

## METODE GEOFIZICE

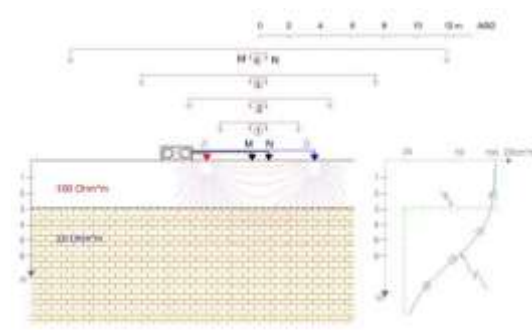
### *Prezentare Generala*

#### 1. Investigatii de tomografie geoelectrica - ERT

În vederea punerii în evidență a condițiilor geologice locale a zonei de interes se vor realiza profile de tomografie geoelectrica (ERT) utilizând dispozitive multielectrod. Lungimea liniei de măsură și a geometriei dispozitivului va fi aleasă astfel încât să se atingă adâncimea de investigație solicitată în fiecare proiect.

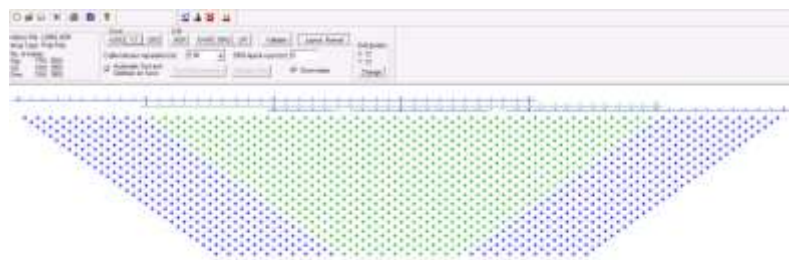
Prin metodele geoelectrice se pot evidenția foarte bine structuri geologice complexe prin faptul că, la trecerea curentului electric printr-un mediu anizotrop, se produc puternice perturbări ale câmpului electric.

Principiul metodei – se injectează în sol un curent de intensitate cunoscută prin doi electrozi de injecție (AB) și se măsoară diferența de potențial la alți doi electrozi - electrozi de măsură (MN).



Pentru mediile omogene și izotrope a fost demonstrat faptul că adâncimea de patrundere a curentului electric este proporțională cu lungimea liniei de emisie AB. Prin determinarea variației rezistivității în funcție de lungimea liniei de emisie AB se poate preciza variația în adâncime a rezistivității reale.

În cazul dispozitivului multielectrod achiziția datelor se face uniform de-a lungul profilului cu o densitate dată de distanța dintre electrozi și tipul dispozitivului ales – Schlumberger, Wenner, Dipol-Dipol etc. La o singură întindere a cablului multielectrod putem achiziționa sute de măsurători de rezistivitate creând astfel o imagine 2D a subsolului.



Aceste date sunt apoi filtrate și procesate cu soft specializat, care realizează o inversie 2D a întregii secțiuni ducând astfel la obținerea unor rezultate maxime.

Densitatea mare de puncte de masura obtinute la o singura intindere recomanda aceasta metoda in numeroase lucrari de cercetare si explorare. Rezolutia imaginii geoelectrice este deosebit de buna facand astfel posibila punerea in evidenta a anizotropiilor din subsol.

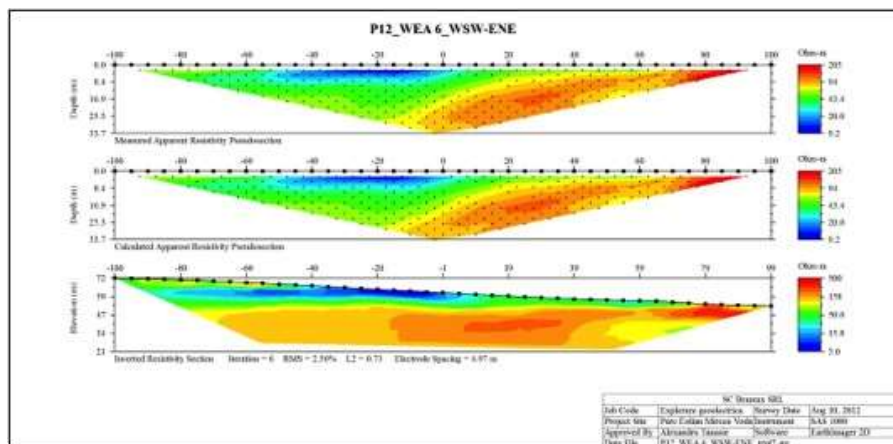
Domeniul de aplicabilitate al diferitelor metode de rezistivitate suportate de aparat este foarte variat. Poate fi folosit pe site-uri arheologice, pentru descoperirea golurilor/cavitatilor ingropate, pentru monitorizarea poluarilor solului sau acviferelor, investigatii geologice, fisuri in roci, alunecari de teren etc.

