

# ZPRÁVA O GEOFYZIKÁLNÍ PROSPEKCI



## Humpolec – u rybníka Cihelna



**BRNO 2023**

**ZPRÁVA # 23012**

**NÁZEV:** Zpráva o geofyzikální prospekci

**ČÍSLO ZPRÁVY:** 23012

**MÍSTO:** Humpolec – u rybníka Cihelna

**METODA:** Pozemní georadar

**OBDOBÍ:** Zima 2023

**PROSPEKCI VYKONAL:** Michal Vágner – Anna Mária Rekemová

**AUTOR ZPRÁVY:** Michal Vágner

**ADRESA:** Joštova 220/13, 662 43 Brno  
**KORESPONDENČNÍ ADRESA:** Ústav archeologie a muzeologie FF MU, Arna Nováka 1, 602 00 Brno  
**EMAIL:** archeogeofyzikabrno@muni.cz

## OBSAH

1.	OKOLNOSTI A CÍLE PRŮZKUMU.....	4
2.	ZÁKLADNÍ PRINCIP POUŽITÝCH METOD.....	5
2.1.	Pozemní georadar (GPR) .....	5
2.1.1.	Limity metody GPR.....	6
3.	PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A ORGANIZACE TERÉNNÍHO PRŮZKUMU .....	7
4.	INTERPRETACE DAT A ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ .....	13
5.	PŘÍLOHY.....	17
6.	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....	57

## 1. OKOLNOSTI A CÍLE PRŮZKUMU

Geofyzikální prospekce v poloze „u rybníka Cihelna“ v Humpolci byla zaměřena na prostor severně od budovy tenisové haly (ulice v Brance), přesněji na parcely č. 722/1, 722/3, 722/4 s přesahem na parcely č. 724/22, 2491/1 a 718/1 (k.ú. Humpolec). Hlavním cílem prospekce byla identifikace potenciálního místa, kde mohly být pohřbeny oběti morových ran z let 1714 a 1771. Toto místo by měl označovat dodnes stojící památník v podobě železného kříže, který nechal v roce 1848 zhotovit řeznický mistr Josef Nápravník. Vedlejším cílem průzkumu byla identifikace dalších potenciálních archeologických či jinak historicky významných struktur, popřípadě lokalizace recentních struktur – především inženýrských sítí apod. Odborné terénní práce byly provedeny pracovníky Ústavu archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity v Brně, konkrétně Mgr. Michalem Vágnerem, Ph.D. a Mgr. Annou Márií Rekemovou. Na základě zkušeností z akcí s podobným zaměřením byla k řešení požadovaných úloh zvolena nedestruktivní metoda pozemního georadaru (anglicky ground penetrating radar — zkr. GPR). Prospekce byla vykonána dne 22. 3. 2023. Zpracování a vyhodnocení dat provedl Mgr. Michal Vágner, Ph.D.

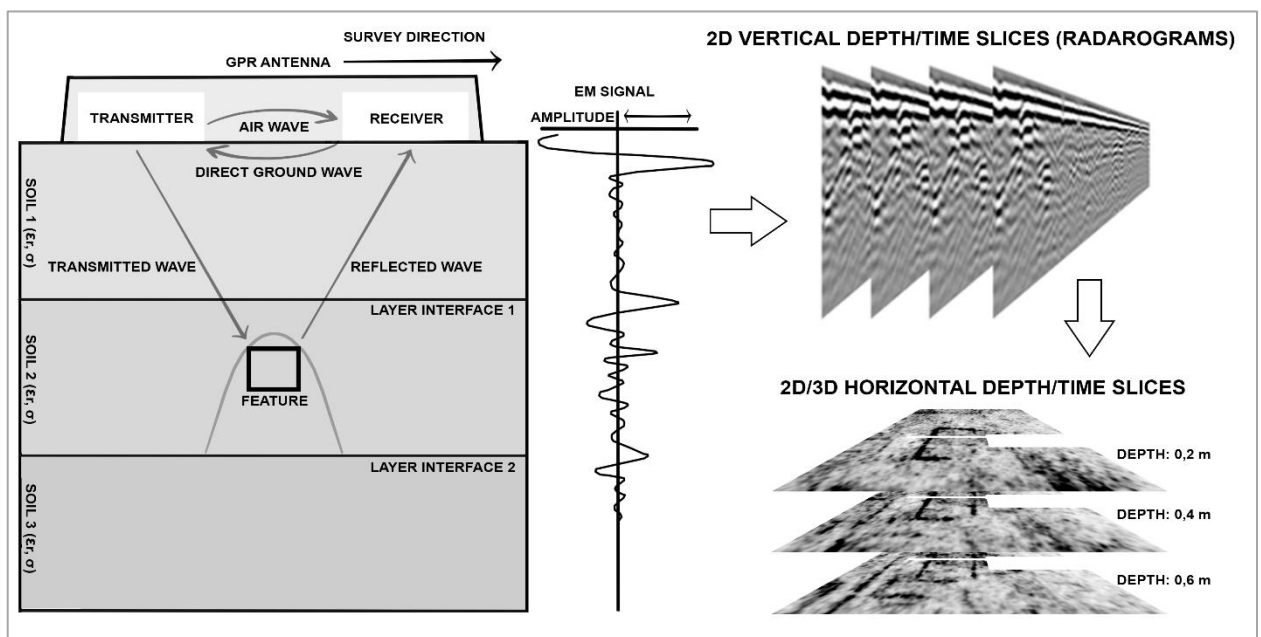
Cíle průzkumu:

- identifikace a lokalizace potenciálního místa, kde mohly být pohřbeny oběti morových ran z let 1714 a 1771.
- identifikace a lokalizace potenciálních archeologických či jinak historicky významných struktur.
- identifikace a lokalizace inženýrských sítí a jiných recentních struktur.

## 2. ZÁKLADNÍ PRINCIP POUŽITÝCH METOD

### 2.1. Pozemní georadar (GPR)

Metoda GPR funguje na principu sledování změn fyzikálních veličin v prostoru měřeného prostředí, tzn. materiální rozdílnosti podloží (permitivit) a měrných odporů jednotlivých vrstev (nehomogenit). Je založena na principu opakovaného vysílání elektromagnetických impulsů (až 100 000/s) vysoké frekvence (od 10 MHz do 4 GHz) do zkoumaného prostředí a na zpětném příjmu jejich odezvy.



Obr. 1 Zjednodušený náčrt principu GPR.

GPR anténa se pohybuje v trase měřeného profilu, přičemž vzdálenost mezi jednotlivými profily závisí na hloubce očekávaných těles, jejich rozměrech a umístění v prostoru. Krátkovlnný radarový signál je vyslán vysokou rychlostí z transmittérní antény georadaru do zemského povrchu. Pokud signál narazí na nějakou překážku/anomálii - např. zeď, která má rozdílnou permitivitu než okolní prostředí, odrazí se zpět k povrchu země, kde je zachycen přijímací anténou přístroje a následně vyhodnocen CPU jednotkou. Zde se vypočítá časová prodleva mezi vyslaným a přijatým signálem. Na základě této prodlevy se vypočítá hloubka sledované nehomogenity. Zaznamenaná časová prodleva je závislá na

hloubce odrazu, zvolené frekvenci antény a rychlosti elektromagnetického signálu–velocity. Tato velocita průniku elektromagnetického vlnění prostředím je ovlivněna relativní permitivitou ( $\epsilon_r$ ) prostředí a jeho elektrickou vodivostí (tzv. konduktivitou –  $\sigma$ ). Časové stopy navrácených signálů se poté v reálném čase skládají a převádí do podoby podélného profilu (tzv. radarogramu). Výsledkem zpracovaných dat jsou záznamy v podobě radarogramů–vertikálních anebo horizontálních časových řezů. Naměřená data se za pomoci počítače a příslušného programu dále zpracují, přičemž použitý software umožňuje za pomoci různých filtrů zvýraznit anebo potlačit zachycené anomálie (struktury) v různých částech časového řezu. Výsledné profily poskytují obraz o rozložení objektů v prostoru měřeného prostředí. Po aplikaci filtrů můžeme naměřená data vyhodnotit–interpretovat buď jako jednotlivé linie profilů v podobě 2D časových řezů (radarogramů) anebo za pomoci počítače trojrozměrně, kdy se pomoci speciálního softwaru jednotlivé radarogramy poskládají v daném pořadí vedle sebe a vytvoří tak prostorový 3D model zkoumané plochy. Tento 3D model je následně možné horizontálně a vertikálně analyzovat v časových/hloubkových řezech (X, Y, Z; viz Obr. 3).

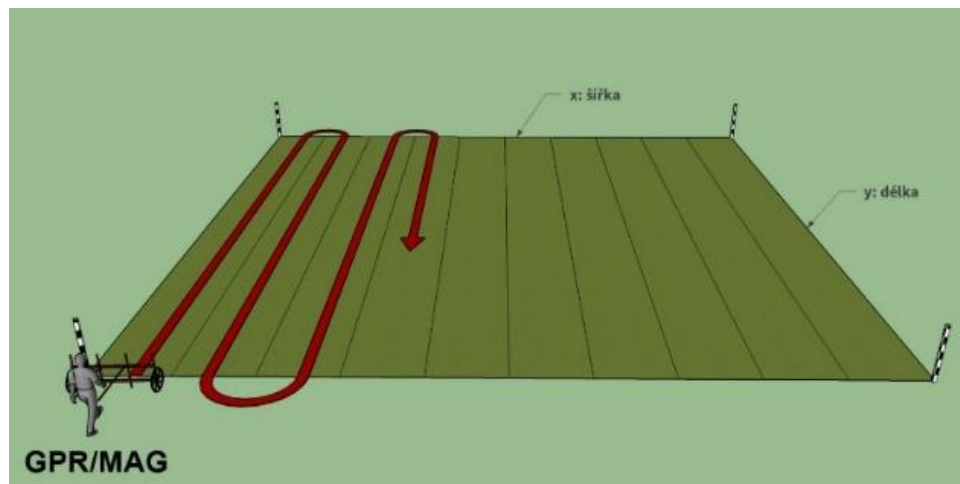
Konečným výsledkem je 3D model naměřeného prostoru, kde mohou být jednotlivé horizontální a vertikální profily v podobě radarogramů vyexportovány v libovolném rastrovém formátu (např. JPEG, TIFF apod.).

### 2.1.1. Limity metody GPR

Šíření EM signálu v měrném prostředí může být negativně ovlivněno jak jeho složením, tak i jeho aktuálním stavem. To může mít za následek částečné či kompletní snížení hloubkového dosahu a rozlišovací schopnosti přístroje. Díky stavu měrného prostředí může být znesnadněna, popřípadě výrazně limitována interpretace dat, respektive schopnost rozlišit zaznamenané anomálie (např. hledání zděných prvků v suťových vrstvách, která mají stejné fyzikální vlastnosti jako hledaná zdiva apod.; dále hledání zahluobených objektů, jejichž výplně mají stejné složení jako okolní měrné prostředí, tzn. hlínu v hlíně). Prvně, na výsledky GPR průzkumu může mít negativní vliv velké množství vody v půdě. Ta se může nějakou dobu po dešti držet u povrchu a částečně tak odrážet vysílaný EM signál. Velký vliv na šíření EM signálu v měrném prostředí má i jeho složení či skladba půd– např. přítomnost jílu či mocné vrstvy navážek může signifikantně snížit šíření EM do země. Šíření EM signálu může být limitováno i úpravami povrchu – např. mocná vrstva betonu, granitová dlažba apod.

### 3. PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ A ORGANIZACE TERÉNNÍHO PRŮZKUMU

K GPR prospekci Jednokanálový georadar X3M RAMAC od švédské společnosti GEOSCIENCE MALA a dvě odstíněné antény o centrální frekvenci 250 a 500 MHz. První anténa umožňuje za dobrých fyzikálních podmínek měrného prostředí dosáhnout až do hloubky 5 metrů, druhá pak do 2,5 metrů pod úroveň dnešního terénu. U druhé jmenované antény je menší dosažitelná hloubka a propustnost EM signálu kompenzována lepším horizontálním a vertikálním rozlišením. Rozestup mezi jednotlivými liniemi měření by byl stanoven na 0,5 m v případě antény o centrální frekvenci 250 a 0,25 m v případě antény o centrální frekvenci 500 MHz. Hustota měřených bodů na každém profilu bude nastavena shodně na 0,05 m. Efektivní hloubkový dosah přístrojů byl však vlivem složení měrného prostředí omezen na hloubku cca 2 (500 MHz) až 3 m (250 MHz) pod úroveň dnešního terénu. Hluběji situované anomálie/struktury se tak nepodařilo GPR průzkumem zachytit.



Obr. 2 Postup měření.

Zkoumané plochy P1\_250 a P1\_500 se nacházely na rovinaté, zatravněné terase, která byla ze severní strany ohraničena její hranou (Obr.3: A). Plocha P2\_250 byla situována při východní straně objektu tenisové haly (Obr.3: B; 4). Plochy měření byly rozvrženy jednak na základě požadovaných úloh prospekce, jednak na základě prostorových možností zkoumané lokality. Zároveň byla definována tak, aby v co největší možné míře pokryla zájmovou oblast (Obr. 4, Tab. 1). Směr měření, a tedy i orientace jednotlivých profilů, se u georadarového průzkumu odvíjela jak od předpokládané orientace hledaných struktur (profily měření byly vždy orientovány co možná nejvíce kolmo na předpokládané struktury – v tomto případě na delší osu zkoumané plochy). Start měření byl stanoven do pravého dolního

zkoumaných polygonů (u ploch P1\_250 a P1\_500 do jihovýchodního rohu, u plochy P2\_250 do severozápadního rohu). Rozsah a tvar měřených ploch byl limitován jednak nadzemními terénními překážkami v podobě vegetace (stromy, keře), informační tabulí, samotným památným křížem, jednak samotným tvarem terasy (Obr. 3:C, 4). Jak hloubkový dosah přístroje, tak i rozlišitelnost hledaných struktur pod povrchem, byla nejspíše snížena jednak zvýšeným obsahem vody v měrném prostředí (plocha P2\_250), jednak i jeho skladbou (možné suťové navážky, jílovité půdy). Měření probíhalo v manuálním režimu metodou tam-zpět (Obr. 2). Výsledky měření byly dále ovlivněny i odrazem EM signálu od stavby tenisové haly (zejména při měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz). Středem plochy P1\_250 a P1\_500 se ve směru východ-západ táhla recentní cesta z udusané hlíny (Obr. 3:C, 4). Další, tentokrát asfaltová cesta zasahovala z části i do jihozápadního rohu zkoumaných ploch. Stejná cesta pak procházela severní částí plochy P2\_250 (Obr.3: B). Přítomnost cest mohla ovlivnit výsledky měření v místech jejich průběhu, snížit průchod EM signálu do měrného prostředí, popřípadě ztížit interpretaci potenciálních anomálií, které se mohly pod nimi nacházet.

Pro geodetické vytyčení a zaměření bodů v geografickém souřadnicovém systému WGS84/S-JTSK byl použit RTK GNSS přístroj South-Instrument S-82.

Přepočet rychlosti EM signálu v závislosti od různých měrných prostředí byl nastaven na průměrnou hodnotu 0,1 m/ns. Tato hodnota je standartně doporučována v případech, kdy je průzkum prováděn na lokalitách s neznámými nebo rozličnými půdními podmínkami. Získané horizontální časové/hloubkové řezy (osa Z) byly následně zpracovány za pomoci softwaru GPR Slice (Geophysical Archaeometry Laboratory, USA; Screening Eagle, Switzerland), kde byly aplikovány základní filtry (Time-Zero Removal, Background Removal, Bandpass filter, Hilbert Transform) a Geografických informačních systémů (dále jen GIS). Horizontální časové/hloubkové řezy byly ve formě rastru (PNG) vyexportovány do programu ArcGIS 10.8.1. (ESRI), kde byly georeferencovány na souřadnice rohů zkoumaných polygonů, interpretovány a identifikované anomálie byly následně digitalizovány do podoby vektorového plánu.

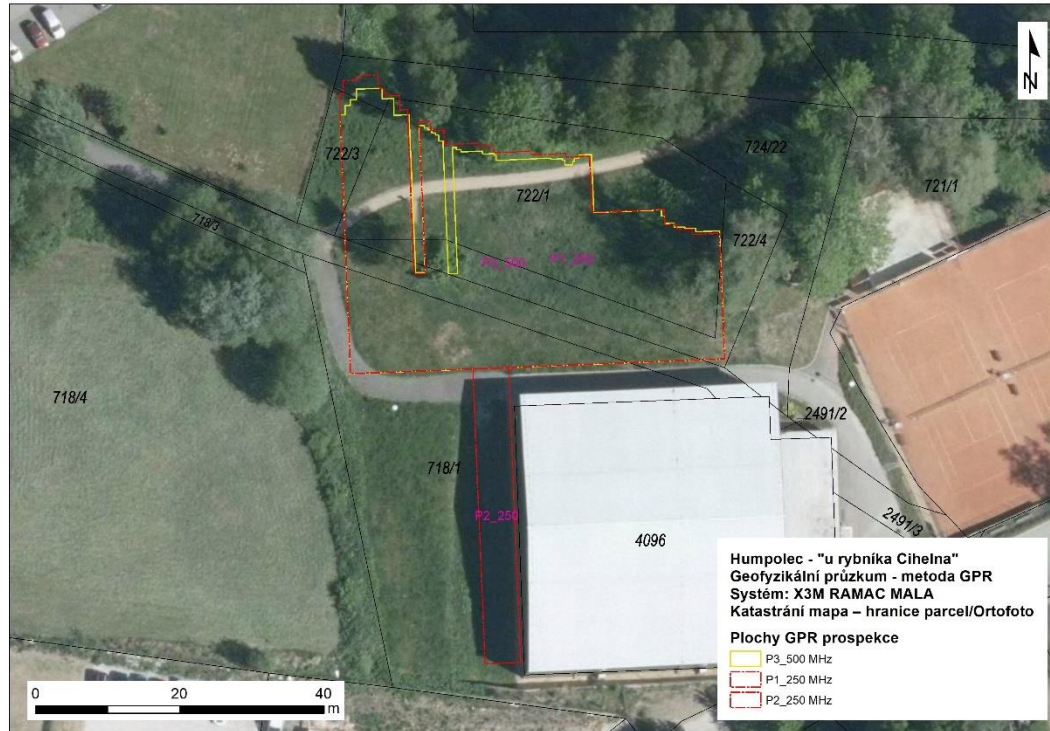
Plocha	Datum	Anténa (MHz)	Rozestup linií (m)	Rozměry x, y (m)	Rozloha	Podmínky měření
P1_250	23.3.2023	250	0,5	52 (X)x 39,5 (Y)	1460 m <sup>2</sup>	Tráva, štěrk/písek/hlína, asfalt
P2_250	23.3.2023	250	0,5	5 (X)x41 (Y)	205 m <sup>2</sup>	Tráva, štěrk/písek/hlína, asfalt, mokro
P1_500	23.3.2023	500	0,25	52 (X)x 39,5 (Y)	1409 m <sup>2</sup>	Tráva, štěrk/písek/hlína, asfalt

Tab. 1 Přehled zkoumaných ploch za pomoci GPR.

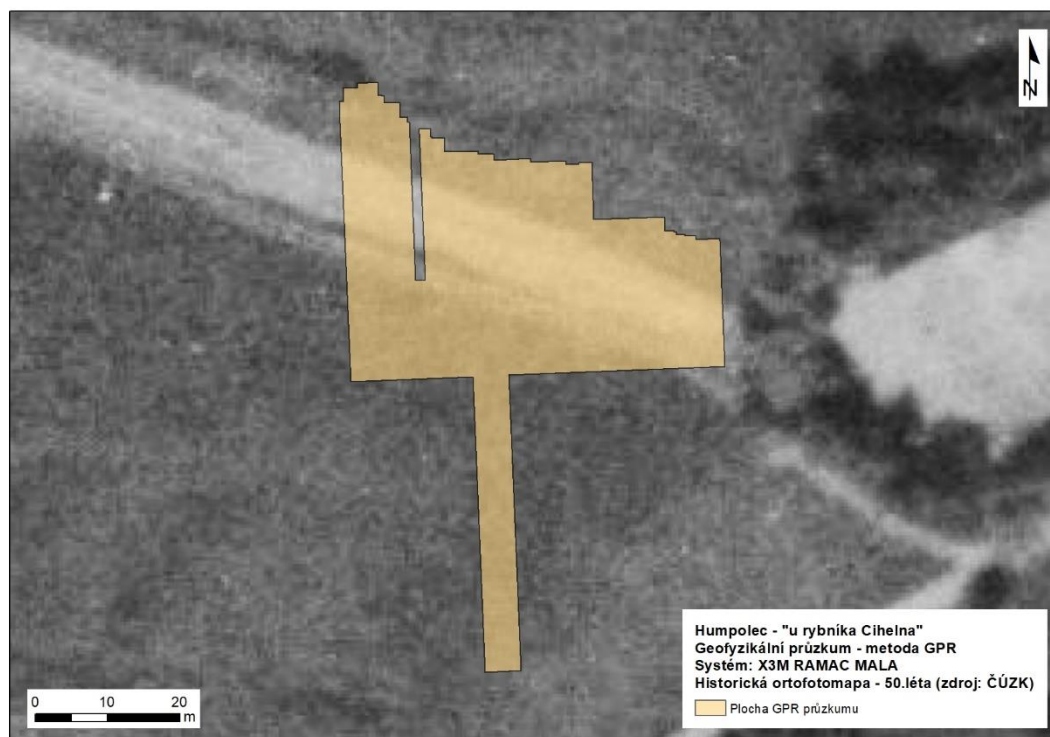




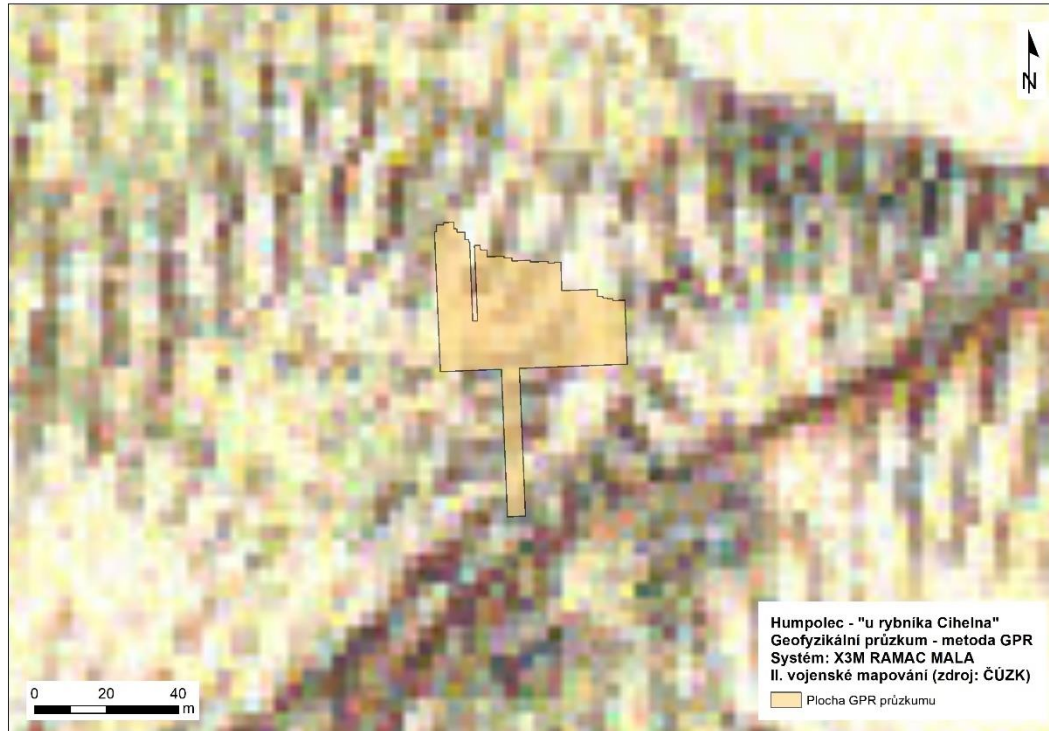
Obr. 3 Stav zkoumaných ploch během prospekce dne 23.3. 2023. A: plocha P1\_250 a P3\_500 z východní strany (plochy se překrývaly). B: plocha P2\_250 při východní stěně tenisové haly. C: Plochy P1\_250 a P3\_500 ze západní strany. V popředí je vidět průběh udusané hliněné komunikace s odbočkou ke křížku a informační tabuli (foto: autor).



