

Ministerul Transporturilor și Infrastructurii

Instrucțiunea tehnică privind determinarea valorilor dielectricului materialelor cu percometru, scanarea structurii rutiere cu echipamentul georadar - GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN și analiza scanărilor cu ajutorul programului Radan 7 - indicativ AND 619-2024, din 23.02.2026

Parte integrantă din [Ordin 132/2026](#)

Va intra în vigoare la 19 mai 2026

Publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 216 din 20 martie 2026. Formă aplicabilă din 19 mai 2026.

CAPITOLUL I Prevederi generale

SECȚIUNEA 1 Obiect

Art. 1. - (1) Prezenta instrucțiune tehnică prezintă metodologia de determinare a permitivității materialelor din alcătuirea structurilor rutiere (valorilor dielectrice) cu ajutorul percometrului, scanarea structurii rutiere cu echipamentul GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN și interpretarea scanărilor cu ajutorul programului Radan 7.

(2) Echipamentul georadar se poate utiliza pe structuri rutiere flexibile, pe drumuri de orice clasă tehnică, respectiv străzi de orice categorie tehnică (drumuri comunale, drumuri județene, drumuri naționale principale, secundare și europene, drumuri expres și autostrăzi).

Art. 2. - Pentru interpretarea corectă a datelor obținute prin GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN și pentru generarea de evaluări precise privind structura rutieră investigată este necesar ca beneficiarul să transmită prestatorului de lucrări informații detaliate privind modul de alcătuire a structurii rutiere supuse investigațiilor, respectiv: tipurile de straturi de mixtură asfaltică, grosimile fiecărui strat, detalii despre compoziția și structura materialului din straturile-suport ale mixturilor asfaltice.

SECȚIUNEA a 2-a

Scop

Art. 3. - (1) Prezenta instrucțiune prezintă metodologia de investigare și de prelucrare a datelor măsurate, în scopul determinării uniformității grosimilor straturilor rutiere și identificării zonelor cu umiditate excesivă a pământului de fundare.

(2) Investigația continuă, nedistructivă realizată cu GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN, raportată în cadrul radargramelor la fiecare 5 cm, permite determinarea cu precizie a grosimilor straturilor rutiere și identificarea zonelor cu probleme privind umiditatea excesivă a pământului de fundare.

(3) După identificarea acestor zone se pot dispune investigații/teste suplimentare de extragere de carote pentru determinarea grosimilor straturilor, extragere de probe de material pentru realizarea testelor de laborator. Pe baza rezultatelor obținute se dispun măsuri de remediere adecvate.

Art. 4. - Prelucrarea scanărilor și determinarea grosimilor se realizează cu ajutorul software-ului Radan 7.

SECȚIUNEA a 3-a

Definiții și termeni

Art. 5. - În sensul prezentei instrucțiuni, termenii și expresiile de mai jos se definesc astfel:

a) antenă - un emițător și un receptor asociate care transmit energie electromagnetică într-un material și recepționează orice reflexii ale acelei energii de la materialele din sol. Se mai numește și traductor. Antenele sunt raportate de obicei la valoarea frecvenței lor centrale (adică 400 MHz, 900 MHz, 1 GHz, 2 GHz). Această frecvență determină adâncimea de penetrare și dimensiunea obiectelor sau straturilor vizibile;

b) permitivitate dielectrică - o proprietate a unui material electric izolant (un dielectric) egală cu raportul dintre capacitatea unui condensator umplut cu materialul dat și capacitatea condensatorului identic umplut cu aer. Materialele din structura pământului sunt clasificate în general drept conductori, semiconductori și izolatori (dielectrici). Un material dielectric este un slab conductor al curentului electric. Capacitatea specifică a unui vid este $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ farad pe metru (F/m). Constanta dielectrică relativă, ϵ_r , pentru aer este 1 și este de aproximativ 81 pentru apă dulce;

c) GPR - acronim pentru "Ground Penetrating Radar", radar de penetrare sol;

d) GHz - gigahertz; o măsurătoare de frecvență egală cu un miliard de cicluri pe secundă;

e) MHz - megahertz; o măsurătoare de frecvență egală cu un milion de cicluri pe secundă;

f) DMI - acronim pentru "Distance Measure Instrument", instrument calibrat pentru înregistrarea precisă a distanțelor;

g) GPS - acronim pentru "Global Position System", sistem de poziționare globală;

- h) scanare - o undă reflectată complet de la emisie la recepție, denumită uneori o urmă;
- i) undă electromagnetică - o undă care este propagată prin interacțiunea reciprocă a câmpurilor electrice și magnetice. Căldura radiantă, lumina și undele radio sunt unde electromagnetice;
- j) radar - detectare radio și raming; un sistem electronic care transmite energie electromagnetică și detectează locația energiei reflectate;
- k) reflexie - măsura în care un obiect returnează unde radio incidente;
- l) SIR - echipament de achiziționare date.

