

Radarul cu penetrare în sol

Investigațiile GPR (ground penetrating radar) au presupus un studiu amănunțit atât al interiorului construcției cât și a zonei perimetrare exterioare - adiacentă pereților. În acest sens s-au utilizat în mod complementar trei antene cu frecvențe centrale diferite: 250 MHz, 500 MHz și 800 MHz. Utilizând o antenă cu frecvență înaltă pot fi investigate adâncimi reduse dar cu rezoluție spațială ridicată, în timp ce folosind antene de frecvență scăzută se pot investiga adâncimi mari dar cu rezoluție diminuată.

S-a urmărit astfel a se pune în evidență eventuale obiecte și structuri îngropate incluzând aici și fundația construcției.

Descrierea tehnică

Radarul cu penetrare în sol este o metoda geofizica ce permite investigarea straturilor subterane folosind pulsuri electromagnetice si studiind modul de propagare a acestora în sol. Aceasta metoda non invaziva foloseste radiatie din spectrul microundelor (UHF/ VHF) pentru a explora solul, detectând semnalul reflectat de structurile îngropate.

Antenele de frecvență joasă generează lungimi de undă mari, care pot penetra până la distanțe de 50 m. Ele vizează evidențierea anomaliilor și defectelor mari de suprafață.

Investigații ale podelei bisericii

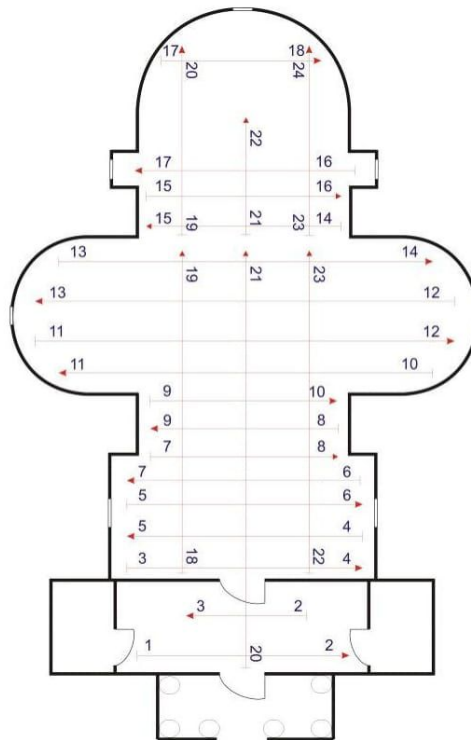
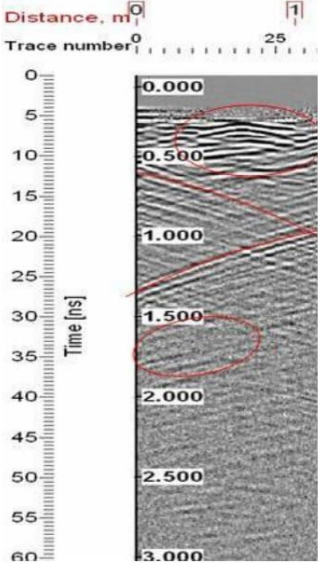
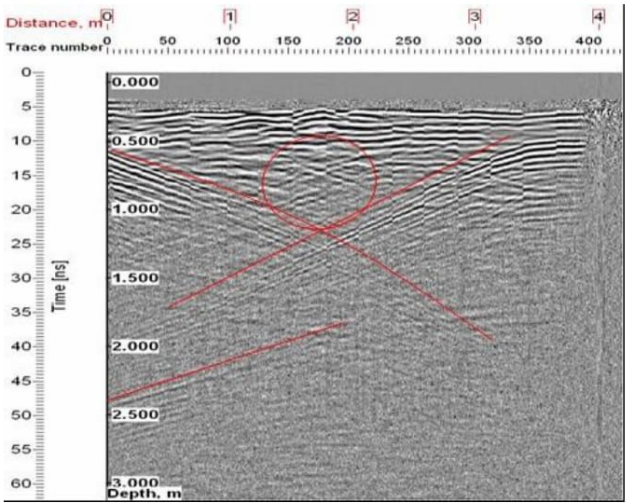


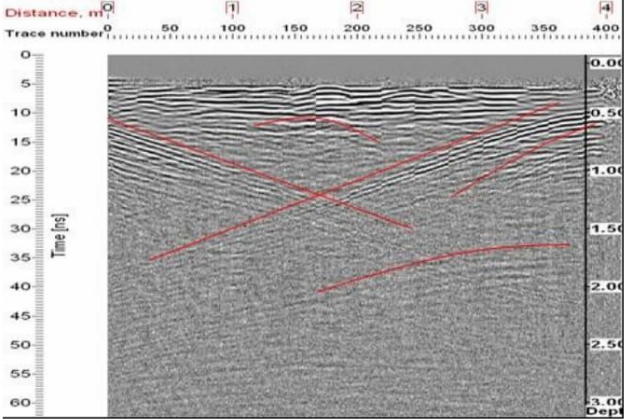
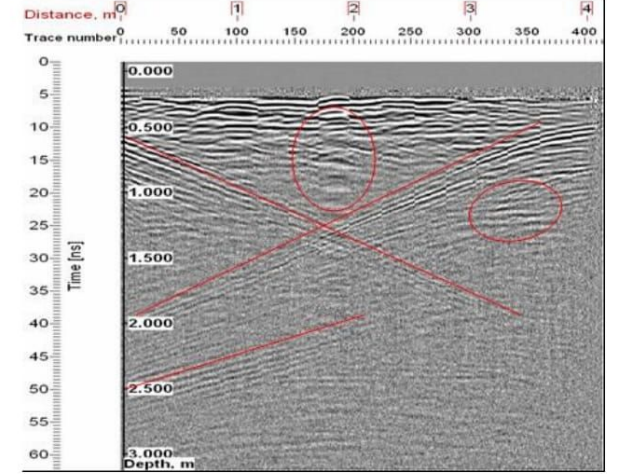
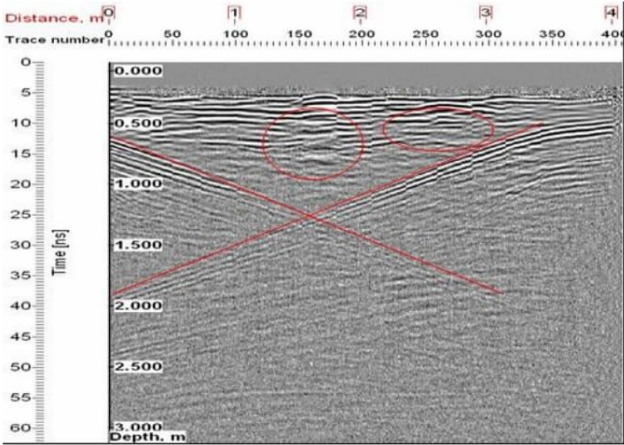
Figura 4 Trasee GPR in interiorul bisericii

| Segment | Radargramă | Observații |
|---------|--------------------------|---|
| 1-2 | <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La adâncimea de 2.5 m pe toată distanța scanării este semnalată o reflexie ce indică printr-un contrast puternic o modificare a valorii constantei dielectrice. • Un alt punct de interes este evidențiat la distanța de 2.8 m și adâncimea de 0.8 m. • Delimitată între distanța de 0.1 m-3 m și la adâncimile corespunzătoare de 2 m respectiv 1 m este subliniată o reflexie puternică al pulsurilor electromagnetice. |