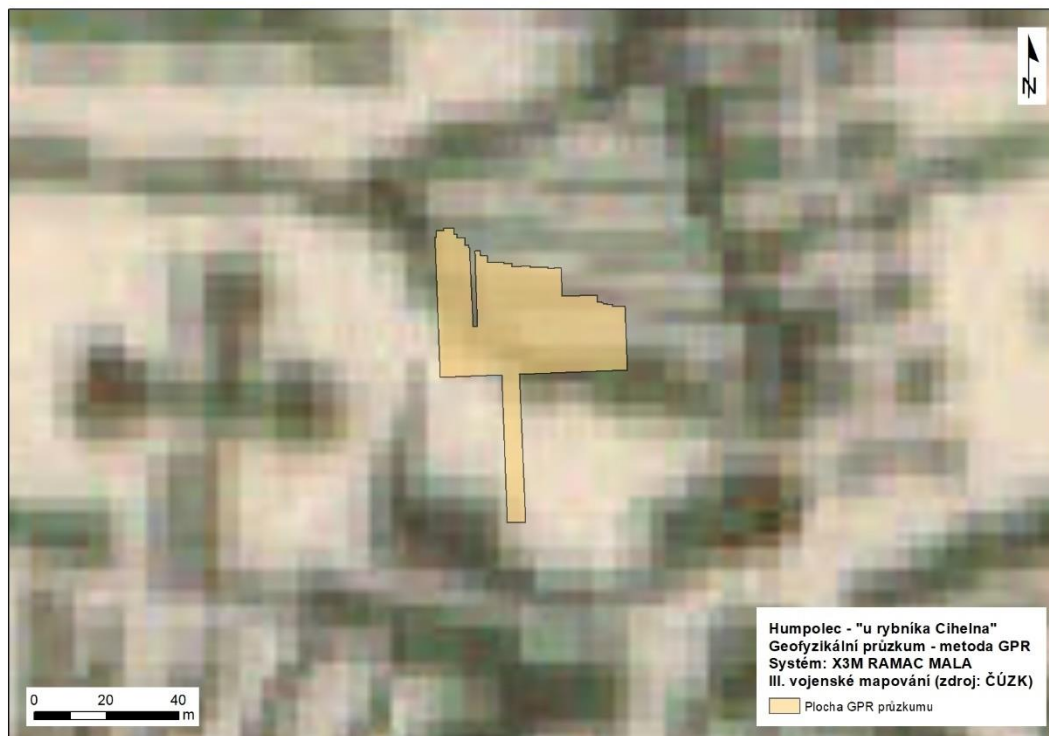
Obr. 4 Plochy GPR prospekce (podkladová data: ČÚZK).



Obr. 5 Zkoumaná plocha na ortofot snímku z 50. let 20. století (podkladová data: ČÚZK).



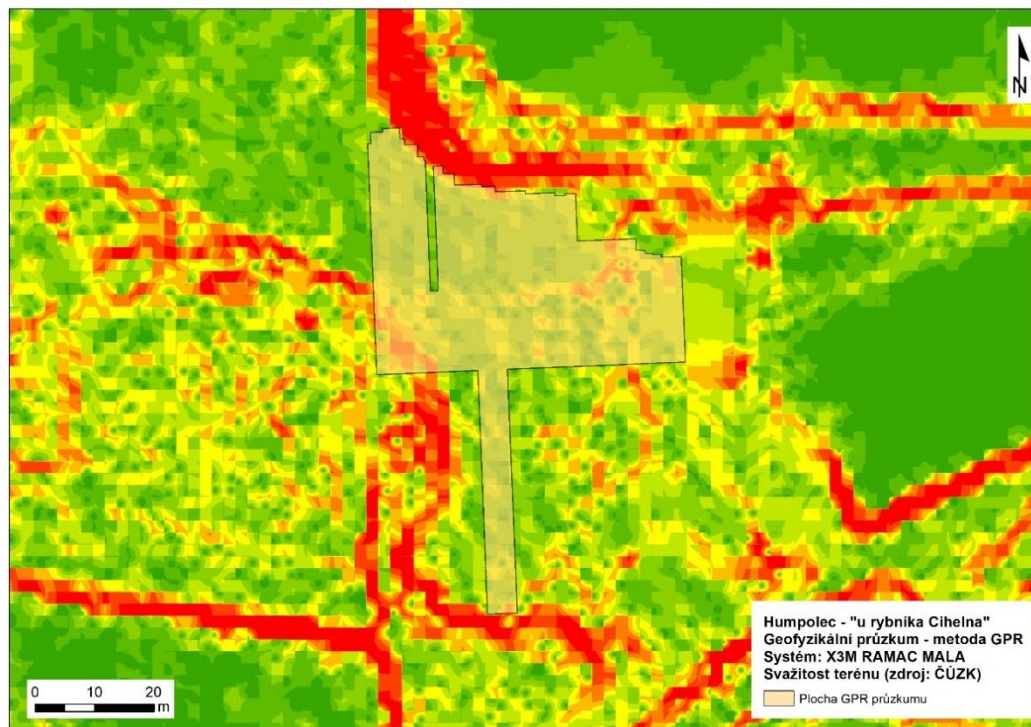
Obr. 6 Zkoumaná plocha na podkladu II. vojenského mapování z let 1836-1852 (podkladová data: ČÚZK).



Obr. 7 Zkoumaná plocha na podkladu III. vojenského mapování z let 1877-1880 (podkladová data: ČÚZK).



Obr. 8 Zkoumaná plocha na tzv. Císařských povinných listech stabilního katastru podložena aktuální katastrální mapou s význačnými hranicemi jednotlivých parcel z roku 1838 s reambulací v roce 1873 (podkladová data: ČÚZK).



Obr. 9 Zkoumaná plocha na modelu svažitosti terénu (červeně jsou vyznačena místa se svažitým terénem, zeleně rovinaté plochy; podkladová data: ČÚZK).

#### 4. INTERPRETACE DAT A ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ

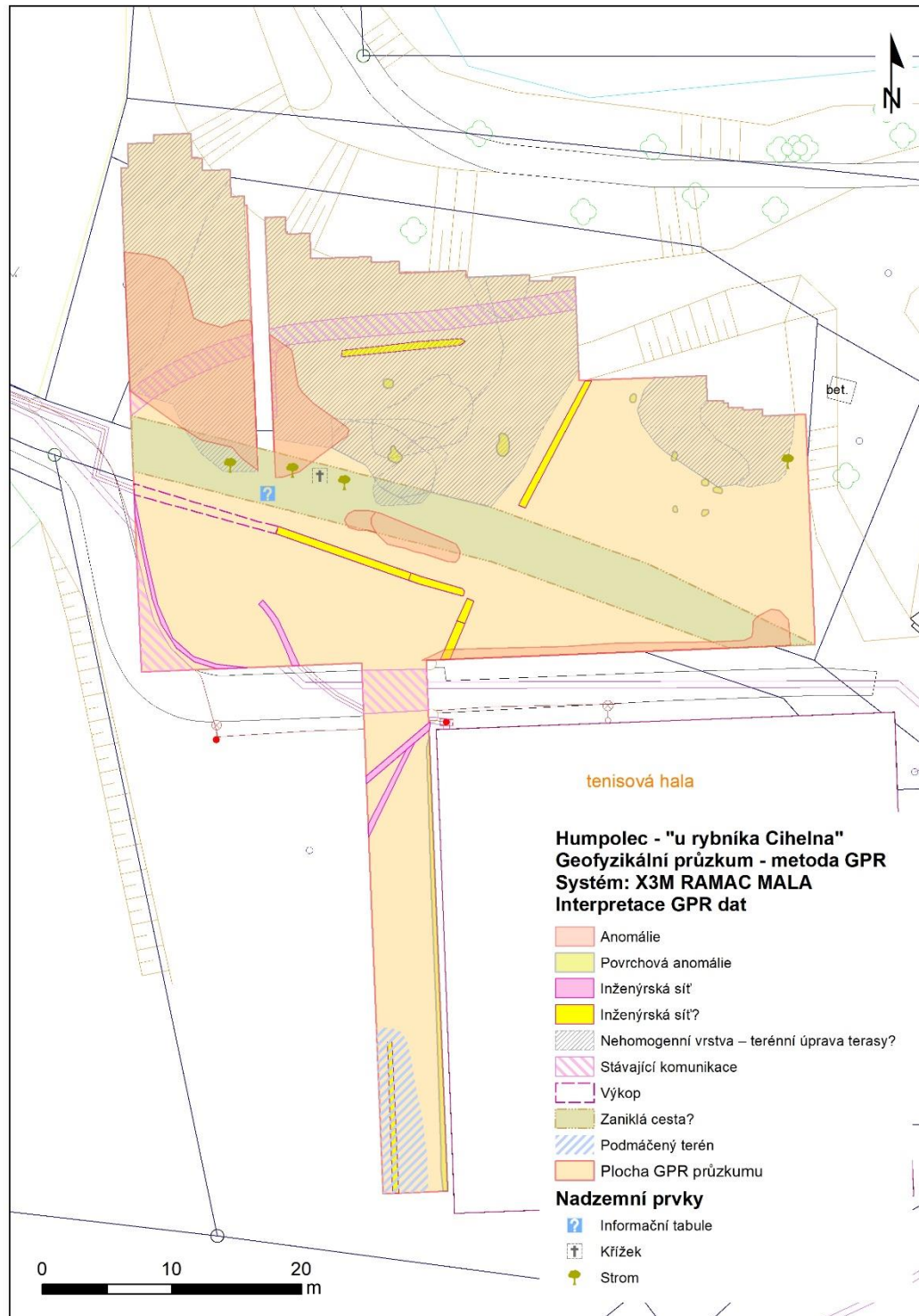
Na zkoumaných plochách P1\_500 a P1\_250 (plochy se překrývaly), které byly situovány v okolí památníku na louce severně od tenisové haly, se GPR prospekci podařilo odhalit velké množství menších i větších plošných a lineárních anomálií (Obr. 10, 11, 12, 16-50). Průzkum byl proveden dvěma anténami o centrální frekvenci 250 a 500 MHz. Obě použité antény přinesly co do množství získaných informací podobné výsledky. Z tohoto důvodu a díky lepšímu rozlišení se jako více relevantní ukázaly výsledky získané z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz. Zachycené anomálie, které by bylo možné vztáhnout k antropogenním aktivitám, byly patrné do hloubky cca 2 až 2,5 m od úrovně dnešního terénu. Na začátku je ale nutné podotknout, že s velkou pravděpodobností se GPR průzkumem nepodařilo zachytit, respektive od sebe bezpečně odlišit a interpretovat všechny potenciální anomálie/struktury. Důvodů může být několik. Od složení měrného prostředí, až po charakter hledaných struktur, které mohou mít totožné nebo podobné fyzikální vlastnosti jako má okolní měrné prostředí. (příkladem mohou být zásypy jam tvořené stejným nebo skoro totožným materiálem jako je okolní měrné prostředí).

V místě památníku, v jehož okolí je předkládáno uložení obětí morových ran z let 1714 a 1771, se GPR prospekci nepodařilo bezpečně identifikovat žádná potenciální místa/struktury, které by bylo možné **jednoznačně** označit za pozůstatky masového hrobu. V severozápadní části zkoumané plochy, severně od železného kříže, je v naměřených datech patrná pouze výraznější, rozsáhlá plošná anomálie. Její příznaky lze výsledcích GPR průzkumu rozeznat v rozmezí hloubek cca od 0,3 až do 1,5 m pod úrovní dnešního terénu (Obr. 11, 14, 18-25). O něco menší, podobná anomálie se pak nachází při hraně terasy v severovýchodní části zkoumané plochy (Obr. 10). Podle horizontálních hloubkových/časových řezů lze tyto plošné anomálie označit za místa s vyšší koncentrací nějakého nehomogenního materiálu (Obr. 18-25). Podle radarogramů – vertikálních hloubkových/časových, které reprezentují jednotlivé profily měření, mají tyto nehomogenní vrstvy tendenci se svažovat směrem k rybníku Cihelna (Obr. 13, 14, 15). Na základě získaných výsledků a topografické situace na lokalitě lze celou situaci interpretovat tak, že se jedná o nějaké vrstvy navážek, které jsou spjaté s terénní úpravou terasy v minulosti. Může se jednat o vrstvy hlíny s příměsí drobného kamene, popřípadě stavební sutě apod. Rozhraní vrstev, které je patrné na radarogramech (viz Obr. 13, 14) pak možná indikuje původní hranu terasy. Západně od křížku je pak patrná další plošná anomálie. Táhne se ve směru jihovýchod-severozápad, mimo západní hranici

zkoumané plochy. Podle charakteru odraženého signálu je tato anomálie tvořená nějakým silně reflexivním materiálem (Obr. 10, 11, 15, 23-32). Může se jednat o nějakou o nějakou nehomogenní vrstvu, tvořenou například větším množstvím kamení, popřípadě o nějakou udusanou vrstvu hlíny s větší příměsí jílu apod. V tomto ohledu je možné, že zachycená anomálie může mít nějakou souvislost s průběhem zaniklé cesty, která v těchto místech v minulosti procházela (Obr. 7, 8). Pozůstatky této cesty jsou ve výsledcích GPR průzkumů také patrné, a to jako slabě reflexivní vrstva táhnoucí se zkoumanou plochou ve směru jihovýchod-severozápad (Obr. 11). Silně reflexivní anomálie se pak nachází při její severní straně, v místech, do kterých se podle archivních ortofotosnímků z 50. let 20. století zaniklá cesta rozšiřovala (viz Obr. 5). Nakonec, nelze ale vyloučit ani tu možnost, že se jedná o projevy možného skalního podloží, které by v těchto místech vystupovalo více k povrchu.

Na plochách P1\_500 a P1\_250 se dále podařilo zachytit několik výraznějších lineárních anomálií, které se pohybují v rozmezí hloubek cca 50 až 150 cm pod úroveň dnešního terénu (Obr. 10, 11). Identifikované linie je možné interpretovat jako potenciální inženýrské sítě. Některé z nich jsou v naměřených datech patrné pouze fragmentárně a jejich průběh zkoumanou plochou tak nelze zrekonstruovat v celém jejich rozsahu. Větší část inženýrských sítí se koncentruje v jihozápadní části zkoumané plochy. Tyto sítě jsou známé a jsou vyznačeny i na dodaných pokladech (viz obrazové přílohy). Další potenciální síť se pak nejspíše táhne podél recentní pěší cesty v severní části zkoumané plochy. V naměřených datech je slabě patrná další linie, která se táhne kolmo k pěšině směrem na jihozápad. Je možné, že se jedná o další potenciální síť, jejíž průběh se podařilo rozlišit pouze z části. Podél jižní strany dneš již zaniklé cesty, která procházela zkoumanou plochou ve směru jihovýchod-severozápad, se v hloubce cca 60 do 100 cm táhne další lineární anomálie – potenciální inženýrská síť. V západní části zkoumané plochy je ale nejspíše patrný pouze její výkop. Zhruba uprostřed zkoumané plochy se síť stáčí k jihozápadu, směrem na plochu P2\_250.

Na ploše P2\_250, která se v 5 m širokém pásu táhne cca 40 m podél západní stěny tenisové haly, jsou v naměřených datech patrné průběhy nejméně 2 dalších inženýrských sítí (Obr. 10, 11). Náznak průběhu další linie lze pak v naměřených datech vyčíst v jižní části zkoumané plochy. Zde jsou ale naměřené výsledky hůře čitelné, což je nejspíše způsobeno zvýšenou půdní vlhkostí v těchto místech. Během terénní prospekce zde byl terén silně podmáčen.

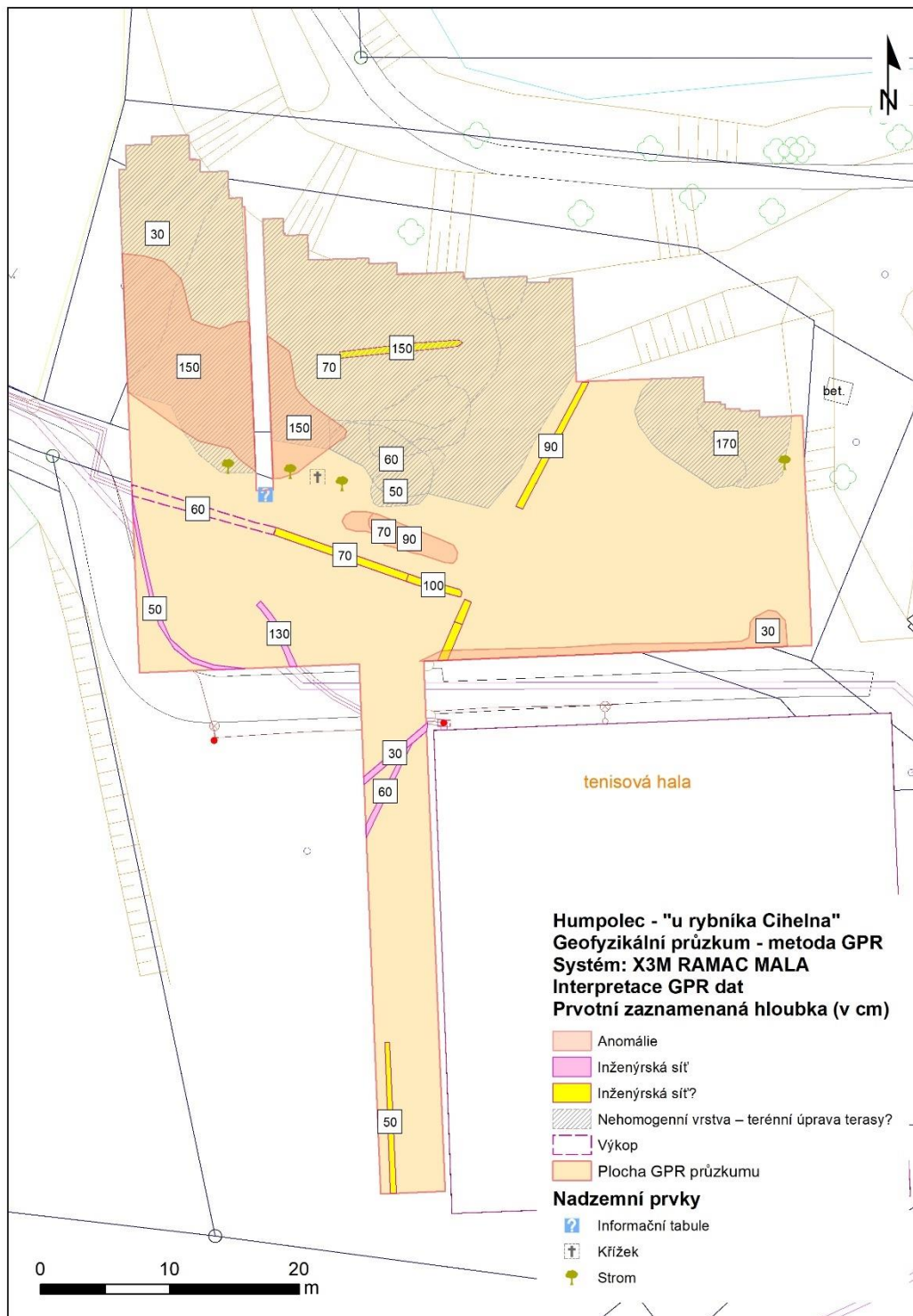


Obr. 10 Interpretace výsledků GPR prospekce (podkladová data: ČÚZK).

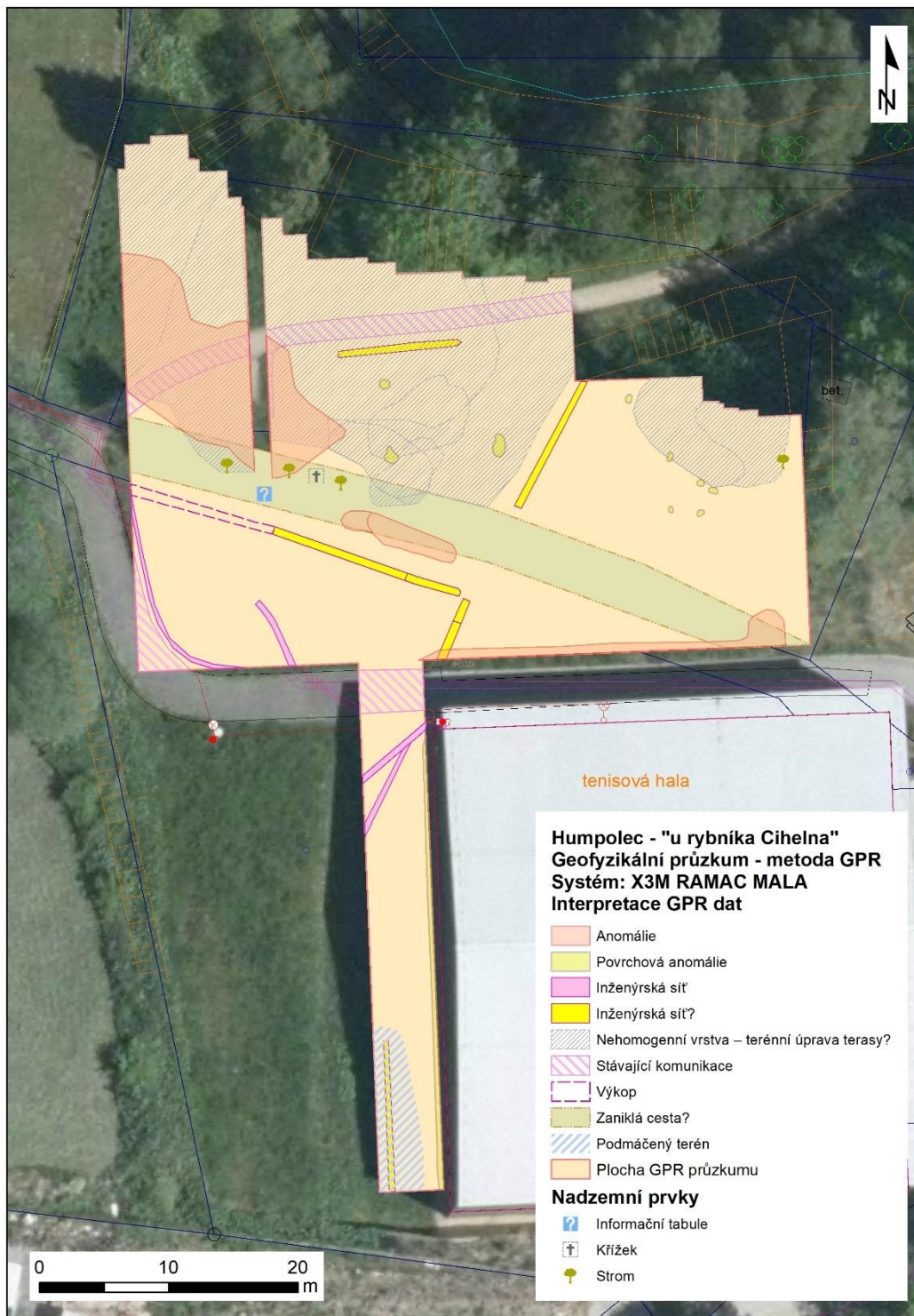
Závěrem, v okolí památníku se GPR prospekci nepodařily bezpečně identifikovat žádná potenciální místa/struktury, které by bylo možné **jednoznačně** označit za pozůstatky masového hrobu. Je ale nutné podotknout, že interpretace výsledků geofyzikálního průzkumu je čistě subjektivní záležitost. Samotný GPR průzkum a tedy i jeho výsledky, může být v terénní fázi ovlivněn mnoha faktory (aktuální vlhkost půdy, složení a charakter měrného prostředí a hledaných struktur apod.) Z tohoto důvodu by bylo vhodné závěry z GPR průzkumu ověřit, vyvrátit či verifikovat klasickou metodou destruktivního archeologického výzkumu – například formou menších sondáží apod. V tomto ohledu bych zjišťovací archeologický výzkum doporučil provést v severozápadní části zkoumané plochy – v místech, kde se nachází jak rozsáhlá nehomogenní vrstva/souvrství, tak sem zasahuje i výrazně reflektivní plošná anomálie. Tím by se jednak ověřila možná teorie s terénní úpravou terasy, tak by se osvětlila i ta plošná, dosud neinterpretovaná výrazná anomálie západně od křížku. Pokud by nebyl archeologický výzkum možným, doporučil doplňkové měření nějakou jinou metodou (např. elektroodporovou tomografií – ERT, popřípadě metodu dipólového elektromagnetického profilování – DEMP).