SECȚIUNEA a 4-a

Referințe

Art. 6. - La utilizarea prezentei instrucțiuni se aplică prevederile următoarelor documente de referință:

- a) SR 4032-1/2001. Lucrări de drumuri. Terminologie;
- b) Manual de utilizare - Geophysical Survey Systems - GSSI, soft de prelucrare date Radan 7;
- c) Manual de utilizare - Geophysical Survey Systems - GSSI sistemului de operare SIR-30;
- d) Dicționar enciclopedic geofizică de explorare, ediția a treia, R.E. Sheriff, Society of Explorations Geophysicists, Tulsa, OK, 1991;
- e) Dicționar standard de termeni electrici și electronici, John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 1972;
- f) Enciclopedia științifică a lui Van Nostrand, ediția a cincea, D.C. Considine, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY, 1976;
- g) ASTM D6432-19. Ghid standard pentru utilizarea metodei radar de penetrare a solului de suprafață pentru investigarea subteranelor.

CAPITOLUL II

Echipamente utilizate pentru realizarea măsurătorilor

Art. 7. - (1) Percometrul este un echipament ce se utilizează la realizarea măsurătorilor in situ pentru stabilirea valorii dielectrice a materialului de la suprafața structurii rutiere, valoare dielectrică ce este necesară pentru setarea sistemului SIR 30 al echipamentului GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN, prezentat în fig. 1.

(2) Echipamentul se mai poate folosi și pentru determinarea conductivității și umidității materialelor, atât în laborator, cât și pe teren.

Figura 1. Prezentare echipament percometru



Art. 8. - Echipamentul GPR (Ground Penetrating Radar) este un echipament pentru investigarea geofizică nedistructivă, bazat pe propagarea și reflectarea undelor electromagnetice. Măsurătorile cu acest echipament sunt în general efectuate prin deplasarea antenei, fie în contact cu solul, fie în aer.

Art. 9. - Echipamentul GPR este compus din două sisteme:

a) Primul sistem, sistemul SIR.30, este un sistem de colectare date și de scanare, prezentat în fig. 2.

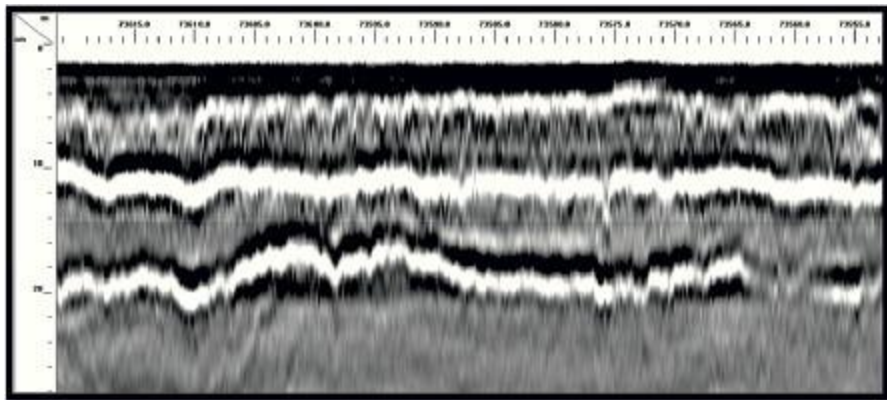
Figura 2. Prezentare echipament GPR/Sistem SIR.30



NOTE:

1. Pentru scanarea structurilor rutiere se folosesc două antene Horn de aer, montate în fața autovehiculului, o antenă cu frecvența de 2 GHz și o antenă cu frecvența de 1 GHz.
2. Pentru a construi un profil GPR se realizează măsurători de-a lungul traseului de scanare, scanarea fiind efectuată din 5 cm în 5 cm pe lungimea traseului pentru o reprezentare grafică cât mai detaliată, iar amplitudinile de undă reflectată pentru fiecare scanare sunt reprezentate cu diferite culori pentru determinarea unui profil GPR. Un profil tip GPR este prezentat în fig. 3.

Figura 3. Profil tip GPR



b) Al doilea sistem este de evaluare și de determinare a grosimilor straturilor prin analiza înregistrărilor, scanărilor, cu ajutorul software-ului Radan 7.

NOTĂ:

Pentru a avea o viziune clară a grosimii straturilor rutiere se face o analiză și interpretare cu ajutorul software-ului Radan 7, prezentat în fig. 4.