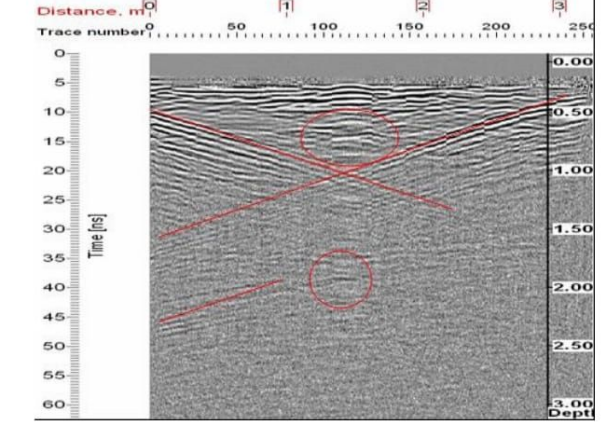
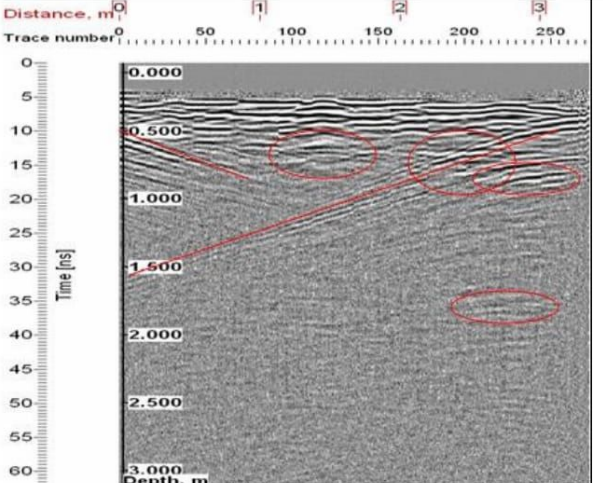
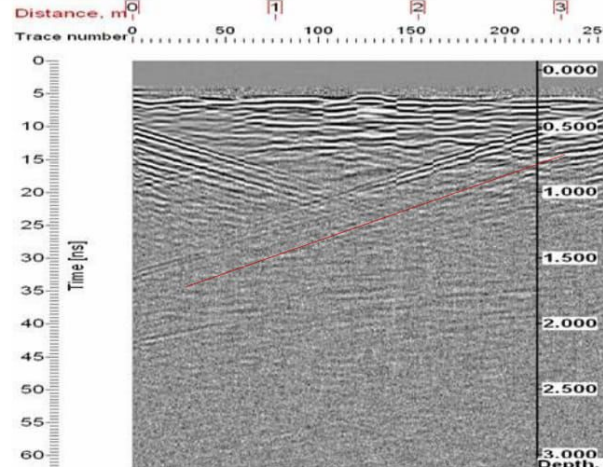
Radare cu penetrare în sol

| | | |
|------------|---|--|
| <p>2-3</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Sunt evidențiate pe toată distanța scanată multiple reflexii produse de materiale puternic reflectante. • Reflexiile pot proveni de la un material constituent al șapei turnate în locul fostului paviment sau de la elementele de armătură prezente în intervenția de consolidare a bisericii. |
| <p>3-4</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La adâncimea de 0.5 m și corespunzător distanței de 1.8 m se evidențiază un punct de interes caracterizat de un contrast puternic. • La adâncimi ce variază între 0.5 m și 1.5 m sunt subliniate pe direcții oblice reflexii puternice ale pulsurilor electromagnetice produse de apropierea și depărtarea față de materiale reflectante (posibile elemente metalice de armătură). • O altă reflexie este remarcată la adâncimea cuprinsă între 2.3 m - 1.7 m și distanța de 0.1 m- 2 m. |

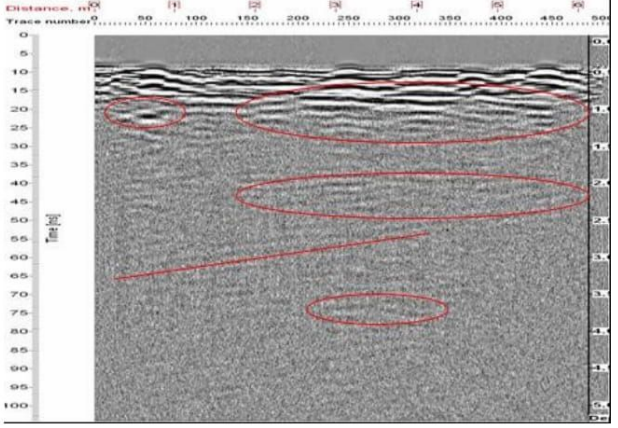
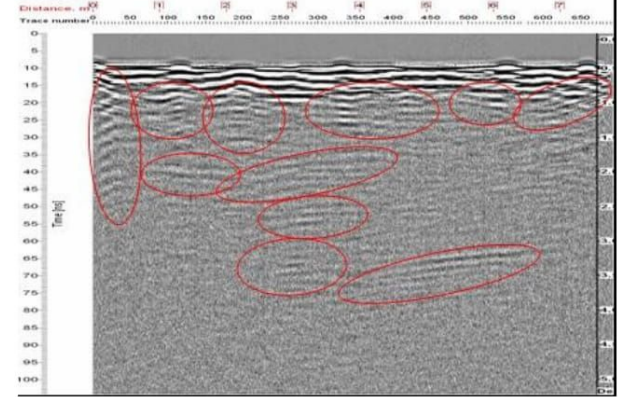
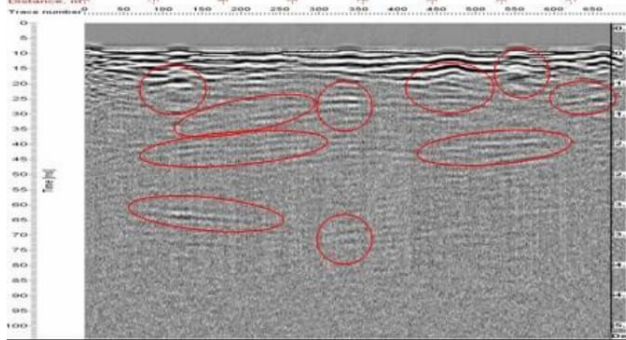
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|------------|--|--|
| <p>4-5</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Sunt semnalate, în mod asemănător segmentului 3-4, reflexii puternice descrise pe direcții oblice ce se intersectează la adâncimea de 1 m. • Punctele de interes ce produc reflexiile par a fi localizate sub pereții ce delimitează la Nord și Sud pronaosul. |
| <p>5-6</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Reflexiile evidențiate în acest segment prezintă aceeași formă și sunt localizate pe aceleași coordonate cu cele semnalate în segmentele 3-4 și 4-5. • Sursa reflexiilor pare a fi localizată sub pereții de Nord și Sud ai pronaosului și ar putea fi reprezentată de elementele de armătură ale intervențiilor de consolidare cu beton armat. |
| <p>6-7</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Acest segment ce delimitează pronaosul, evidențiază ca și segmentele 3-4, 4-5 și 5-6 reflexii puternice ale pulsurilor electromagnetice. • Punctul de interes semnalat la adâncimea de 0.5 m în dreptul distanței de 1.8 m și în segmentele precizate anterior pare să desemneze îmbinarea plăcilor de protecție a noului paviment constituit din material OSB (cel mai probabil această îmbinarea a fost făcută folosindu-se elemente metalice). |