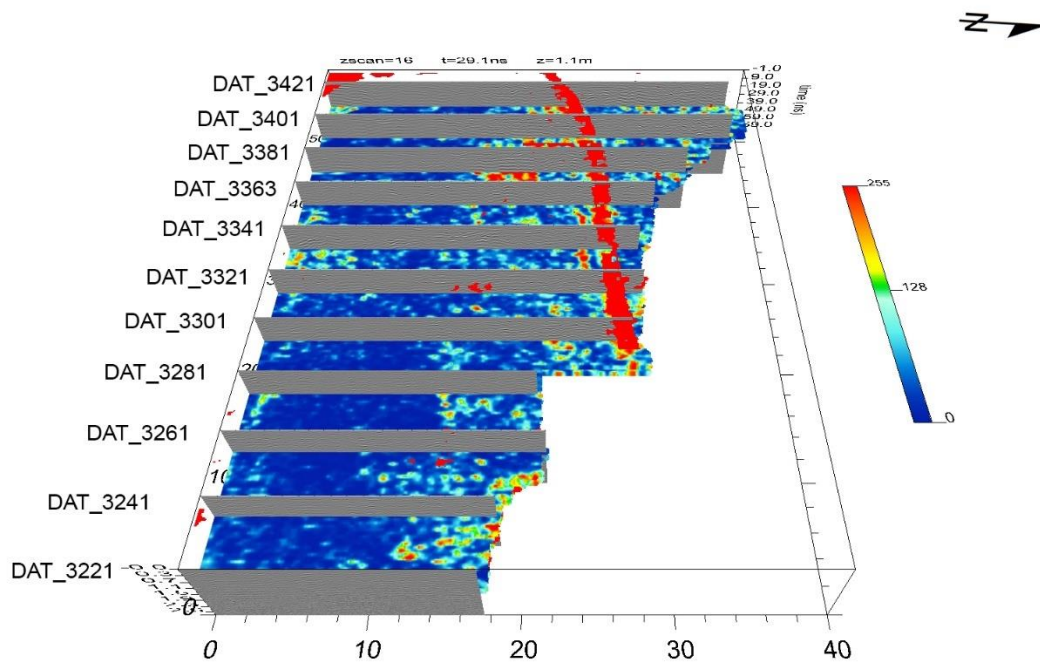
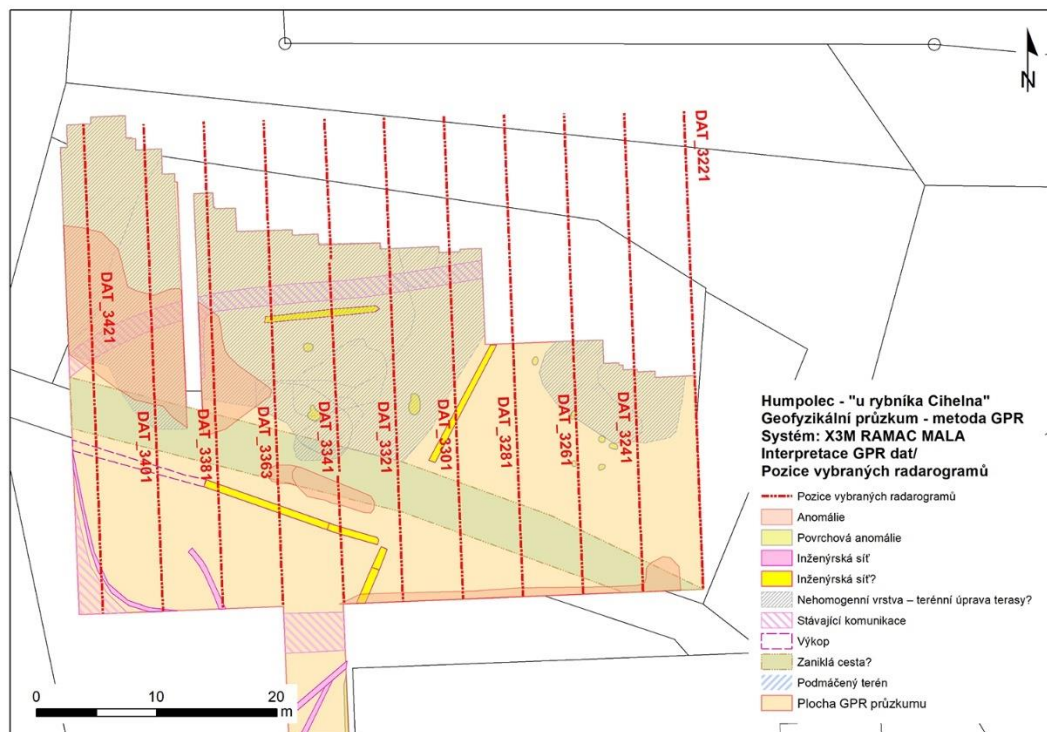
5. PŘÍLOHY



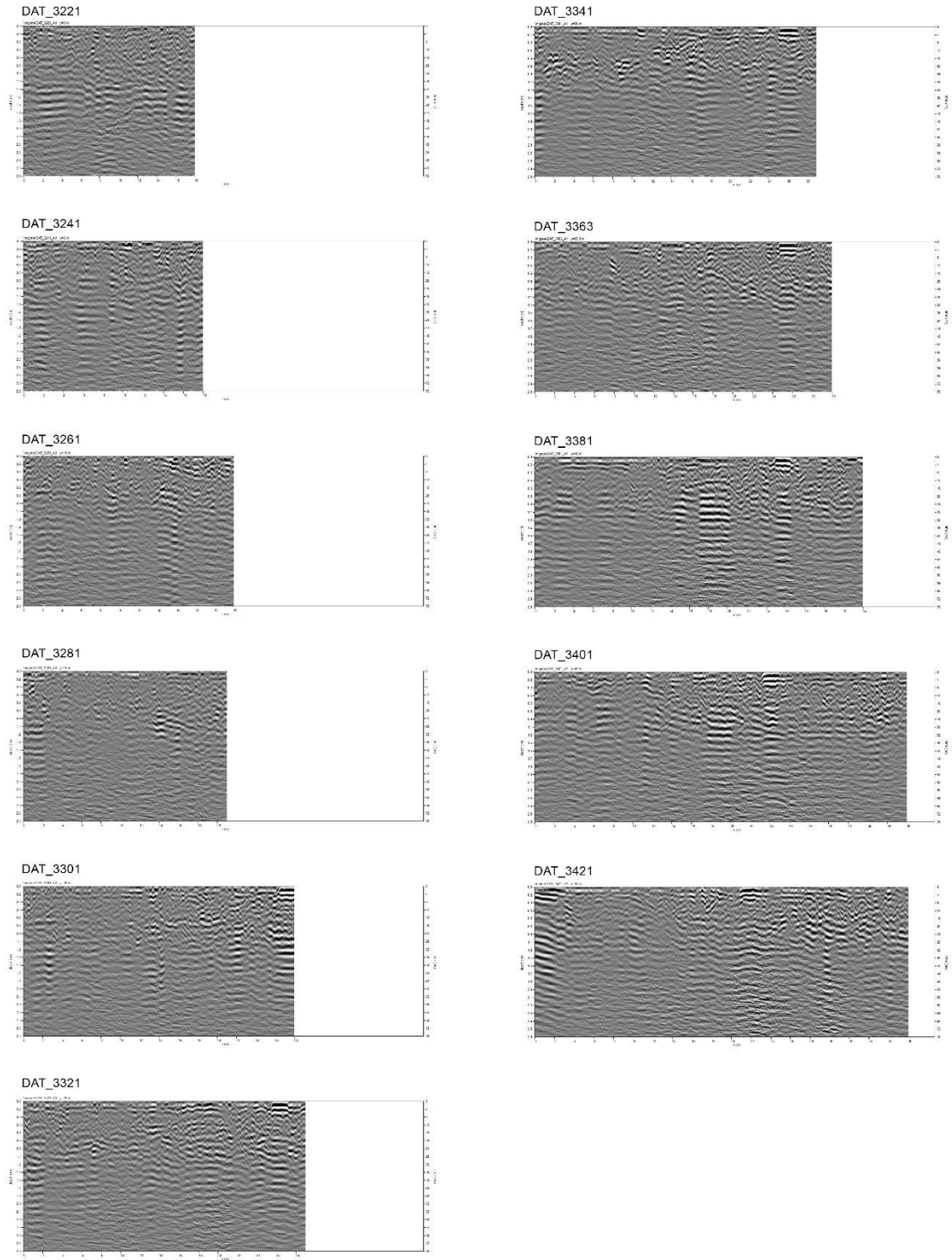
Obr. 11 Interpretace výsledků GPR prospekce s vyznačenými prvotně zaznamenanými hloubkami identifikovaných anomálií (podkladová data: ČÚZK).



Obr. 12 Interpretace výsledků GPR prospekce na podkladu aktuálního ortofotosnímku (podkladová data: ČÚZK).



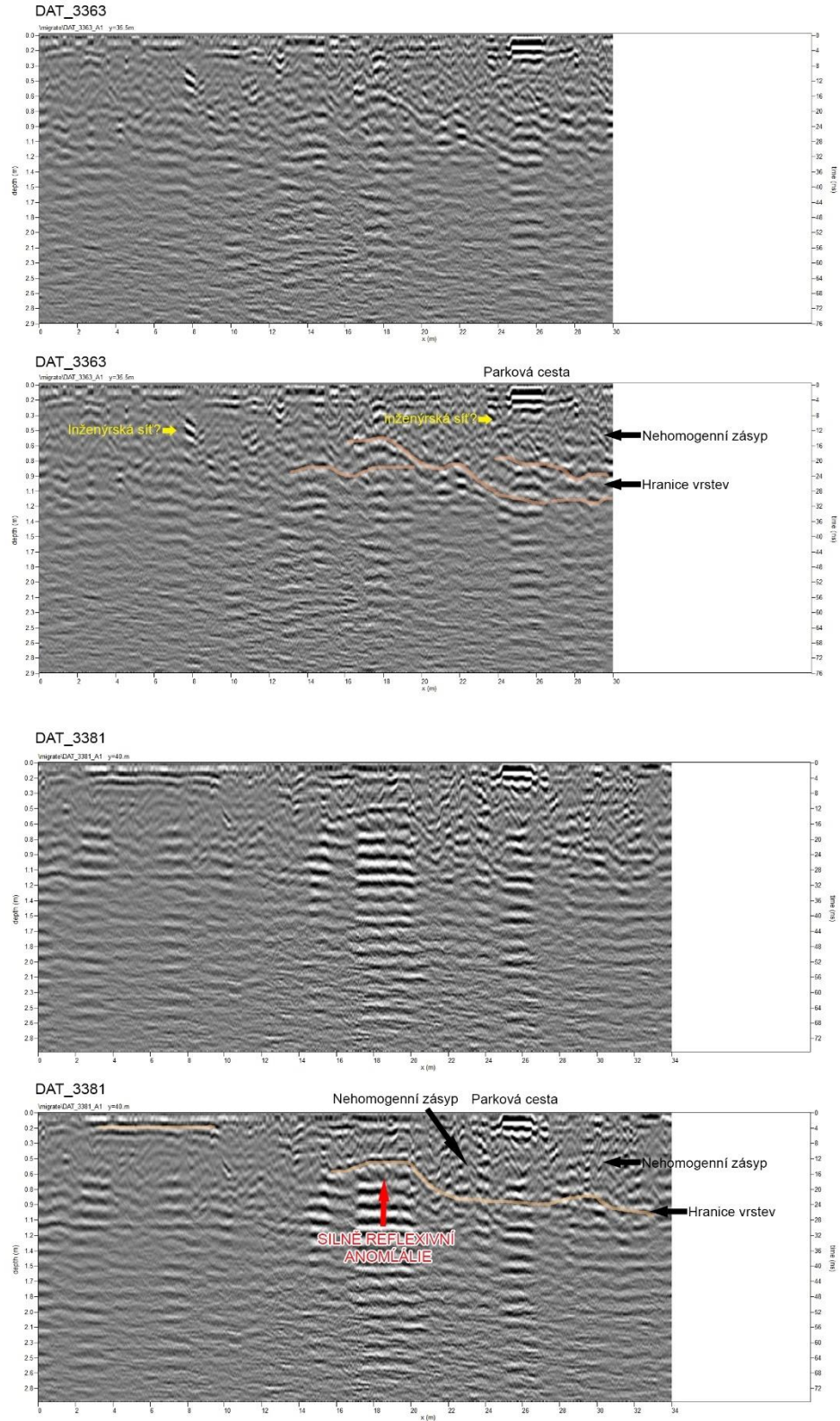
Obr. 13 Pozice vybraných radarogramů (podkladová data: ČÚZK).



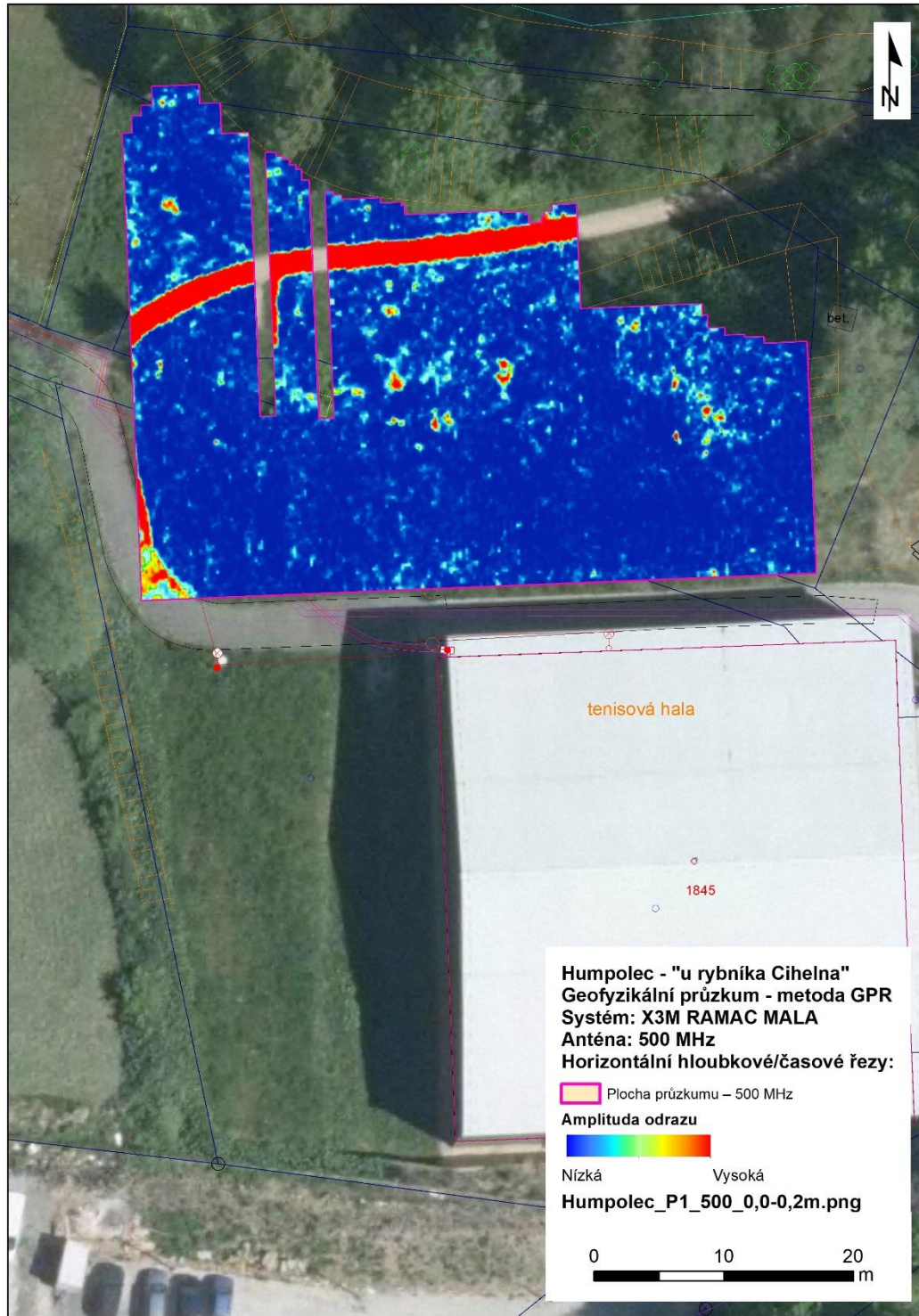
Obr. 14 Vybrané radarogramy (vertikální hloubkové/časové řezy) z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz.

TENISOVÁ HALA

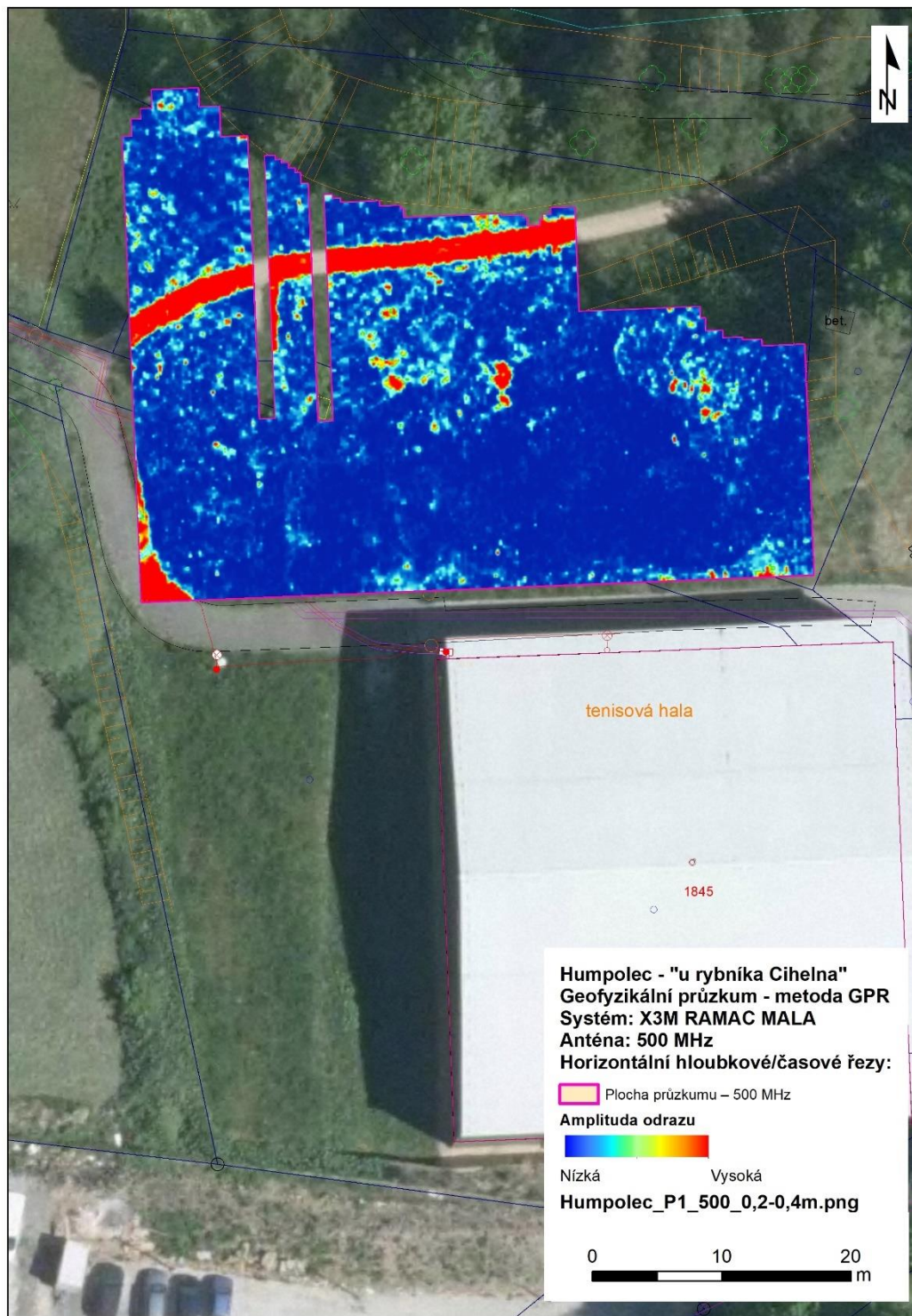
RYBNÍK "CIHELNA"



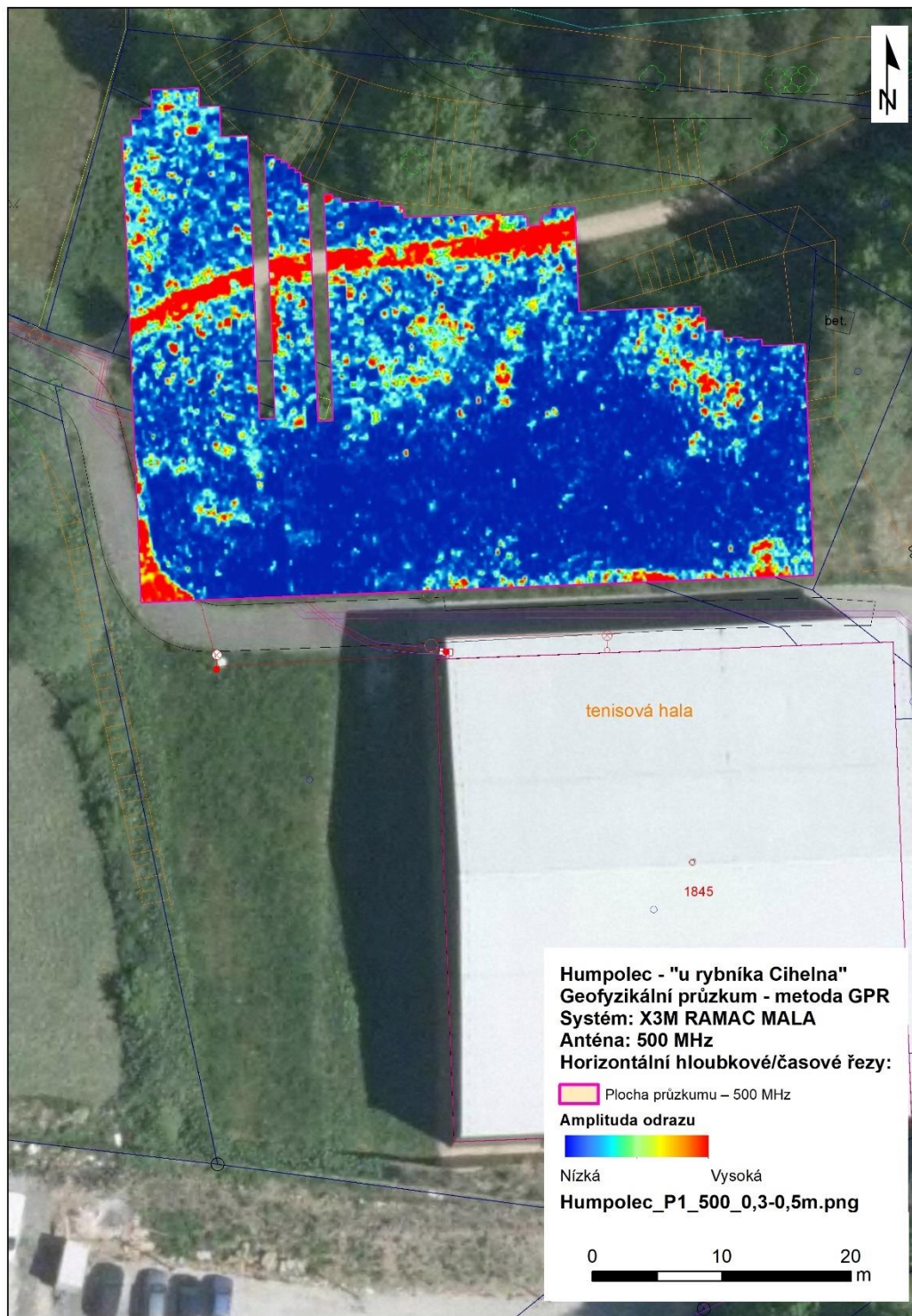
Obr. 15 Vybrané radarogramy DAT\_3363 a DAT\_3381 s interpretací. Profily se nachází v západní části zkoumané plochy.



