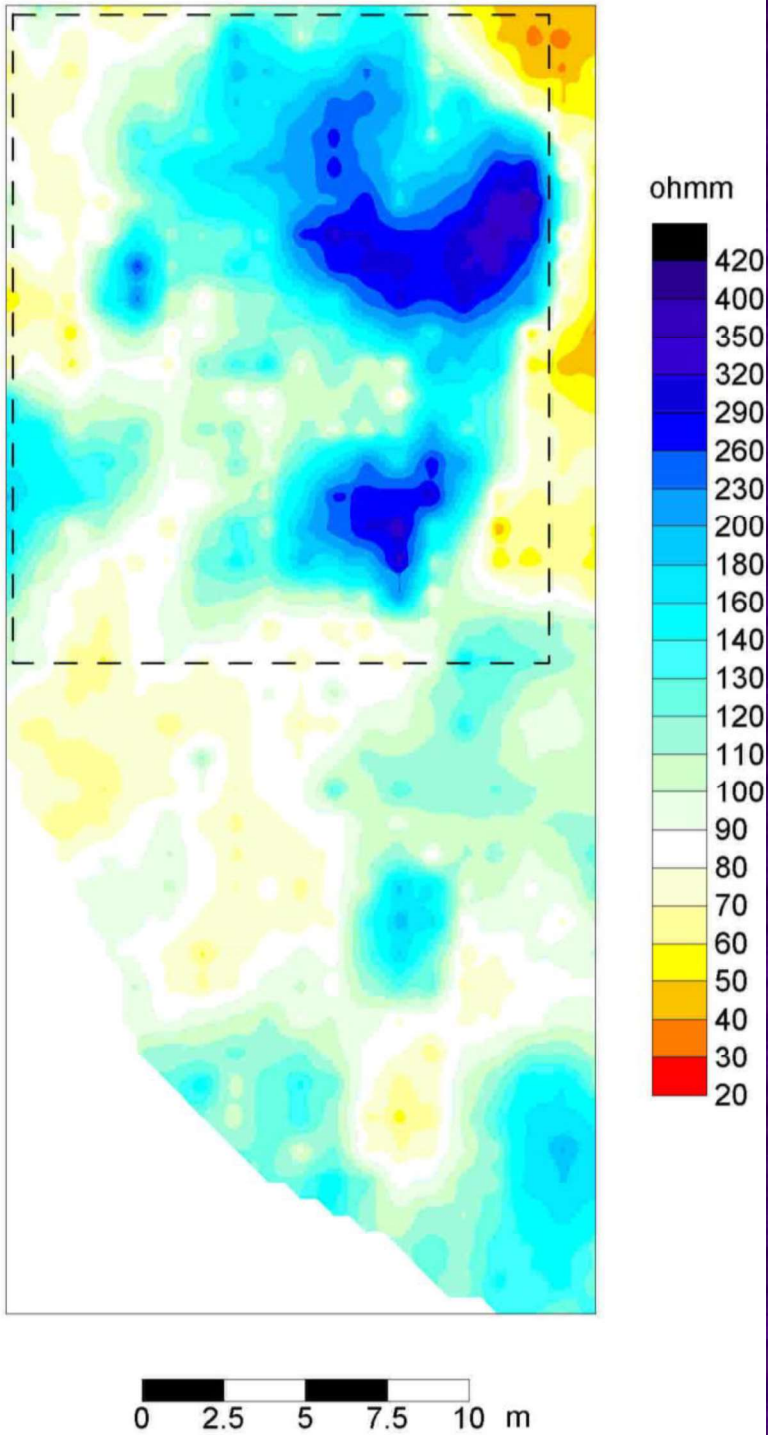
# Rynartice (DC)