Personalul implicat atat in masuratorile de teren cat si in procesarea datelor este de specialitate cu experienta in astfel de lucrari in tara si strainatate.

- sistem de masura geoelectric
- electrozi metalici din inox
- cabluri electrice
- GPS RTK
- laptop
- soft de prelucrare si interpretare
- masina 4x4

In cazul terenurilor accidentate profilul topografic este deosebit de important si in etapa de interpretare a datelor de teren unde se vor aplica factori de corectie topografici. Masuratorile topografice vor fi realizate de echipa de teren cu sistem GPS.

In profilarea geoelectrica semnalul este inregistrat ca variatie a rezistivitatii electrice aparente in functie de distanta pe profil. In acest tip de investigatie datele sunt interpretate calitativ, urmarindu-se schimbari ale variatiei rezistivitatii pe profil. Softul utilizat pentru inversie permite modificarea parametrilor de calcul functie de caracteristicile geologice ale terenului investigat. Rezultatul procesului de inversie consta in obtinerea unei sectiuni de rezistivitati reale interpretabile cantitativ in termini geologici functie de informatiile directe obtinute din foraje, aflorimente sau alte surse.



Densitatea mare de puncte de masura obtinute la o singura intindere recomanda aceasta metoda in numeroase lucrari ingineresti. Rezolutia imaginii geoelectrice este deosebit de buna facand astfel

posibila punerea in evidenta a numeroase elemente din subsol: strate geologice, plan de alinecare, anizotropii locale, goluri si zone neomogene etc.



Investigatiile de tomografie geoelectrica sunt complexe si presupune utilizarea unor softuri dedicate pentru interpretarea datelor. Pentru analiza, inversia si interpretarea datelor geoelectrice se vor utiliza softuri dedicate.

Interpretarea datelor geoelectrice de rezistivitate in termeni geologici se va realiza doar pe baza informatiilor directe provenite din foraje sau impreuna cu geologul detasat pe zona investigata.

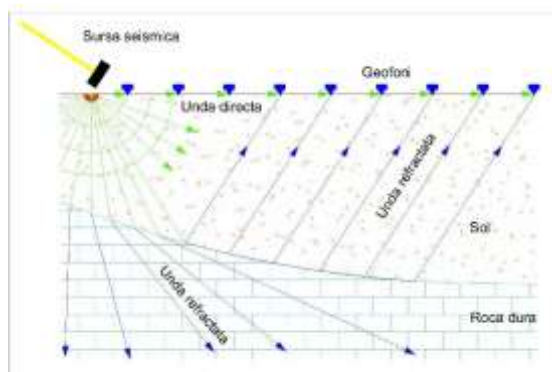
In cazul terenurilor accidentate, profilul topografic este deosebit de important in etapa de interpretare a datelor de teren unde se vor aplica factori de corectie topografici. Masuratorile topografice vor fi realizate de echipa de teren cu sistem GPS, in coordonate Stereo'70.

*Nota: Metoda este aplicabila atata timp cat terenul supus investigatiilor permite intinderea liniei de masura, amplasarea electrozilor in sol cu asigurarea prizarii electrice necesare si nu exista curenti electrici perturbatori.*

## 2. Investigatii seismice de refractie – tomografie seismica

Studiile seismice de refractie permit interpretarea stratigrafiei subsolului pe principiul fizic de refractie totala a unei seismice, care este incidenta pe o discontinuitate, prezenta intre doua organisme cu proprietati mecanice diferite (orizont refractar).

Cerinta de baza pentru a efectua studii seismice de refractie este ca succesiunea straturilor care urmează sa fie investigate sa se caracterizeze prin cresterea vitezelor seismice odata cu adancimea. In acest fel, pot fi analizate pana la 4 sau 5 orizonturi refractare diferite.



Investigatiile seismice se bazeaza pe masurarea timpului de deplasare al undelor elastice intre sursa seismica si receptor. Principiul lui Fermat afirma ca raza calatoreste, intre sursa seismica si receptor, pe distanta pentru care timpul de parcurs este minim.

Investigatiile seismice presupun utilizarea si implicarea unui echipament complex si a unui personal calificat si cu experienta in astfel de lucrari. Echipamentul utilizat de SC Brantax SRL respecta toate cerintele de calitate, precizie si ergonomie impuse in astfel de proiecte.



