Metódy archeo-geofyzikálneho výskumu Geoelektrické metódy

RNDr. René Putiška, PhD.
Univerzita Komenského Bratislava

Geofyzikálne meranie:
nastroj na získanie obrazu – informácii pod povrchom

meranie **spracovanie** **vizualizácia**

Definícia: model

realita **Geofyzikálny model**

Definícia: kontrast

Ak chceme s geofyzikálnymi metódami charakterizovať rôzne vrstvy musí existovať fyzikálny kontrast (rozdielne fyzikálne vlastnost)

Geoelektrické metódy používané v archeológii

- Odporové metódy OM *(resistivity methods)*
- Indukovaná polarizácia *(induced polarization - IP)*
- Elektromagnetické metódy *(Electromagnetic - EM)*
- Magnetotelurické metódy *(Magnetotelluric - MT)*

Odporové metódy – základný princíp

Odporové metódy – základný princíp

- Zisťujú merný elektricky odpor prostredia
- Izočiary elektrického pola nazývame ekvipotenciály elektrického pola – spájajú body s rovnakým potenciálom
- Napätie je rozdiel dvoch potenciálov
- Prúdočiary sú kolmé na ekvipotenciály
- Veľkosť (I) závisí od voľných nosičov a priechodnosti horninového prostredia
- Zdanlivý merný odpor ρ_z (apparent resistivity ρ_a)

  $\rho_z = k\ U/I$ kde k je usporiadanie elektród

Odporové metódy

Odporové metódy sa používajú na štúdium horizontálnych a vertikálnych zmien odporových vlastností hornín a materiálov pod zemským povrchom.

Distribúcia prúdu

VES (I)

VES (II)

VES (III)

VES (IV)

DC interpretation
File Edit Exit
Update
Default
Optimize
Iters. 10
Thres % 1.000
Model parameters:
Layers 4
Sel. all
1. Resist. 92.3 Free 1
1. Thick. 9.0 1
2. Resist. 1006.8 1
2. Thick. 10.2 1
3. Resist. 25.0 1
3. Thick. 24.3 1
4. Resist. 827.0 1
DC interpretation
Example data
Schlumberger
Measured
Computed
Apparent resistivity (Ohmm)
AB/2 (m)
Model description
Resist. (Ohmm) Thickness (m)
1. 92.3 9.0
2. 1006.8 10.2
3. 25.0 24.3
4. 827.0
RMS-error: 0.029112
Dump-mean: 0.714327
Weights used
Depth (m)
Resist. (Ohmm)
1-D DC interpretation v.1.3 (c) MTP 2004

HP (I)

HP (II)

HP (III)

HP (IV)

Systém merania metódou ERT
2D meranie

Elektródové usporiadanie

dipól - dipól

- **kombináciou rôznych hodnôt parametrov „a“ a „n“**

  môžeme získať vysokú hustotu informácie

Model resistivity with topography
Iteration 7 Abs. error = 4.2
sn, Profile #1
Elev.
600.0
590.0
580.0
570.0
560.0
550.0
540.0
0.0
44.0
88.0
132.0
176.0
220.0
450 600 1200 2200 5800 9800 12800 21000
Resistivity in ohm.m
Horizontal scale is 17.01 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.98
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 258.5 m.
Unit Electrode Spacing = 2.75 m.
Vrchná - vstupná chodba
Havranická jaskyňa

2D

Výsledky 3D elektrickej tomografie
Vypracoval: RNDr. René Putiška PhD., Mgr. Ivan Dostál
Katedra Aplikovanej a Environmentálnej Geofyziky
vymapovaný jaskynný systém
593.5
570
560
550
540
517.5
(m)
-1240840
-1240800
-1240760
-1240740
(m)
-546559
-546600
-546620
-546640
-546660
-546680
-546705
(m)

3D

Aparatúra ARES

HDI-BINDER

Ukážky nameraných výsledkov

Ukážky nameraných výsledkov

Modrá farba je nameraná anomália, ktorá predstavuje pokracovanie múru.