Obr. 16 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 000-020 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

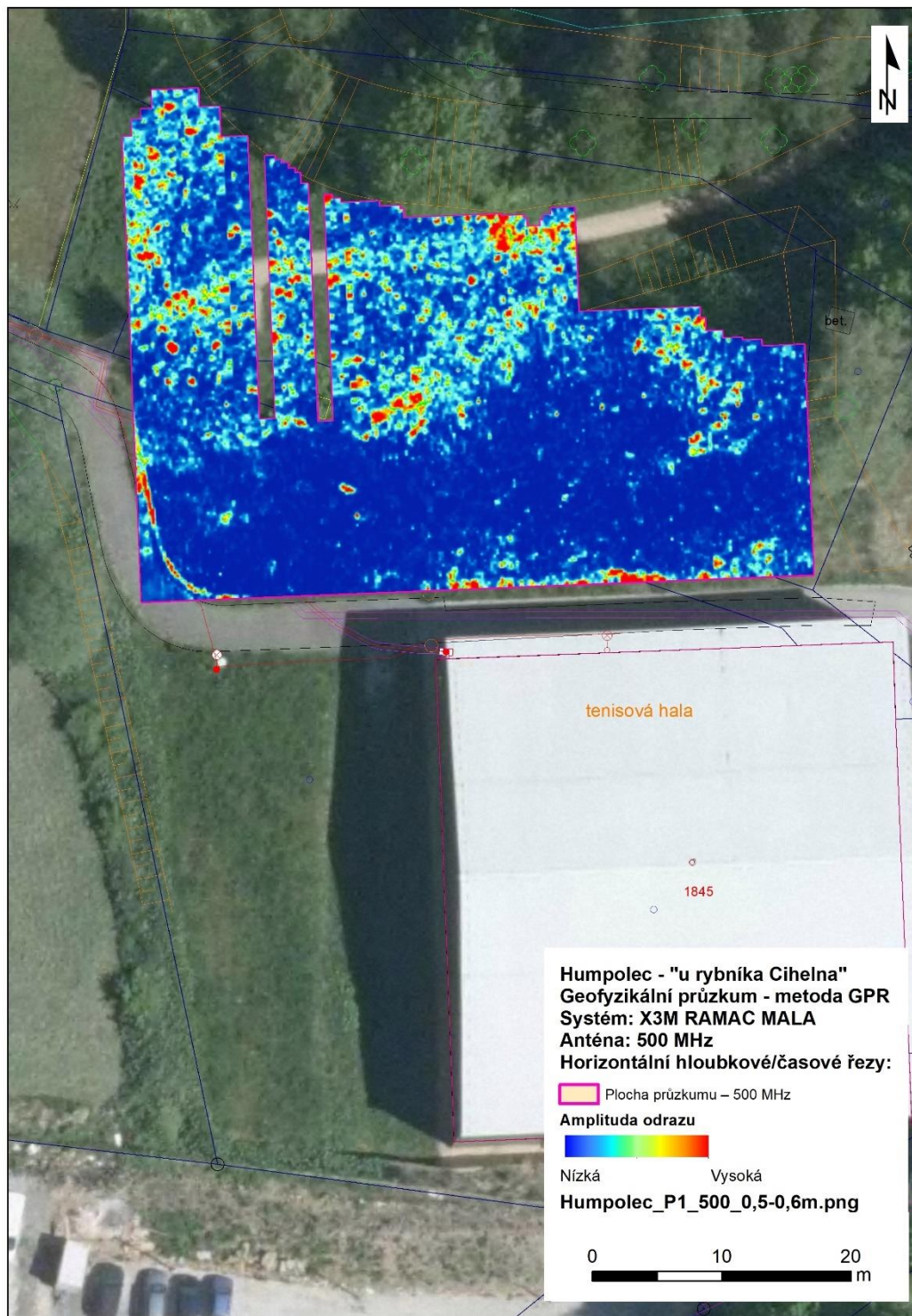


Obr. 17 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 020-040 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

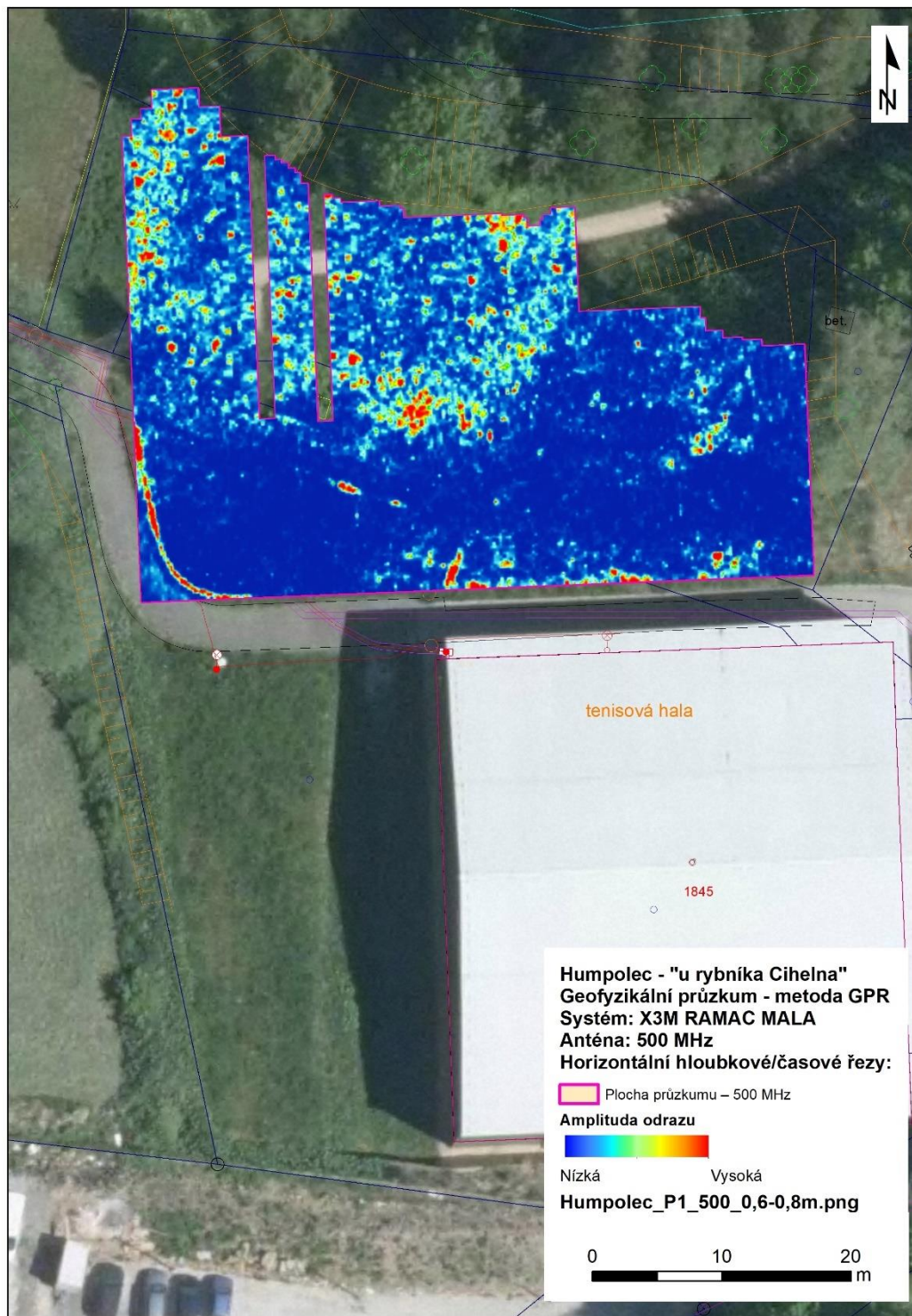


Obr. 18 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 030-050 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

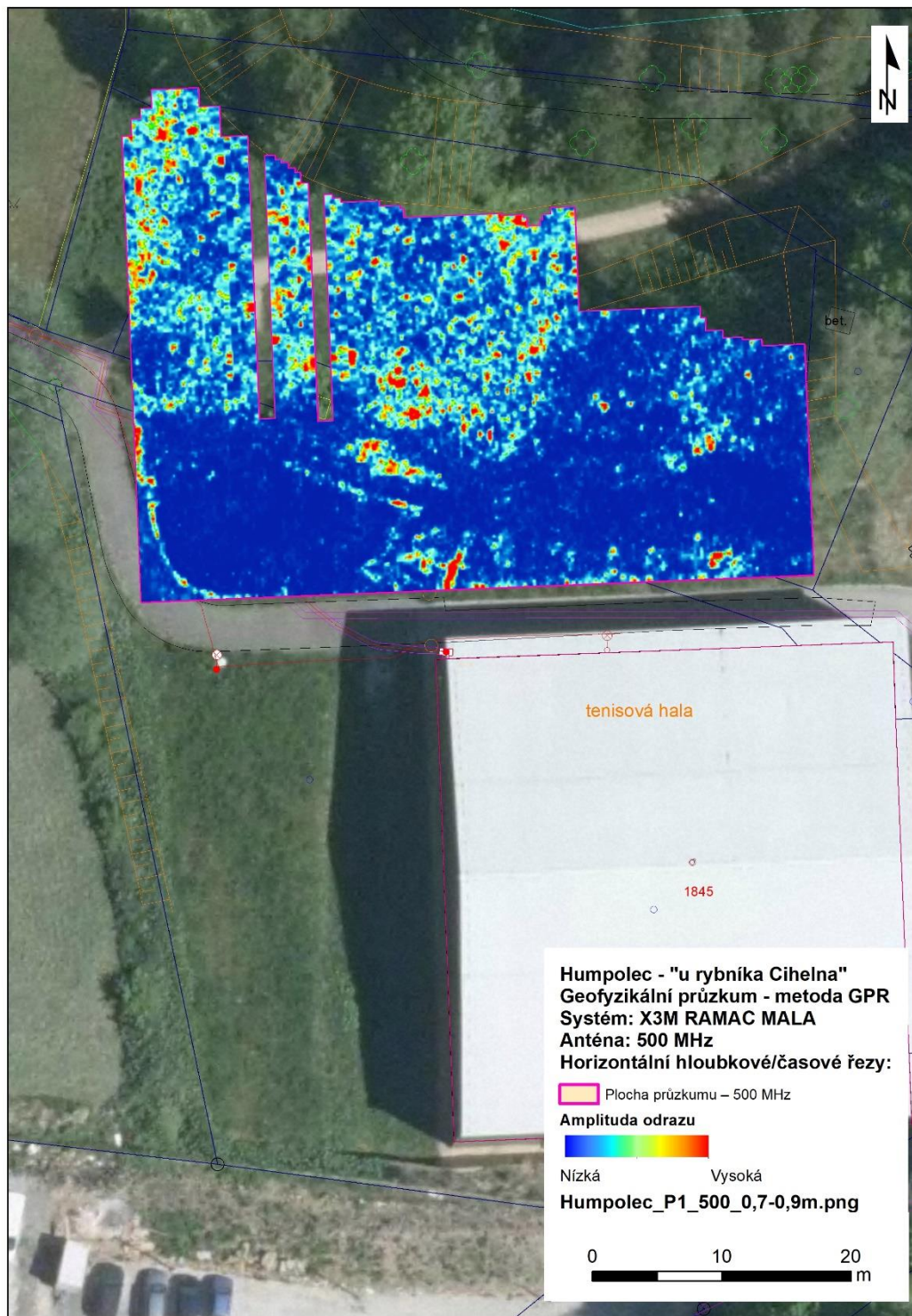




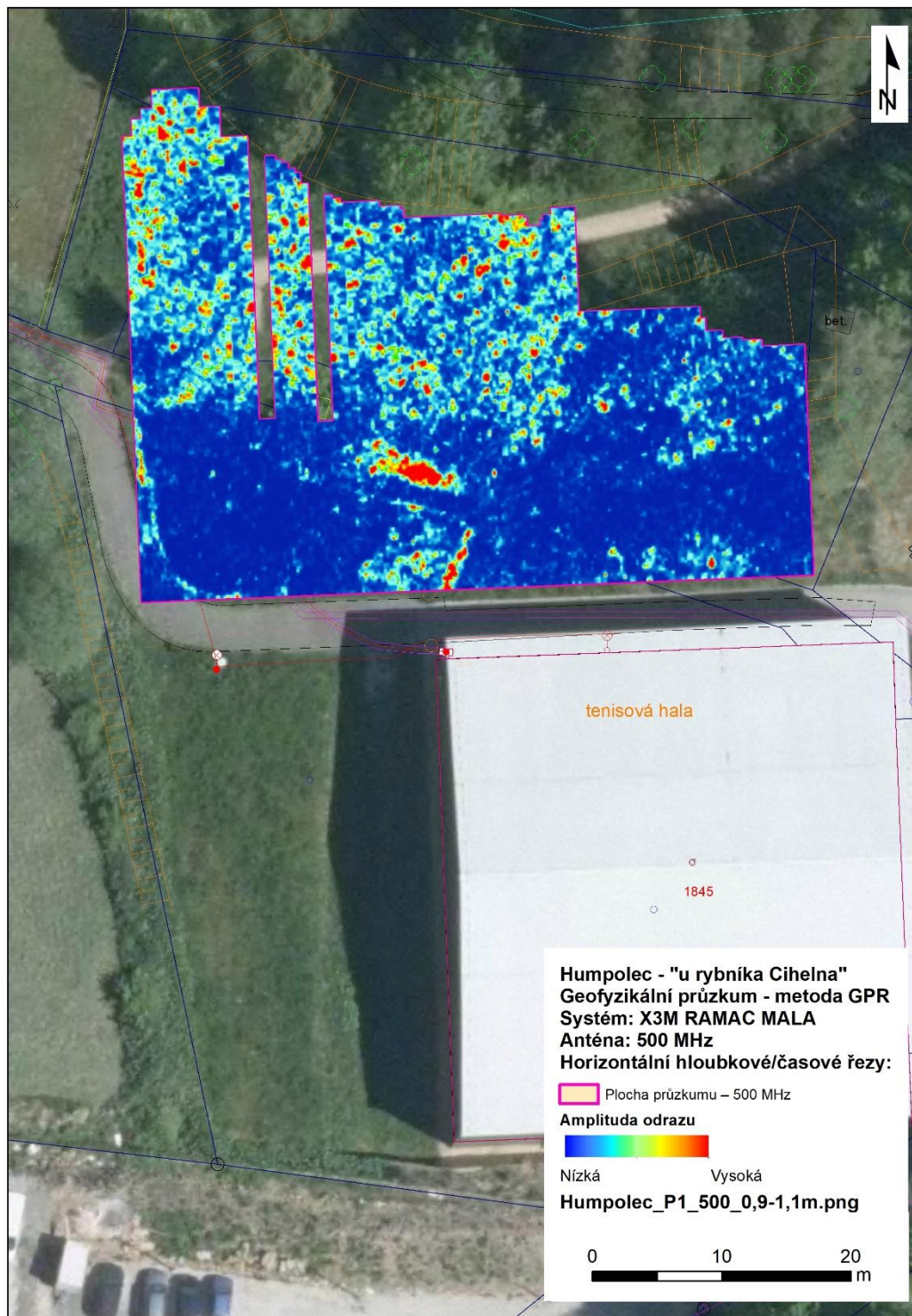
Obr. 19 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 050-060 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



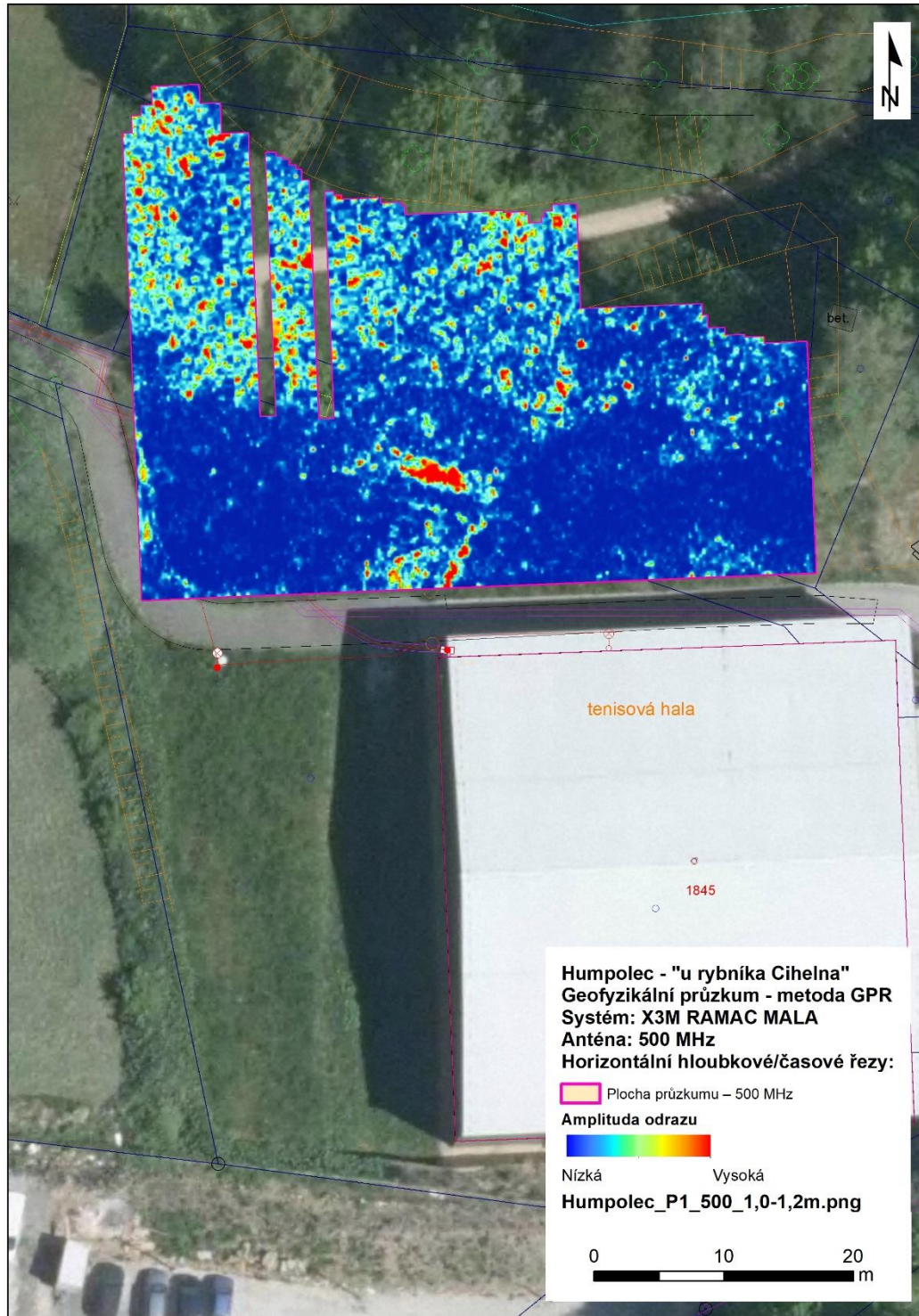
Obr. 20 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 060-080 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



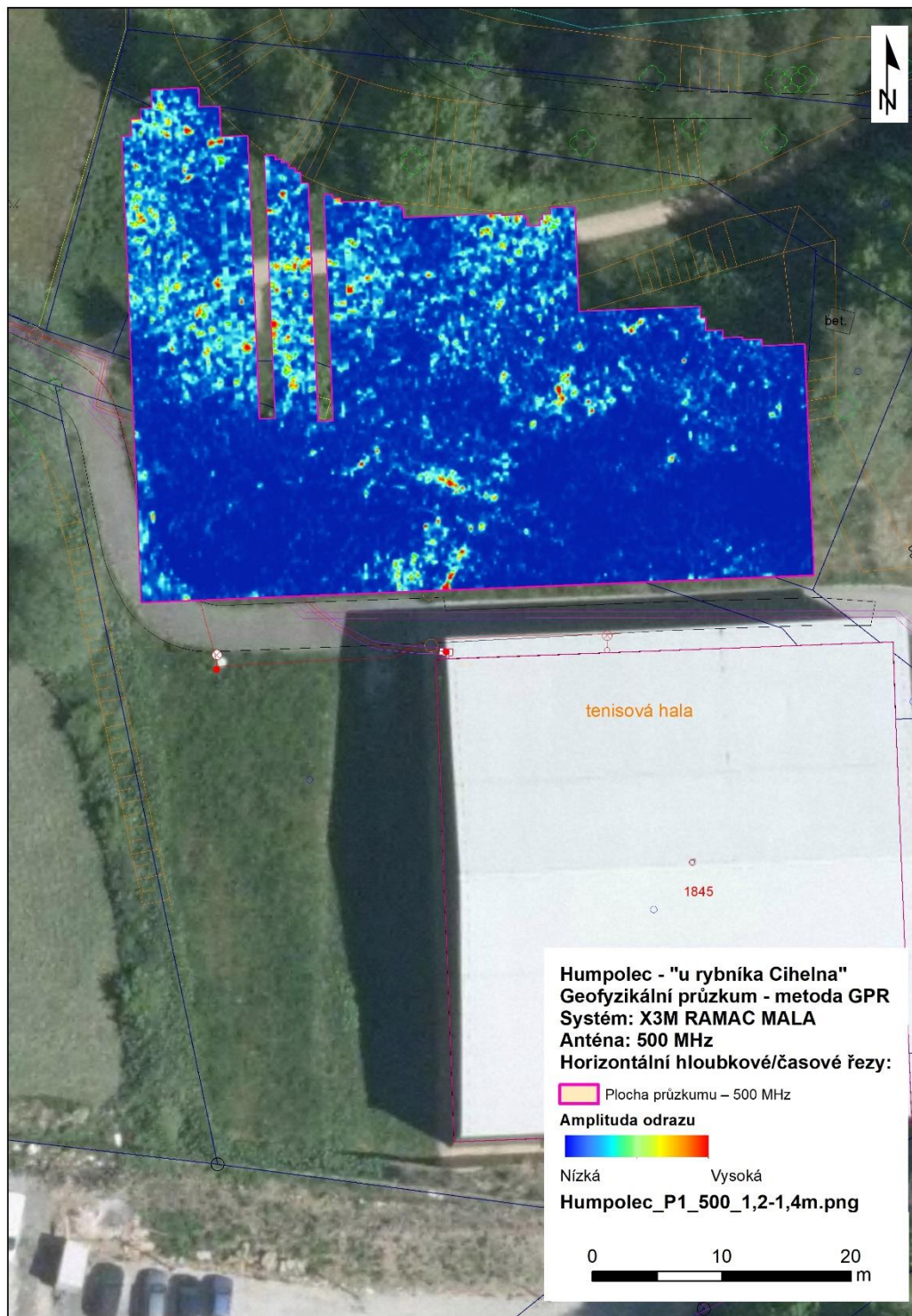
Obr. 21 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 070-090 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



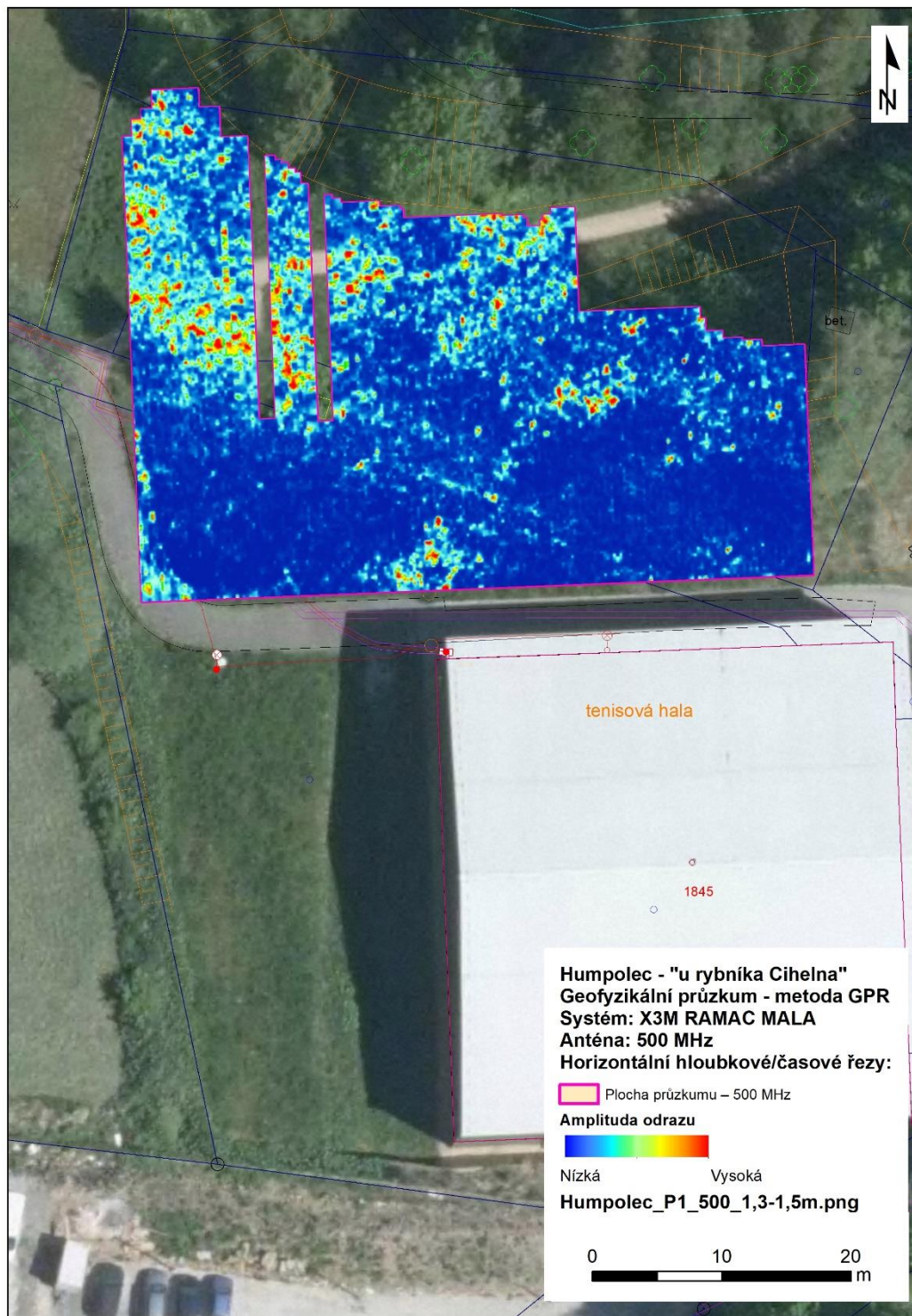
Obr. 22 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 090-110 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