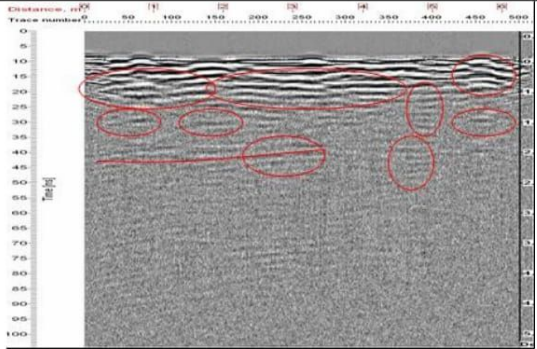
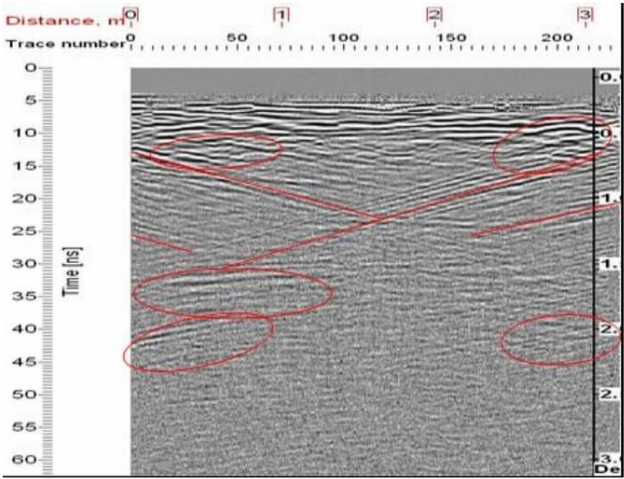
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|-------------|--|--|
| <p>7-8</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Sunt semnalate de-a lungul întregii distanțe scanate la adâncimi cuprinse între 0.3 m și 1.5 m reflexii puternice ale pulsurilor electromagnetice. Aceste reflexii se remarcă prin poziția lor oblică . |
| <p>8-9</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Pe coordonatele distanței scanate 0.1m-3m și la adâncimea cuprinsă între 1.5 m și 0.3 m se remarcă având o poziție oblică o reflexie provocată de un reflector puternic. Acesta este localizat în extremitățile zonei scanate și poate fi constituit de intervențiile de consolidare a structurii bisericii. |
| <p>9-10</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 9-10 prezintă reflexii asemănătoare segmentelor scanate în pronaos. • După adâncimea de 1.5 m nu sunt semnalate neomogenități ale substraturilor. |

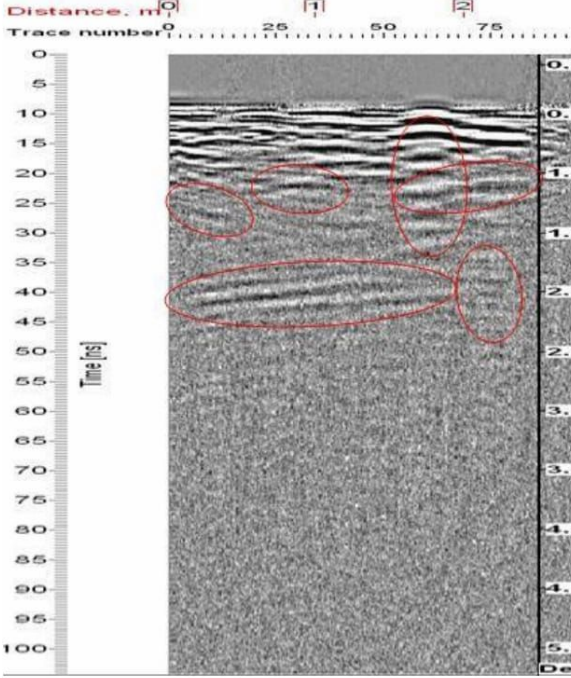
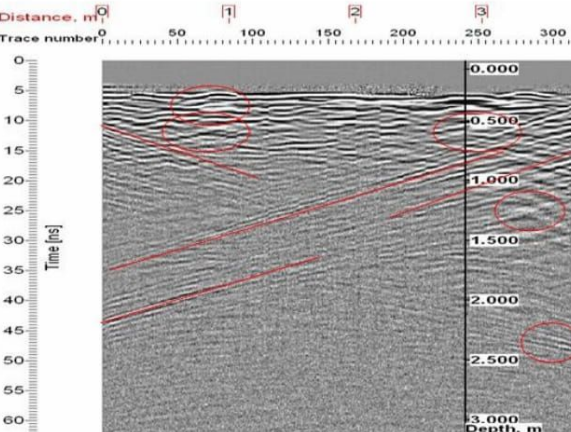
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|--|---|
| <p>10-11</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Acest segment este localizat în naosul bisericii și face legătura între absidele semicirculare de Sud și de Nord. • Sunt remarcate reflexii ale pulsurilor electromagnetice pe toată distanța scanată până la adâncimea de 3 m. |
| <p>11-12</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 11-12, localizat în naosul bisericii, evidențiază multiple reflexii semnalate la suprafață - îmbinarea plăcilor de protecție a noului paviment. • Se mai observă că punctele de interes remarcate la suprafață au corespondente reflexii și la adâncimi de până la 2.5m. • Un alt punct de interes ce remarcă o modificare a constantei dielectrice este semnalat la adâncimea de 3m între distanța de 4m-7m. |
| <p>12-13</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 12-13 semnaleză aceleași puncte de interes ca și segmentul 11-12. Diferența este dată de faptul că cele două scanări au fost efectuate în sens contrar la o distanță de 0.7 m |