Figura 4. Software Radan 7

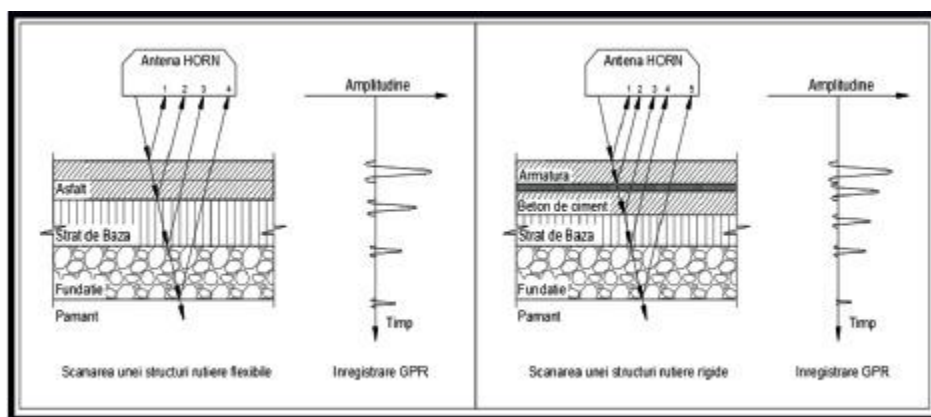


CAPITOLUL III

Principiul metodei

Art. 10. - Cu ajutorul percometrului se determină valorile dielectricului structurii rutiere. Se introduce valoarea medie a dielectricului în sistem SIR.30 de colectare date și se încep măsurătorile cu cele două antene Horn de aer, montate în fața autovehiculului. Aceste antene GPR de aer transmit unde electromagnetice de înaltă frecvență în sistemul rutier. O parte din această energie este reflectată înapoi la suprafața de la interfața a două materiale adiacente (de obicei stratificate) cu proprietăți electrice diferite. Schemele măsurătorilor GPR, pentru un sistem rutier flexibil și pentru unul rigid, sunt prezentate în fig. 5.

Figura 5. Schema unei măsurători GPR



Art. 11. - Pentru colectarea datelor se mai pot folosi și alte tipuri de antene, antene de joasă frecvență, antene de sol, care pot determina existența unor obiecte metalice îngropate, cum ar fi conducte de metal, conducte de PVC sau chiar bolovani rotunjiți, aceste obiecte fiind reprezentate în profilul GPR sub formă de reflexii hiperbolice.

Art. 12. - Datele sunt colectate de sistemul SIR.30 și sunt ulterior descărcate pentru prelucrare în software-ul Radan 7. În urma prelucrării scanărilor rezultă profile GPR, cu ajutorul cărora se pot determina grosimile straturilor și se pot identifica zonele unde se schimbă caracteristicile materialelor.

Art. 13. - Pe baza instrumentului de măsurare a distanței, numit "DMI", montat pe roata stângă spate a vehiculului, și a sistemului "GPS", montat pe plafonul vehiculului pentru înregistrarea poziției exacte, după prelucrarea cu software-ul Radan 7 se pot identifica pe radargramă pozițiile kilometrice unde apar variații ale grosimii structurii rutiere, umiditate a terenului de fundare sau alte diferențe ale caracteristicilor materialelor structurii rutiere.

Art. 14. - După identificarea acestor zone se poate dispune realizarea de investigații/teste suplimentare: extragerea de carote pentru determinarea grosimilor straturilor, extragerea de probe de material pentru realizarea testelor de laborator.

CAPITOLUL IV

Descrierea echipamentelor

SECȚIUNEA 1

Percometru

Art. 15. - (1) Percometrul are în componența sa o unitate centrală, cu ajutorul căreia se setează tipul exact de sondă folosit și se fac măsurătorile/înregistrările.

(2) Percometrul este un instrument fiabil, precis, ușor de utilizat pentru măsurarea constantei dielectrice (permitivitate), conductivității electrice și temperaturii. Permitivitatea se măsoară prin modificarea capacității electrice a electrodului (sondă) datorită influenței materialului măsurat pe 40-50 MHz. Cu o soluție schematică corectă se măsoară doar o modificare a componentei de curent capacitiv, adică conductivitatea nu influențează rezultatul măsurării. Conductivitatea este măsurată de un canal separat, cu un semnal de curent alternativ de 1 kHz și este exprimată ca $\mu\text{S/cm}$.

(3) Percometrul are cinci moduri de măsurare opționale:

- a) măsurarea continuă a valorii constantei dielectrice;
- b) măsurarea continuă a valorii conductivității electrice;
- c) măsurarea punctului unic al valorii constantei dielectrice și a conductivității electrice simultan;
- d) măsurarea statistică pe mai multe puncte a constantei dielectrice și a valorilor conductivității electrice;
- e) măsurători automate ale constantei și conductivității dielectrice cu intervalul de timp dat și numărul de puncte.

(4) Percometrul are în dotare cinci sonde, după cum urmează:

- a) sondă pentru probe de suprafață (60 mm diametrul) Er (1 la 40), precizia $\pm (0,1 + 1\%)$;
- b) sondă pentru probe de suprafață (60 mm diametrul) Er (1 la 200), precizia $\pm (0,25 + 2\%)$;
- c) sondă pentru probe cu tub lung ($L = 100 \text{ cm}$) Er (1 la 15) precizia $\pm (0,05 + 1\%)$;
- d) sondă pentru probe cu tub scurt ($L = 18 \text{ cm}$), Er (1 la 15) precizia $\pm (0,05 + 1\%)$;
- e) sondă pentru probe cu tub lung ($L = 100 \text{ cm}$) Er (1 la 81) precizia $\pm (0,25 + 2\%)$.

(5) Sondele pentru probe cu tub lung/scurt se folosesc pentru determinări ale straturilor de fundație sau terenului de fundare.

(6) Sondele pentru probe de suprafață se folosesc pentru determinări ale straturilor de suprafață, mixturi asfaltice, betoane asfaltice, plăci de beton. O sondă de suprafață este prezentată în fig. 6.