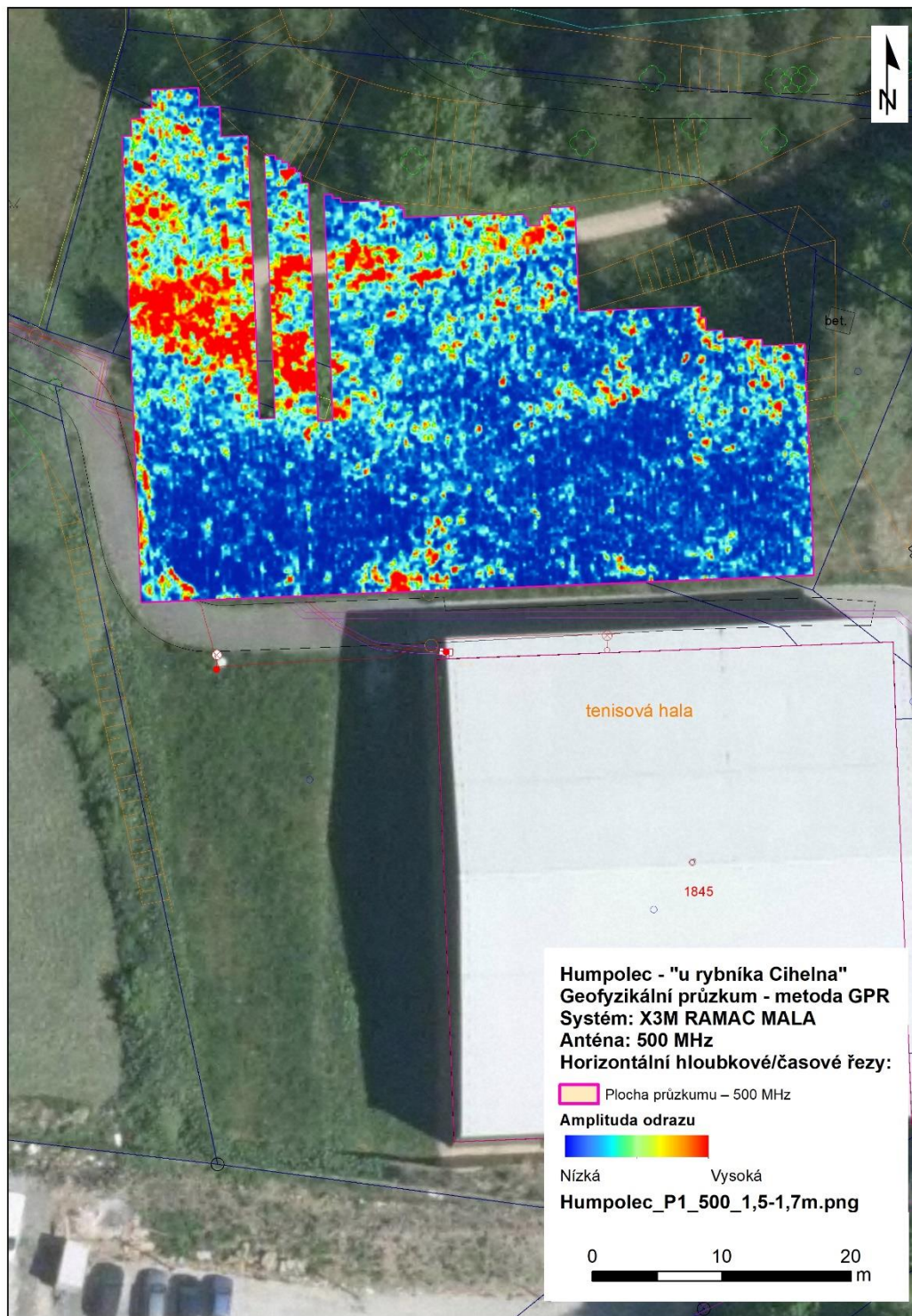
Obr. 23 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 100-120 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



Obr. 24 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 120-140 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

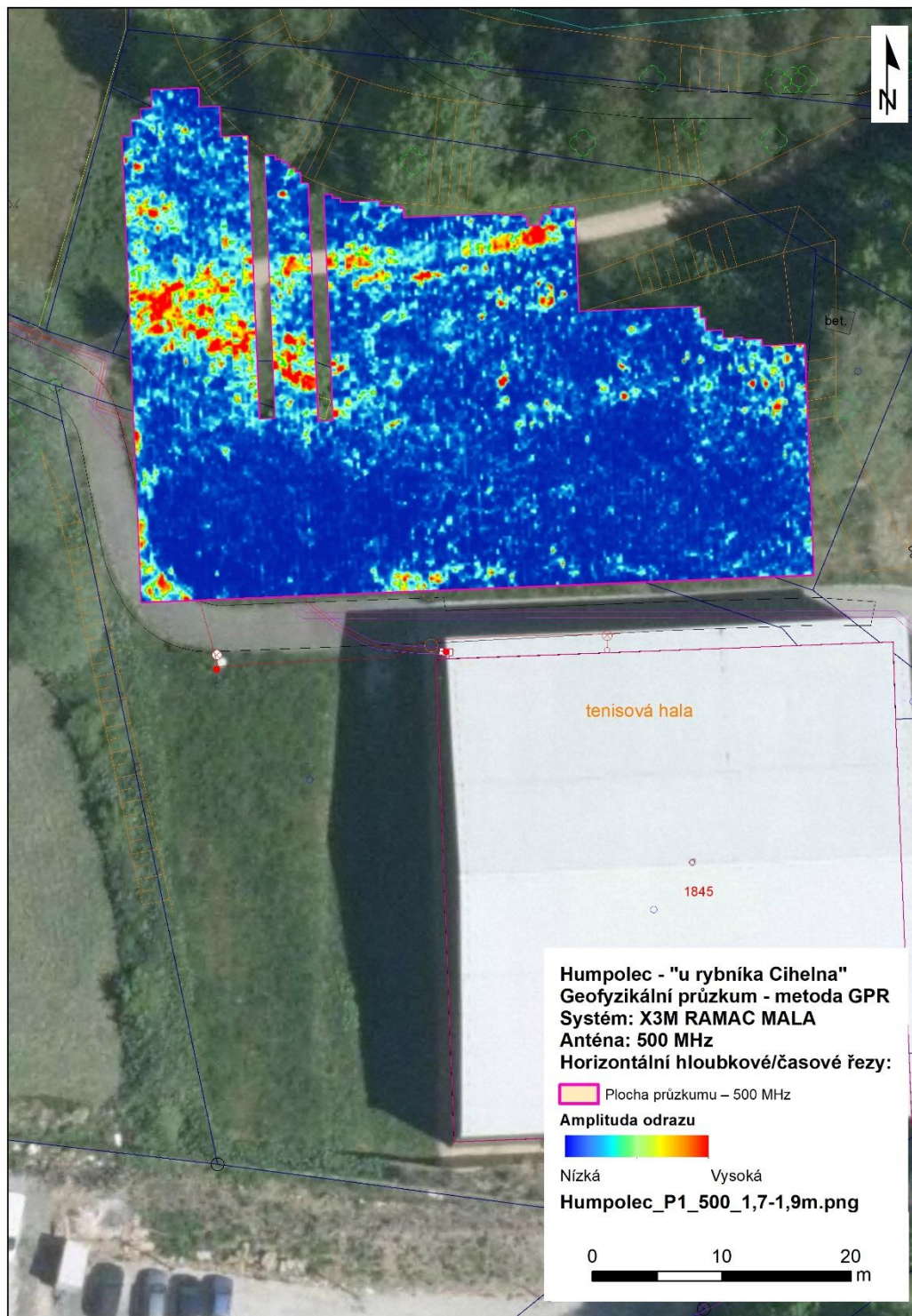


Obr. 25 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 130-150 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

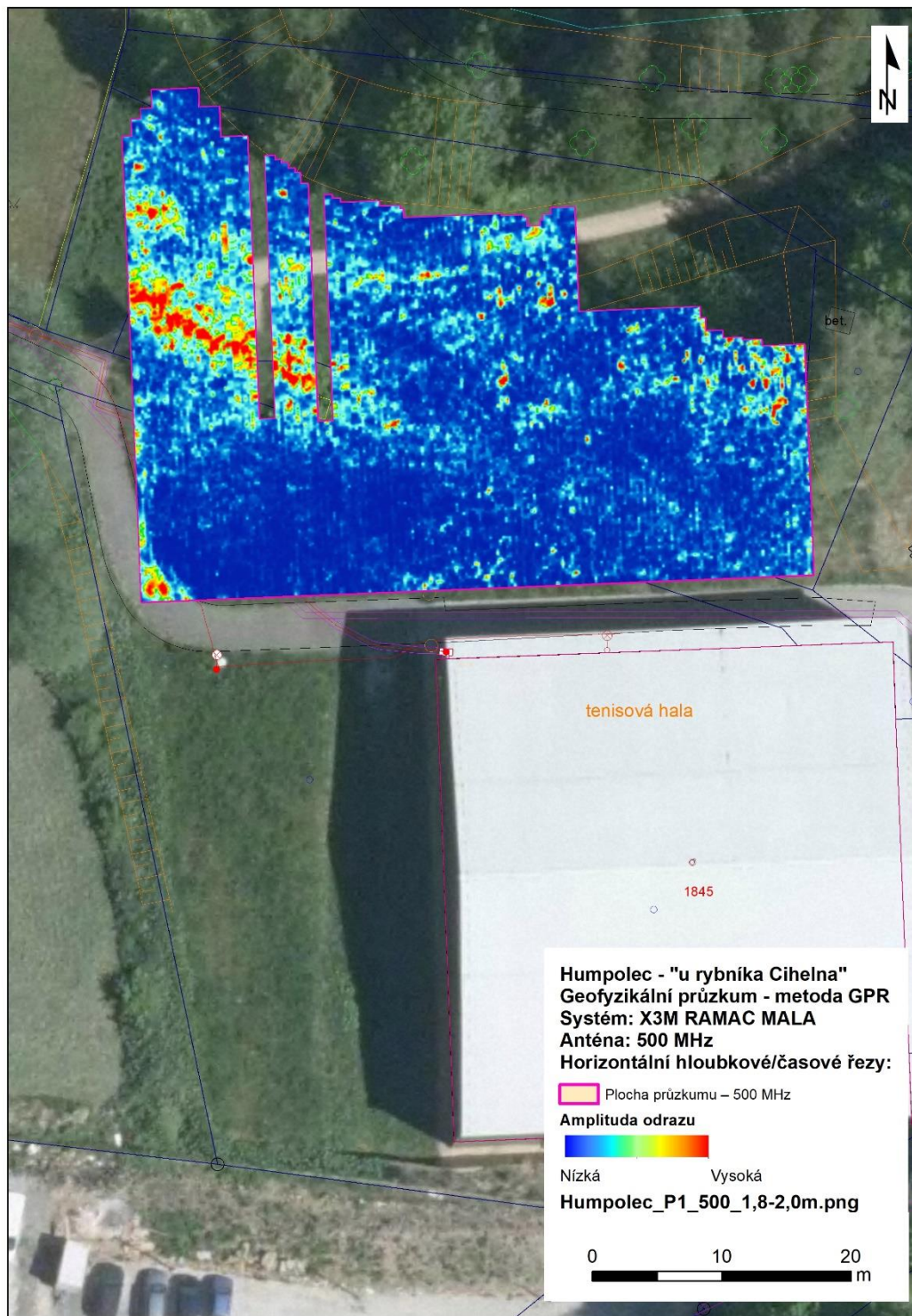


Obr. 26 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 150-170 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

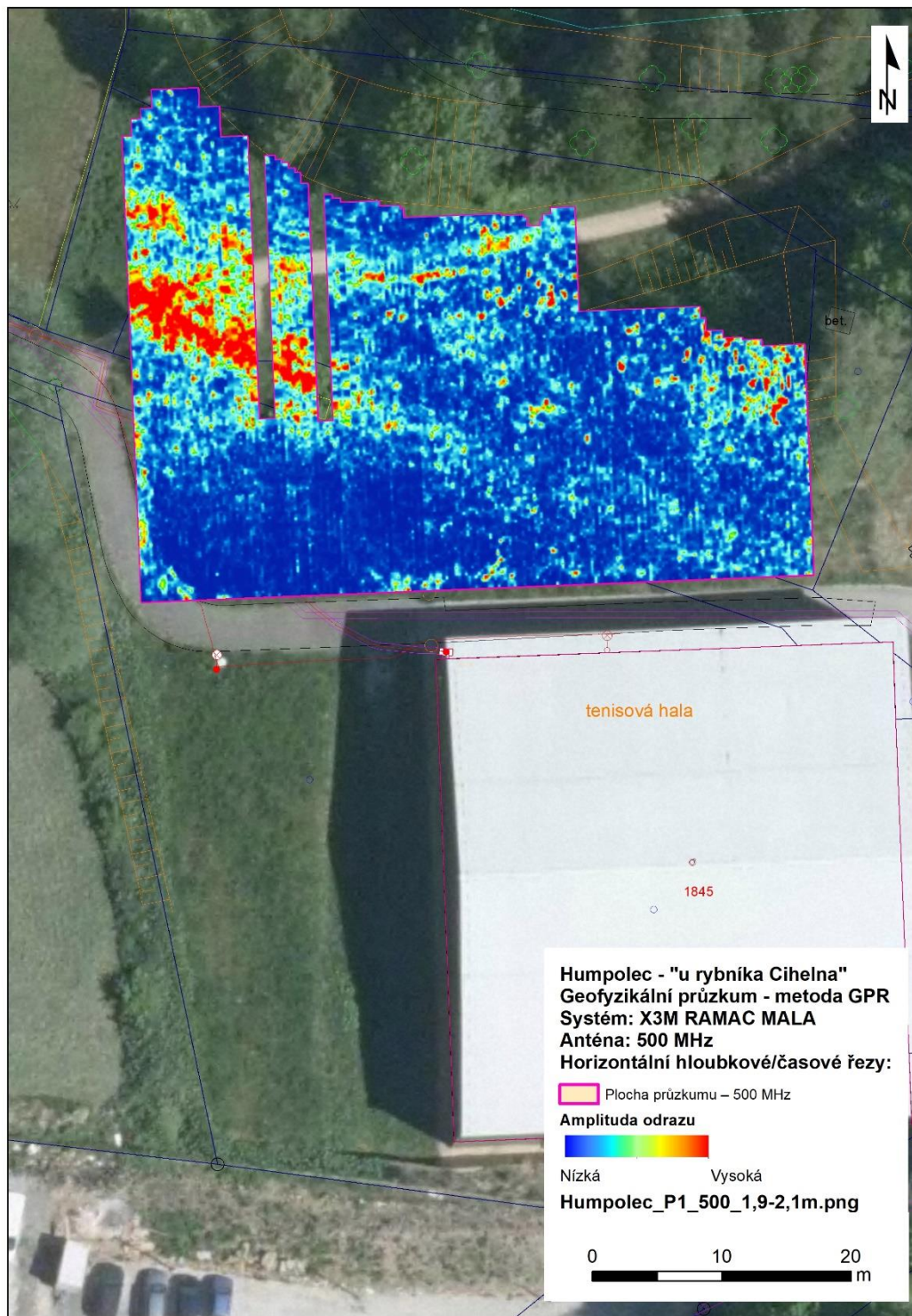




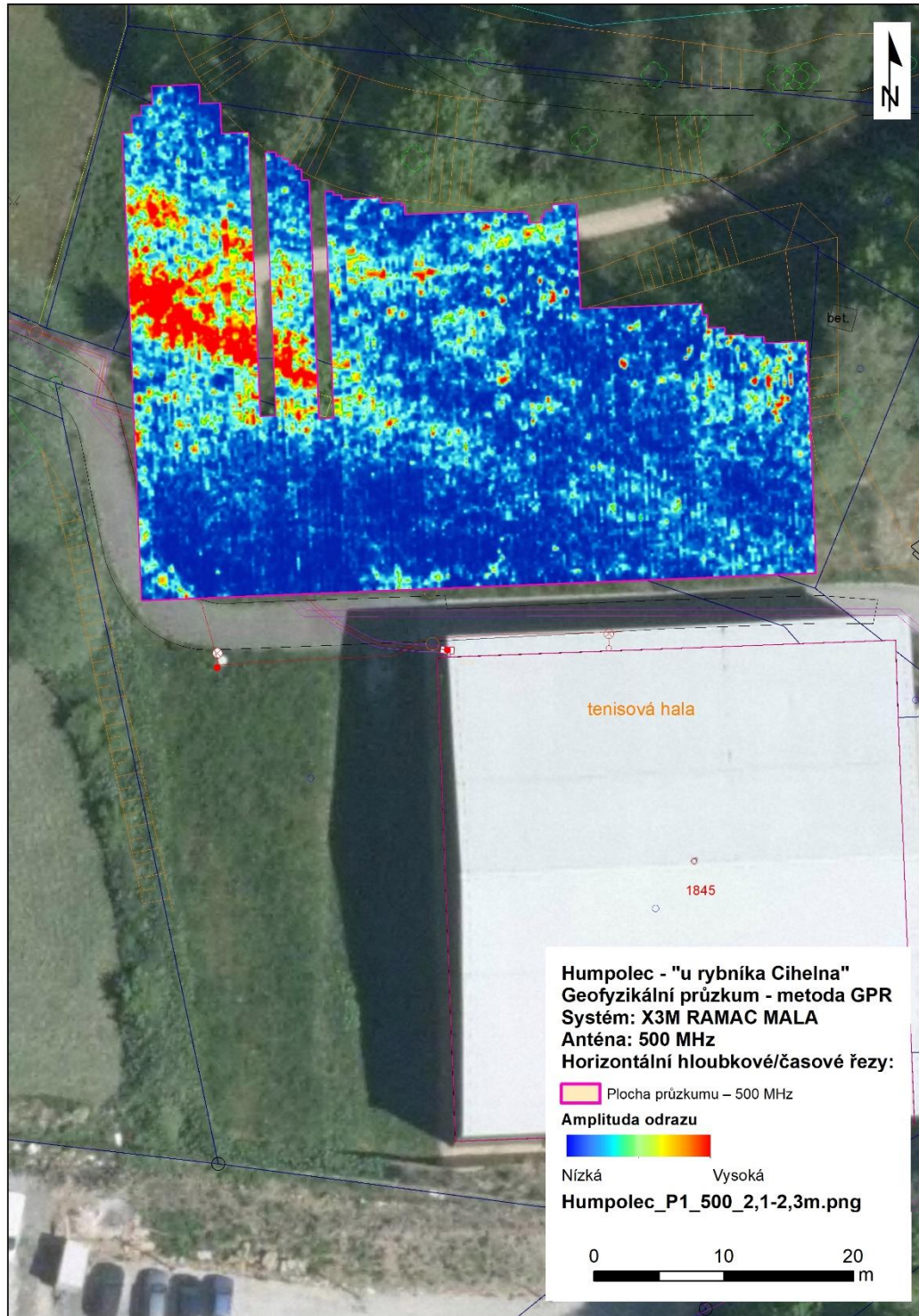
Obr. 27 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 170-190 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



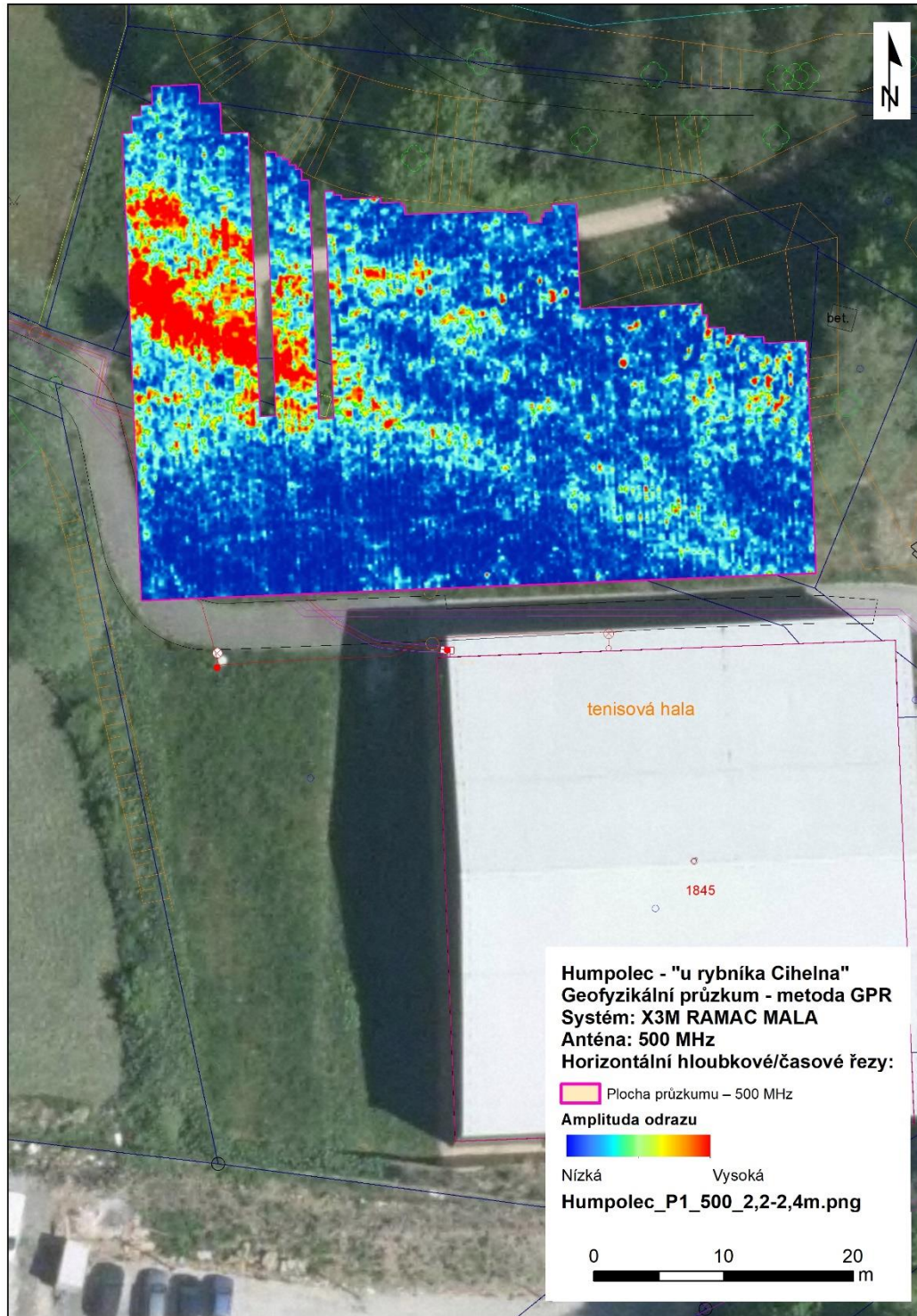
Obr. 28 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 180-200 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



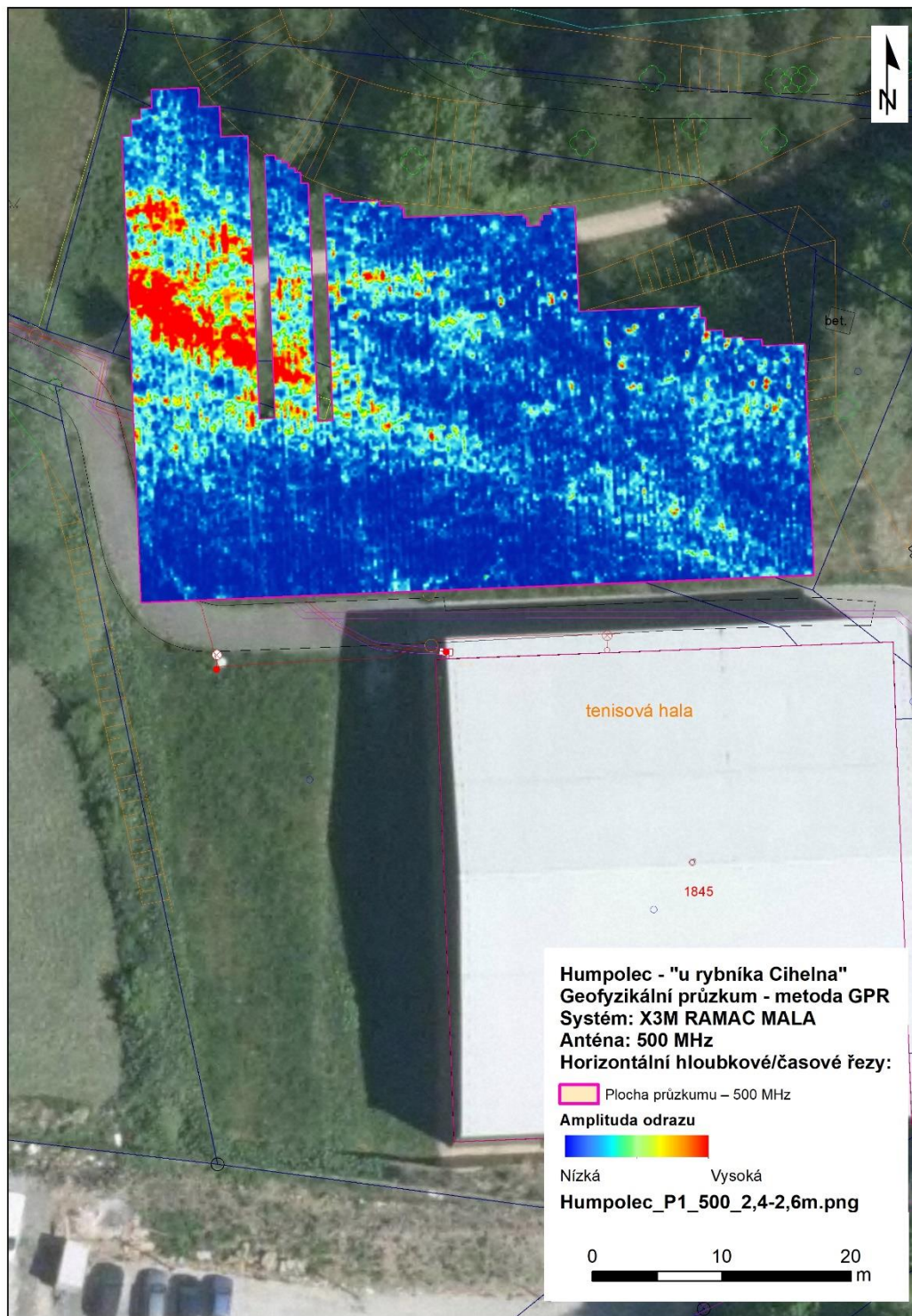
Obr. 29 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 190-210 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