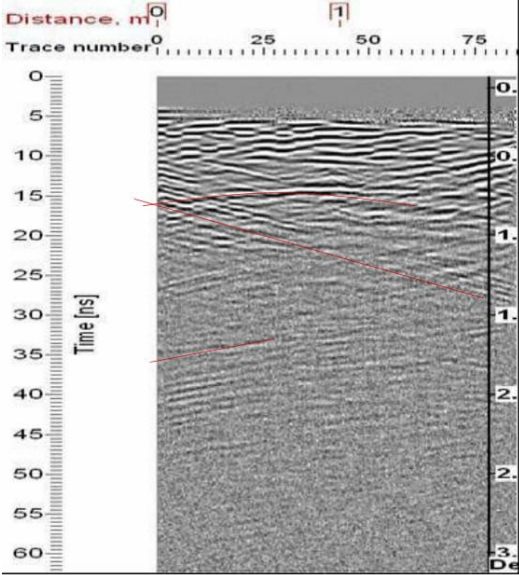
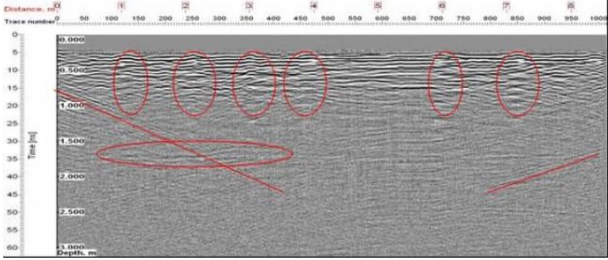
Radare cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|---|--|
| <p>13-14</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 13-14 delimitează în partea de Est încăperea naosului. • Se remarcă la distanța cuprinsă între 0.5 m- 3.5 m și adâncimea de 2 m o reflexie produsă la interfața a două materiale cu constante dielectrice diferite. |
| <p>14-15</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Acest segment este localizat în altarul bisericii din Măgurele. • Radargrama evidențiază reflexii puternice pe toată distanța scanată ce se intersectează la adâncimea de 1 m • Sursele reflexiilor par să fie localizate sub pereții de Nord și Sud ai altarului și pot fi reprezentate de intervenția de consolidare cu beton armat efectuată asupra unei mari proporții a structurii bisericii. |

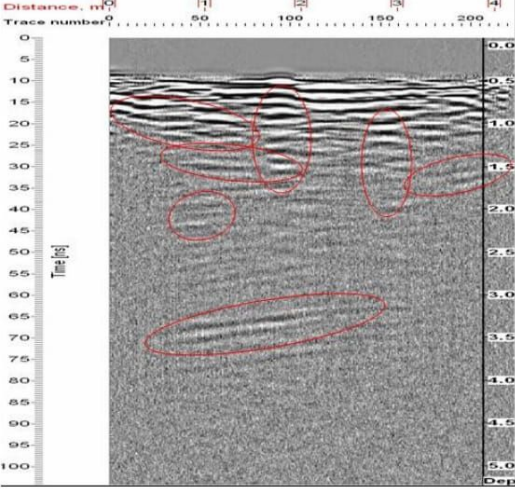
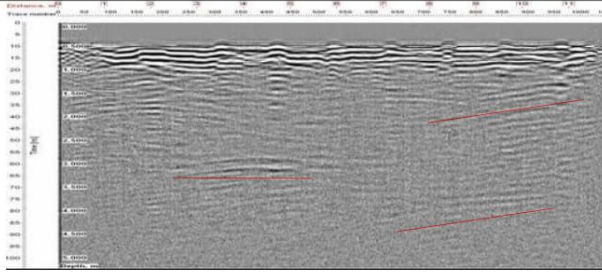
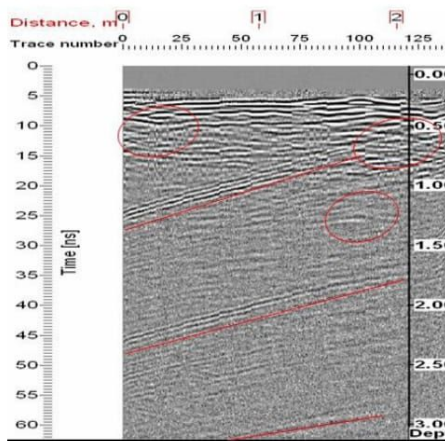
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|---|---|
| <p>15-16</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Radargrama antenei de 500 MHz semnalizează la adâncimea de 1.5 m pe toată distanța scanării un contrast puternic produs la interfața unor materiale diferite. |
| <p>16-17</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 16-17 delimitează zona dintre spațiul diaconiconului și cel al proscomidiei, ambele plasate în absida altarului. • Sunt remarcate reflexii ale pulsurilor electromagnetice similare celor întâlnite în cazul segmentului 14-15. • Principalul punct de interes este delimitat de cotele distanței 0.1m-3.5m și adâncimea cuprinsă între valorile 1.5m-0.3m. |

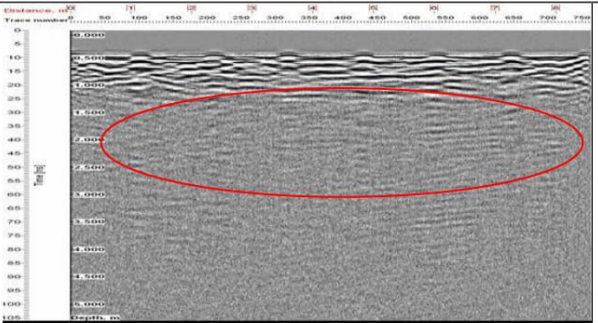
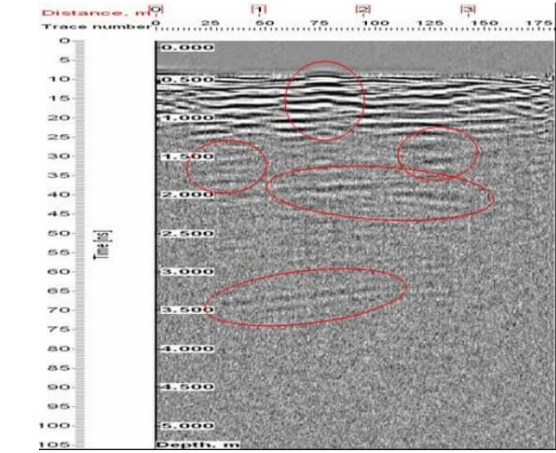
Radare cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|---|--|
| <p>17-18</p> |  <p style="text-align: center;">Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Acest segment delimitează extremitatea estică a altarului și în același timp a întregii biserici. • Pe toată distanța scanării GPR și cuprinsă între adâncimea de 0.5 m -1.3 m este subliniată o reflexie ce indică o depărtare față de un reflector puternic - localizat cel mai probabil la baza peretelui de Nord • O altă reflexie a aceluiași punct este întâlnită la distanța de 0.3 m și adâncimea de 1.8 m. |
| <p>18-19</p> |  <p style="text-align: center;">Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul se desfășoară în jumătate nordică, pe lungimea planului bisericii și delimitează spațiul dintre pronaos și granița dintre naos și altar. • Majoritatea punctelor de interes subliniate sunt produse la suprafață - îmbinarea plăcilor de protecție a noului paviment • Delimitată de valorile distanței 0.1m-3.5m și adâncimea 0.5m-2 m este evidențiată o reflexie provenită de la un material caracterizat de o reflectanță ridicată |

Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|--|--|
| <p>19-20</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul este localizat în altar pe direcția Vest-Est continuă direcția segmentului 18-19. • Punctul principal de interes este remarcat la adâncimea de 3 m între valorile distanței: 0.8 m-3 m. Această reflexie a pulsurilor semnaleză o modificare a caracteristicilor electromagnetice. |
| <p>20-21</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 20-21 este caracterizat de prezența mai multor reflexii produse la o adâncime superficială (provocate de protecția noului paviment) dar și de unele puncte de interes remarcate la o adâncime considerabilă. Exemple: Distanța:3m-6m/ Adâncimea: 3m Distanța: 8m-11m /Adâncimea: 1.5m |
| <p>21-22</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul corespunde absidei altarului pe direcția Vest-Est (limita de Est: masa altarului) • Se disting cu mare acuratețe două reflexii ce parcurg întreaga distanța scanată pe următoarele valori ale adâncimii: Prima reflexie: 1 m-0.3 m A doua reflexie: 2.2 m-1.6 m(ecoul primei reflexii) • Aceste reflexii pot reprezenta elemente de armătură a șapei de beton supraînălțate în zona altarului. |

Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|---|--|
| <p>22-23</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Segmentul 22-23 delimitează în jumătatea sudică, spațiul dintre pronaos și granița naosului cu altarul. • Nu sunt semnalate neomogenități ale solului. |
| <p>23-24</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Acest segment localizat în absida altarului continuă pe direcția Vest-Est segmentul 22-23. • Punctele de interes semnalate sunt prezente pe următoarele coordonate: Distanța: 1m-3m /Adâncimea: 1.8m Distanța: 0.5m-2.5m /Adâncimea: 3m • Aceste reflexii indică prezența unor materiale distincte din punct de vedere al proprietăților electromagnetice. |