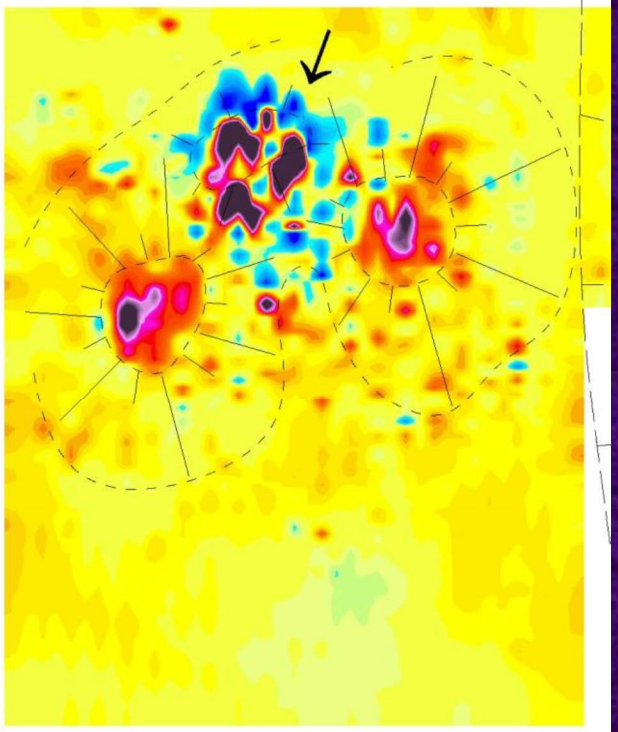

**Rynartice (DC)**

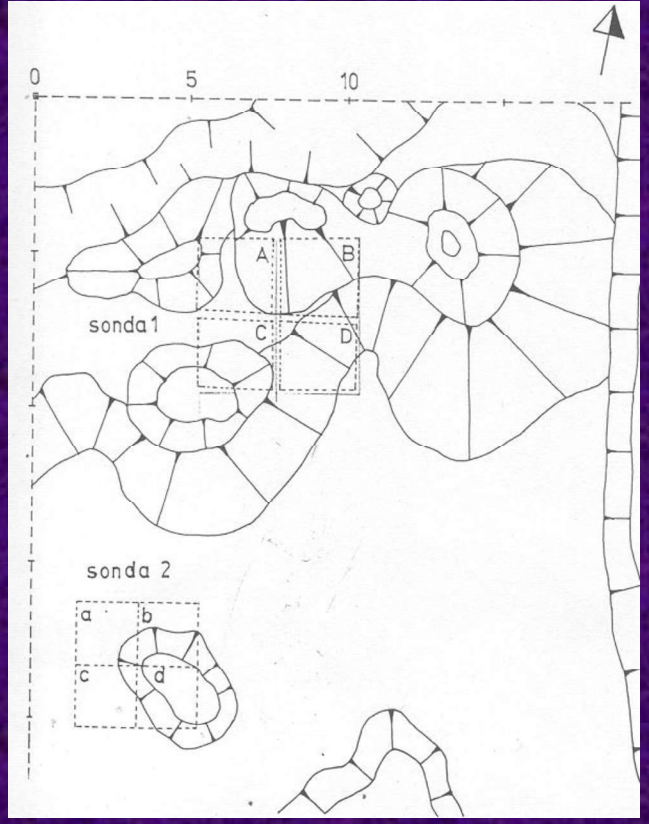
magnetometrie

3. 8. 2004



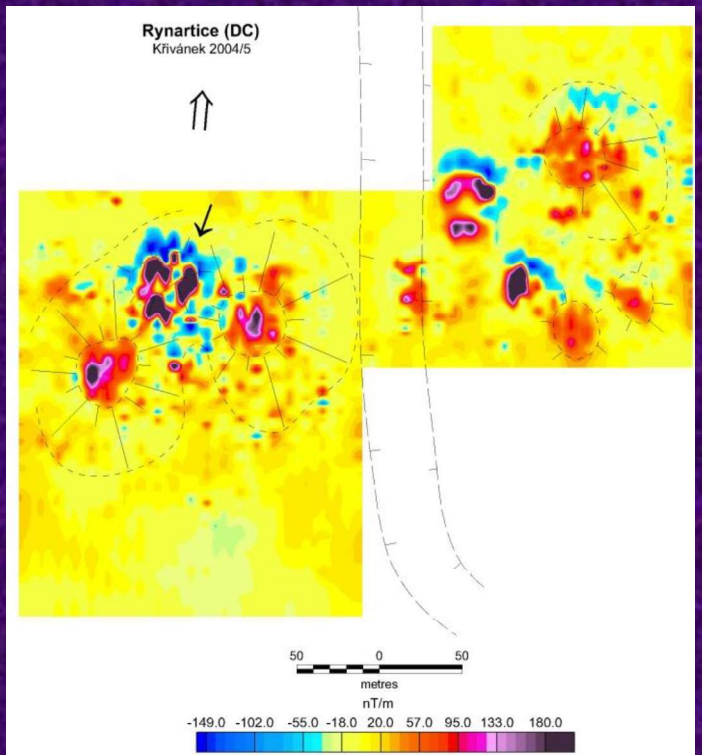

Rynartice (DC)
geoelektrický odporový průzkum
17. 8. 2005





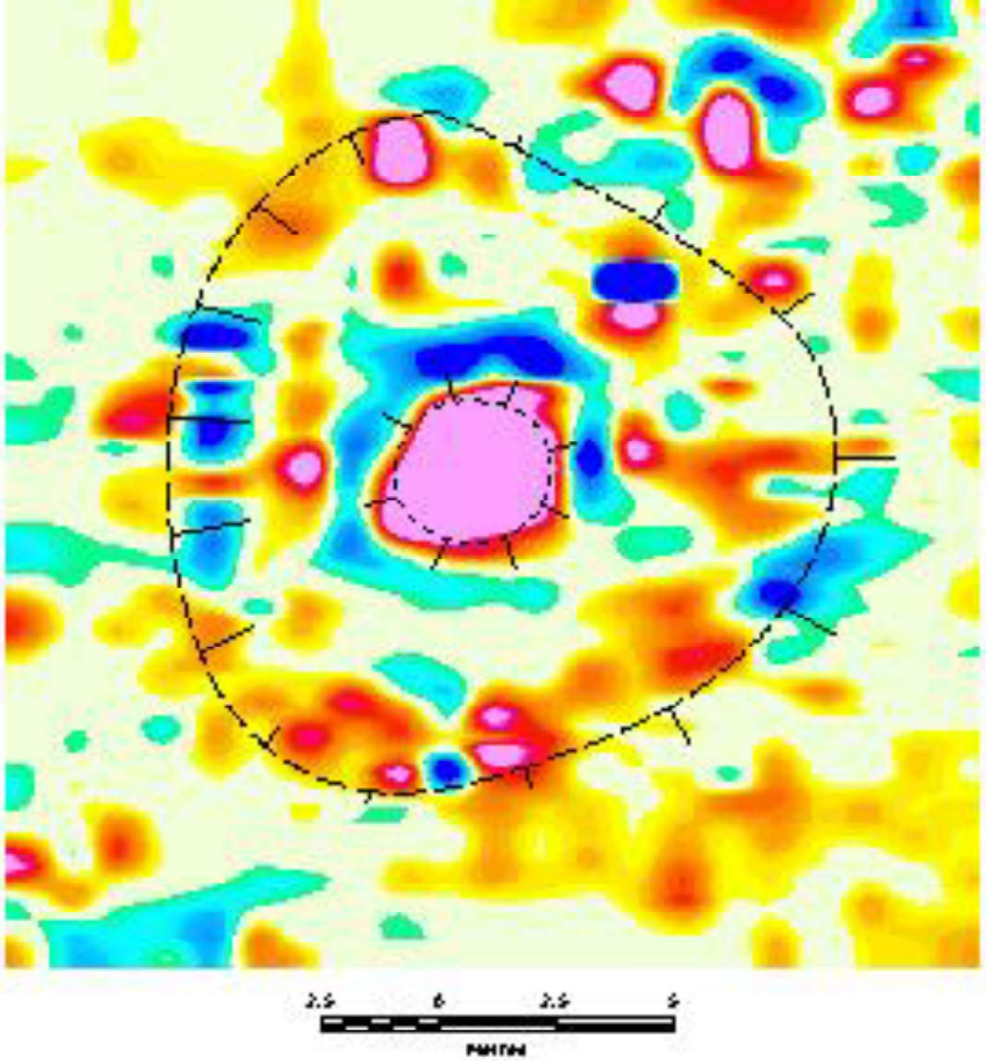

# *Rynartice (DC)*



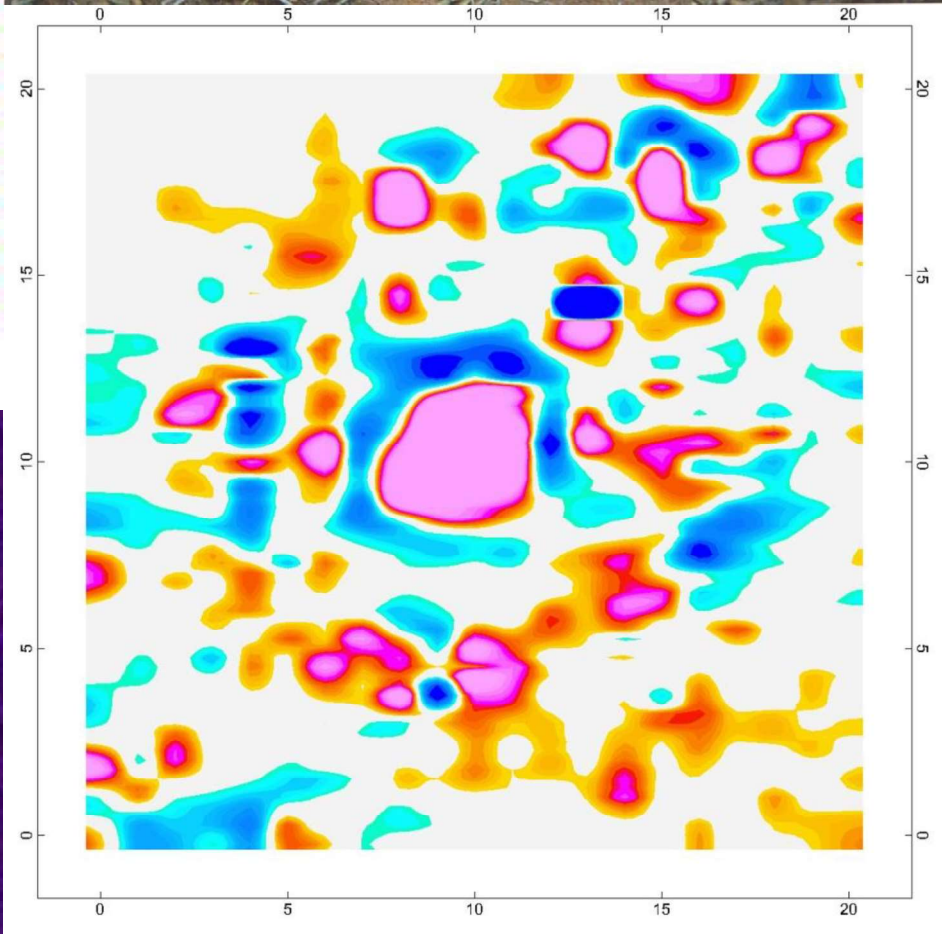





# Milíře

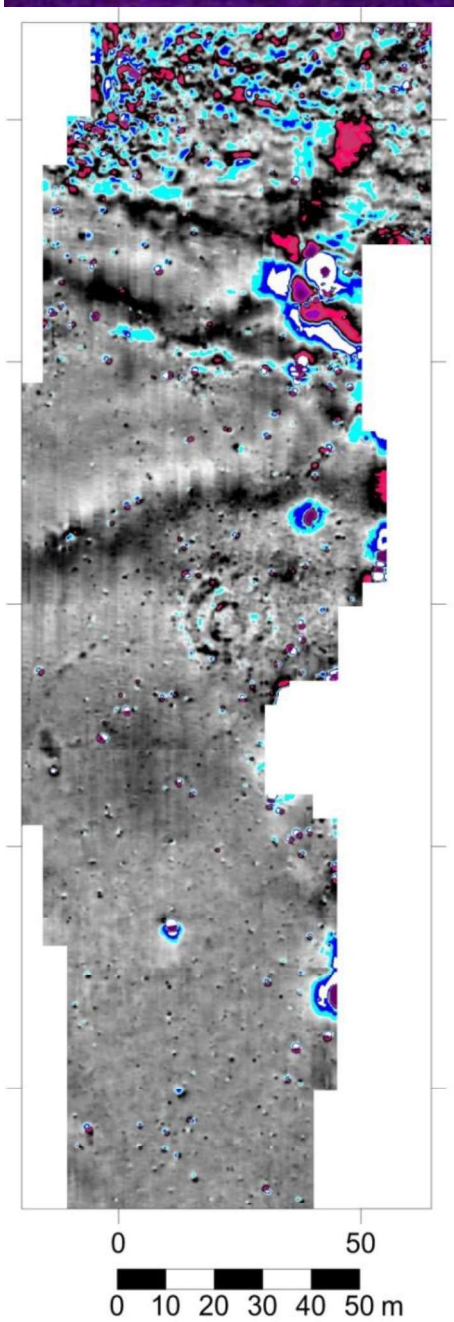

nT/m

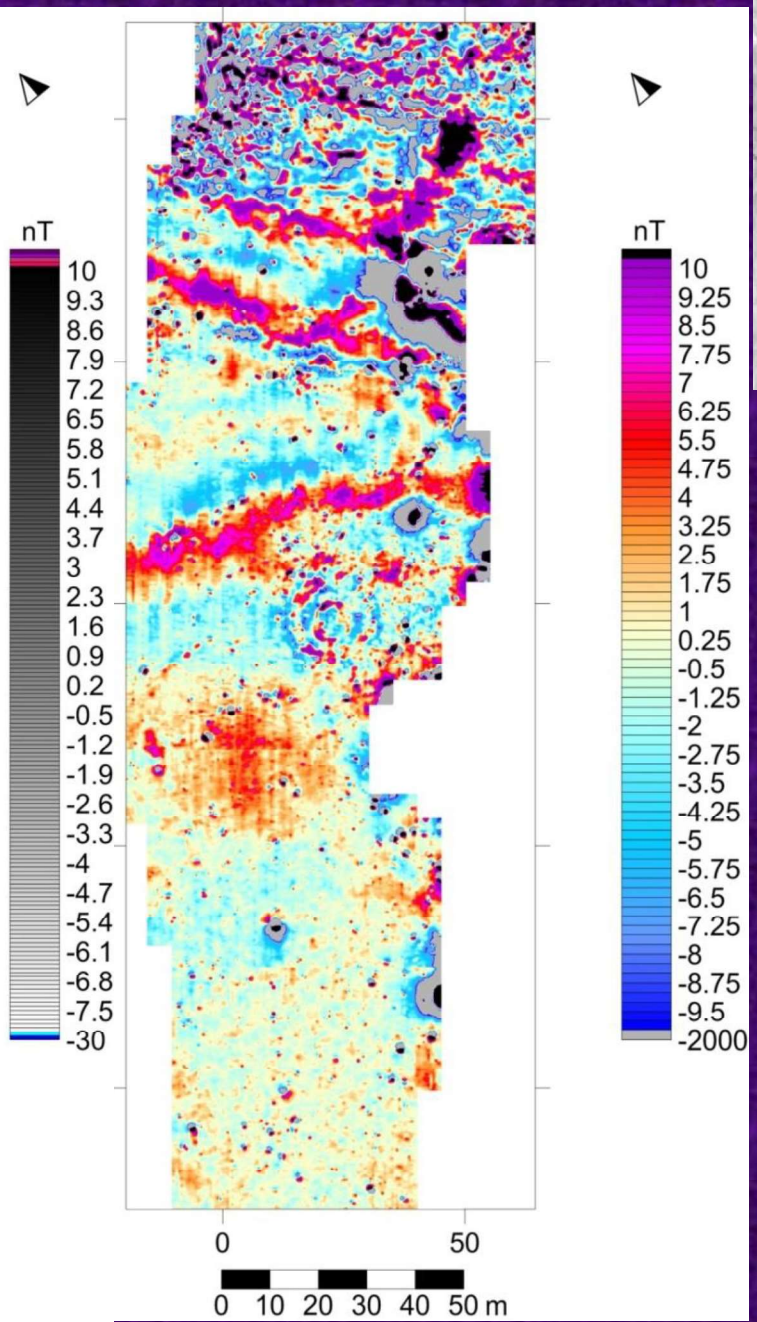


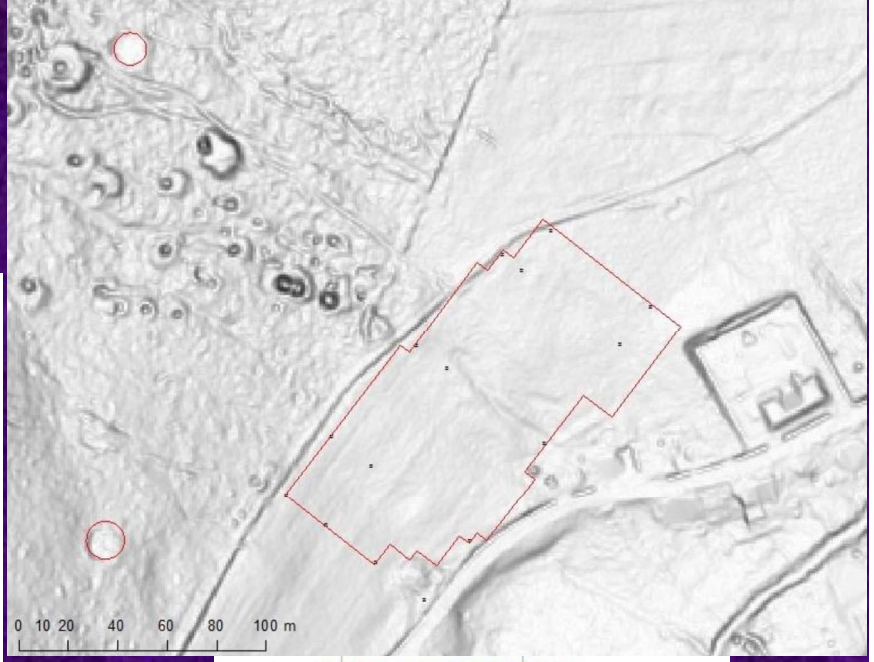

0
5
10
15
20

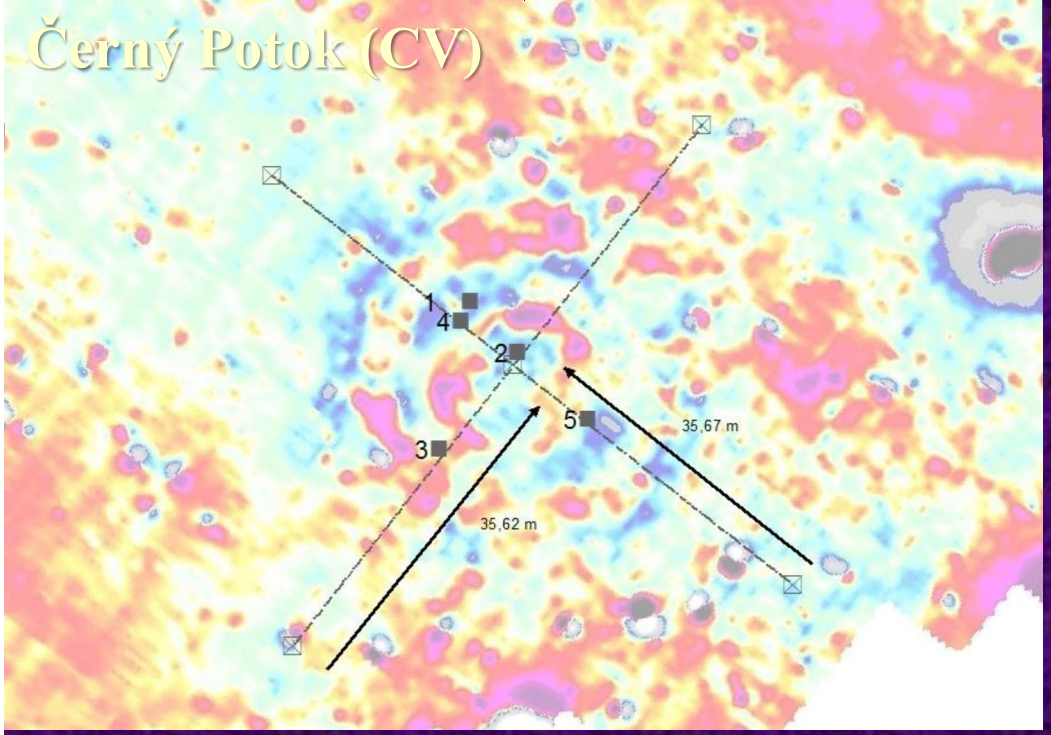

Rejkovice-Plešivec (PB)

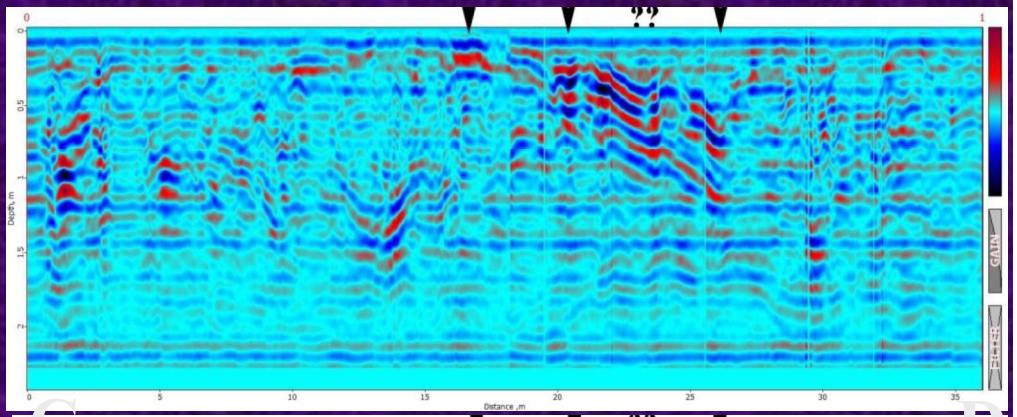
# Černý Potok (CV) – louka východně těžebního areálu Kreuziger (svazky cest, milíř, další situace?, meliorace?)