Figura 6. Percometru + sondă de suprafață



SECȚIUNEA a 2-a

Echipament GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN

Art. 16. - (1) Echipamentul GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD SCAN este alcătuit din:
a) vehicul de transport - pe care este montat echipamentul, prezentat în fig. 7;

Figura 7. Vehicul + echipament GPR



b) antene Horn de aer de înaltă frecvență, antene de sol de joasă frecvență, conform tabelului nr. 1;

Tabelul nr. 1. Tipuri de antene

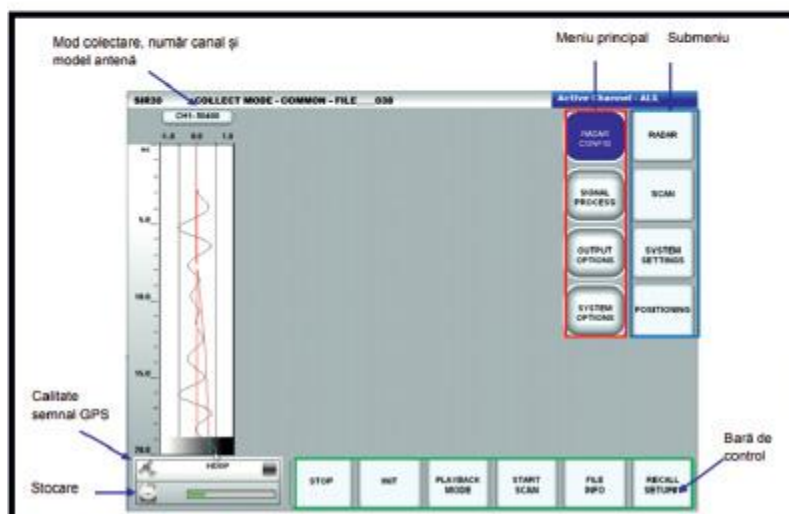
Tipul antenei - frecvență	Adâncime de măsurare (m)	Utilizare
Antenă Horn aer - 2.000 MHz	0,5	Straturi de mixtură asfaltică
Antenă Horn aer - 1.000 MHz	0,8	Straturi de fundație
Antenă de sol - 900 MHz	1	Straturi de fundație, terasamente și teren de fundare
Antenă de sol - 400 MHz	2,5	Terasamente sau teren de fundare

c) sistem de identificare a poziției de măsurare - instrument de măsurare a distanței numit "DMI - distance measure instrument", montat pe roata stângă spate a vehiculului;

d) sistem "GPS" montat pe plafonul vehiculului;

e) sistemul SIR.30 - sistem de colectare date și de scanare. Acest sistem are în componența sa o unitate centrală, controlată cu ajutorul unui monitor cu tastatură și mouse, și este folosit pentru stocarea datelor scanate, precum și pentru setarea parametrilor și vizualizare date/radargrame în timpul scanării, prezentat în fig. 8.

Figura 8. Ecran de control, meniu principal SIR.30



(2) Unitatea de control SIR.30, antenele Horn de înaltă frecvență și antenele de sol de joasă frecvență nu necesită calibrare în fabrică. Nu există un certificat de calibrare disponibil, aceste sisteme au fost proiectate să se autocalibreze de fiecare dată când sunt pornite. Echipamentul GPR



valor de efectua

(2) Înainte de începerea măsurărilor cu echipamentul GPR (Ground Penetrating Radar) ROAD

(3) Propagarea undelor electromagnetice ce traversează un mediu real este controlată în principal

ϵ - permitivitatea electrică a mediului (constanta dielectrică a mediului);

σ - conductivitatea electrică.

(4) Valoarea medie a dielectricului (fig. 10) se folosește pentru determinarea grosimilor straturilor structurii rutiere.

Figura 10. Valori medii dielectric

Material	Dielectric	Viteză (mtr/s)
Aer	1	300
Apă dulce	81	33
Apă de mare	81	33
Zăpezii proasp.	1.4 - 3	194 - 252
Gheață proasp.	3 - 3.15	168
Gheață timp.	3.2	167
Gheață pură	3.2	167
Gheață de lac de apă dulce	4	150
Gheață de mare	2.5 - 8	78 - 157
Permafrost	1 - 8	100 - 300
Nisip coasat (uscat)	10	95
Nisip (uscat)	3 - 6	120 - 170
Nisip (umed)	25 - 30	55 - 60
Nămol (umed)	10	95
Argilă (umedă)	8 - 15	86 - 110
În argilă	3	175
Mărmură	12	86
Teren argilos	15	77
Pășune	13	93
"Sol mediu"	16	75
Grăni	5 - 8	100 - 120
Calcaros	7 - 9	100 - 113
Dolomită	6.8 - 8	100 - 115
Bazalt (umed)	8	100

Grăni (umed)	7	113
Graie (umedă)	6	112
Cărbune	4 - 5	134 - 150
Cuarț	4.3	145
Beton	5 - 6	55 - 120
Asfalt	3 - 5	134 - 173
PVC	3	173

**Factor de conversie metru la unități engleze: 2.54 cm în 1 inch.
 *** Tabel de valori de dielectric adaptat de la:
 Reynolds, John M.
 1997. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, John Wiley & Sons, New York.

(5) Pasul de măsurare - măsurătorile se realizează la interdistanța de 5 cm, pentru a avea o continuitate a radargramei și pentru a putea identifica cu ușurință zonele cu probleme.

CAPITOLUL VI

Perioada de realizare a măsurătorilor

Art. 18. - Nu se pot realiza măsurători la temperaturi sub 5°C, pe timp de ploaie, pe timp de ninsoare, dacă este ceață sau dacă sunt rafale puternice de vânt. Suprafața părții carosabile trebuie să fie curată, uscată și să nu prezinte urme de noroi.