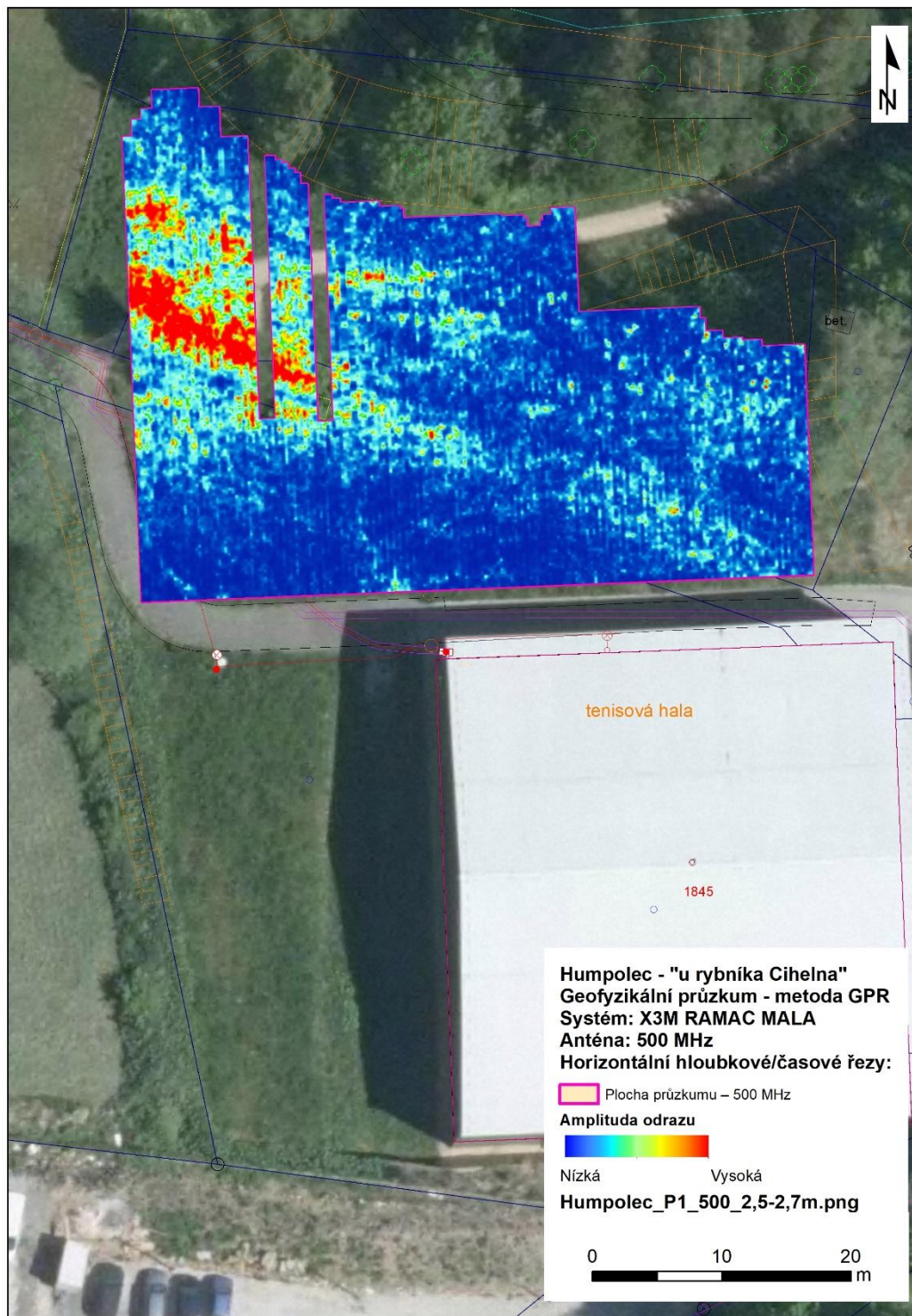
Obr. 30 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 210-230 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



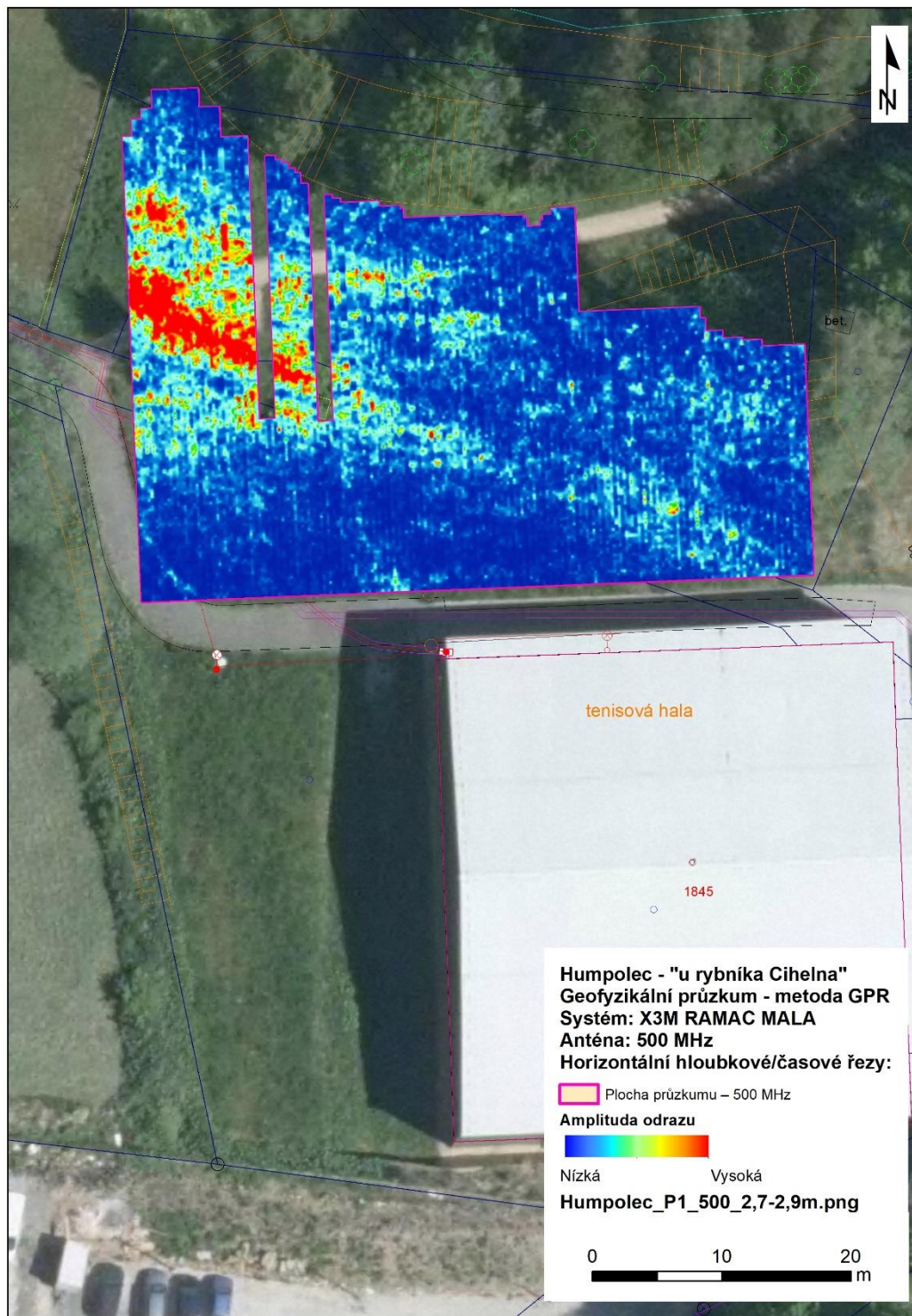
Obr. 31 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 220-240 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



Obr. 32 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 240-260 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

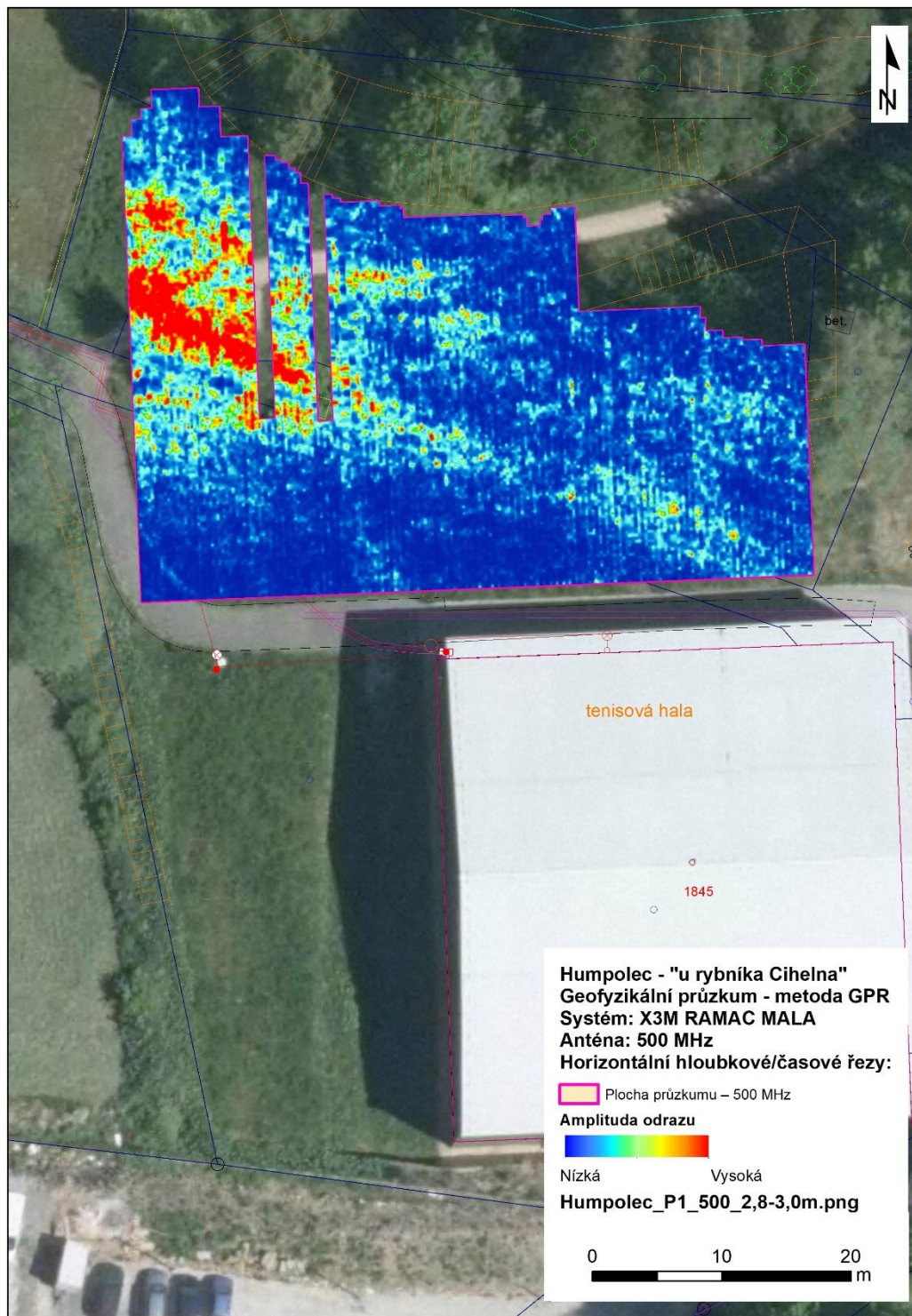


Obr. 33 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 250-270 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

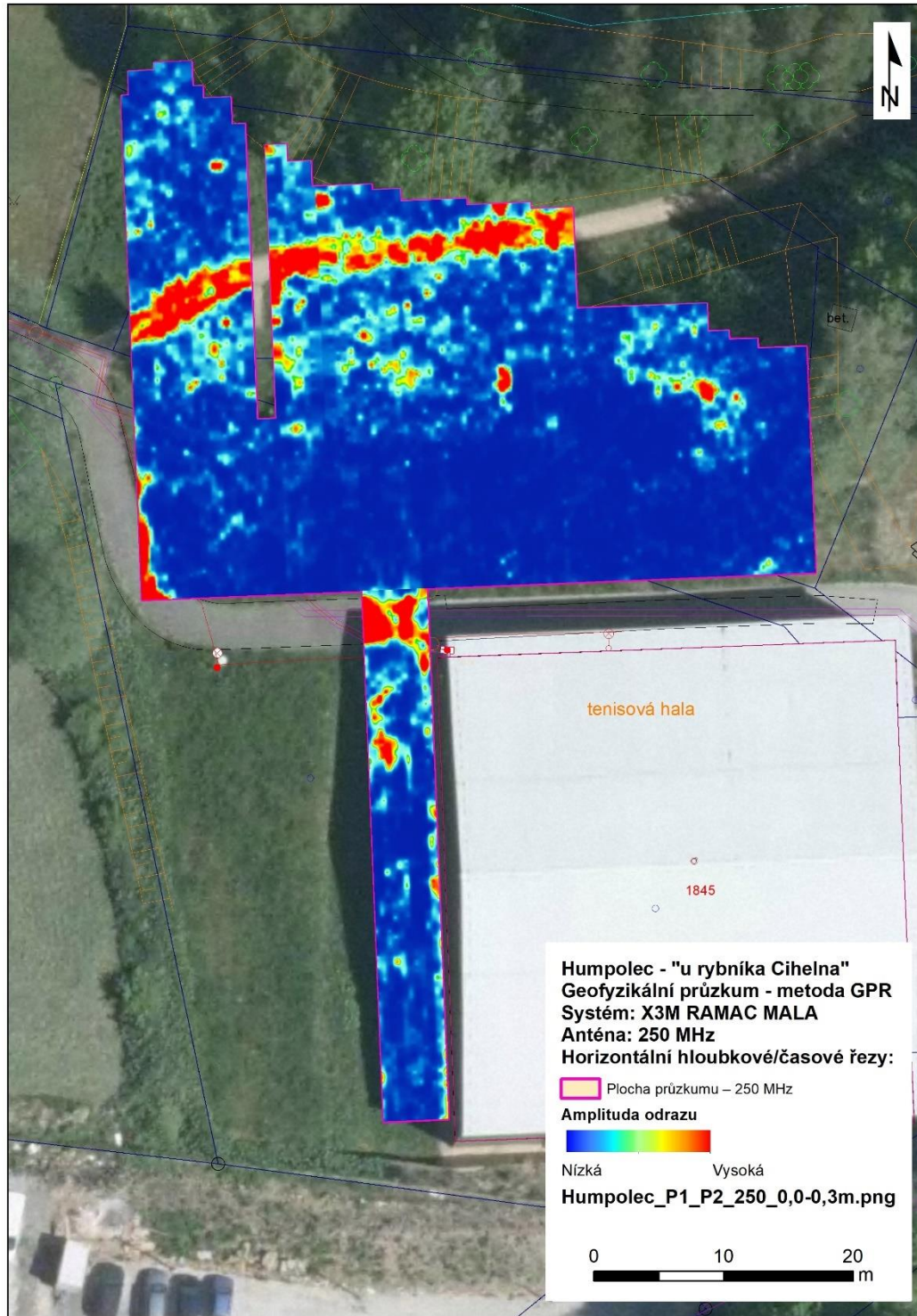


Obr. 34 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 270-290 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).

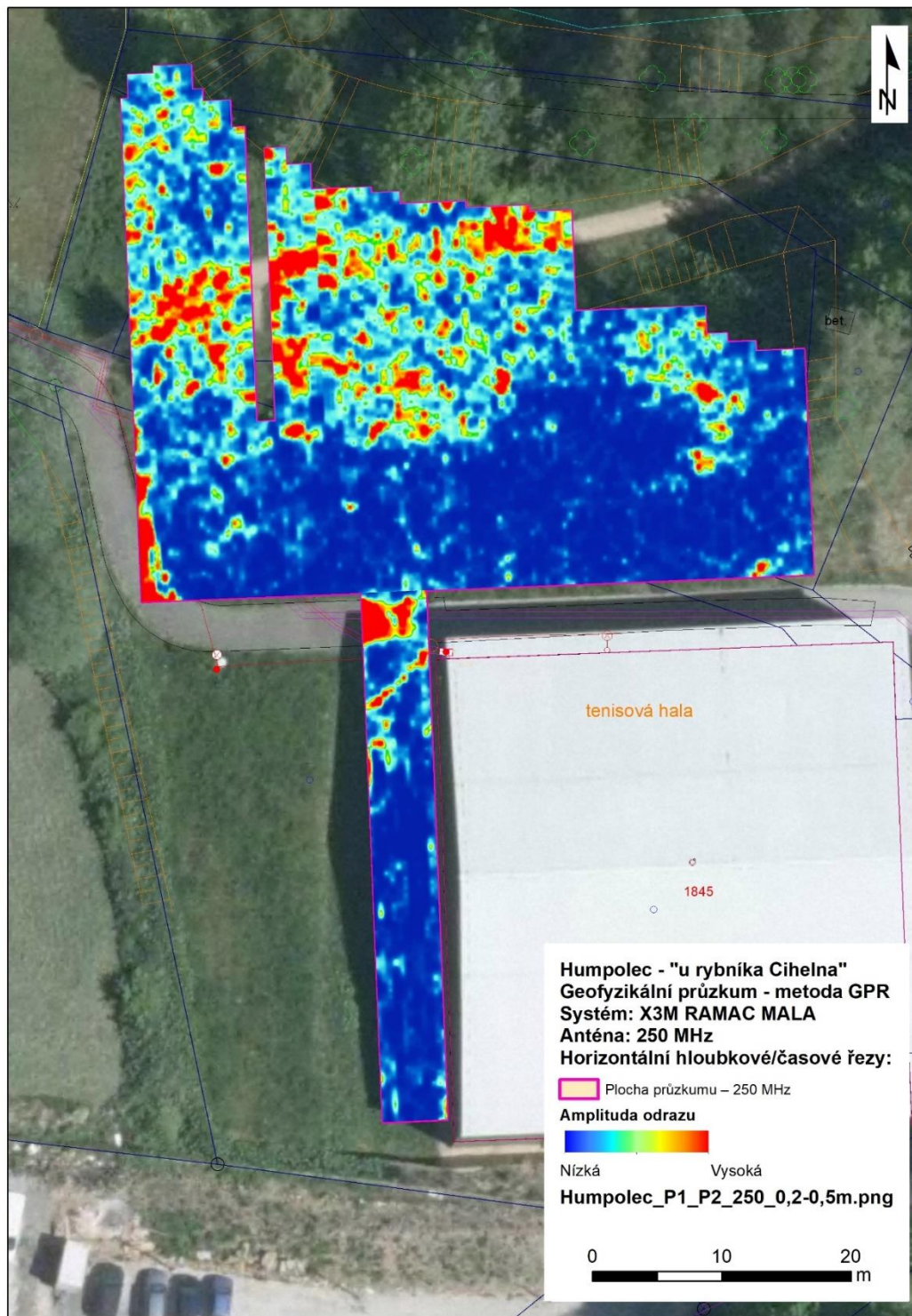




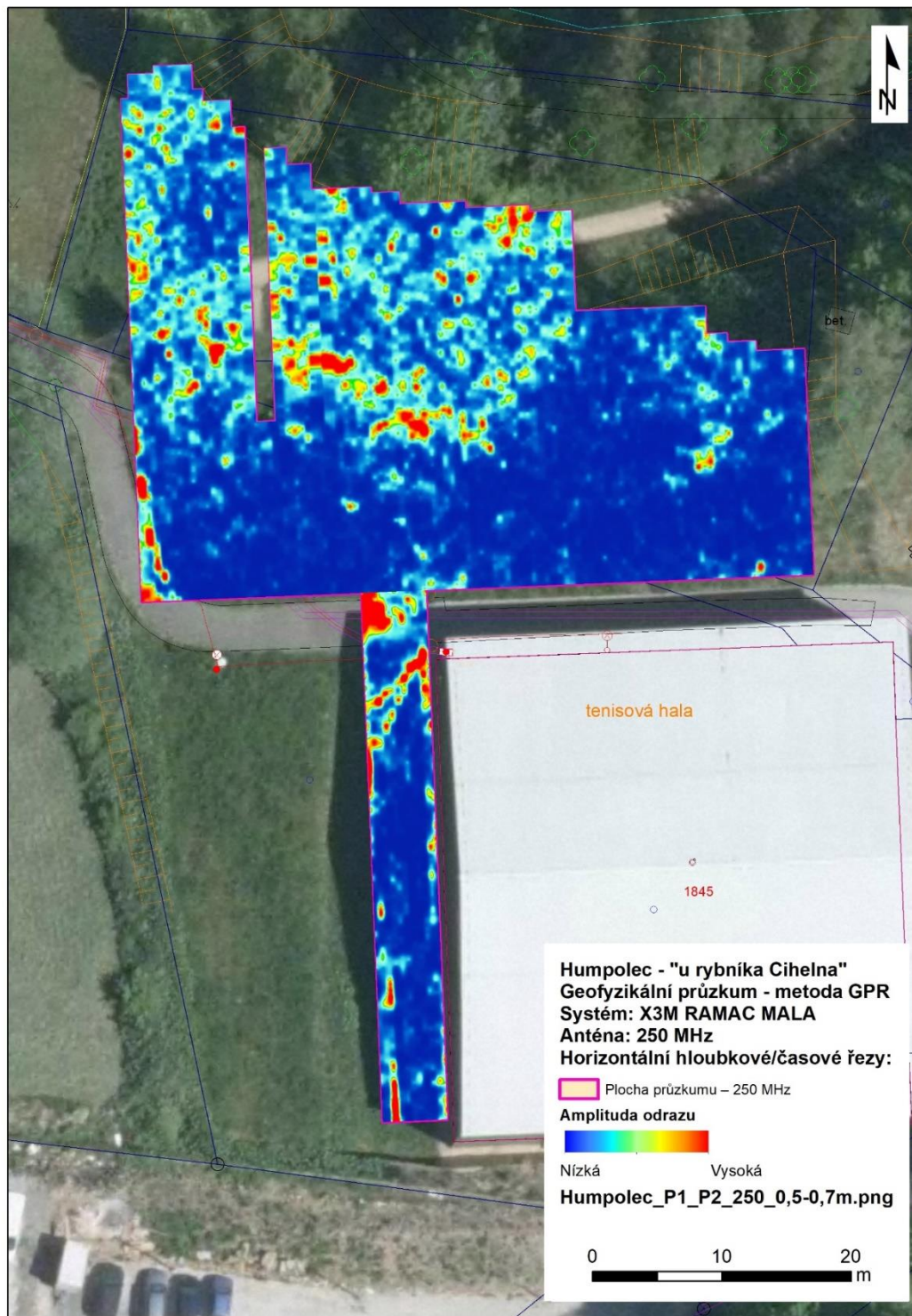
Obr. 35 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 280-300 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1\_500; podkladová data: ČÚZK).