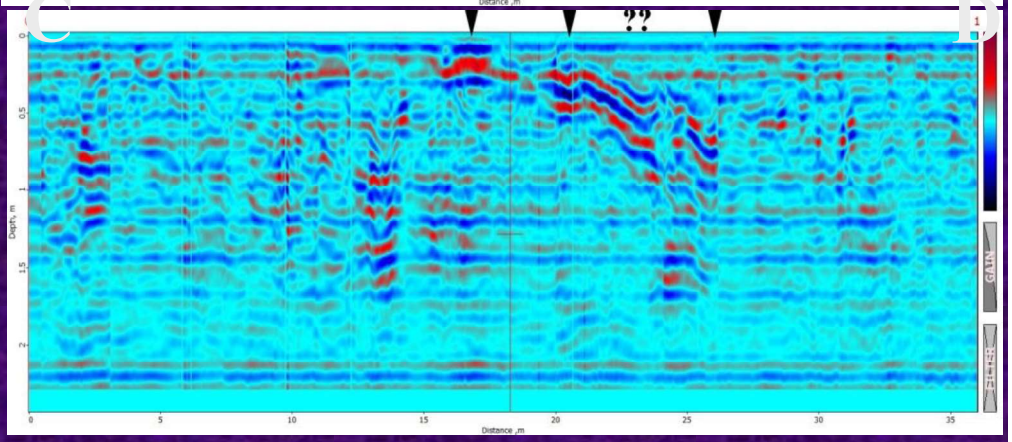


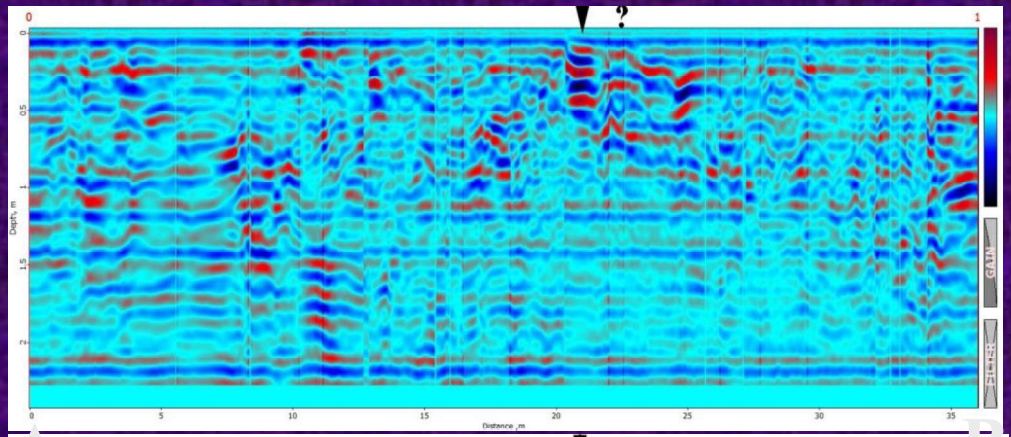



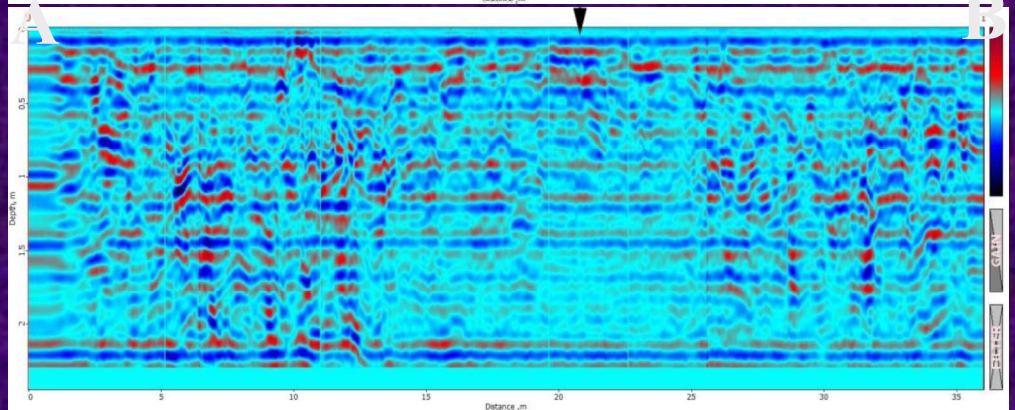



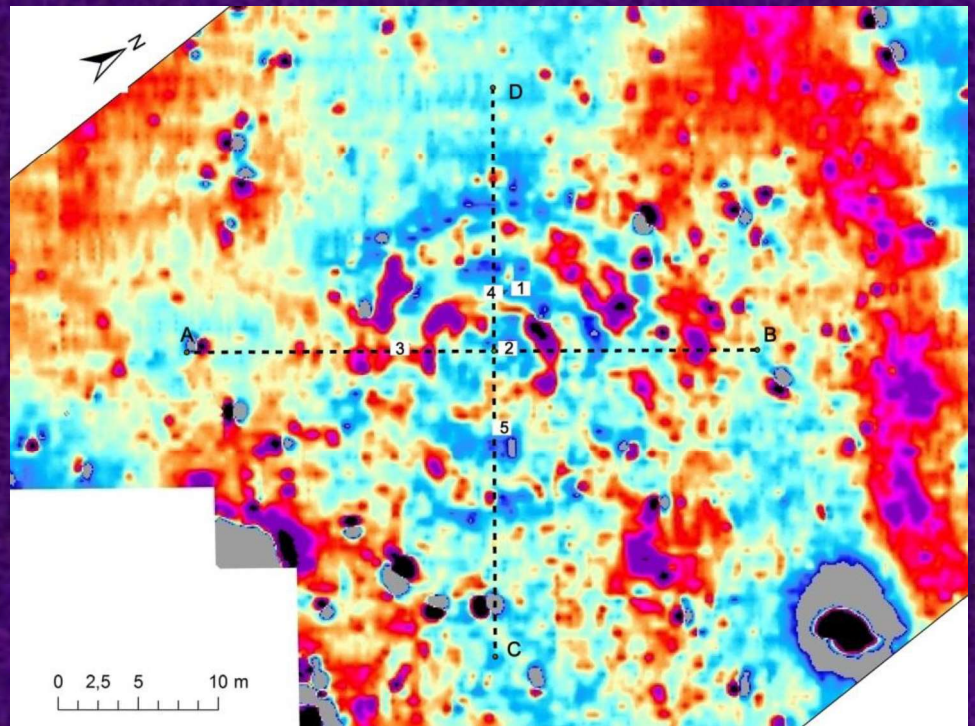

Černý Potok (CV)
1
4
2
3
5
35,67 m
35,62 m


??
Depth, m
Distance ,m
GAIN


C
??
D
Depth, m
Distance ,m
GAIN

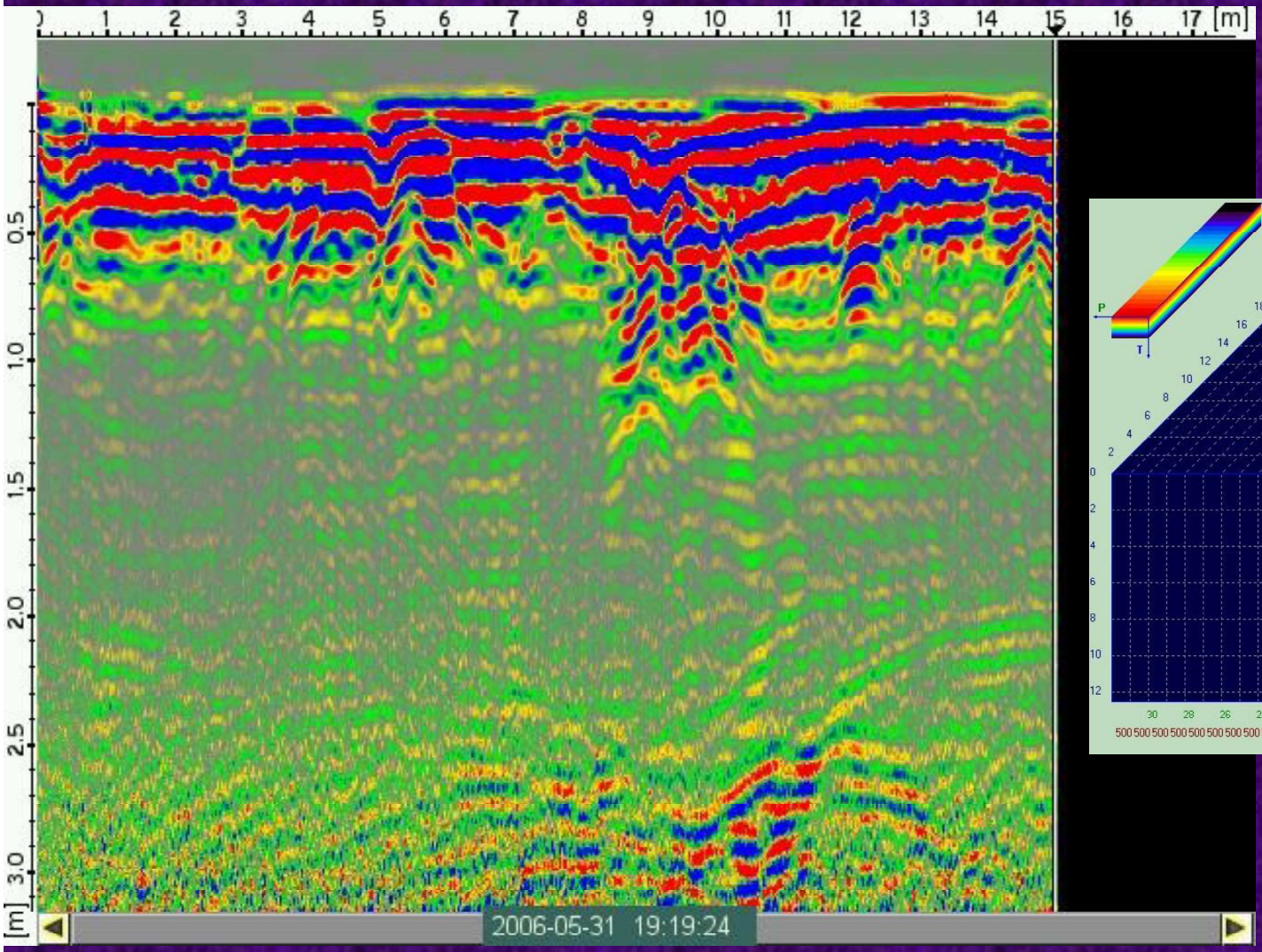

?
Depth, m
Distance ,m
GAIN

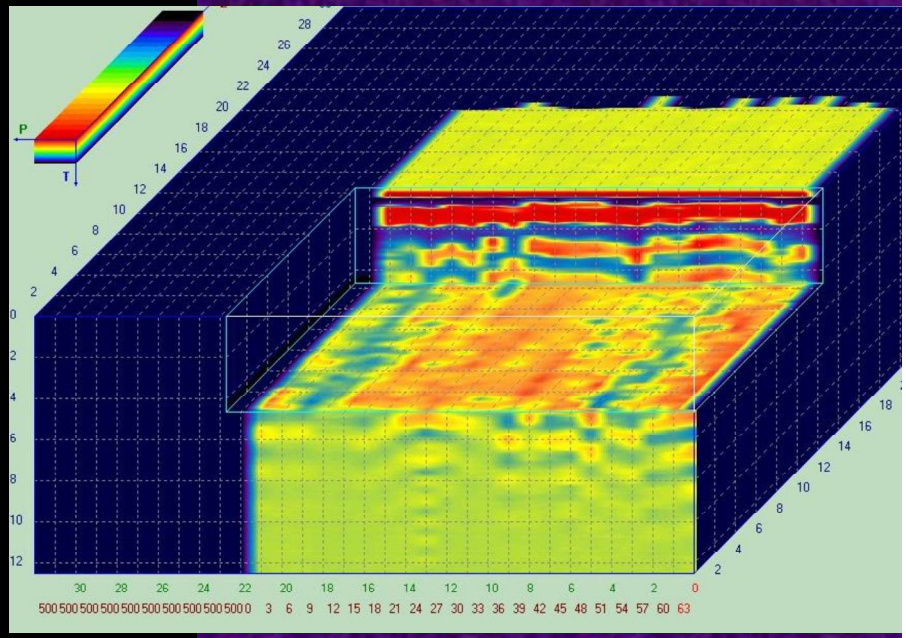

A
B
Depth, m
Distance ,m
GAIN


N
D
4
1
A
3
2
B
5
C
0 2,5 5 10 m

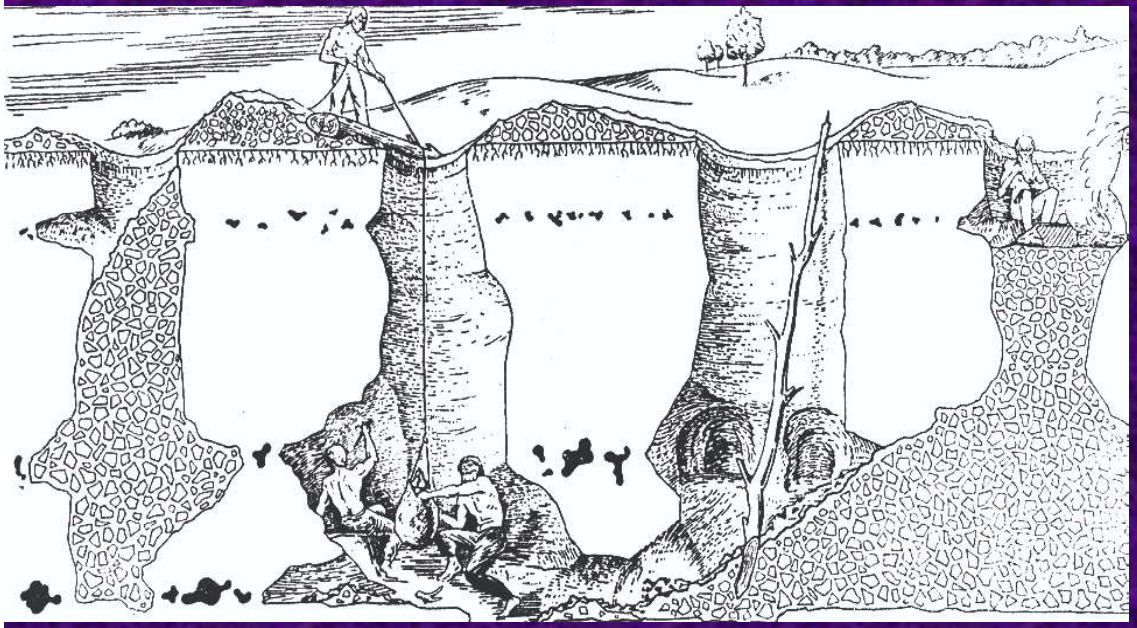
# Exploatační centra

# *Projev sklepa (dutiny) na radarogramu*

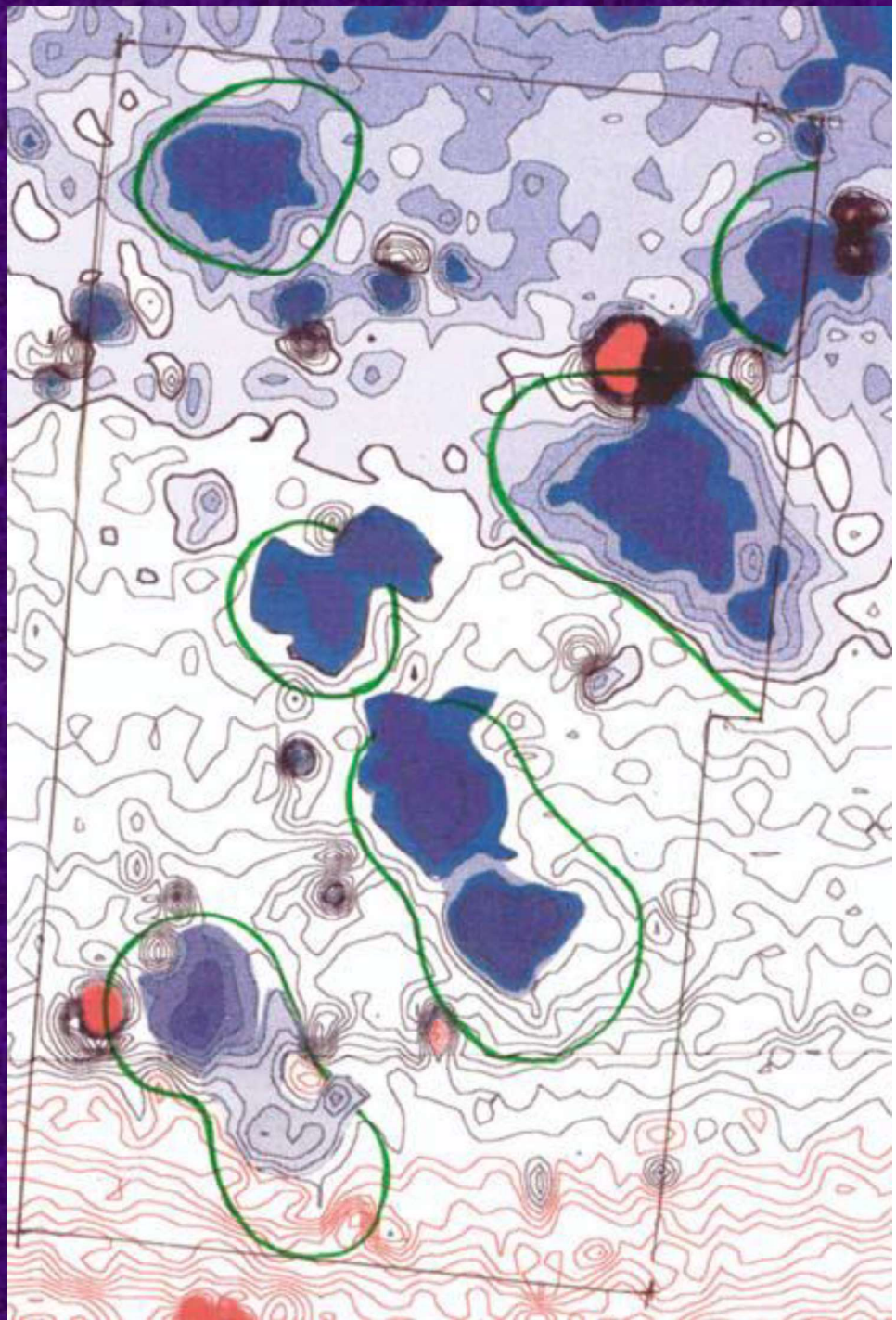


*Hov (DK) – identifikace jam po těžbě pazourku z neolitu až starší doby bronzové (cca 2000-2500 BC; Smekalova 2000)*