Investigații ale perimetrului exterior al bisericii

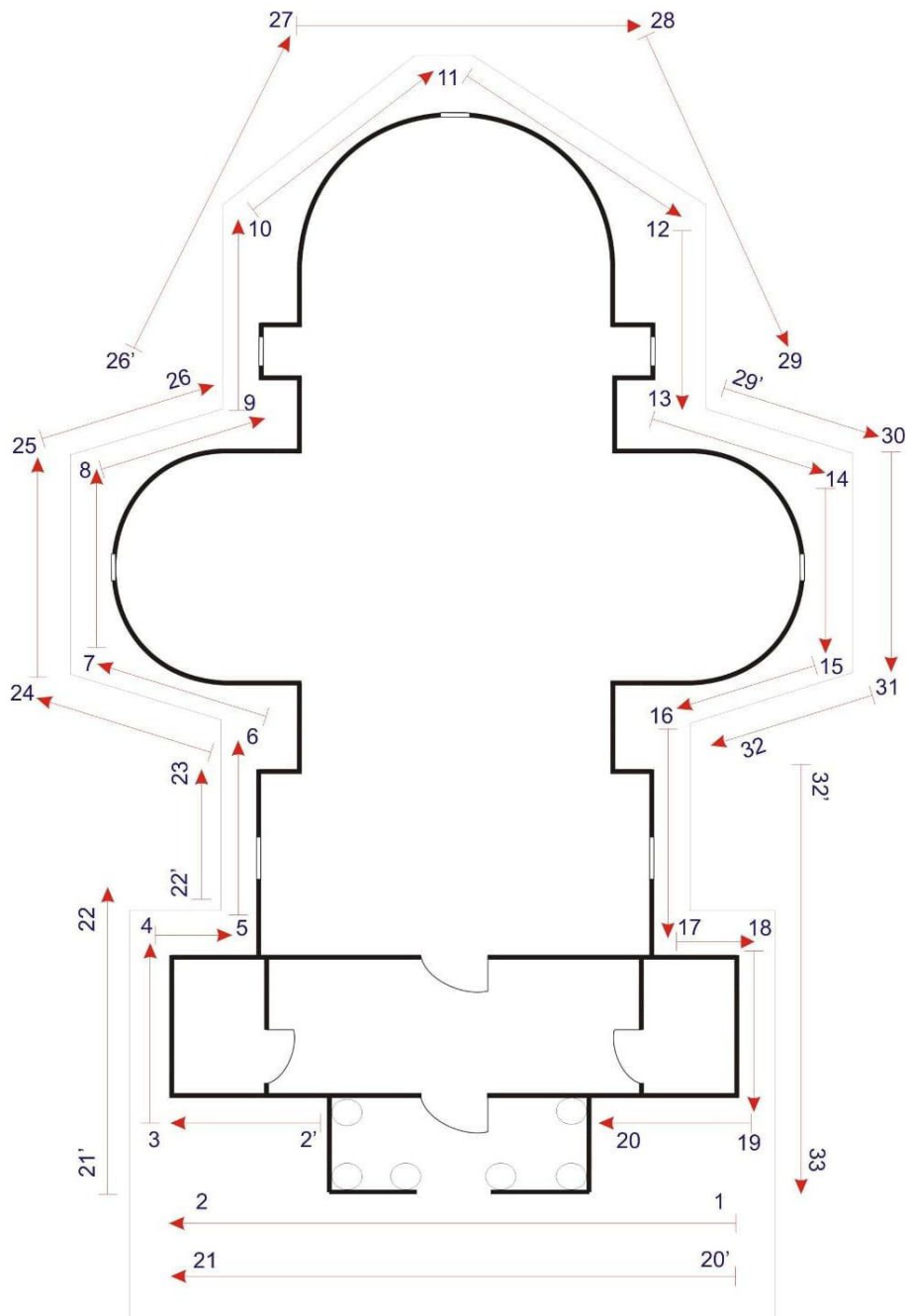
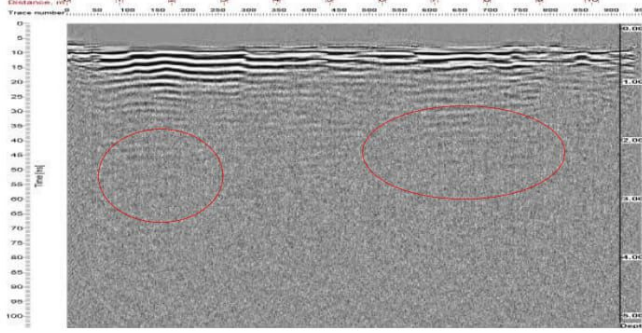
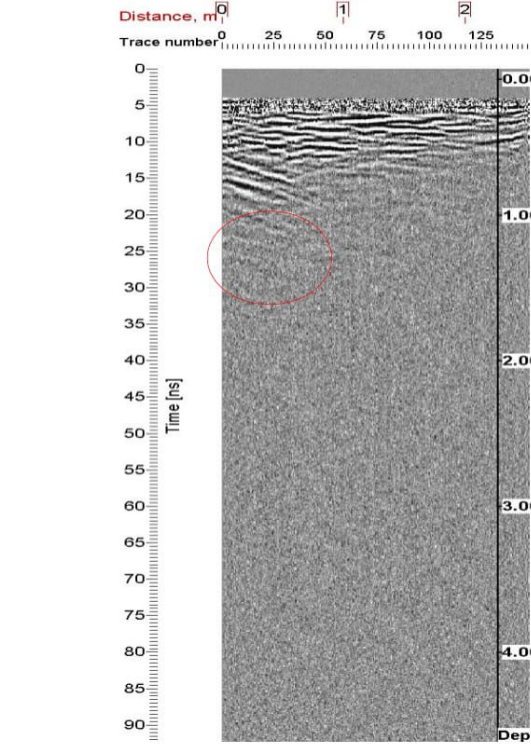
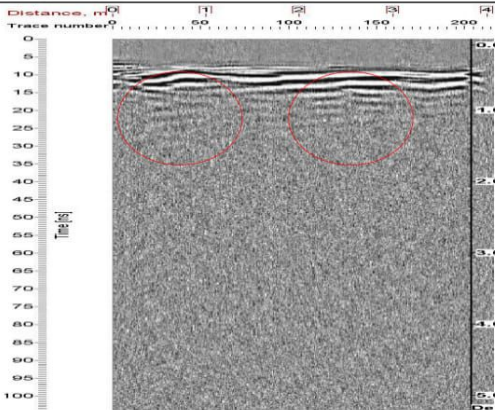
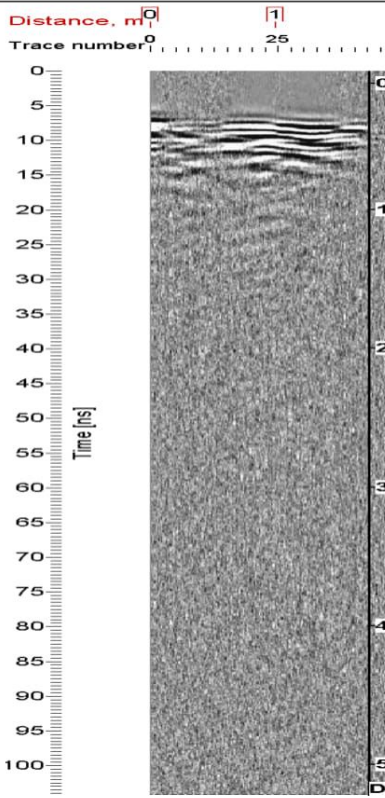


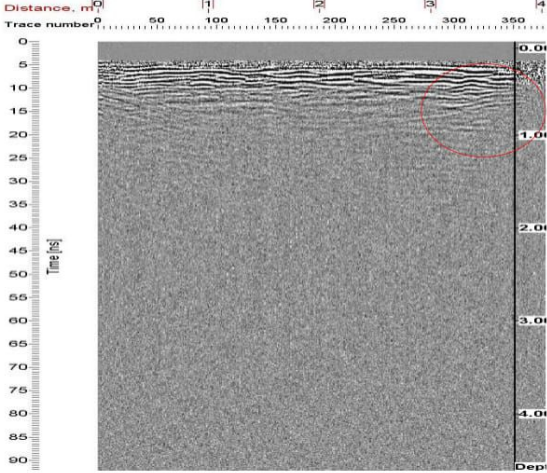
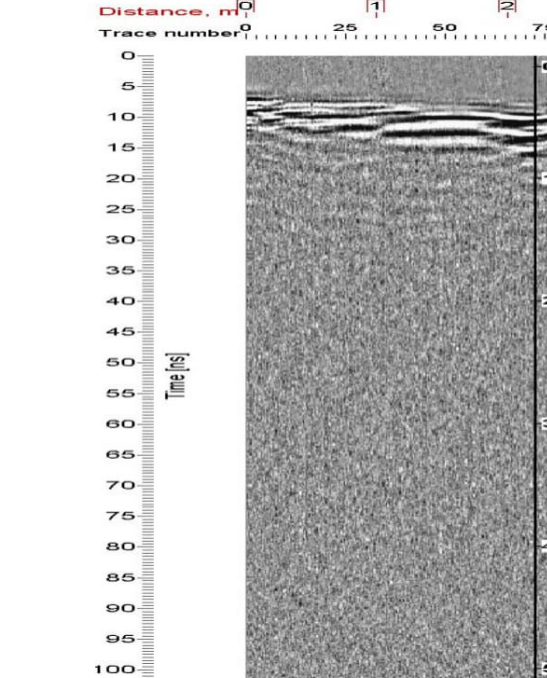
Figura 5 Trasee GPR exterior

| Segment | Radargrama | Observații |
|---------|---|---|
| 1-2 |  <p style="text-align: center;">Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La adâncimea de 1m și distanța de măsurare de 1.5 m sunt observate reflexii provocate de un material cu reflectanță mare din compoziția straturilor de beton. • Un caz asemănător este subliniat la adâncimea de 1m în dreptul distanței de 8.5 m. |
| 2-3 |  <p style="text-align: center;">Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La adâncimea de 0.6 m și distanța de 0.3 m se constată o reflexie a pulsului electromagnetic produsă de o modificarea a materialului(a proprietăților electromagnetice). Această reflexie este provocată de un material diferit de straturile de sol. |