CAPITOLUL VII

Modul de efectuare a măsurătorilor

Art. 19. - Se determină valoarea medie a dielectricului în urma măsurării structurii rutiere utilizând percometrul. Se conectează sonda pentru probe de suprafață sau probe de adâncime la unitatea

centrală și se setează tipul sondei. Se pornește unitatea centrală pe modul de măsurare multiplă a valorii dielectrice a materialului. Pentru realizarea măsurărilor se pun sondele percometrului în contact cu suprafața materialului pentru care se determină dielectricul și se citește valoarea dielectricului cu ajutorul unității centrale. În funcție de tipul materialului de la suprafața structurii rutiere pe care urmează să se realizeze măsurători, se utilizează sondele de suprafață pentru mixturile asfaltice, dale de beton sau balast stabilizat, respectiv sondele cu tub scurt sau lung pentru materialele de fundație. Se memorează valoarea în unitatea centrală și se repetă procesul de măsurare pentru celelalte puncte de măsurare. La sfârșitul măsurărilor se va selecta media măsurărilor și unitatea centrală va afișa valoarea dielectrică medie a materialului.

Art. 20. - Se montează antenele de măsurare, DMI și GPS, și se pornește unitatea SIR.30. Cu ajutorul tastaturii se setează parametrii de măsurare, se introduce poziția kilometrică de început a măsurătorii și se pornește scanarea odată cu deplasarea vehiculului de transport. La finalizarea deplasării antenelor pe sectorul omogen se oprește înregistrarea și se descarcă datele pe un hard extern pentru a fi prelucrate cu ajutorul software-ului Radan 7.

Art. 21. - (1) GPR funcționează trimițând un impuls mic de energie într-un material și înregistrând puterea și timpul necesar pentru reîntoarcerea oricărui semnal reflectat. O serie de impulsuri pe o singură zonă alcătuiesc ceea ce se numește scanare. Reflexiile sunt produse de fiecare dată când impulsul de energie intră într-un material cu proprietăți de conductivitate electrică diferite sau permitivitate dielectrică din materialul prin care a trecut, exemplificate în fig. 11. Puterea sau amplitudinea reflexiei este determinată de contrastul constantelor dielectrice și conductivitatea celor două materiale. Spre exemplu, un impuls care trece de la nisip uscat (dielectric de 5) la nisip umed (dielectric de 30) va produce o reflectare foarte puternică, în timp ce trecerea de la nisip uscat (dielectric de 5) la calcar (dielectric de 7) va produce o reflectare relativ slabă. În timp ce o parte din impulsul energetic GPR este reflectat înapoi la antenă, energia continuă să traverseze materialele până când se disipează (atenuează) sau unitatea de control GPR își închide fereastra de timp. Viteza de atenuare a semnalului variază mult și depinde de proprietățile materialului prin care trece pulsul.

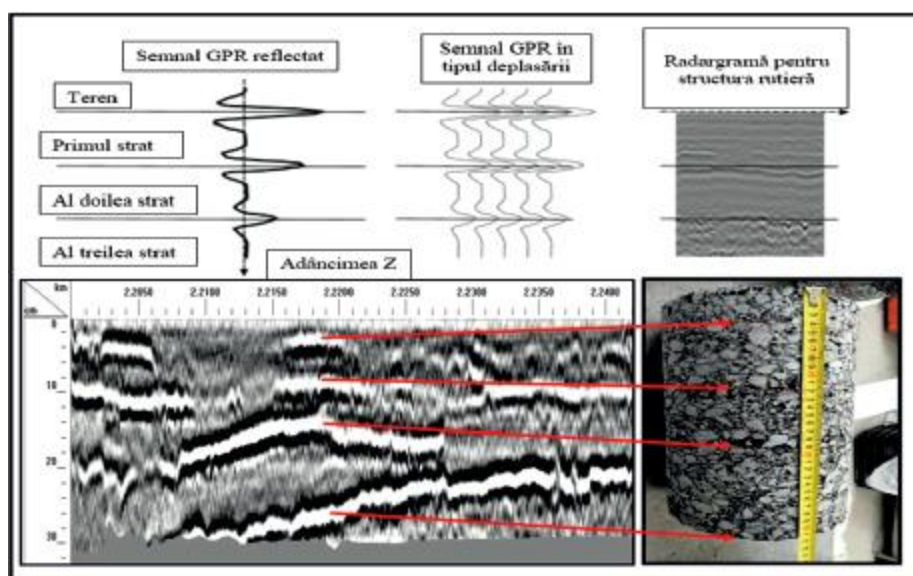
Figura 11. Reflexii material



(2) Materialele cu valori dielectrice mari vor reflecta unda radar și nu vor permite acestea să penetreze stratul în adâncime, materialele cu conductivitate mare vor atenua semnalul. În cazul materialelor saturate, valoarea constantei dielectrice va crește substanțial și, drept urmare, zona va trebui inspectată cu atenție pentru a detecta prezența apei. În cazul metalelor, razele se vor reflecta și nu vor trece mai departe, iar materialele aflate sub plăci metalice nu vor fi vizibile pe radargramă.