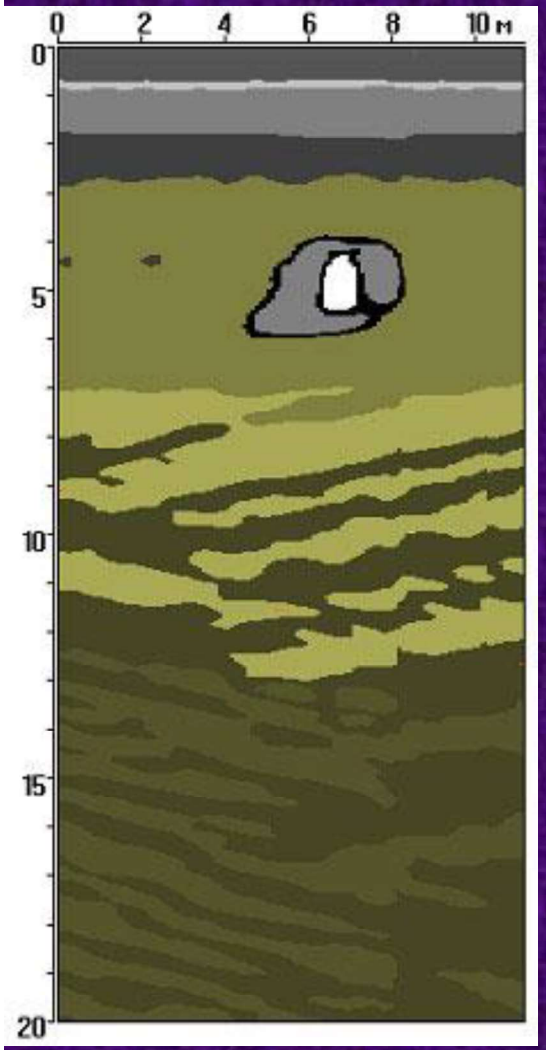


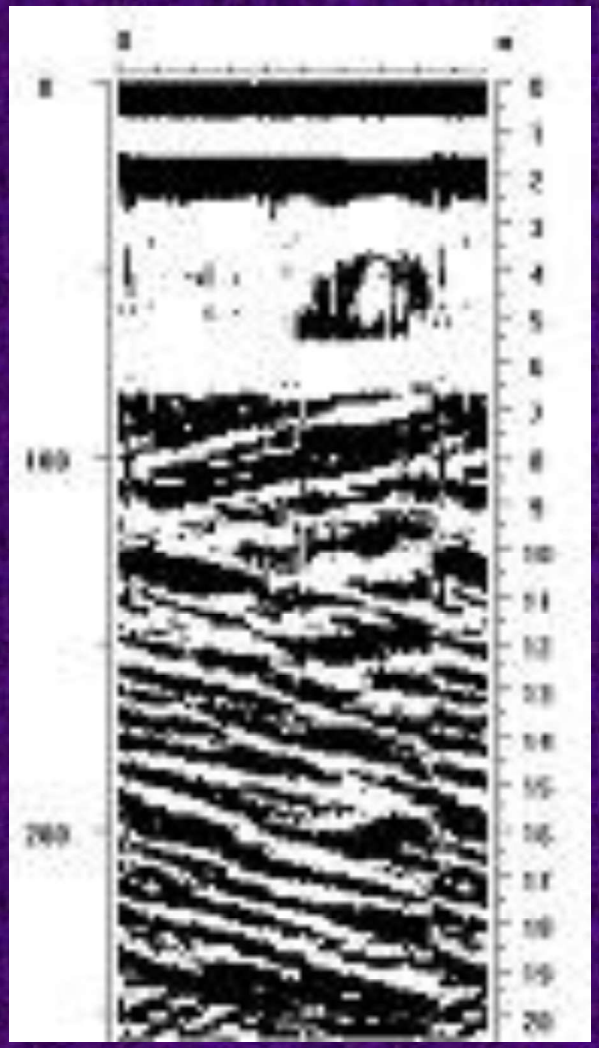


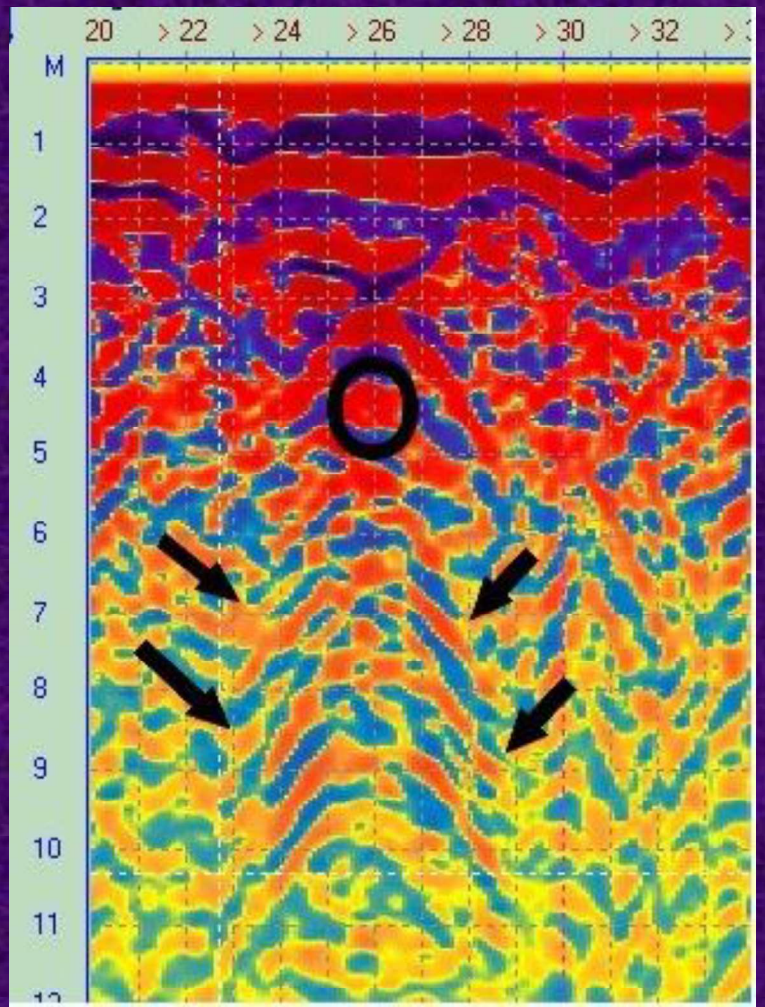


# *Příbram – důl Vojtěch (PB)*

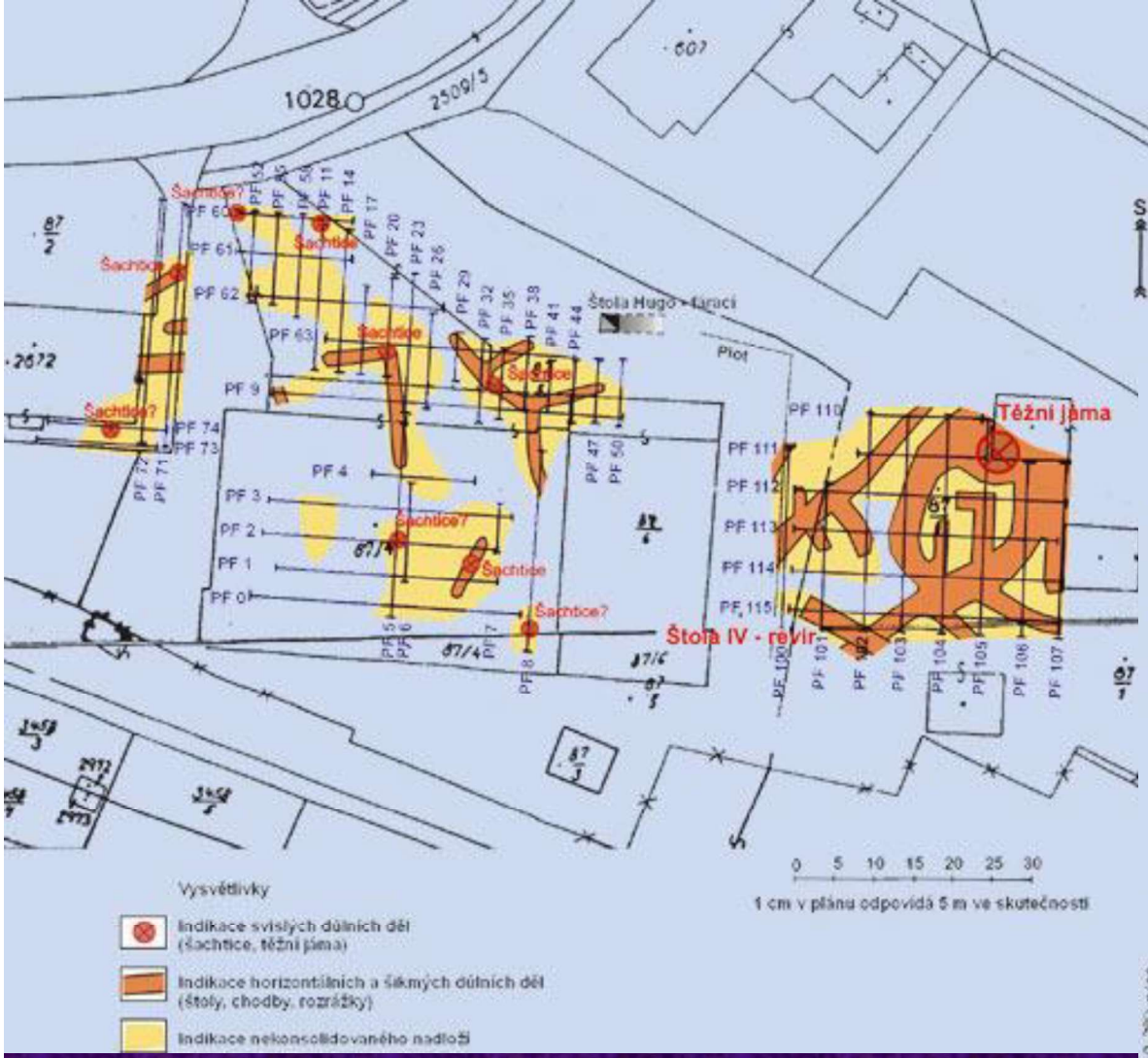


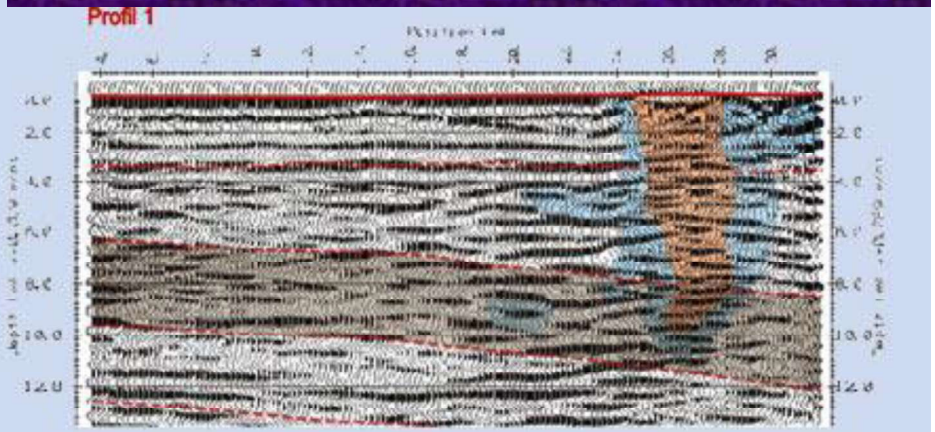


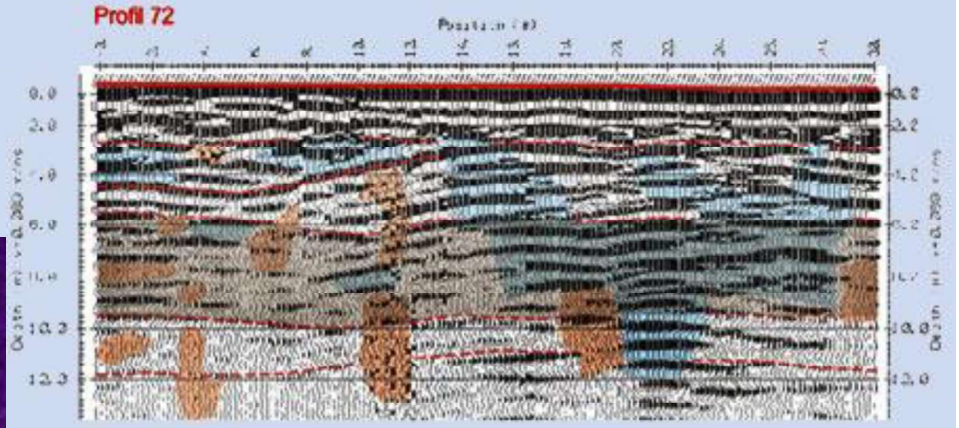



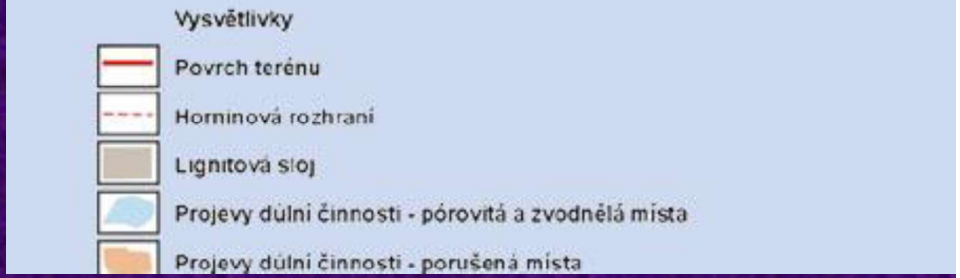


# *Sledování rizik staré důlní činnosti*

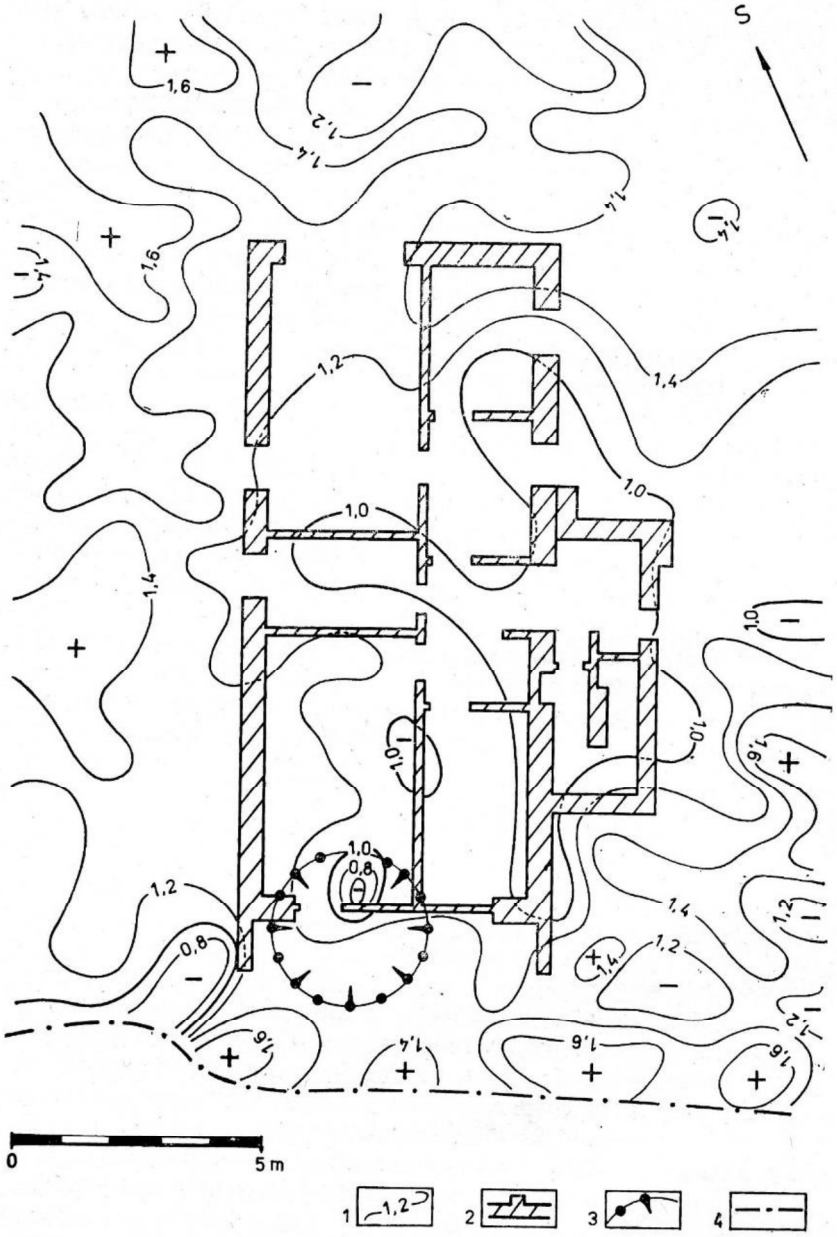


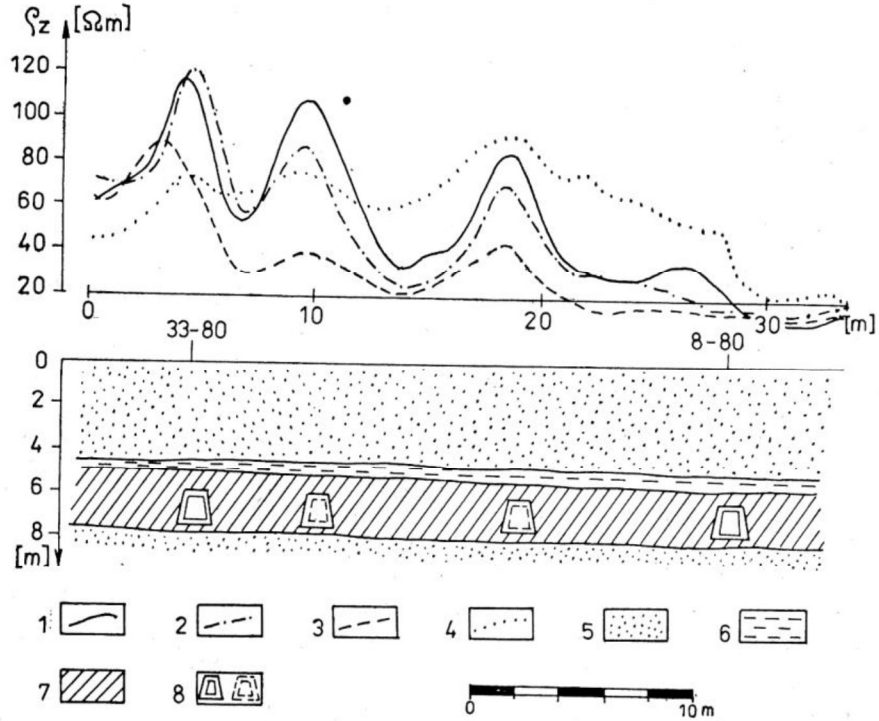



# Šternberk (OC)



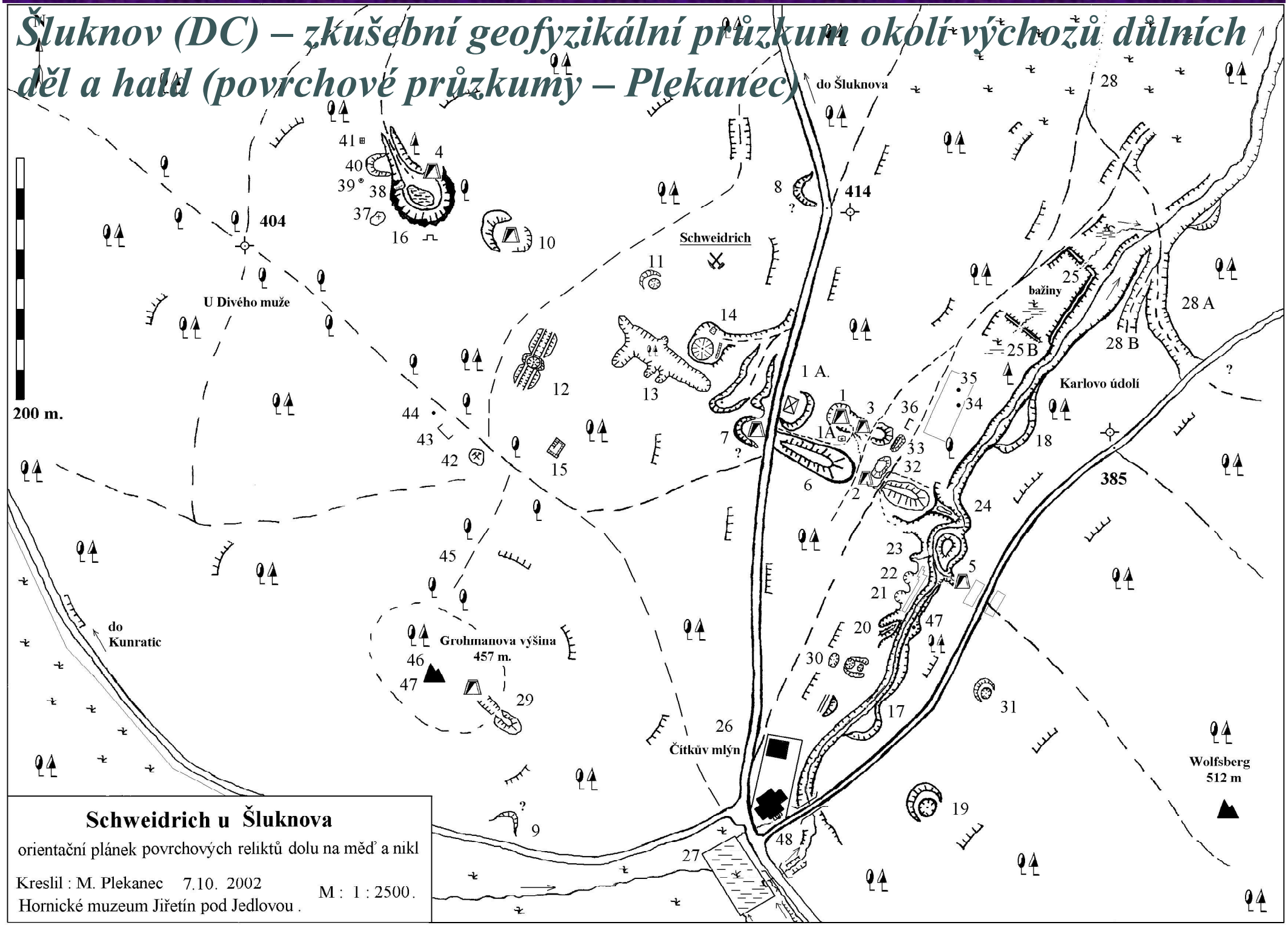

*Obr. 74.* Šternberk, okr. Olomouc. Mikrogravimetrický průzkum částí důlního pole Prokop u Šternberka s propadnutím pod novostavbou domu. *1* — tíhové izanomály ($\mu$ . ms$^{-2}$), *2* — suterén domu, *3* — propadnutí zeminy, *4* — okraj starého povrchového dolu.