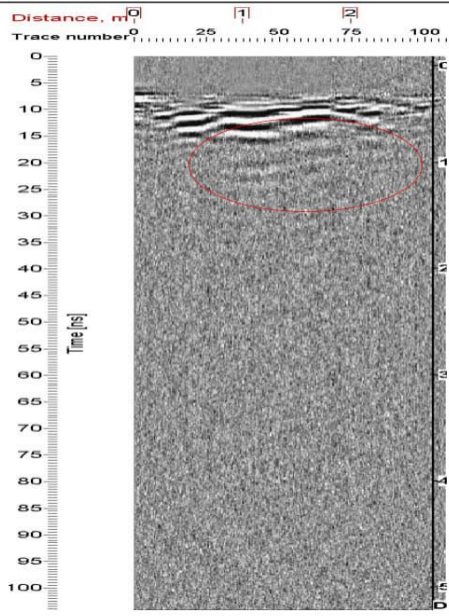
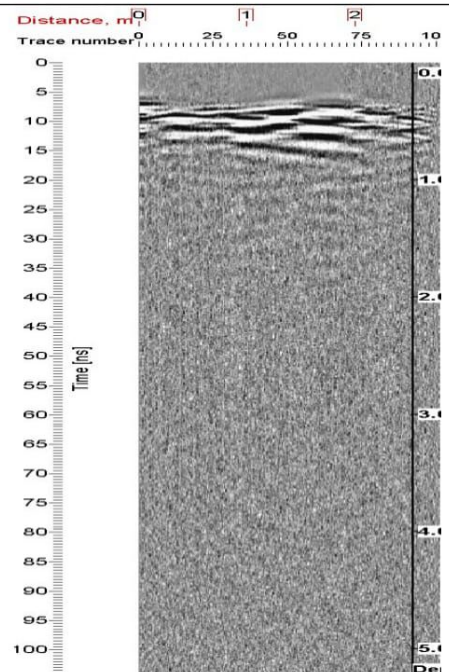
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|------------|---|--|
| <p>3-4</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none">• Reflexii foarte slabe sunt produse la adâncimea de 0.6 m. Nu sunt semnalate anomalii ale substraturilor. |
| <p>4-5</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none">• Nu sunt evidențiate anomalii ale substraturilor solului. |

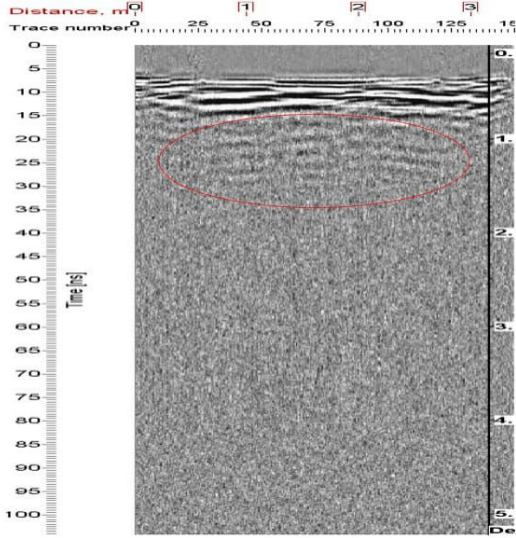
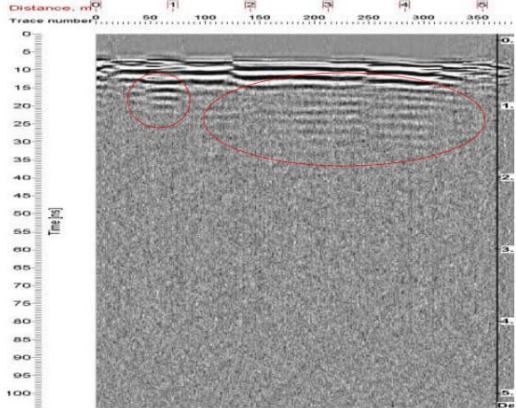
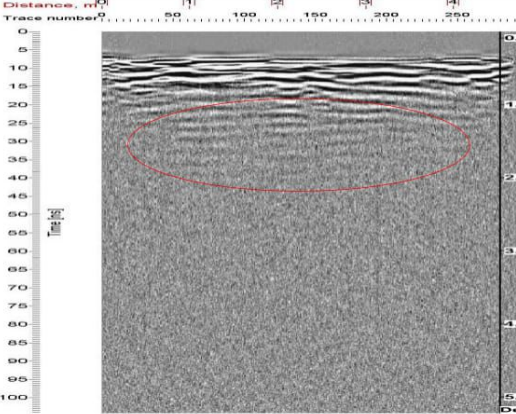
Radare cu penetrare în sol

| | | |
|-----|---|---|
| 5-6 |  <p>Distance, m [0] [1] [2] [3] [4] Trace number 0 50 100 150 200 250 300 350 4 Time, [s] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Depth, m 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 Dep</p> <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none">• Este semnalată la adâncimea de 0.4 m o reflexie slabă provocată de un element din constituția straturilor de suprafață. Nu sunt prezente anomalii ale substraturilor solului. |
| 6-7 |  <p>Distance, m [0] [1] [2] Trace number 0 25 50 75 Time, [s] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 Depth, m 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 Dep</p> <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none">• Substraturile nu prezintă neomogenități. |

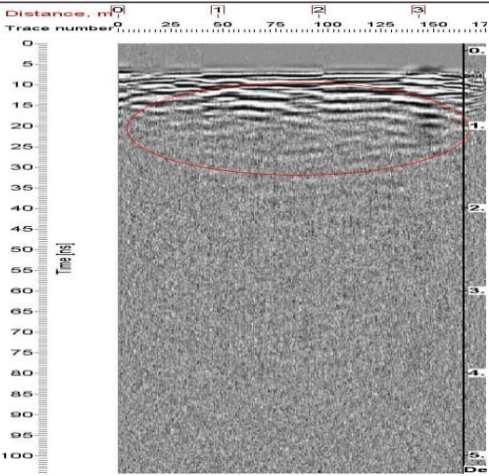
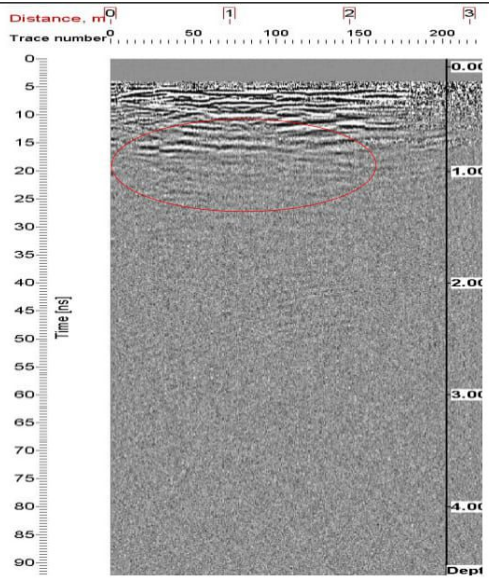
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|------------|---|---|
| <p>7-8</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Este semnalat la adâncimea de 0.6 m-0.8 m un contrast slab produs cel mai probabil de un material cu reflectanță mare din constituția straturilor succesive de beton. |
| <p>8-9</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nu sunt evidențiate anomalii ale substraturilor solului. |