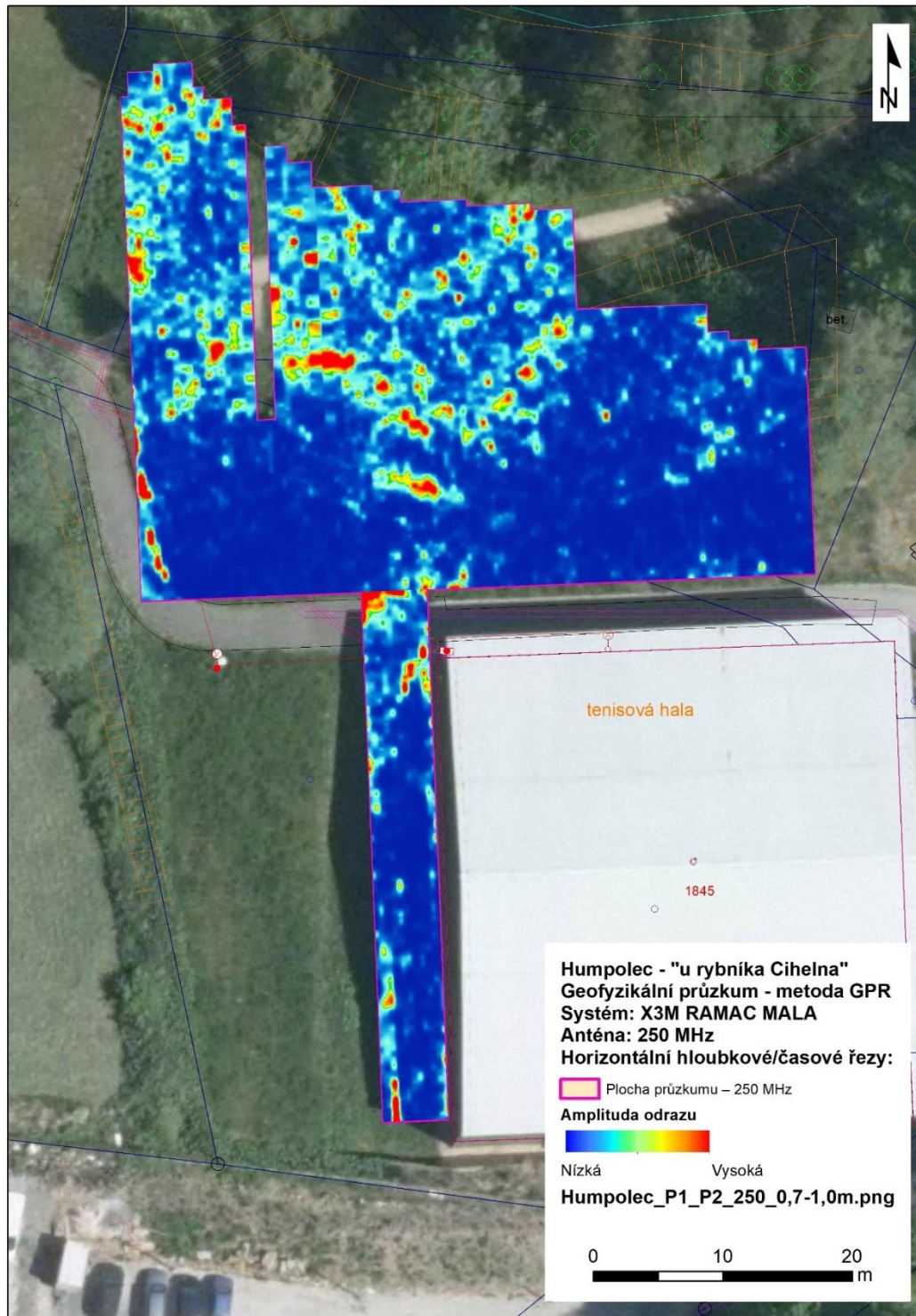
Obr. 36 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 000-030 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



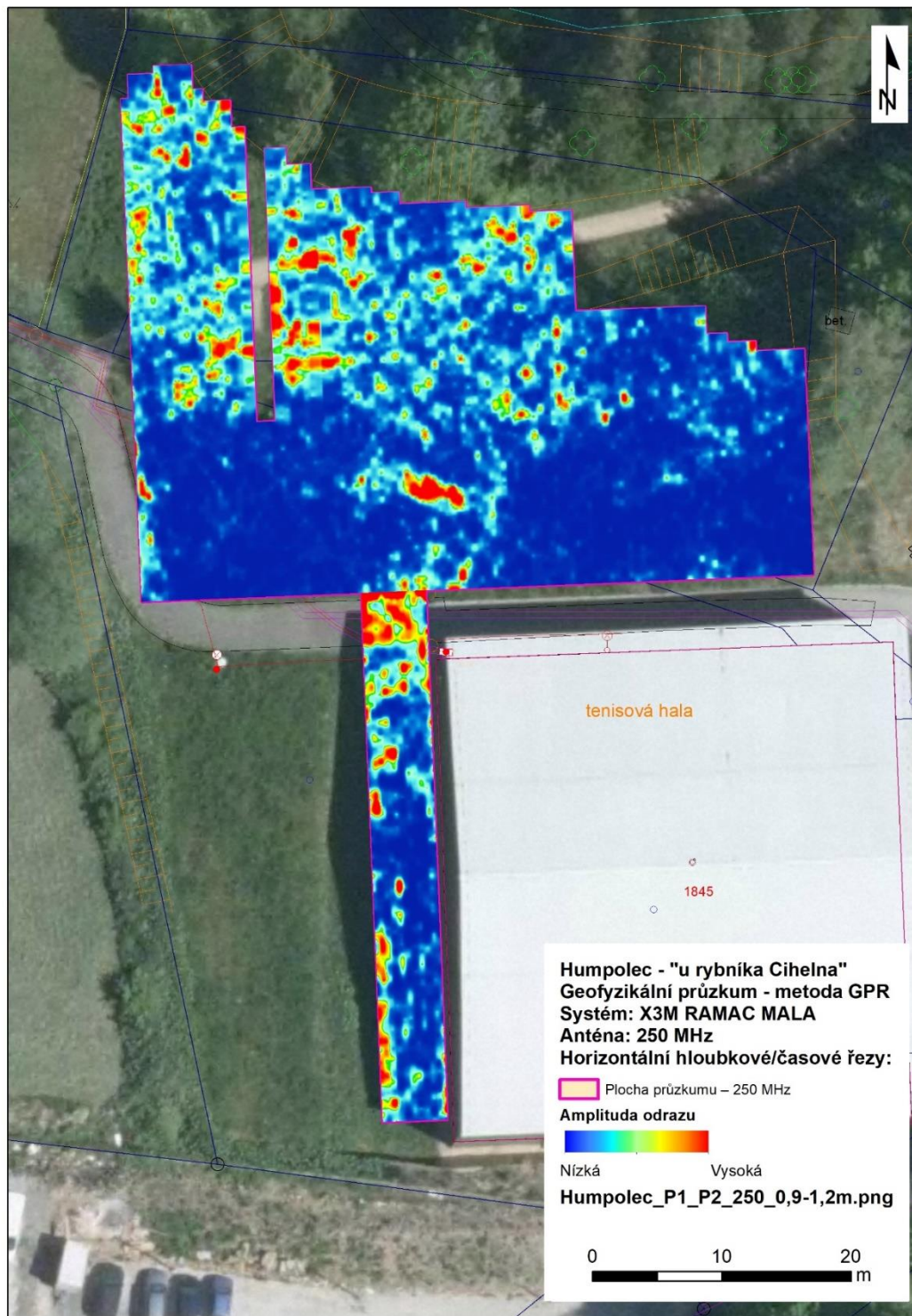
Obr. 37 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 020-050 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



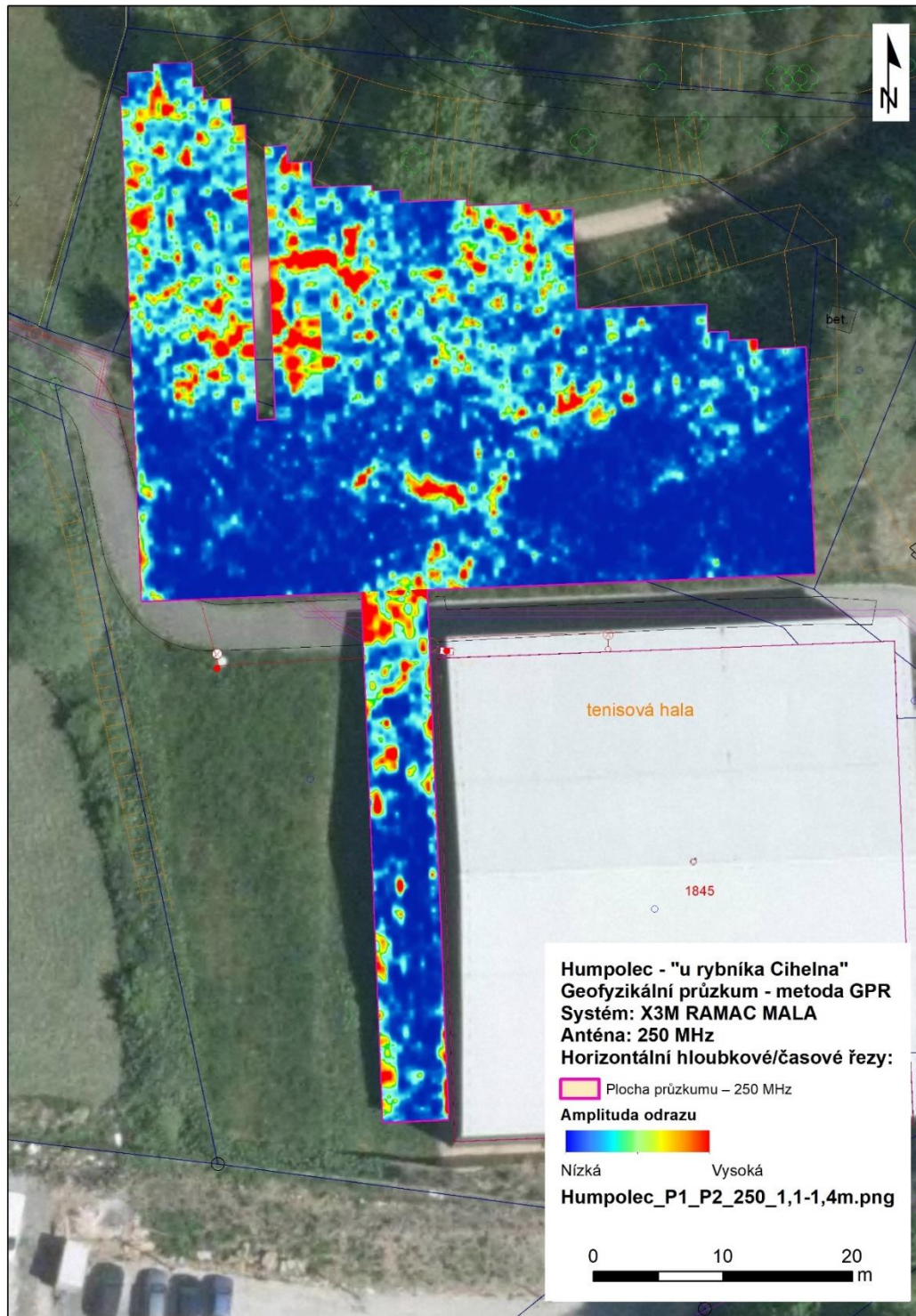
Obr. 38 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 050-070 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



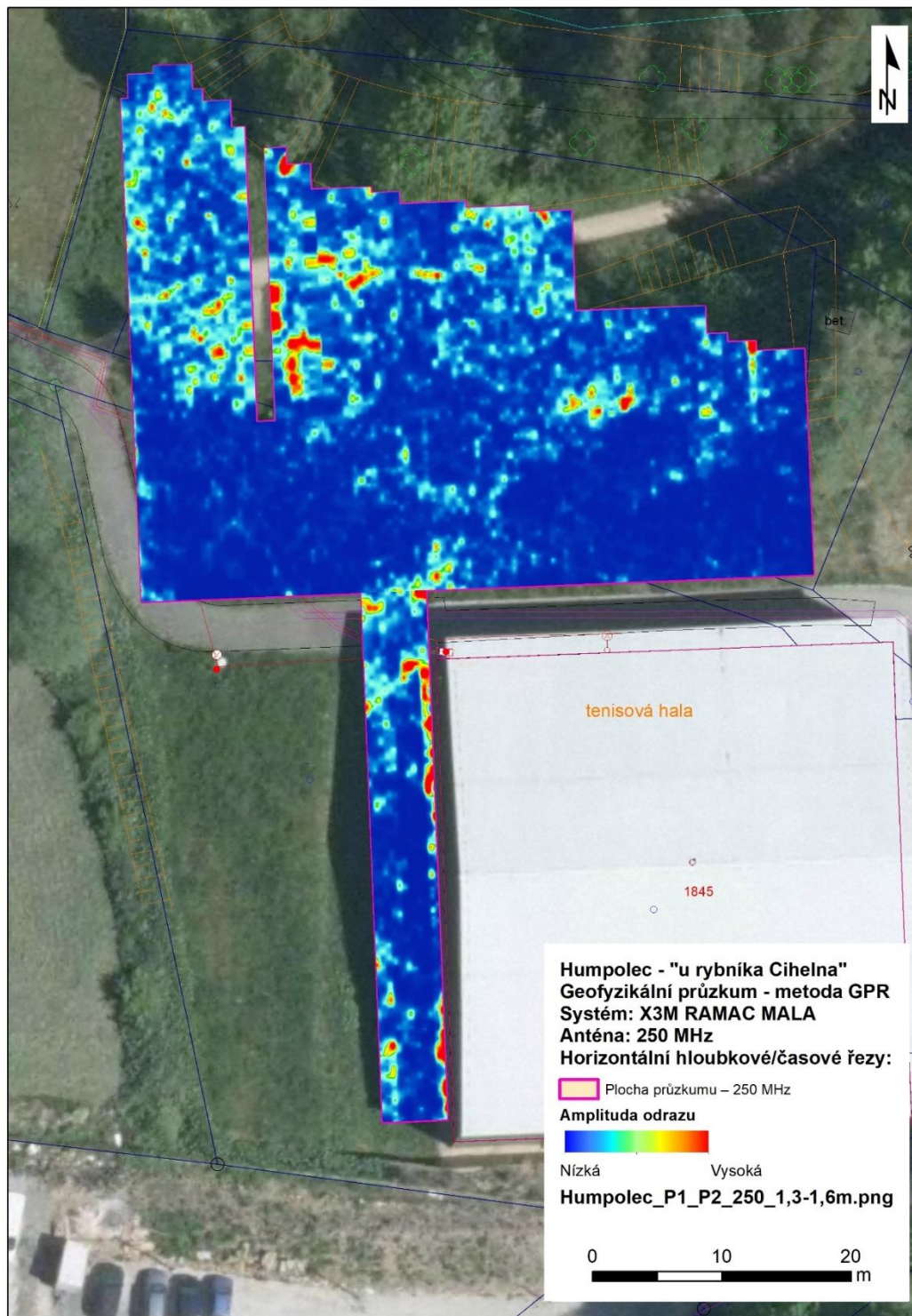
Obr. 39 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 070-100 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



Obr. 40 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 090-120 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).

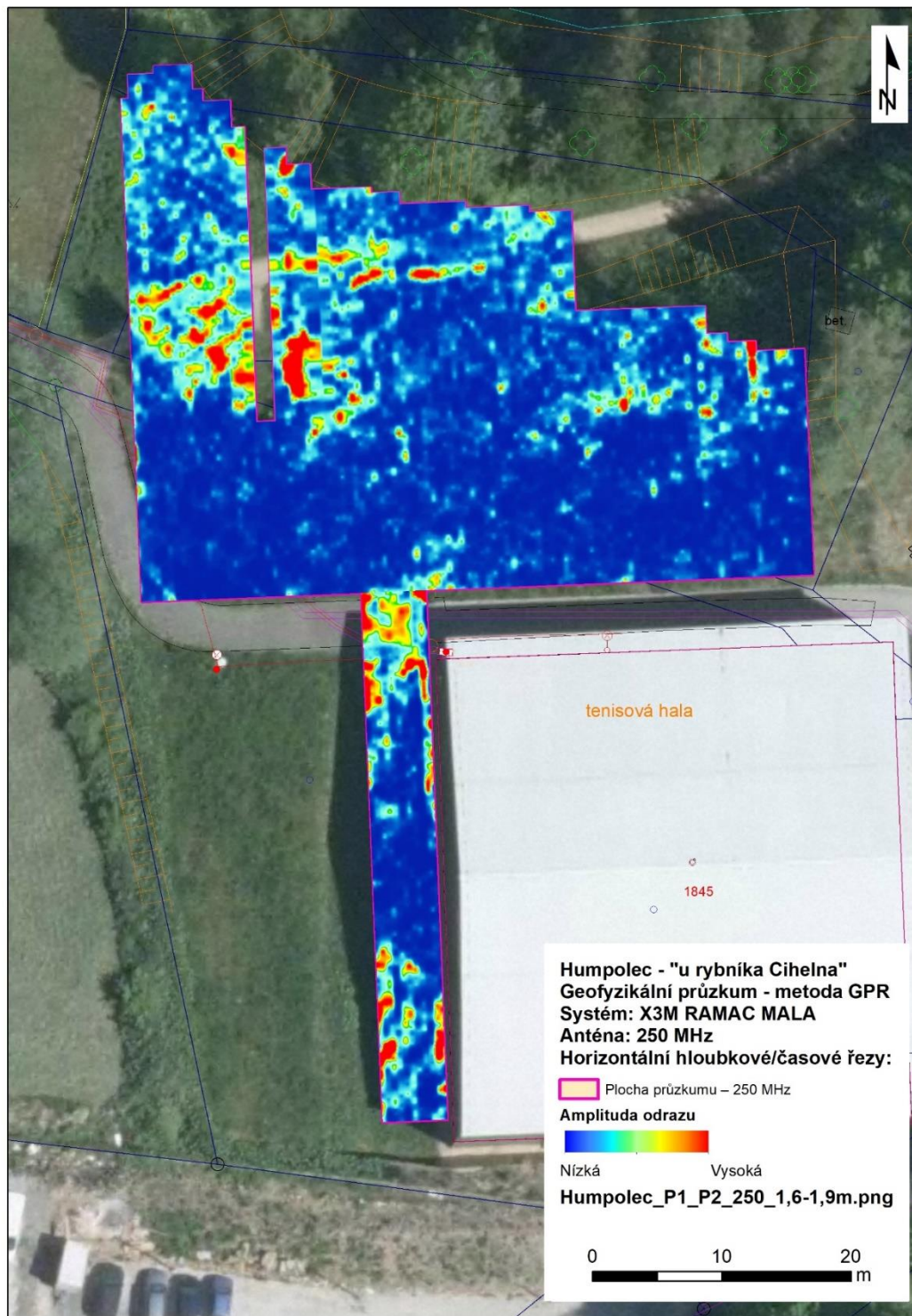


Obr. 41 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 110-140 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).

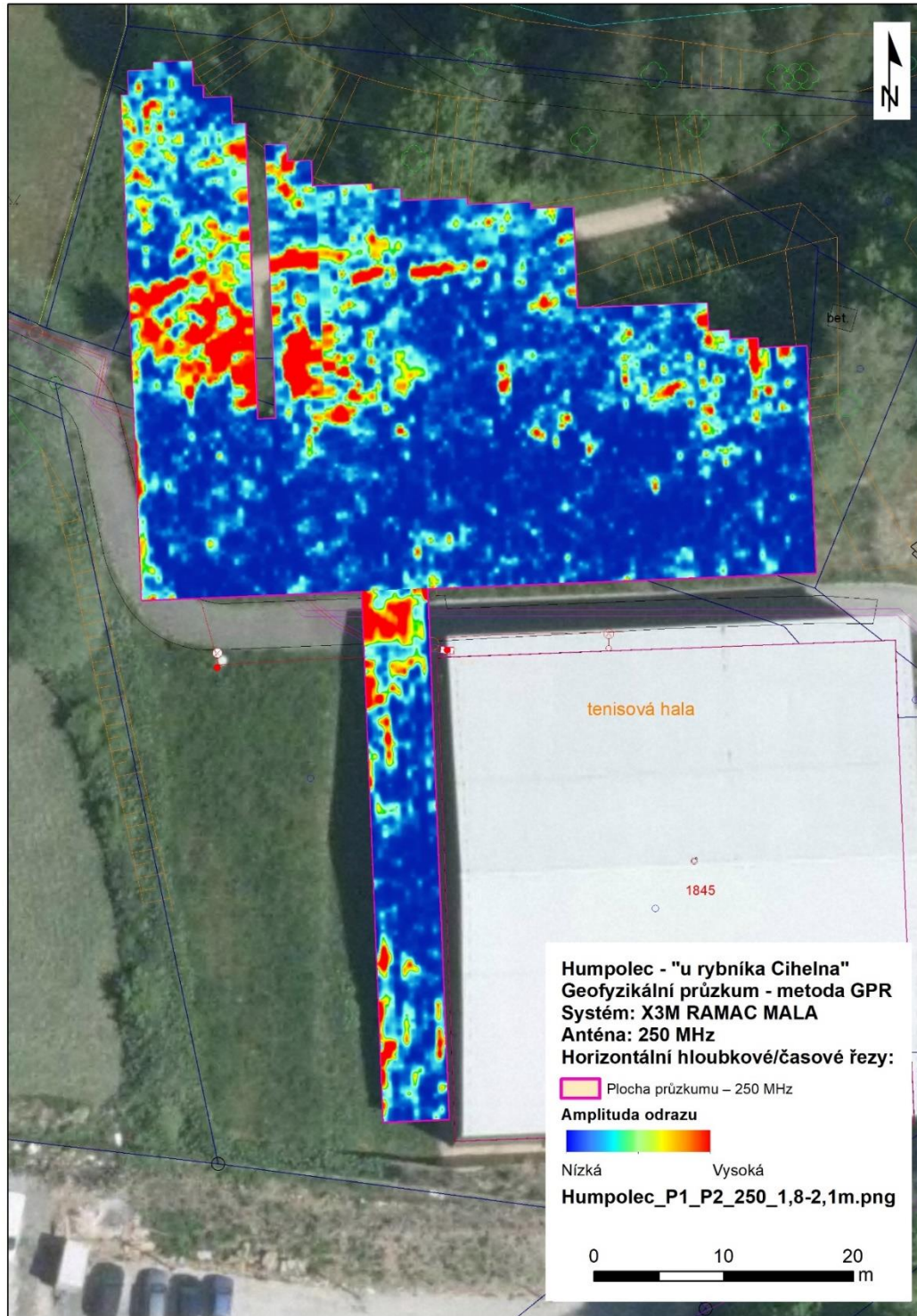


Obr. 42 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 130-160 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).