# Hodonín-Mikulčice (HO)

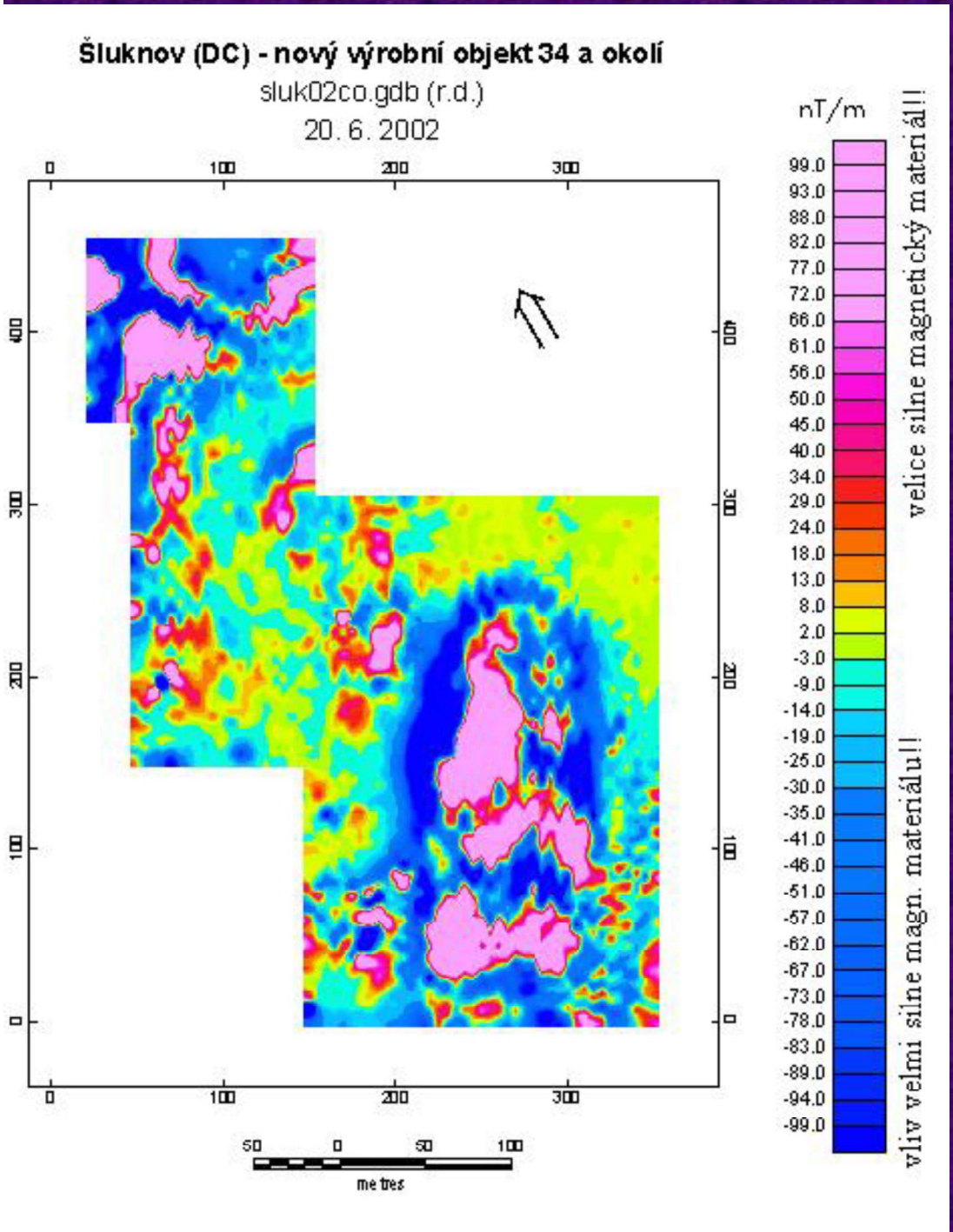


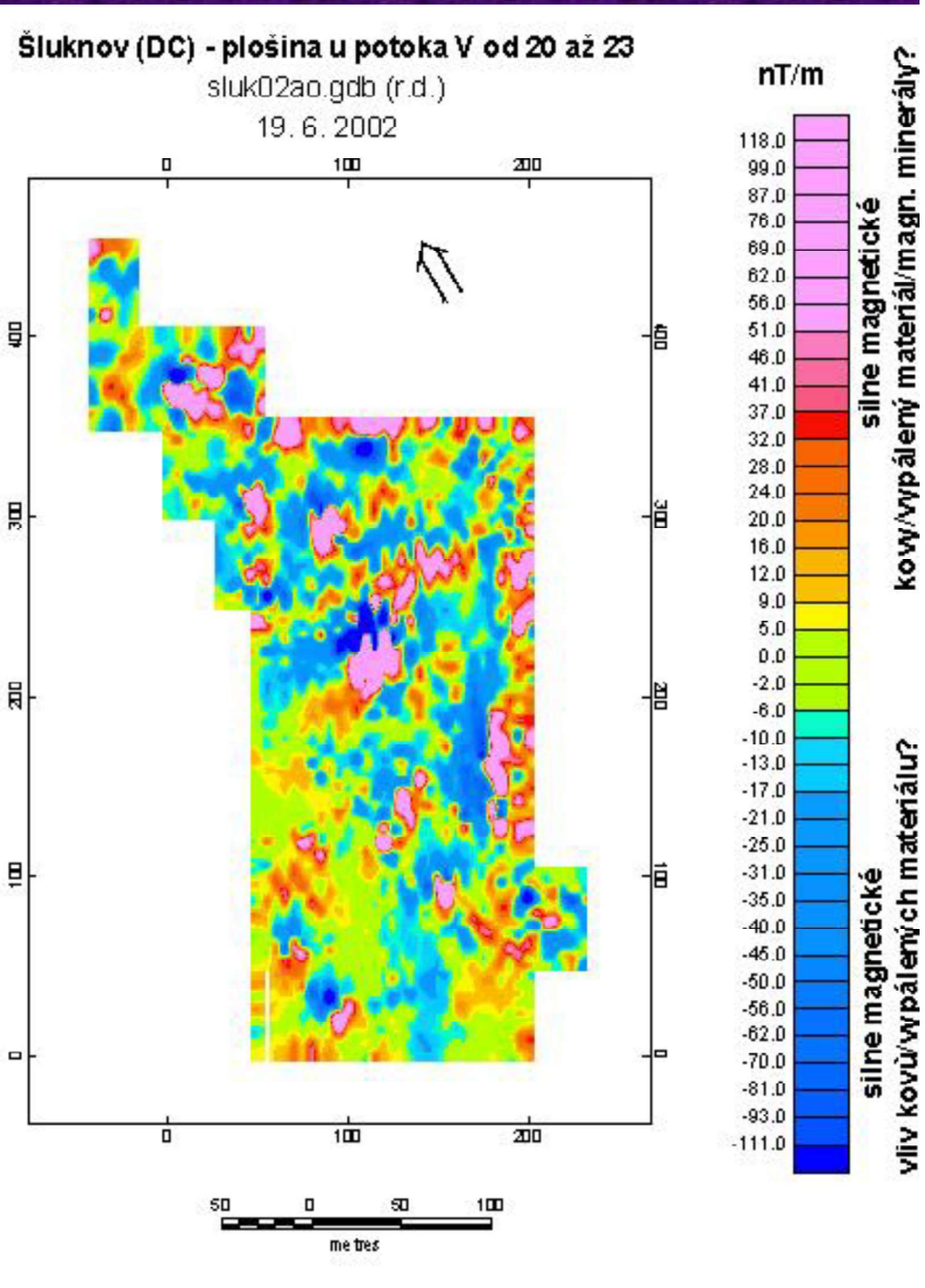

*Obr. 72.* Hodonín-Mikulčice, okr. Hodonín. Profil A — geologicko-geofyzikální řez. *1* — křivka $\rho_z$ při uspořádání elektrod A5M2N (m), *2* — křivka $\rho_z$ při uspořádání elektrod A8M2N (m), *3* — křivka $\rho_z$ při uspořádání elektrod A13,5M3N (m), *4* — křivka $\rho_{VDV}$, *5* — písek prachový, jílovitý, *6* — jíl uhelný, *7* — lignit, *8* — štoly zjištěné vrty a interpretované.

# Šluknov (DC) – zkušební geofyzikální průzkum okolí výchozů důlních děl a hald (povrchové průzkumy – Plekanec)

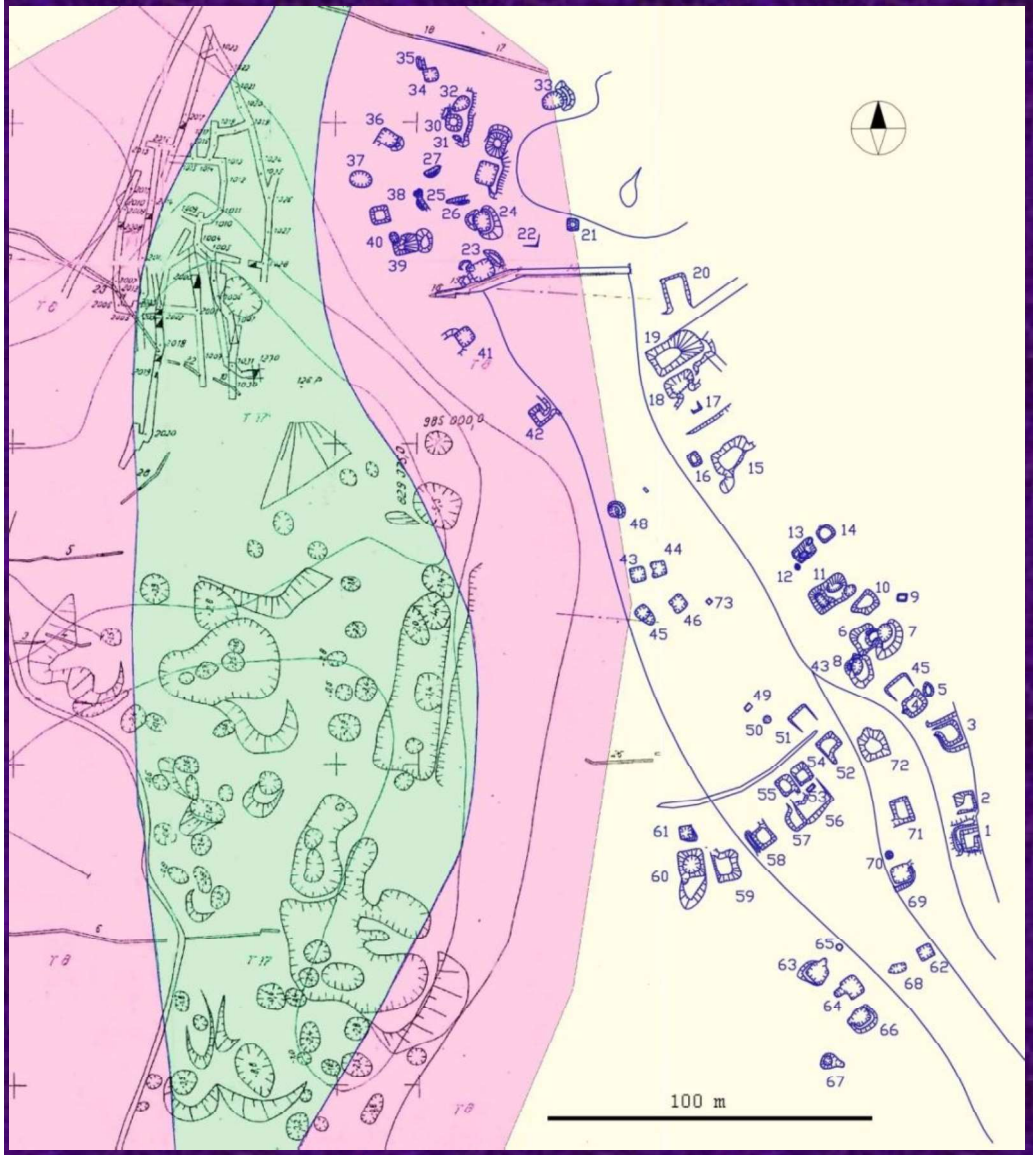


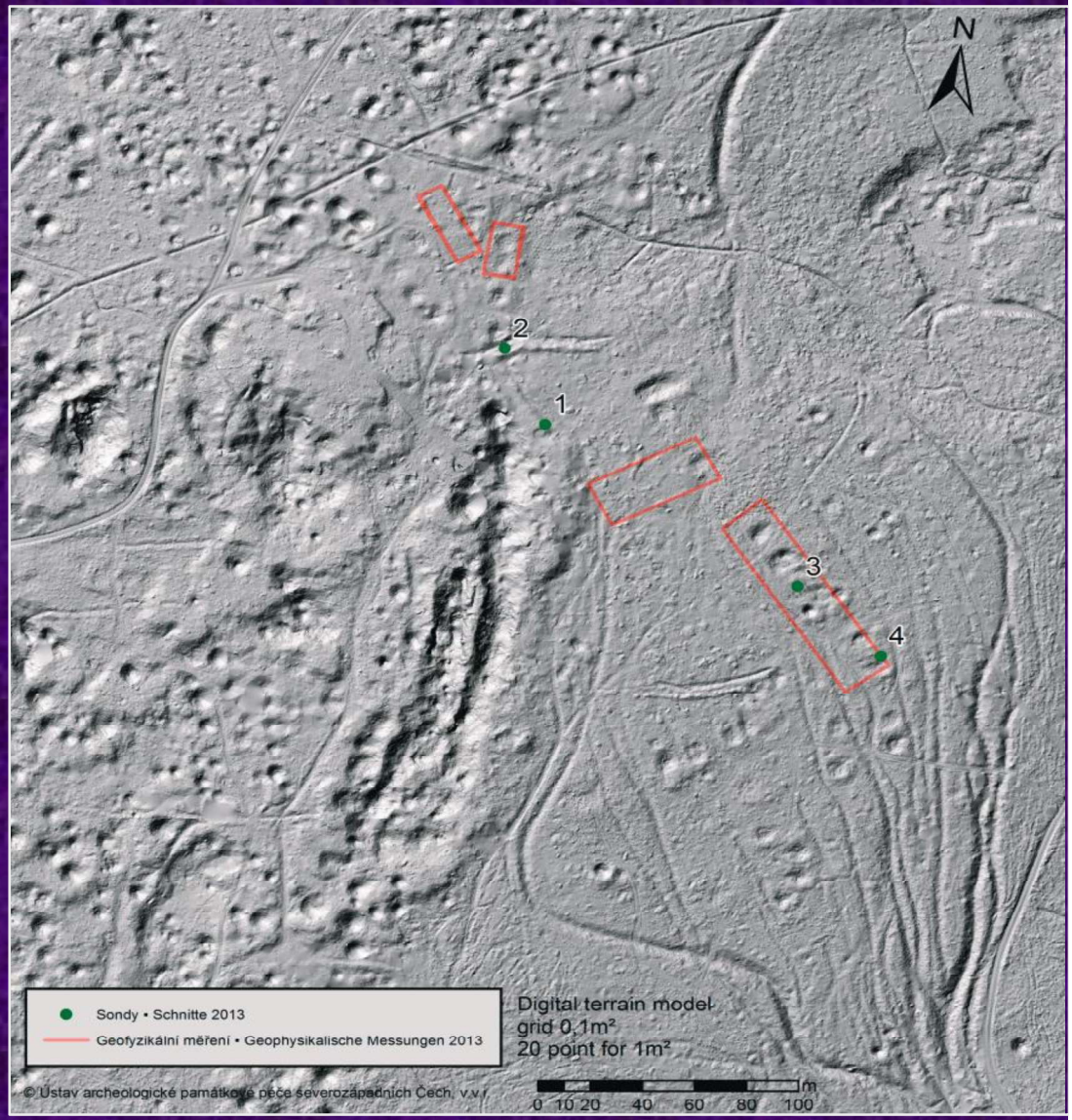
# *Šluknov (DC)*


Šluknov (DC) - nový výrobní objekt 34 a okolí
sluk02co.gdb (r.d.)
20. 6. 2002
nT/m
99.0
93.0
88.0
82.0
77.0
72.0
66.0
61.0
56.0
50.0
45.0
40.0
34.0
29.0
24.0
18.0
13.0
8.0
2.0
-3.0
-9.0
-14.0
-19.0
-25.0
-30.0
-35.0
-41.0
-46.0
-51.0
-57.0
-62.0
-67.0
-73.0
-78.0
-83.0
-89.0
-94.0
-99.0
velice silne magnetický materiál!!
vliv velmi silne magn. materiálu!!
0
100
200
300
400
50
0
50
100
metres