Art. 22. - Modul de transmitere a semnalului, de realizare a înregistrărilor radargramei și radargrama procesată în software-ul Radan 7 împreună cu o carotă extrasă pentru stabilirea grosimilor sunt prezentate în fig. 12.

Figura 12. Modul de transmitere a semnalului, radargramă procesată, carotă extrasă



CAPITOLUL VIII

Prelucrarea înregistrărilor

Art. 23. - (1) După descărcarea înregistrărilor din unitatea centrală SIR.30, acestea se prelucrează cu ajutorul software-ului Radan 7.

(2) După lansarea aplicației este afișat ecranul prezentat în fig. 13.

Figura 13. Interfața software-ului Radan 7



(3) Pentru o mai bună înțelegere a ecranului principal după lansarea aplicației Radan 7, se prezintă mai jos opțiunile disponibile:

- 1. butonul GSSI (GSSI Button);
- 2. Fișierele mele/Procesări/Panoul listei de procesări (MyFiles/Processes/Processes List Pane);
- 3. casete (Ribbons);
- 4. panou de date (Data Pane);
- 5. setări globale/panoul de proprietăți (Global Settings/Properties Pane);
- 6. panou cu tabele (Tables Pane).

Art. 24. - După setarea parametrilor globali din panoul de proprietăți urmează a se deschide ecranul pentru a putea începe prelucrarea fișierelor brute.

Art. 25. - Prelucrare datelor se realizează în trei pași:

1. setarea/calibrarea antenei (Horn calibration)

Această setare se referă la tipul antenei (Antenna Type) - se selectează antena folosită pentru colectarea datelor sau se introduce numărul de serie al antenei ales, dacă este o antenă "Smart";

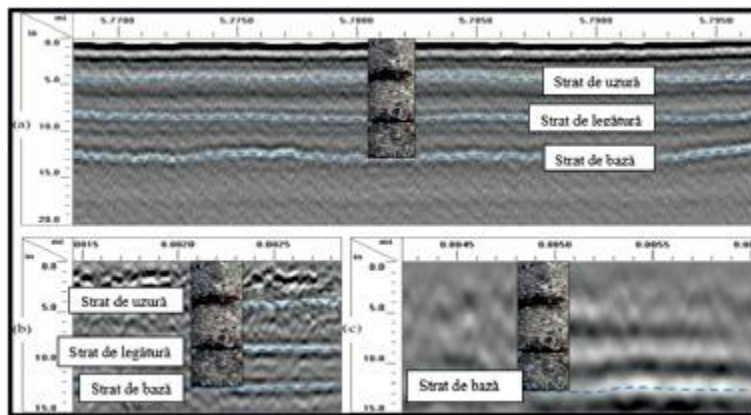
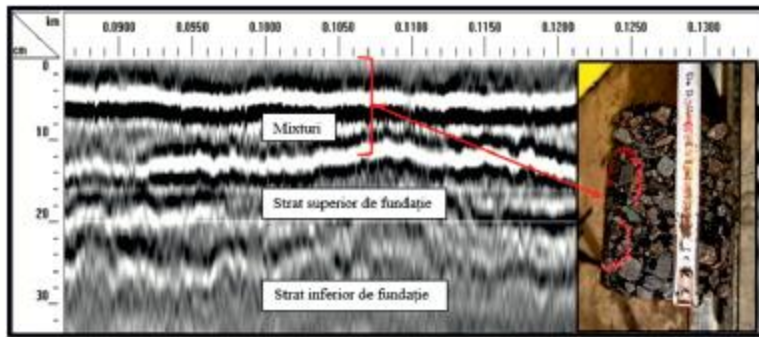
2. alegerea reflecției (Reflection Picking) - Reflection Picking corectează suprafața de la sol a datelor RoadScan pe baza fișierului CZT Horn Calibration creat în pasul anterior. Acest proces elimină zgomotul (erorile) nedorit al semnalului pentru a îmbunătăți reflexiile din straturile rutiere, ceea ce face mai ușor de procesat fișierele brute, măsoară timpii de întoarcere a reflexiilor și calculează timpul de deplasare în două sensuri pentru fiecare dintre straturile rutiere din date;

3. interpretarea radargramelor (Layer Interpretation)

Opțiunea de interpretare a straturilor este proiectată pentru a urmări automat straturile din structurile rutiere care prezintă reflecții clare și coerente ale stratului. Acest proces funcționează cel mai bine pentru straturile cu reflecții de amplitudine ridicată care sunt continue, dar, chiar și în condiții ideale, ieșirea de la interpretarea stratului va necesita în continuare editarea manuală folosind un singur punct.