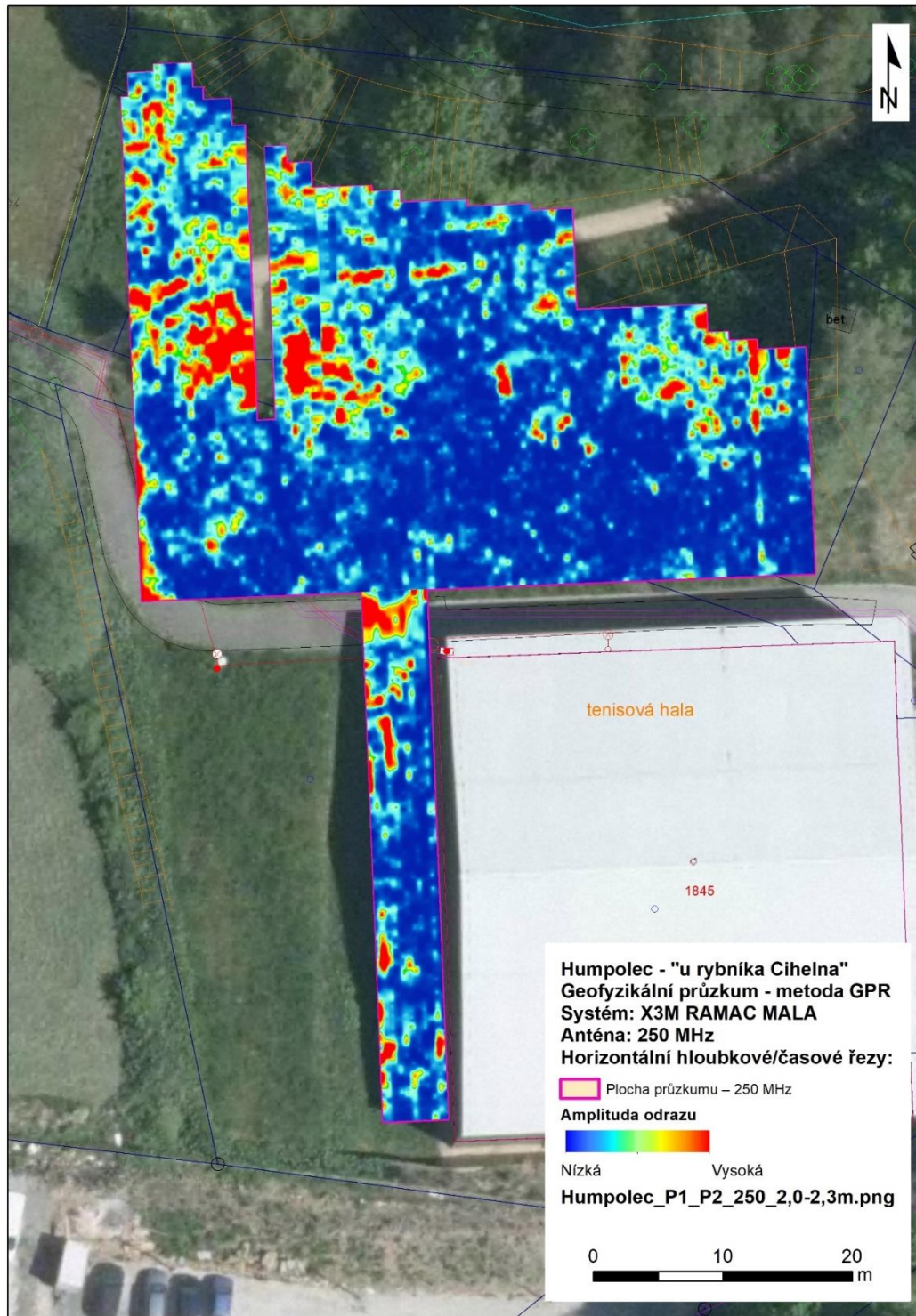




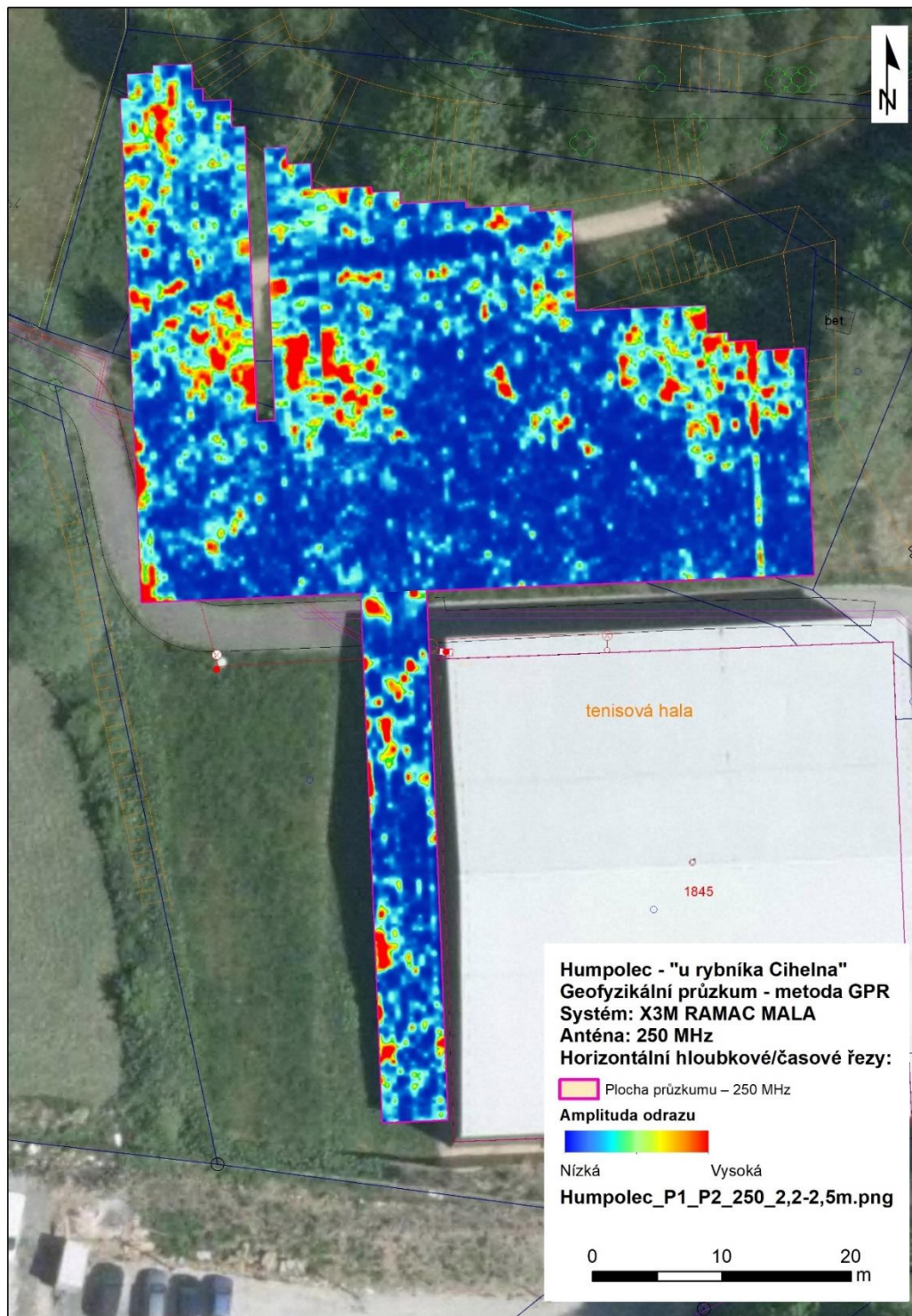
Obr. 43 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 160-190 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



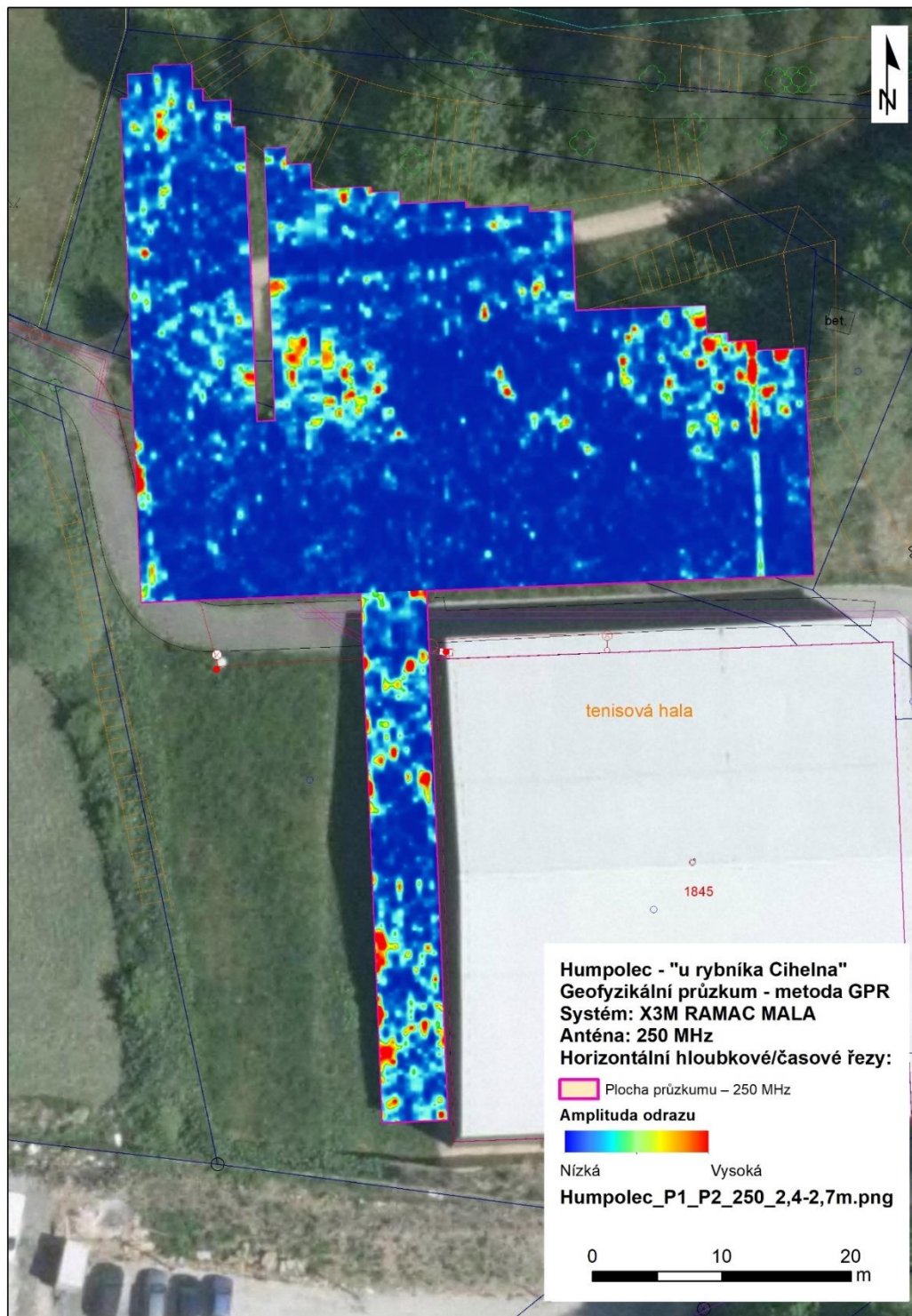
Obr. 44 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 180-210 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



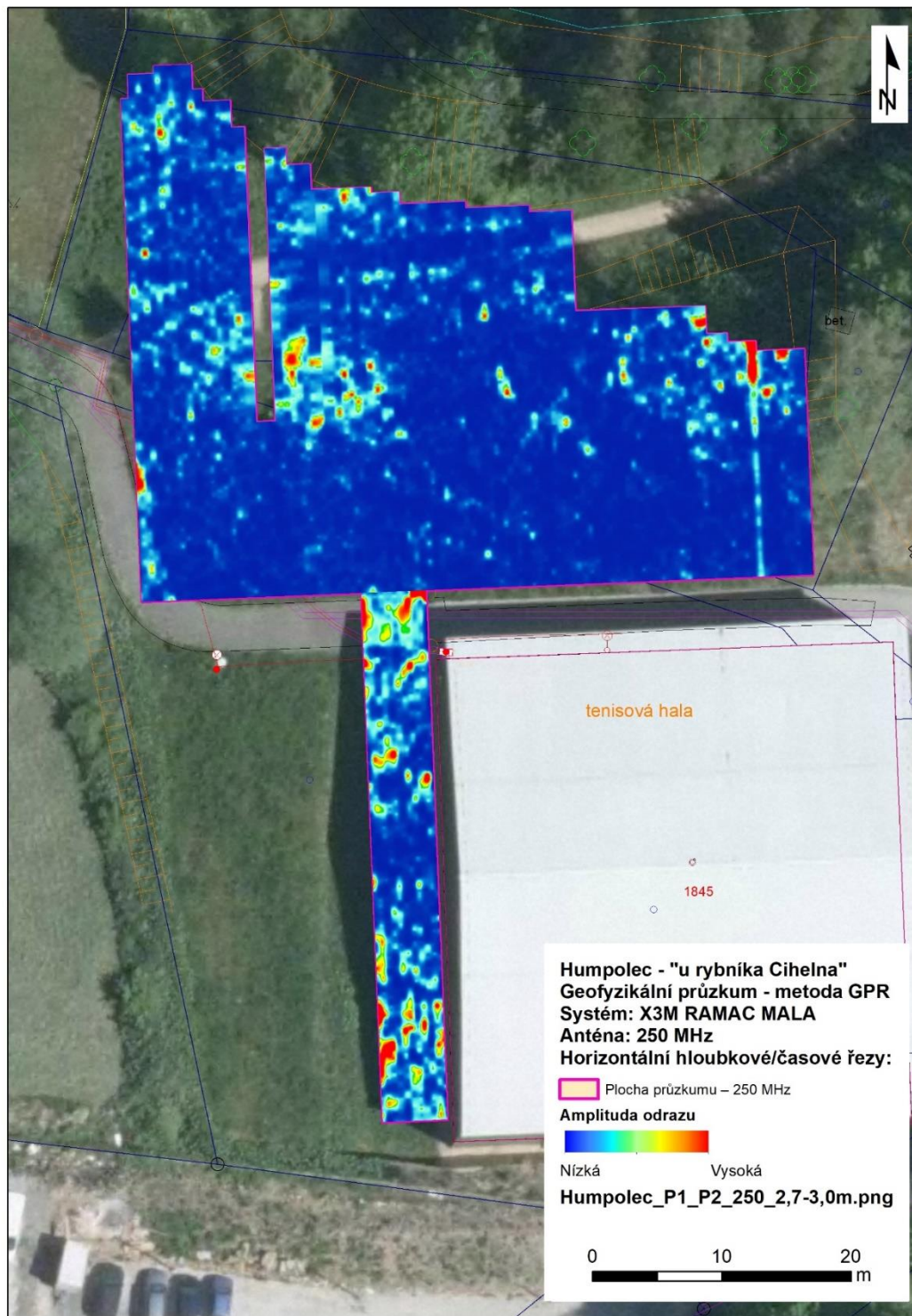
Obr. 45 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 200-230 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



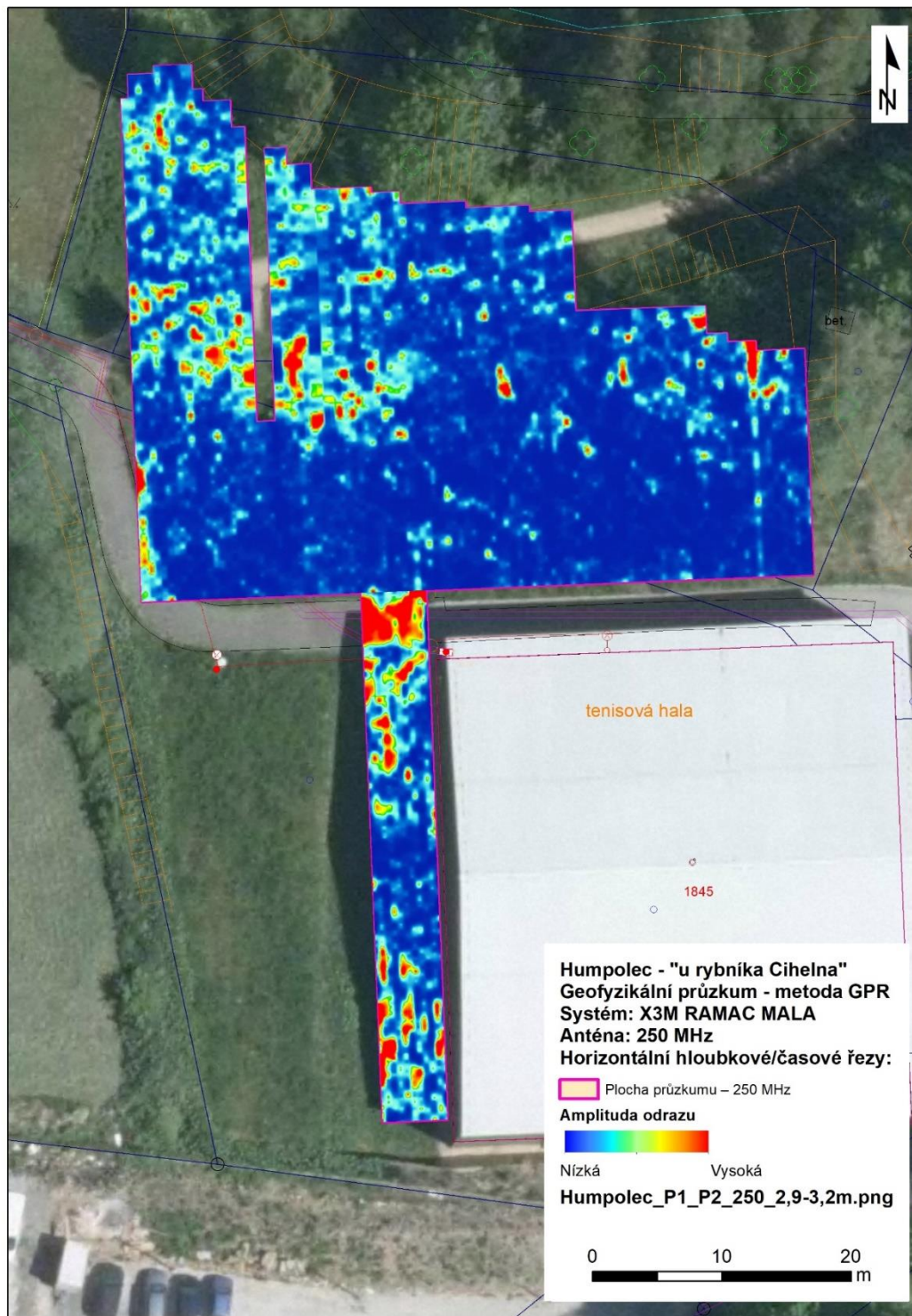
Obr. 46 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 220-250 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



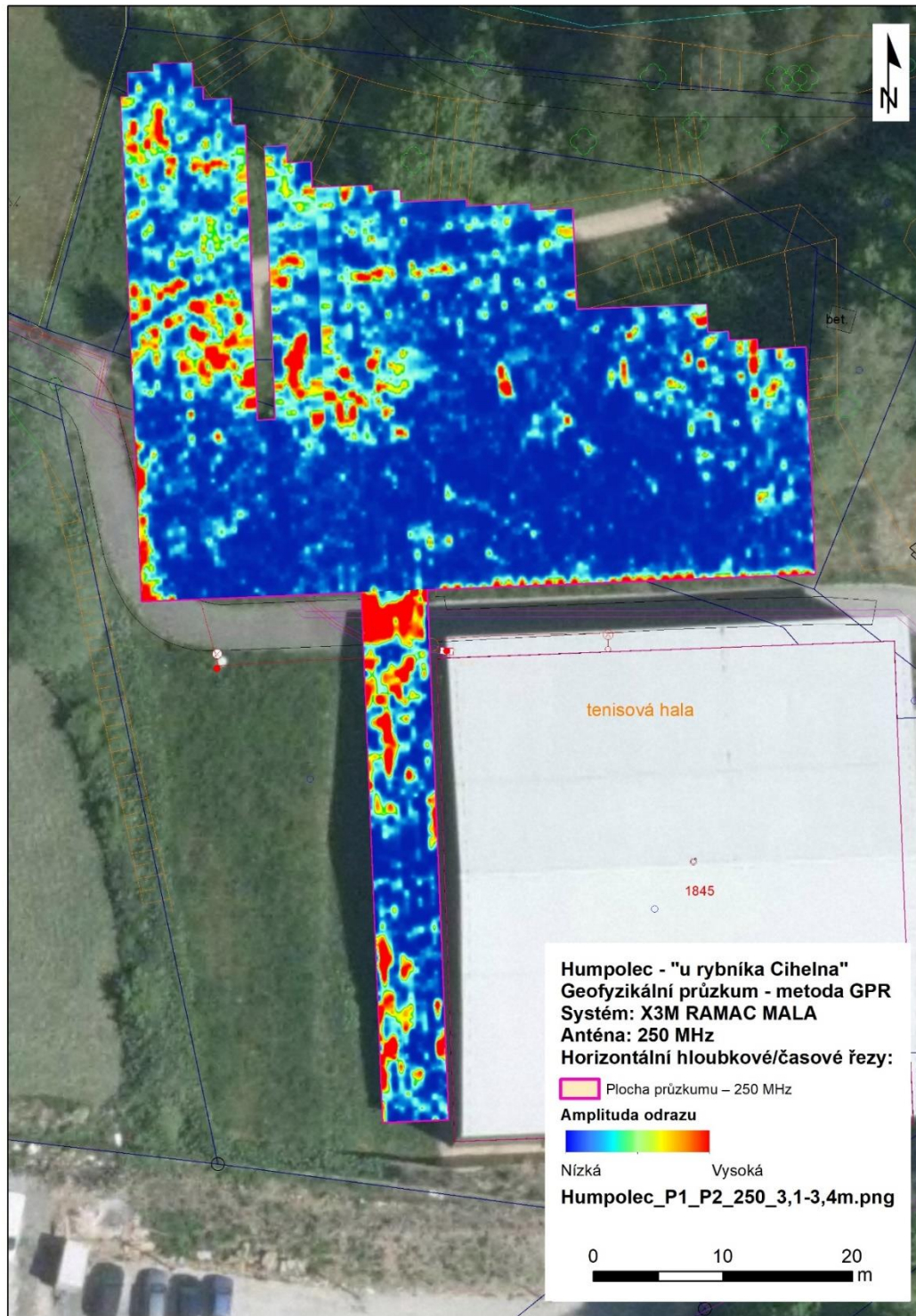
Obr. 47 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 240-270 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



Obr. 48 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 250-270 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



Obr. 49 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 290-320 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



Obr. 50 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 310-340 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1\_250 a P2\_250; podkladová data: ČÚZK).



## 6. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1 Zjednodušený nákres principu GPR. ....	5
Obr. 2 Postup měření. ....	7
Obr. 3 Stav zkoumaných ploch během prospekce dne 23.3. 2023. A: plocha P1_250 a P3_500 z východní strany (plochy se překrývaly). B: plocha P2_250 při východní stěně tenisové haly. C: Plochy P1_250 a P3_500 ze západní strany. V popředí je vidět průběh udusané hliněné komunikace s odbočkou ke křížku a informační tabuli (foto: autor). ....	9
Obr. 4 Plochy GPR prospekce (podkladová data: ČÚZK). ....	10
Obr. 5 Zkoumaná plocha na ortofotosnímku z 50. let 20. století (podkladová data: ČÚZK). ....	10
Obr. 6 Zkoumaná plocha na podkladu II. vojenského mapování z let 1836-1852 (podkladová data: ČÚZK). ....	11
Obr. 7 Zkoumaná plocha na podkladu III. vojenského mapování z let 1877-1880 (podkladová data: ČÚZK). ....	11
Obr. 8 Zkoumaná plocha na tzv. Císařských povinných listech stabilního katastru podložená aktuální katastrální mapou s význačnými hranicemi jednotlivých parcel z roku 1838 s reambulací v roce 1873 (podkladová data: ČÚZK). ....	12
Obr. 9 Zkoumaná plocha na modelu svažitosti terénu (červeně jsou vyznačena místa se svažitým terénem, zeleně rovinaté plochy; podkladová data: ČÚZK). ....	12
Obr. 10 Interpretace výsledků GPR prospekce (podkladová data: ČÚZK). ....	15
Obr. 11 Interpretace výsledků GPR prospekce s vyznačenými prvotně zaznamenanými hloubkami identifikovaných anomálií (podkladová data: ČÚZK). ....	17
Obr. 12 Interpretace výsledků GPR prospekce na podkladu aktuálního ortofotosnímku (podkladová data: ČÚZK). ....	18
Obr. 13 Pozice vybraných radarogramů (podkladová data: ČÚZK). ....	19
Obr. 14 Vybrané radarogramy (vertikální hloubkové/časové řezy) z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz. ....	20
Obr. 15 Vybrané radarogramy DAT_3363 a DAT_3381 s interpretací. Profily se nachází v západní části zkoumané plochy. ....	21
Obr. 16 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 000-020 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK). ....	22
Obr. 17 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 020-040 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK). ....	23
Obr. 18 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 030-050 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK). ....	24
Obr. 19 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 050-060 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK). ....	25
Obr. 20 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 060-080 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK). ....	26

Obr. 21 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 070-090 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	27
Obr. 22 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 090-110 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	28
Obr. 23 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 100-120 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	29
Obr. 24 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 120-140 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	30
Obr. 25 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 130-150 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	31
Obr. 26 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 150-170 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	32
Obr. 27 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 170-190 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	33
Obr. 28 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 180-200 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	34
Obr. 29 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 190-210 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	35
Obr. 30 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 210-230 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	36
Obr. 31 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 220-240 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	37
Obr. 32 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 240-260 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	38
Obr. 33 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 250-270 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	39
Obr. 34 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 270-290 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	40
Obr. 35 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 280-300 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 500 MHz (plocha P1_500; podkladová data: ČÚZK).....	41
Obr. 36 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 000-030 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	42
Obr. 37 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 020-050 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	43
Obr. 38 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 050-070 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	44
Obr. 39 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 070-100 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	45
Obr. 40 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 090-120 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	46

Obr. 41 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 110-140 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	47
Obr. 42 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 130-160 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	48
Obr. 43 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 160-190 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	49
Obr. 44 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 180-210 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	50
Obr. 45 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 200-230 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	51
Obr. 46 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 220-250 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	52
Obr. 47 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 240-270 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	53
Obr. 48 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 250-270 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	54
Obr. 49 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 290-320 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	55
Obr. 50 Horizontální hloubkový/časový řez – hloubka cca 310-340 cm, z měření s anténou o centrální frekvenci 250 MHz (plochy P1_250 a P2_250; podkladová data: ČÚZK).....	56
 Tab. 1 Přehled zkoumaných ploch za pomoci GPR. ....	 8

AUTOR: Mgr. Michal Vágner, Ph.D.

e-mail: [archeogeofyzikabrno@muni.cz](mailto:archeogeofyzikabrno@muni.cz)