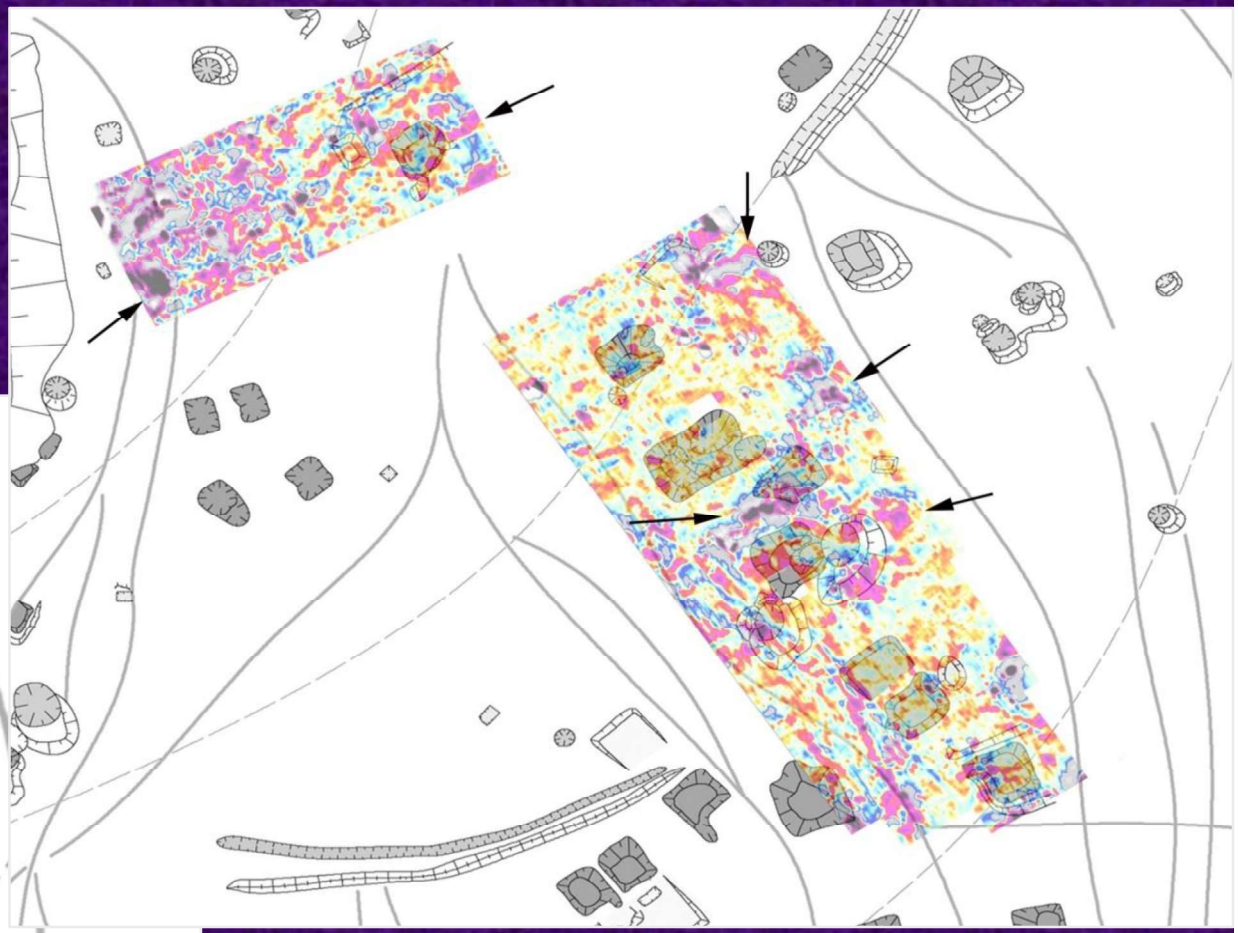

Šluknov (DC) - plošina u potoka V od 20 až 23
sluk02ao.gdb (r.d.)
19. 6. 2002
nT/m
118.0
99.0
87.0
76.0
69.0
62.0
56.0
51.0
46.0
41.0
37.0
32.0
28.0
24.0
20.0
16.0
12.0
9.0
5.0
0.0
-2.0
-6.0
-10.0
-13.0
-17.0
-21.0
-25.0
-31.0
-35.0
-40.0
-45.0
-50.0
-56.0
-62.0
-70.0
-81.0
-93.0
-111.0
silne magnetické
kovy/vypálený materiál/magn. minerály?
silne magnetické
vliv kovů/vypálených materiálu?
0
100
200
300
400
50
0
50
100
metres

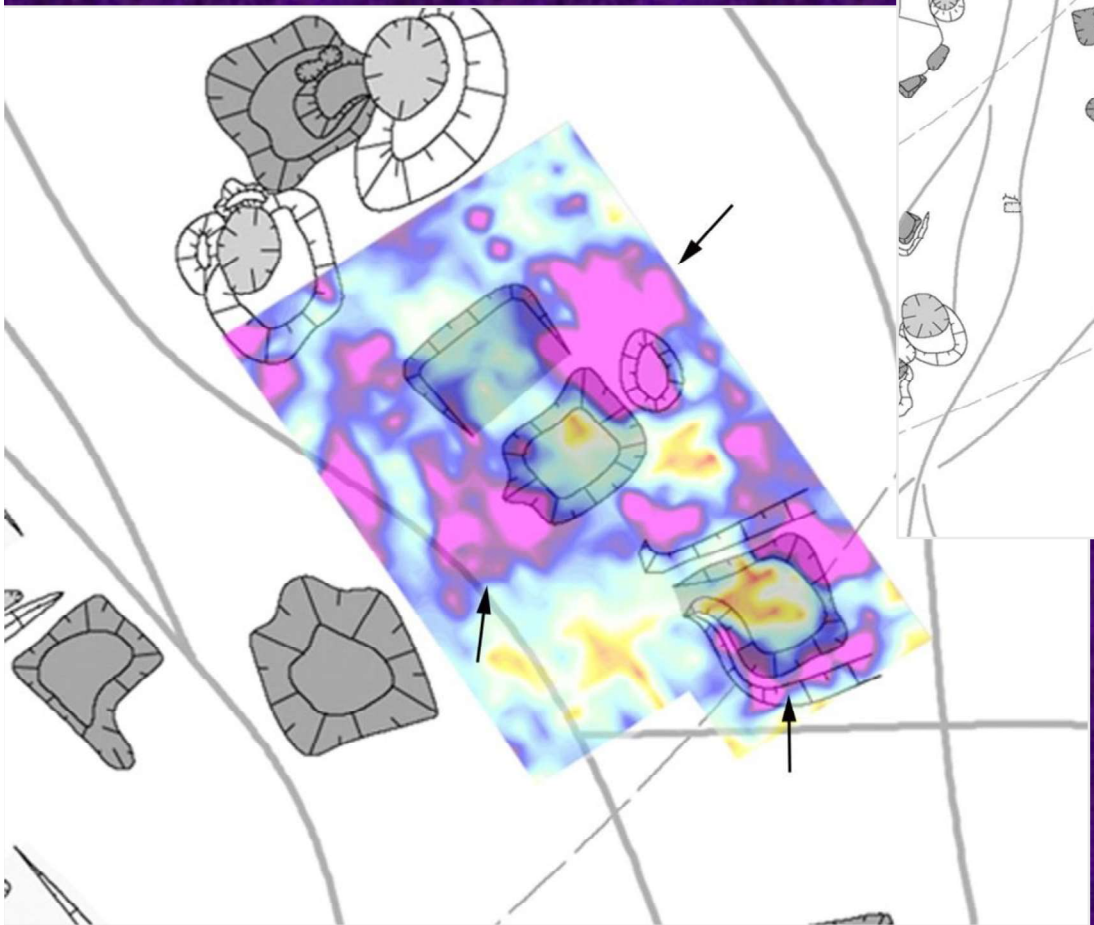
# *Přísečnice (CV) – magnetometrický a geoelektrický odporový průzkum v areálu zaniklé středověké hornické osady Kremsiger v rámci archeologických výzkumů (projekt Archeomontan – ÚAPP SZČ Most – Lissek a kol. 2012-2013)*

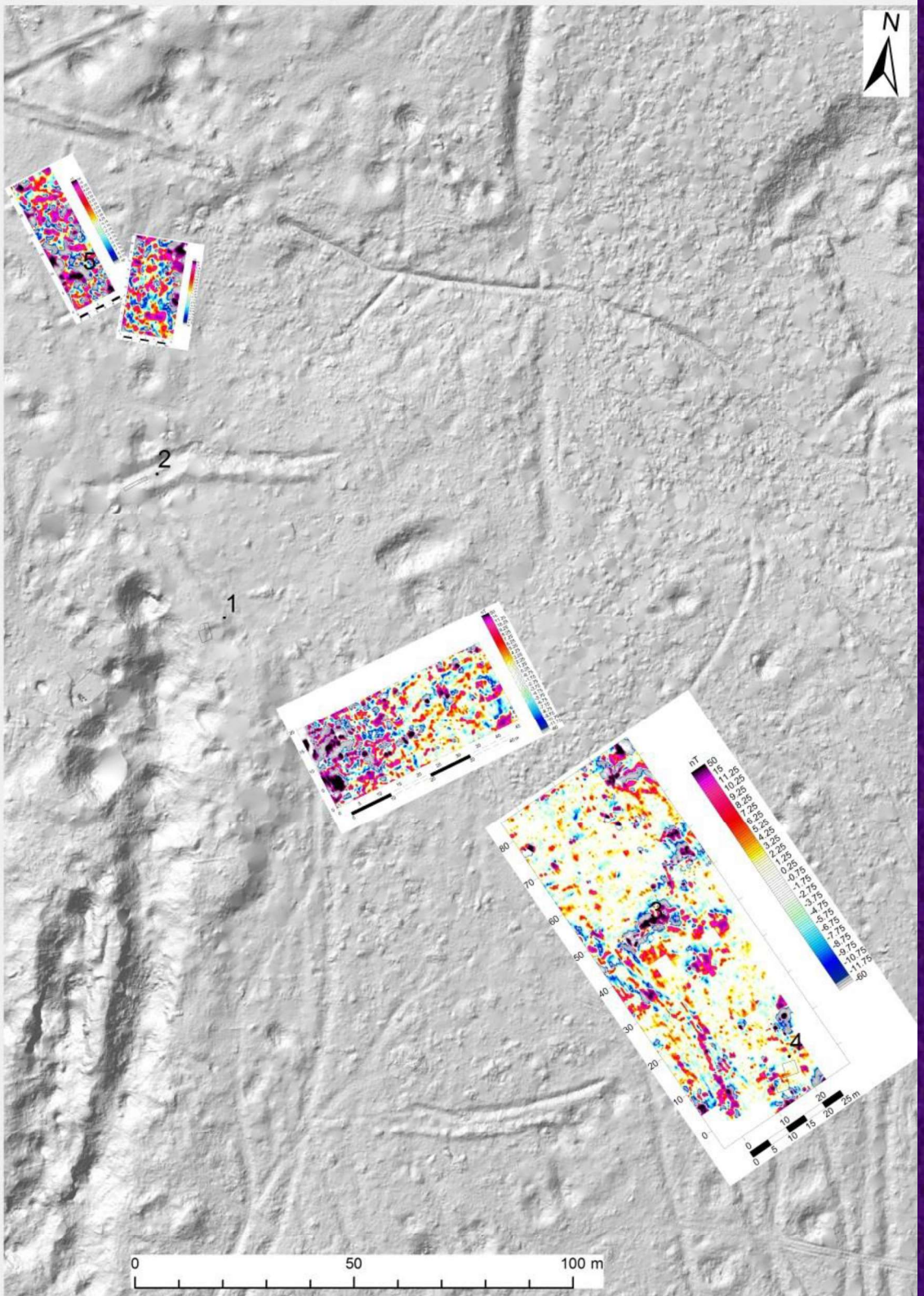


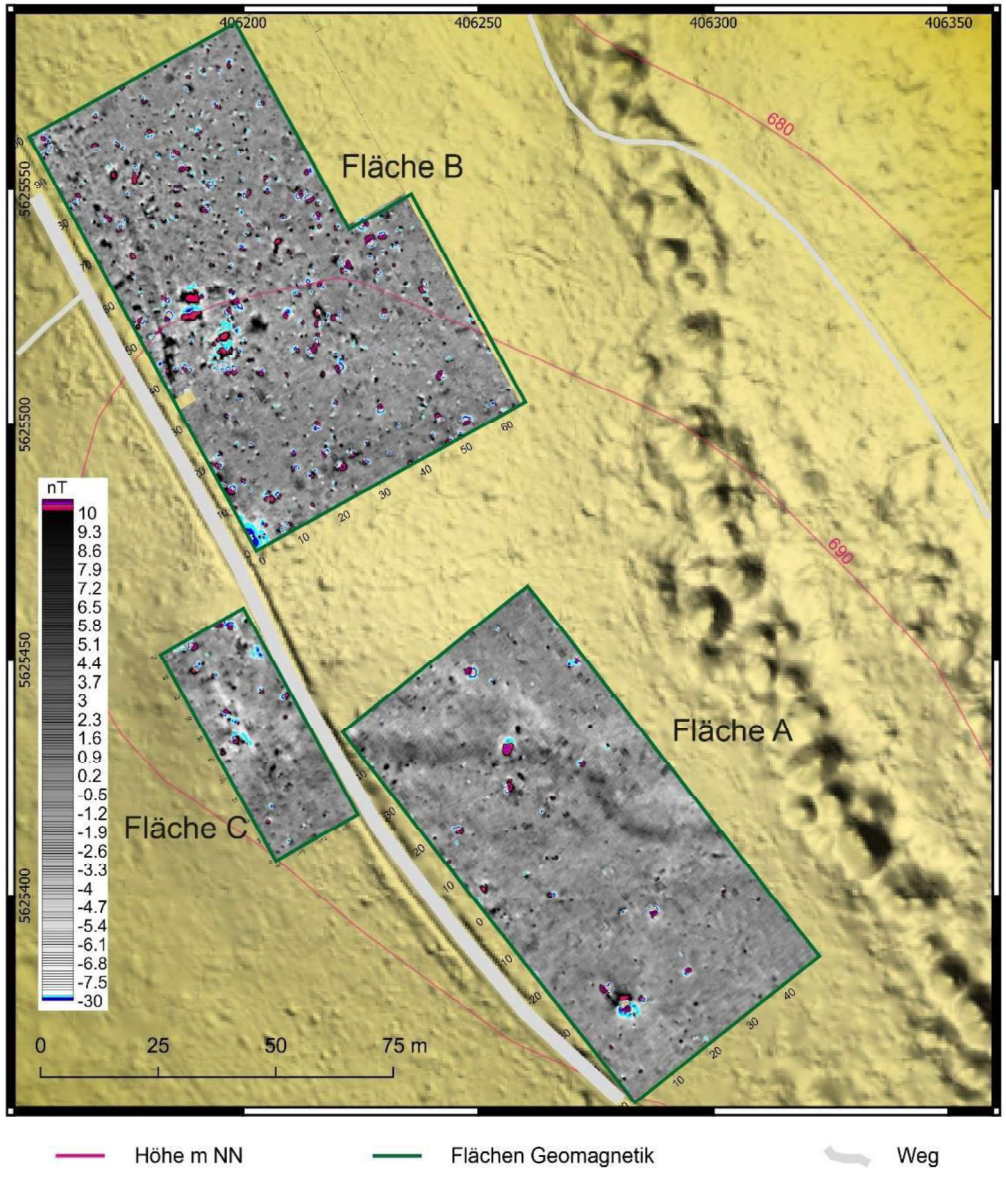
*Přísečnice (CV) – magnetometrický a geoelektrický odporový průzkum v areálu zaniklé středověké hornické osady Kremsiger (projekt Archeomontan – ÚAPP SZČ Most – Lissek a kol. 2012-2013)*