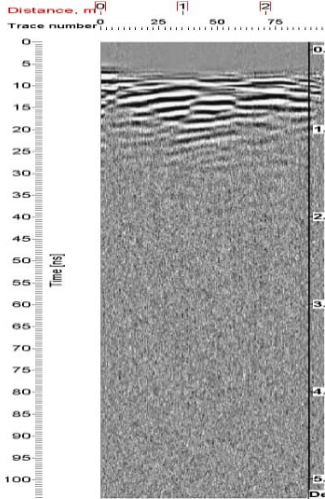
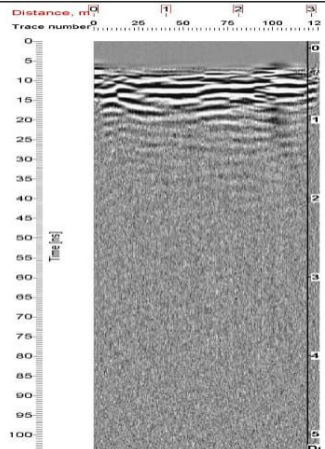
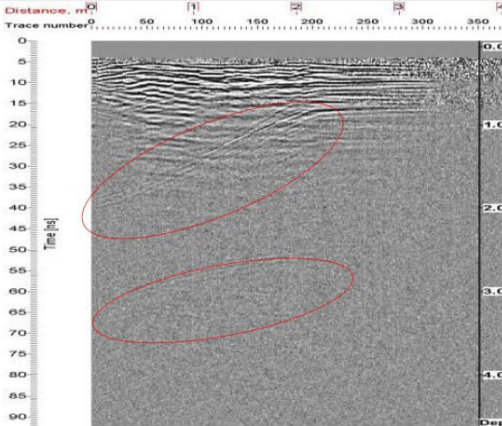
Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|--|---|
| <p>9-10</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La o adâncime cuprinsă între 0.5 și 1 m sunt subliniate reflexii ale pulsurilor electromagnetice produse de materiale cu reflectanță ridicată aflate în compoziția straturilor de beton aflate la suprafață. |
| <p>10-11</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La adâncimea de 0.4 m și distanța de 1 m este subliniată o zonă în care probabil a fost turnat mai mult material de umplere decât în celelalte zone ale acestui segment (zona de la suprafață constituită de straturile de beton). • La o adâncime cuprinsă între 0.6 și 1 m și distanța delimitată între cotele 1.5 m- 5 m sunt evidențiate reflexii produse de materiale cu reflectanță mare prezente în structura straturilor de beton. |
| <p>11-12</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Sunt subliniate la o adâncime cuprinsă între 0.5 m și 1 m reflexii provocate de materiale caracterizate de o reflectanță mare ce fac parte din compoziția straturilor de beton. • Nu sunt semnalate anomalii ale substraturilor. |

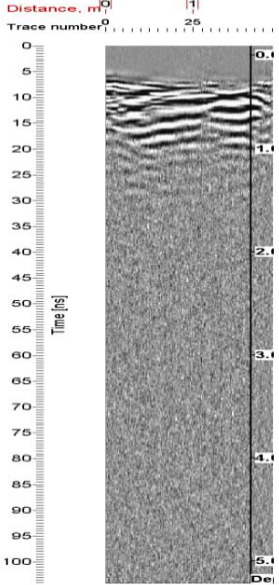
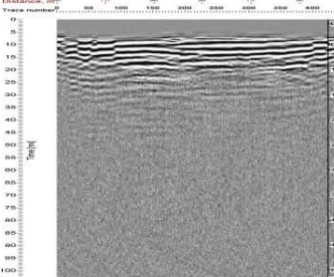
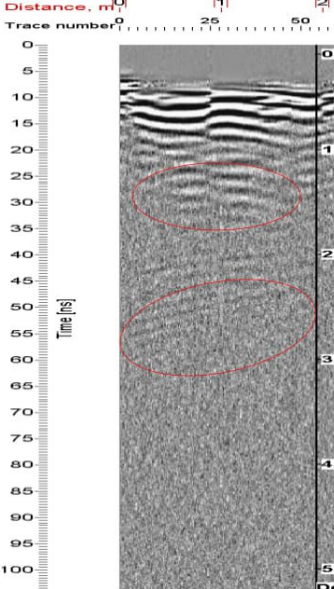
Radare cu penetrare în sol

| | | |
|-------|--|---|
| 12-13 |  <p>Distance, m 0 25 50 75 100 125 150 175 Trace number 0 25 50 75 100 125 150 175 Time [ns] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 Depth [m] 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0</p> <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none">• La adâncimea de 1 m sunt prezente reflexii caracterizate de un contrast slab. Acestea sunt provocate de un material cu reflectanță mare aflat în compoziția straturilor de beton. |
| 13-14 |  <p>Distance, m 0 50 100 150 200 Trace number 0 50 100 150 200 Time [ns] 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Depth [m] 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00</p> <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none">• La adâncimea de 0.6 m este evidențiată o reflexie provocată de straturile de beton |

Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|--|--|
| <p>14-15</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nu sunt semnalate anomalii ale substraturilor. |
| <p>15-16</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nu sunt semnalate anomalii ale substraturilor. |
| <p>16-17</p> |  <p>Antena de 800 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Reflexiile semnalate numai de radargrama antenei de 800 MHz sunt delimitate pe coordonatele: OX: 0.2 m-2 m/OY: 0.5 m/ OZ: 1.8 m - 0.4 m OX: 0.5 m-2.5 m/OY: 0.5 m/ OZ: 2.5 m - 2.2 m |

Radar cu penetrare în sol

| | | |
|--------------|--|---|
| <p>17-18</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nu sunt consemnate neomogenități ale substraturilor. |
| <p>18-19</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nu sunt consemnate neomogenități ale substraturilor. |
| <p>19-20</p> |  <p>Antena de 500 MHz</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Reflexiile subliniate la adâncimea cuprinsă între 0.8m -2 m sunt provocate de materiale reflectante aflate în compoziția straturilor de beton aflate la suprafață |