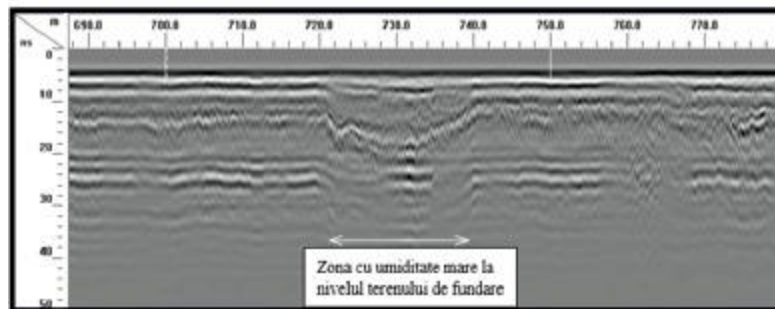
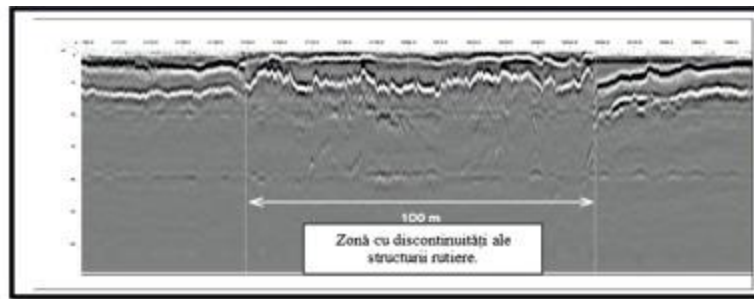
Art. 26. - După prelucrarea înregistrărilor se obțin radargrame pe care se pot vedea straturile structurii rutiere (exemple în figura 14). Grosimea straturilor este delimitată de schimbările de caracteristici ale materialelor și apare în radargramă ca o linie de contrast.

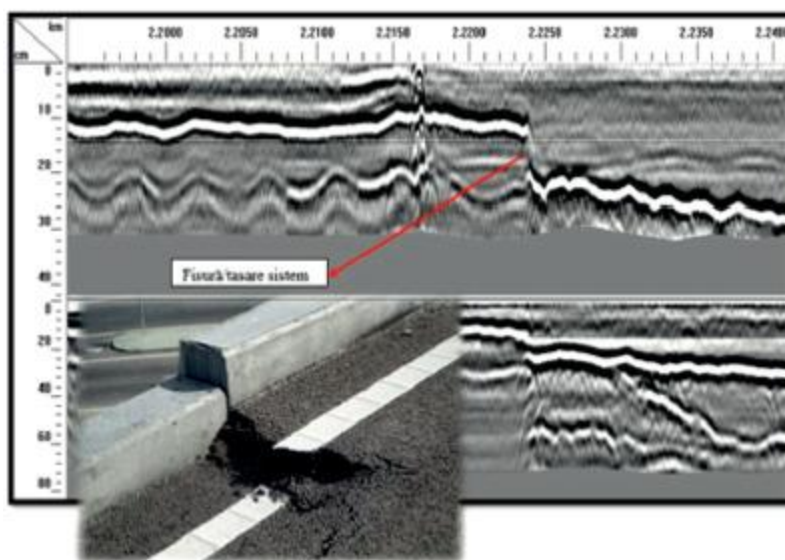
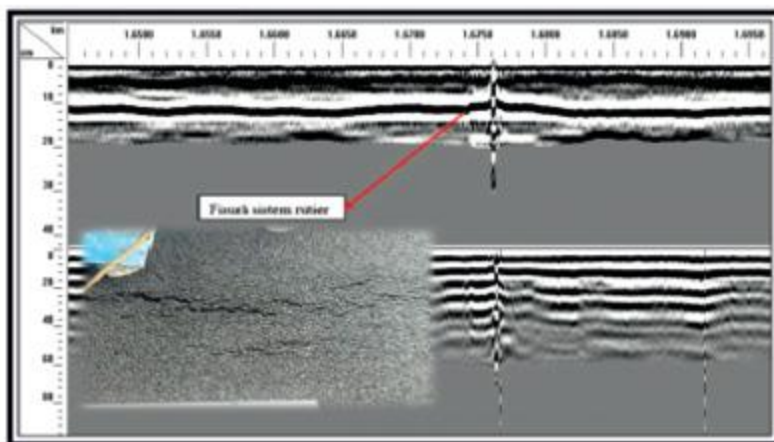
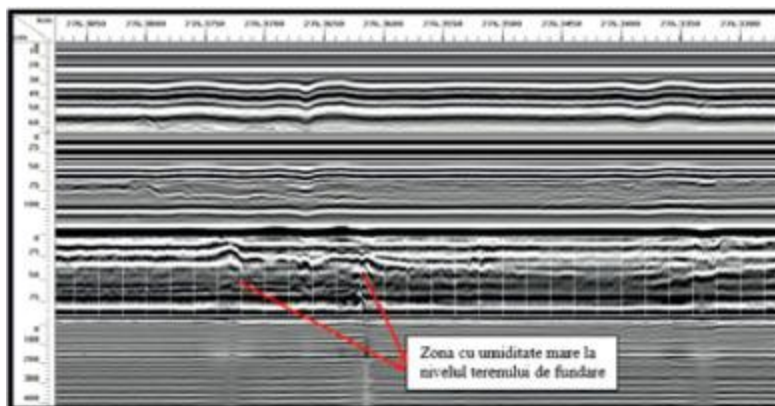
Figura 14. Exemple de radargrame privind straturile structurii rutiere