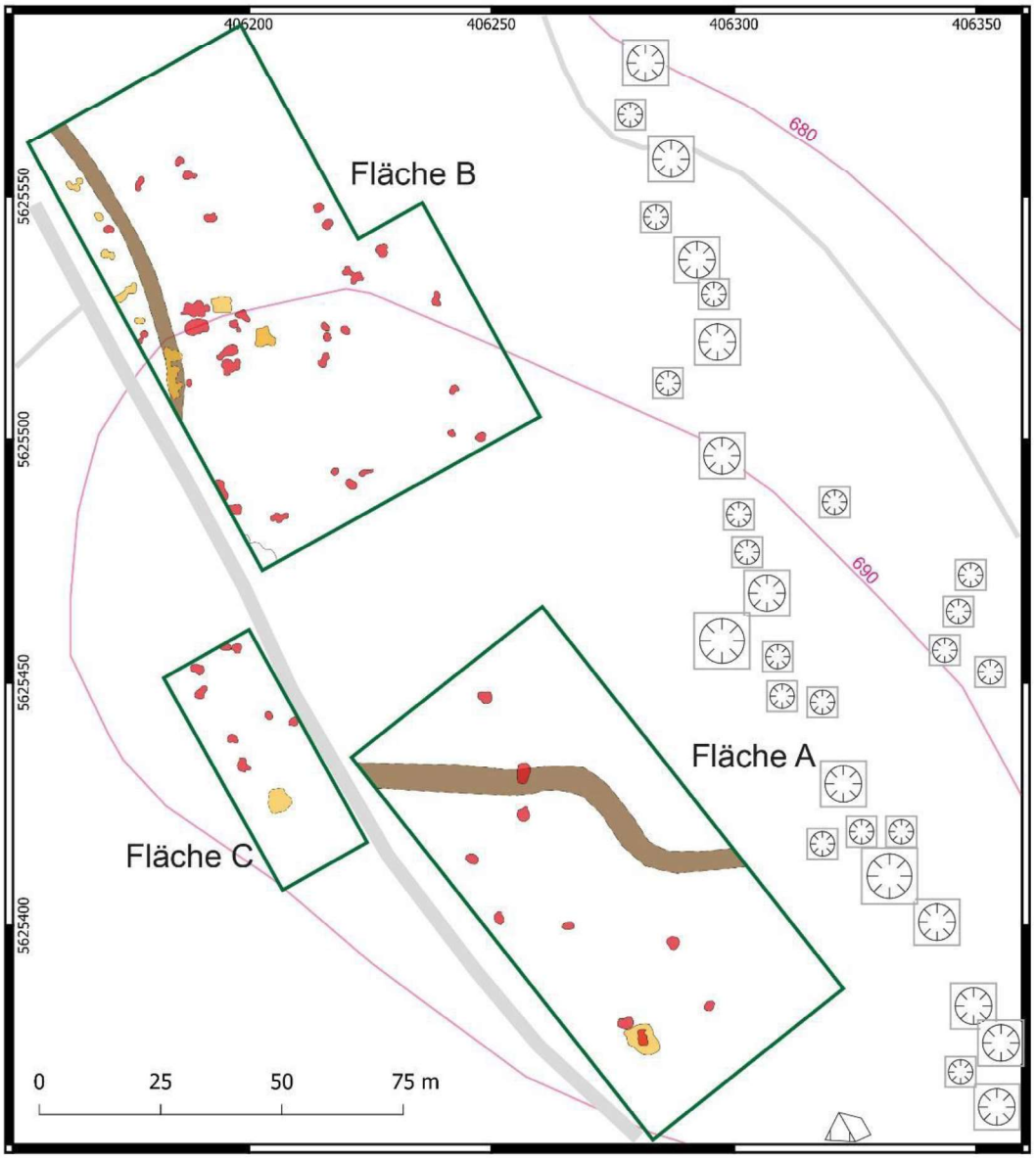




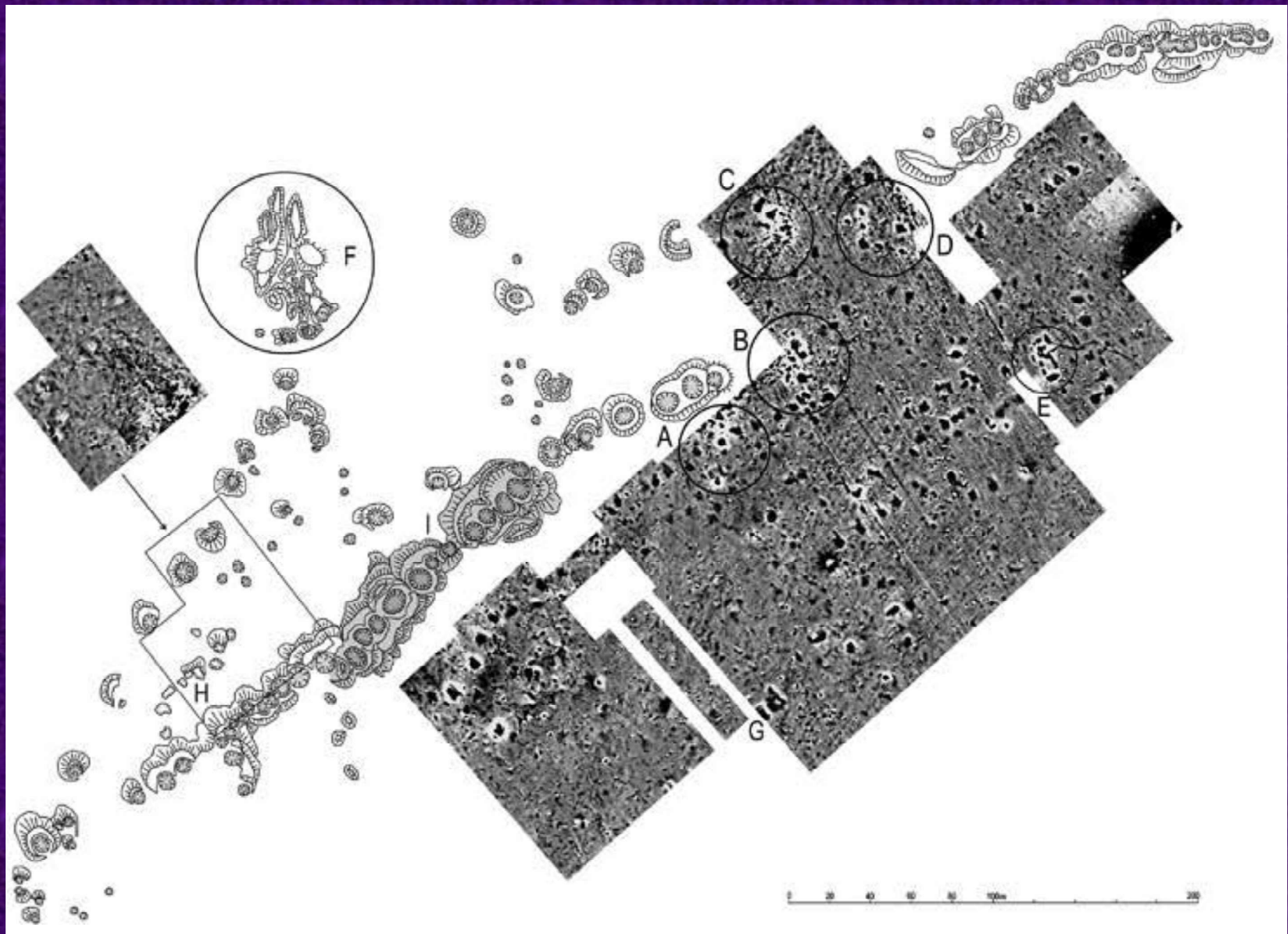

N
5
2
1
3
4
nT
0
50
100 m

# *Oberpöbel (D) – magnetometrický průzkum zázemí hornického areálu (Schubert et al. 2020)*

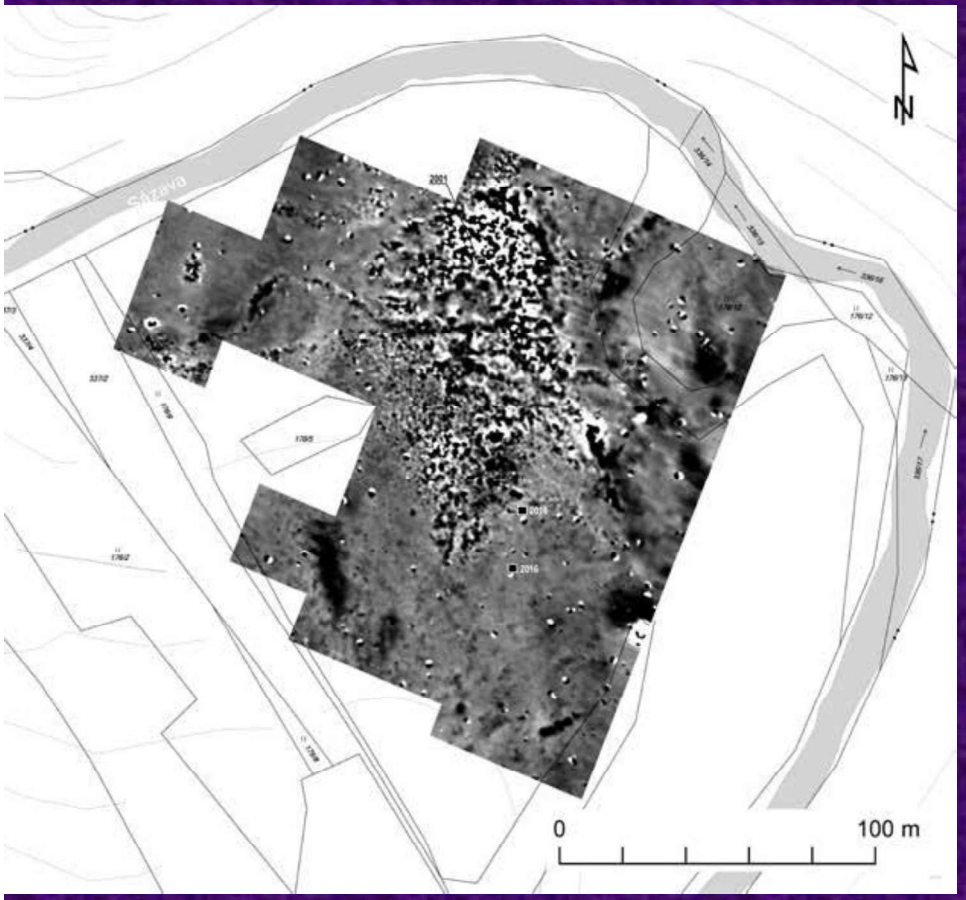


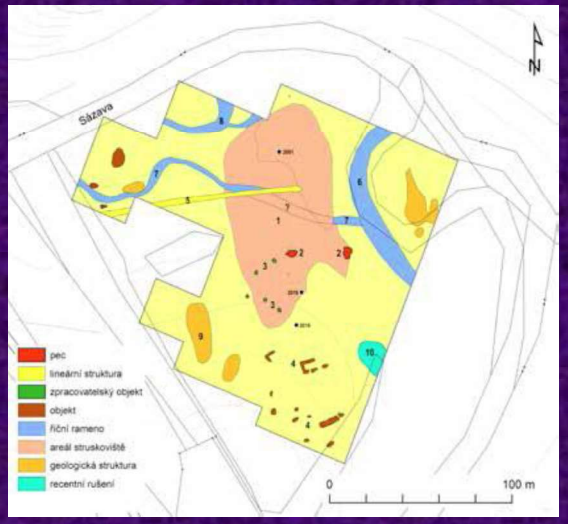



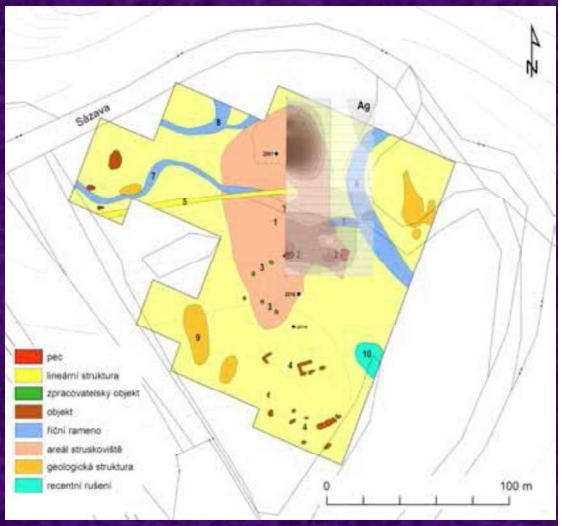
# *Vyskytná (HB) – porovnání magnetometrie nad částí s hornickým osídlením v okolí těžebního areálu (Crkal a kol. 2016)*

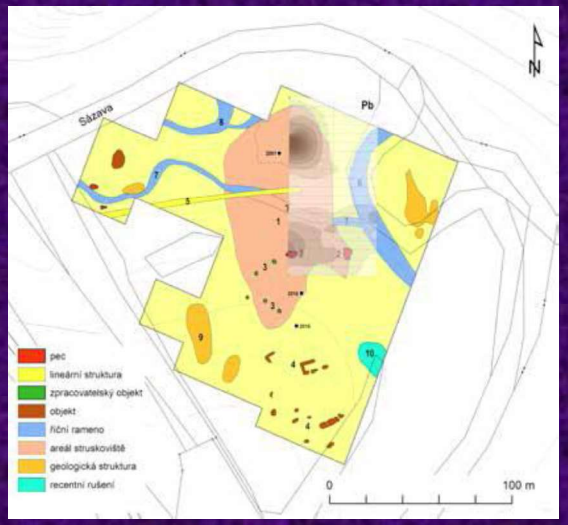


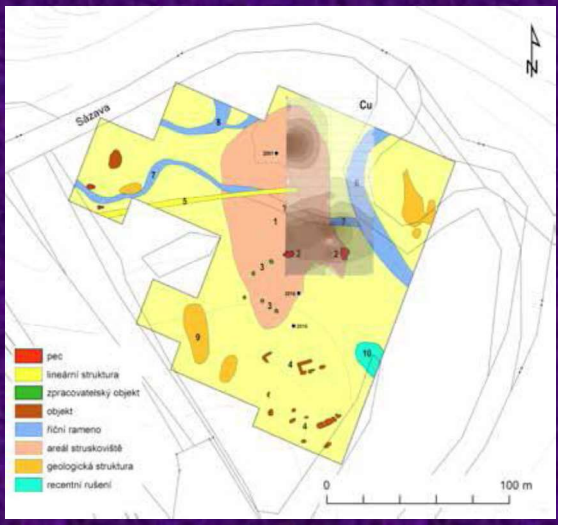
*Utín (HB) – porovnání magnetometrie a geochemie (PB – Ag – Cu) v areálu zaměřeném na produkci drahých kovů (Hrubý a kol. 2016)*