modrá ciarkovaná je vymapované pokracovanie múru

Oranžový kábel je meraný profil, pod ktorým sa nachádza zobrazený výsledok

Pri zmeraní viacerých profilov je možné vypocítat 3D vyzualizáciu objektov.
Na obrázku môžme videt zvyšky múru po odfiltrovaní šumu a okolitého horninového prostredia

Odkopaný múr (už zakrytý textíliou) v archeologickej sonde na Bratislavskom hrade

-0.05
2
4
6
8
10
12
14
16
19.55
0.05
-2
-3
-5.65

0m
zaciatok
profilov
profil3
profil2
profil1

Horizontal scale is 7.76 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.78
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 154.5 m.

N
0
3
6
9
12
15
18
21
24
27
30
33
36
39
42
45
48
51
54
57
60
63
66
69
72
75
78
81
84
87
90
93
96
99
102
105
108
111
114
117
120
123
126
129
132
135
138
141
144
147
150
153
154.5

Horizontal scale is 20.69 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.25
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 15.5 m.

profily jih-sever
profily východ-západ

dvor, Grid #1
y Layer 1, Depth: 0.00-0.35 m.
y Layer 2, Depth: 0.35-0.75 m.
y Layer 3, Depth: 0.75-1.22 m.
y Layer 4, Depth: 1.22-1.75 m.
y Layer 5, Depth: 1.75-2.36 m.
y Layer 6, Depth: 2.36-3.06 m.
y Layer 7, Depth: 3.06-3.87 m.
y Layer 8, Depth: 3.87-4.80 m.
9.7
18.3
34.5
65.2
123
233
440
831
Resistivity in Ohm.m
X Unit Electrode Spacing 1.0M Y Unit Electrode Spacing 2.0M Iteration 6 - Abs. Error 3.77%

štart
koniec

-1283100
-1283150
-1283200
-1283250
-1283300
-1283350
-1283400

EM38

1
GPS antenna
EM antenna/detector
Datalogger

2
Transmit a magnetic pulse
Tx

3
Induce an electric current

4
Receive
a magnetic
pulse
Rx

EM38 specifications

- Frequency= 14.6 kHz
- T-R distance=1 m
- Horizontal and vertical dipoles

Effective depth ranges

Measured quantities:

1) Apparent conductivities (mS/m)
2) In phase the ratio of the secondary to primary magnetic field in parts per thousand (ppt)

www.themegallery.com

Measurement scheme
N
profile distance : 1m
sample distance : 0,5m

Geoelectric profiles
GPR profiles
GPR site coverage
EM 38 coverage
"Roman" Tomb
A
A'
B
B'
C
C'
D
D'
1
1'
2
2'
3
3'
4
4'
N
N [m]
E [m]
70
65
60
55
50
45
40
30
35
40
45
50
55
60
65
70

N
A
B
B'
C
C'
D
D'
70
65
60
55
50
45
40
N [m]
30
35
40
45
50
55
60
65
E [m]
165
155
145
135
125
115
105
95
85
75
65
55
app. resistivity [ohm.m]

TX coil
RXHCP1
RXPERP1.1
RXHCP2
RXPERP2.1
RXHCP4
RXPERP4.1
8.9
100
10
90
10
190
10

Terre noire
Plot
Fanum
Plot
A
M1
M2
M3
A
B
N1
M1
N2
M2
N3
M3
1 m
0.5 m
0.5 m
1 m
1 m
1.7 m
2 m
22
32
47
69
101 Ohm.m
Lambert 93
0
40
80 m

HCP 4m (19 to 39 Ohm.m)

PERP 4.1m (19 to 34 Ohm.m)

HCP2m (19 to 33 Ohm.m)

PERP 2.1m (23 to 45 Ohm.m)

HCP1m (27 to 45 Ohm.m)

PERP 1.1m (32 to 65 Ohm.m)

ARP® channel 1 (35 to 150 Ohm.m)*

ARP® channel2 (25 to 120 Ohm.m)*

Electric and drilling profile