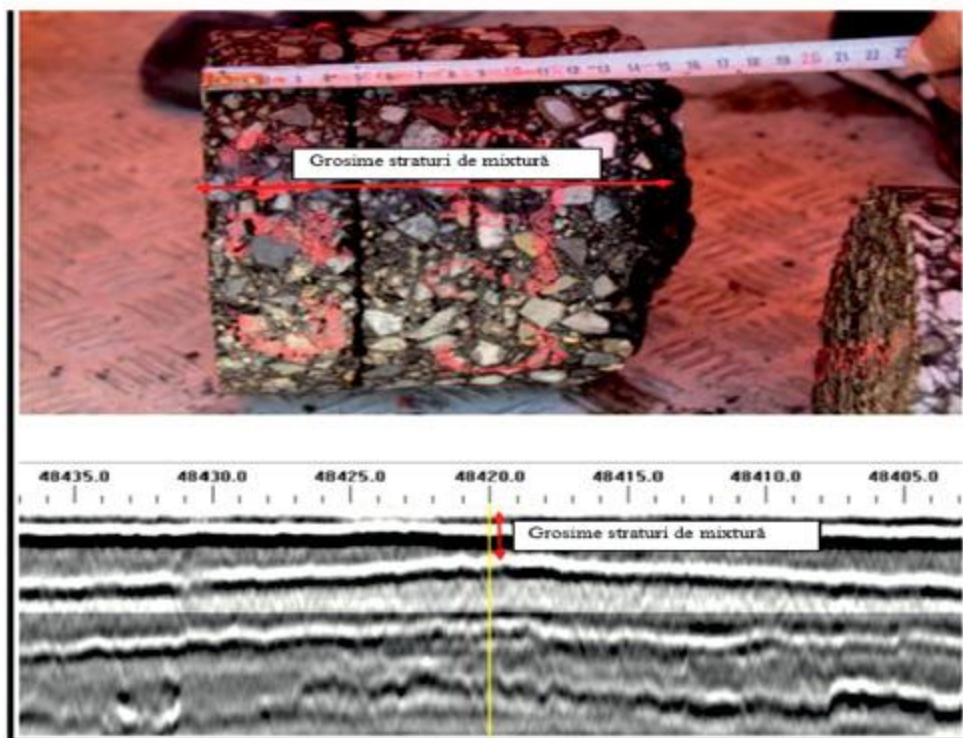
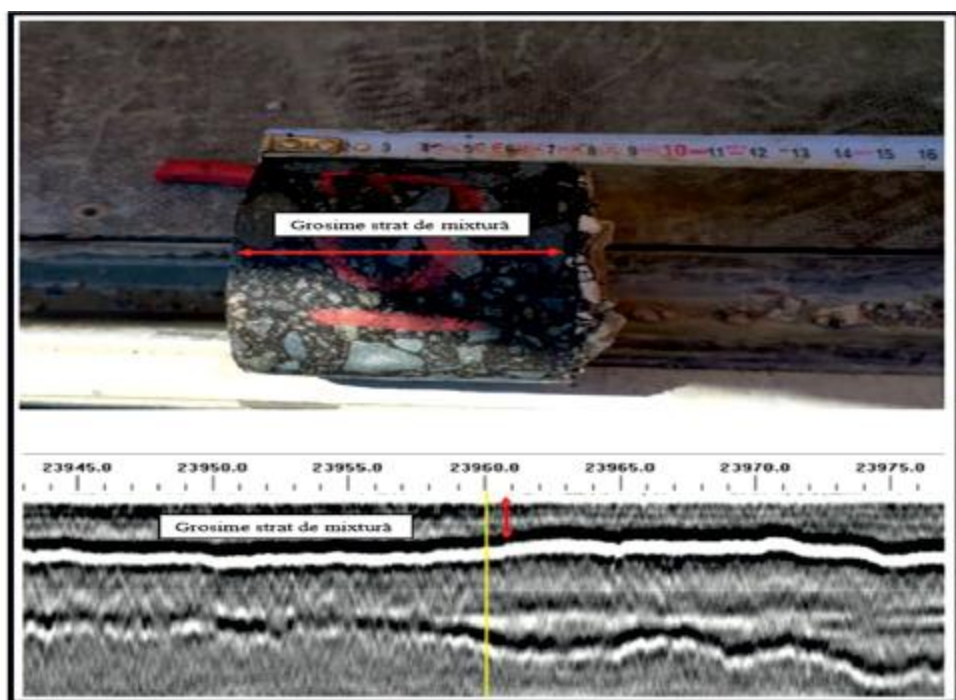


Art. 27. - Cu ajutorul radargramelor se pot evidenția zonele unde există probleme cu structura rutieră (exemple ilustrate în fig. 15):

Figura 15. Exemple de radargrame care evidențiază zone unde există probleme cu structura rutieră







CAPITOLUL IX

Indicații generale pentru soluționarea defecțiunilor tehnice ale echipamentelor de măsurare

Art. 28. - Multe dintre defecțiunile tehnice ce apar în timpul exploatării echipamentului pot fi rezolvate prin efectuarea următoarelor operații:

- a) se verifică dacă toate cablurile și conectorii sunt în bune condiții, dacă nu există deteriorări, în special la nivelul punctelor unde cablurile trec prin dispozitivele de etanșare;
- b) se verifică dacă toate dispozitivele sunt alimentate cu energie electrică;
- c) se opresc toate modulele de colectare a datelor și se repornește programul;
- d) se oprește și se repornește toată aparatura urmând procedurile corecte de închidere.