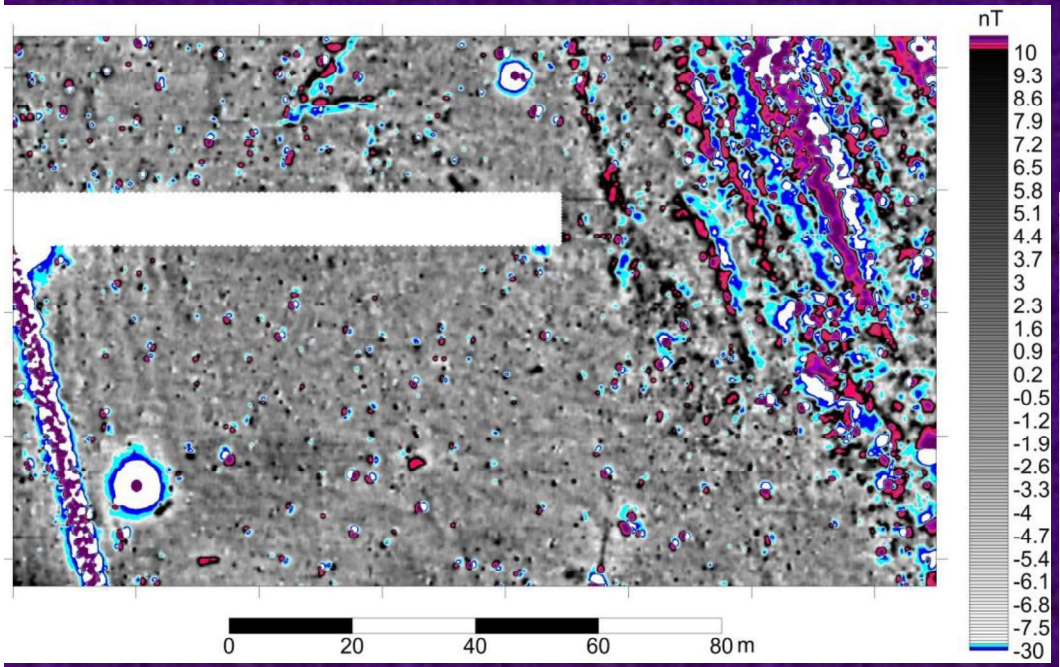



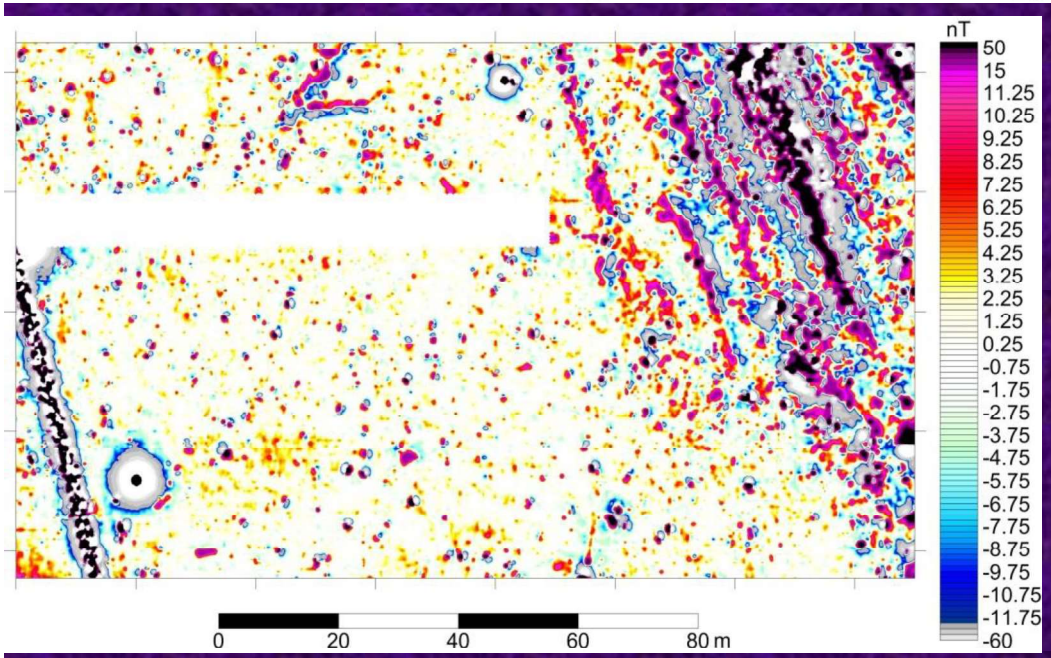



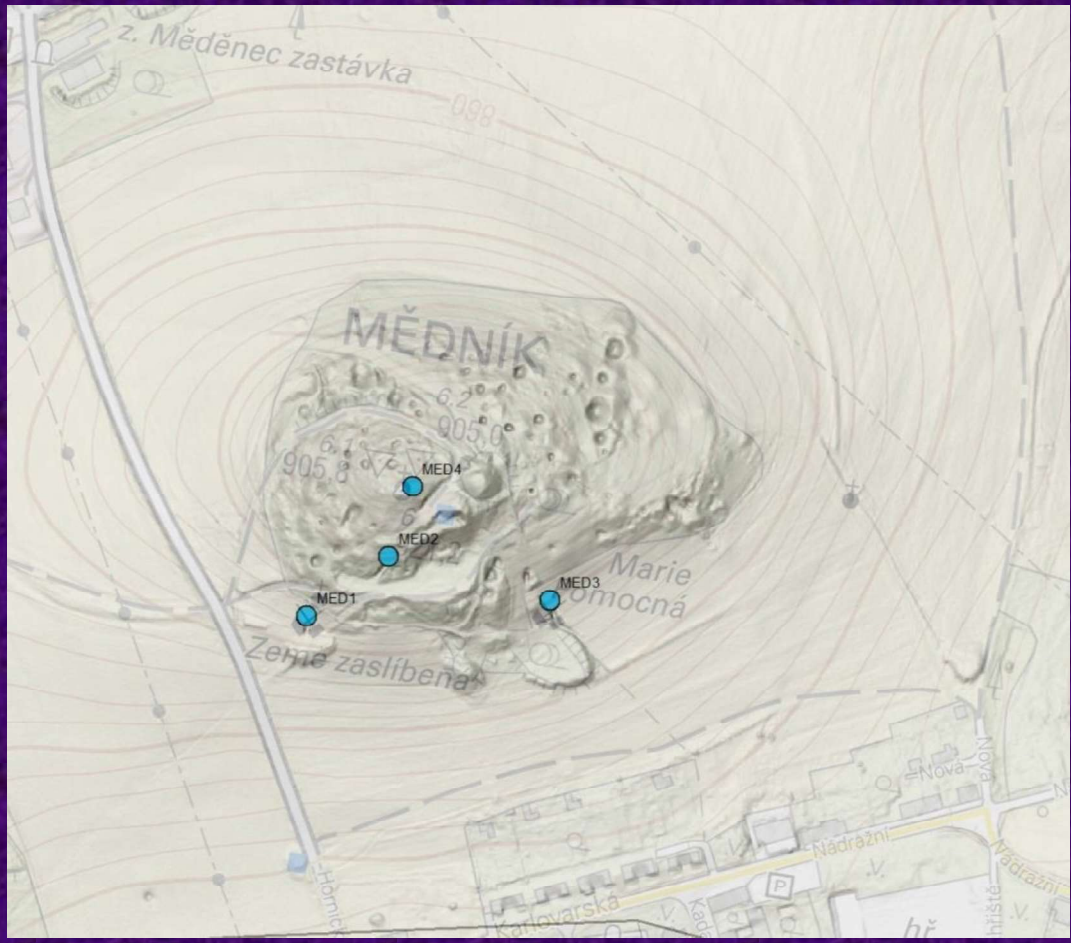



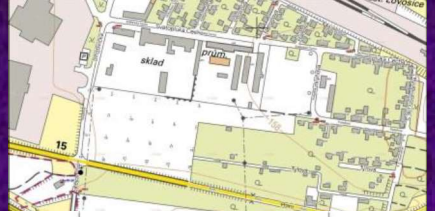
# Měděnec (CV) – JV úpatí Mědníku (geologie nebo důsledky těžby/dopravy rudy?)

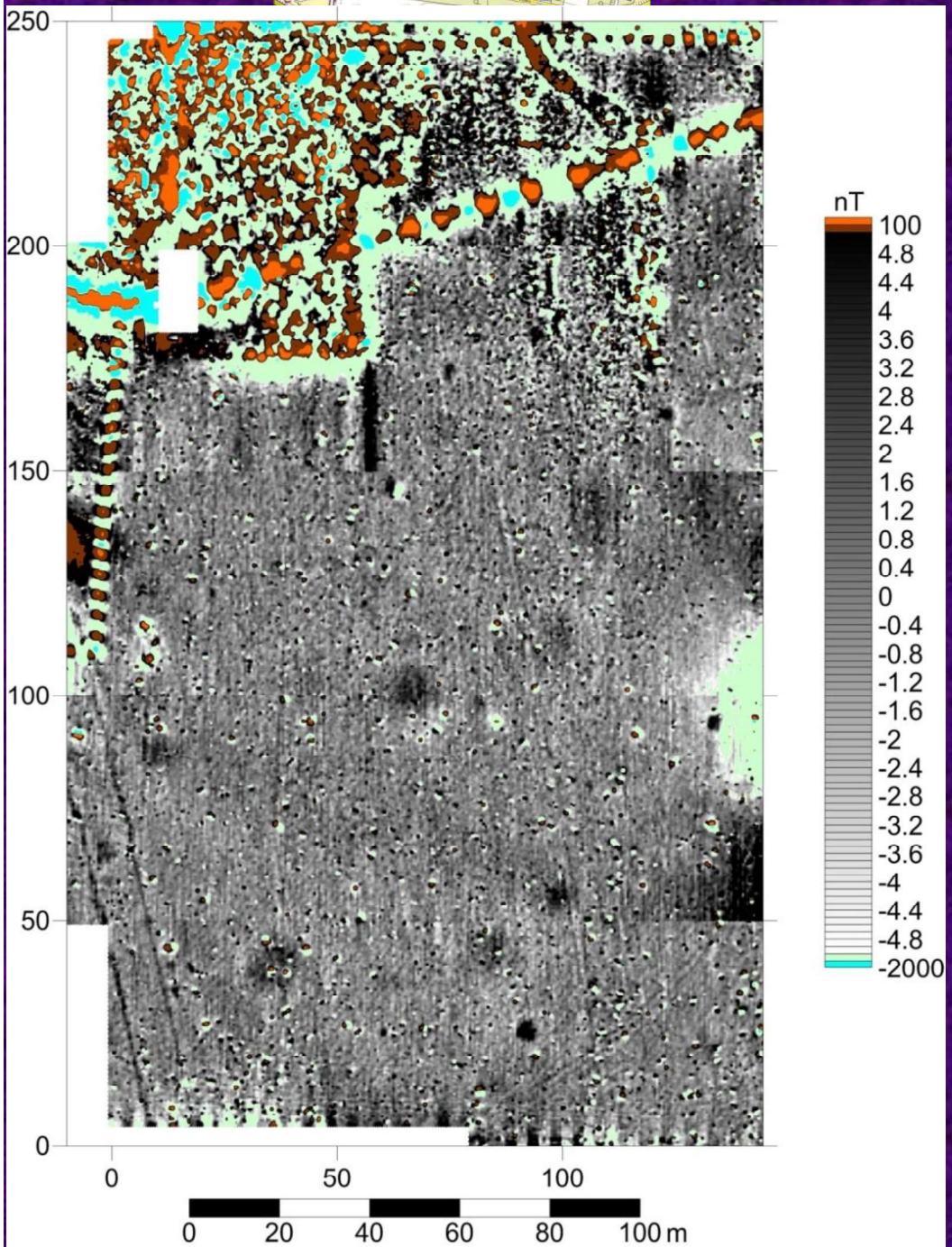


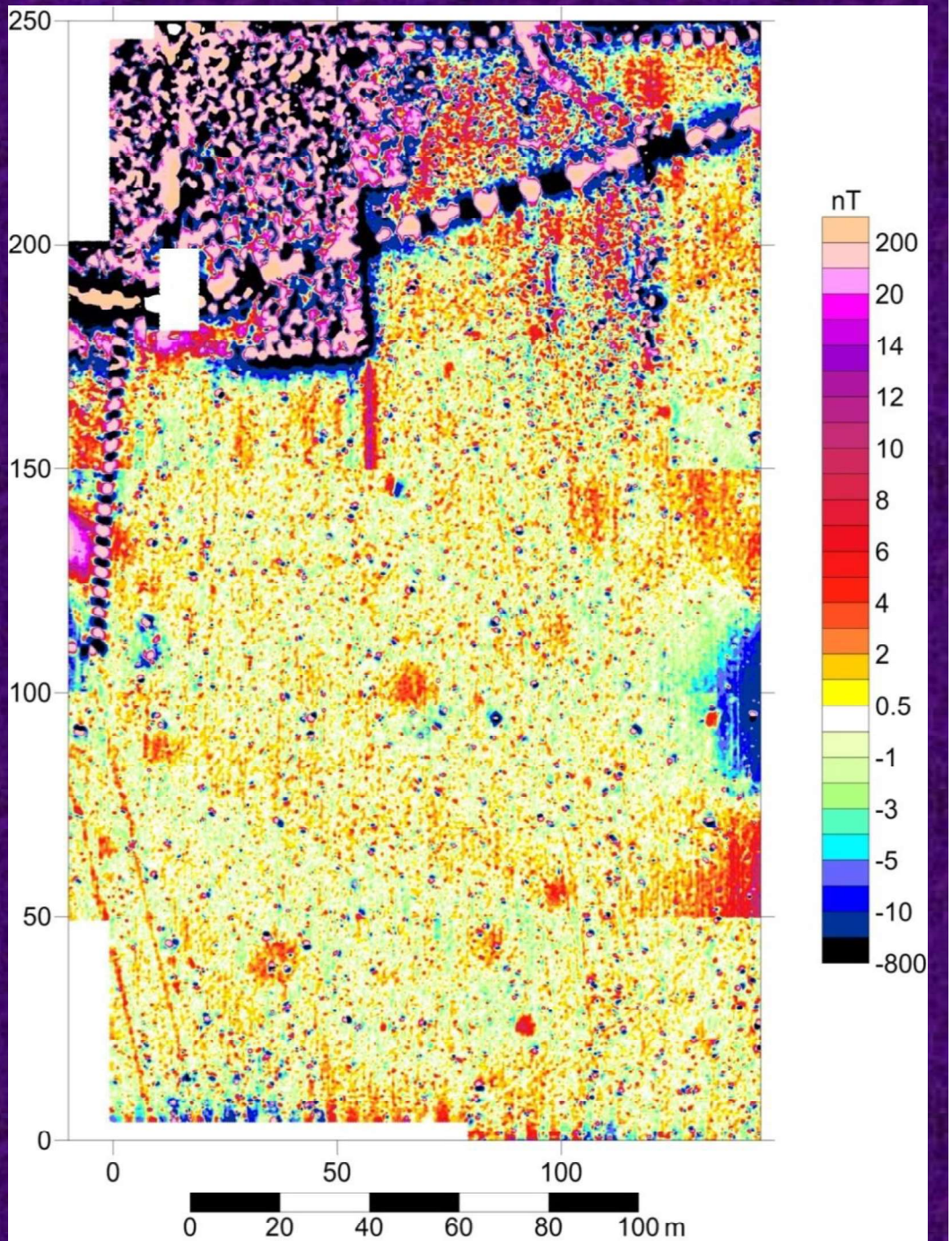



# *Lovosice – pole u cukrovaru (býv. ČSAD)*



# GEOFYZIKÁLNÍ METODY PŘI PRUZKUMU VÝROBNÍCH A EXPLOATAČNÍCH CENTER

## výroba železa, sklárny, těžba surovin apod.

Magnetomerie **(pravěk,RS,VS,NO)**

- prokázání a rozlišení výrobních objektů nebo jejich částí s výrazně teplotně namáhanými (vypálenými) materiály
- vyhledávání, přesné rozlišení a vymezení rozsahu, počtu, rozměrů i orientace výrobních objektů na výrobu železa, skla, keramiky,… (pece)
- vyhledávání, přesné rozlišení a vymezení rozsahu, počtu i rozsahu dalších objektů spojených s výrobou (odpadní haldy)
- identifikace kovových předmětů v rámci výrobních areálů i objektů
- rozlišení dalších zahloubených (síd.) objektů na výrobních areálech
- identifikace novodobých navážek a terénních úprav v místech vytěžených lomů

Geoelektrické odporové/Elektromagnetické metody (pravěk,RS,**VS,NO)**

- vyhledávání a rozlišení zaniklých povrchově i podpovrchově těžených prostor
- vyhledávání podpovrchově částečně zaplněných objektů či dutých prostor důlních děl

Radar **(**pravěk,RS,**VS,NO)**

- rozlišení zaniklých podpovrchově i hlubinně těžených prostor
- vyhledávání podpovrchově zaplněných/nezaplněných prostor důlních děl
- prokázání nenarušeného reliéfu skalního podloží

Seismické metody **(**pravěk,RS,**VS,NO)**

- rozlišení zaniklých podpovrchově a především hlubinně těžených prostor
- vyhledávání podpovrchově zaplněných/nezaplněných prostor důlních děl
- prokázání nenarušeného reliéfu skalního podloží a prostor bez těžby

Gravimetrie a Geotermické metody (pravěk,RS,**VS,NO)**

- vyhledávání podpovrchově nezaplněných (dutých) prostor důlních děl

Radiometrie

- identifikace stop. radioaktivních prvků K,U,Th na výrobních areálech

Detektor kovů (pravěk,RS,**VS,NO)**

- vyhledávání kovových předmětů v rámci výrobních a těžebních areálů i jednotlivých objektů