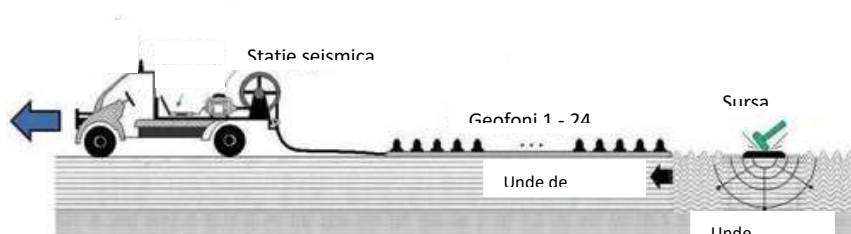
Achizitia si inregistrarea datelor este controlata prin intermediul unui computer de teren. Prin softul dedicat este posibila gestionarea parametrilor de lucru si managerierea achizitiei datelor seismice in conditii optime de lucru.



*Nota: Metoda este aplicabila pe teren ce permite amplasarea geofonilor si generarea undelor seismice prin impact mecanic. Seismica de refractie este aplicabila in situatia stratelor geologice cu viteze ale undelor seismice crescatoare cu adancimea. Generarea undelor seismice utilizand explozibil nu face obiectul ofertei. Cade in sarcina beneficiarului obtinerea colaborarii cu o companie acreditata pentru utilizarea explozibilului in astfel de lucrari.*

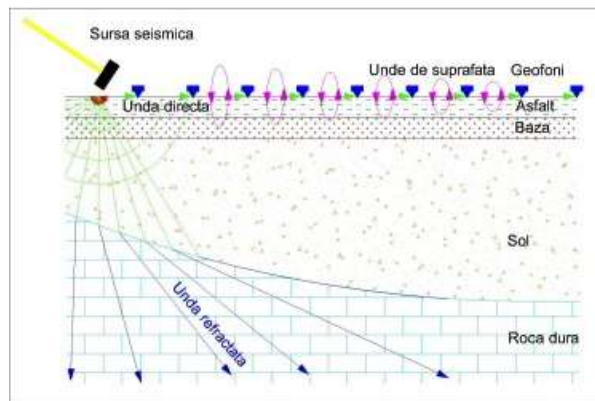
### 3. Studii seismice MASW

Intr-un mediu infinit omogen si izotrop exista numai unde P si S. Cand mediul nu este extins la infinit pe nici o directie, alte tipuri de unda pot fi generate. Astfel de unde se numesc unde de suprafata, deoarece sunt restranse a se propaga la suprafata solului, in vecinatatea cu atmosfera.



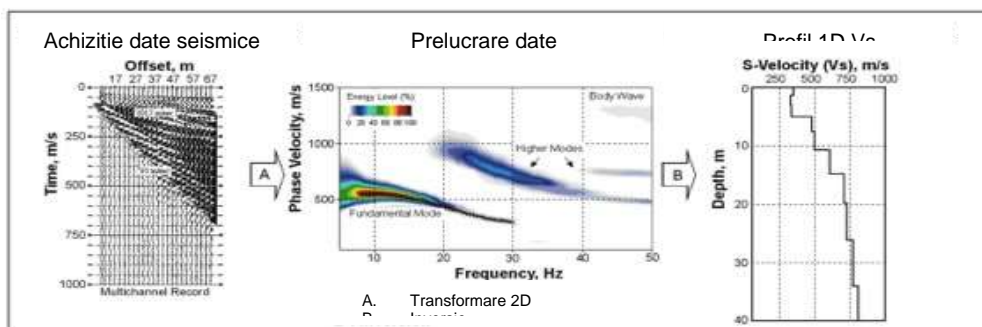


În explorarea seismică principalele unde de suprafață sunt undele Rayleigh, care au denumirea generică de ground roll. Aceste unde călătoresc de-a lungul suprafeței solului și implică o combinație de mișcări longitudinale și transversale cu o defazare bine determinată una față de cealaltă. Amplitudinea acestor unde scade exponențial cu adâncimea. Mișcarea particulelor este restrânsă la planul vertical, care include direcția de propagare a undei. La trecerea unei unde, o particulă execută o mișcare eliptică, iar axele majore ale elipsei sunt verticale (în apropierea suprafeței). Direcția mișcării particulei în jurul elipsei se numește retrogradă deoarece este opusă față de mișcarea, mai familiară, a particulelor dintr-o undă generată la suprafața unei ape.



Etapile investigațiilor seismice, utilizând metoda MASW, presupun:

- ✓ proiectarea lucrărilor de teren
- ✓ generarea și achiziția datelor seismice
- ✓ prelucrarea datelor
- ✓ generarea și calculul vitezelor undei de forfecare  $V_s$



O întindere a liniei seismice are drept rezultat obținerea unei informații pe verticală a locului de tip 1D.



*Nota: Metoda este aplicabila pe teren ce permite amplasarea geofonilor si generarea undelor seismice. Spre deosebire de alte metode seismice metoda MASW este aplicabila cu succes si in medii urbane, unde exista un zgomot seismic permanent.*

#### 4. Investigatii georadar 2D si 3D

Echipamentul georadar permite detectarea utilitatilor metalice si nemetalice ingropate.



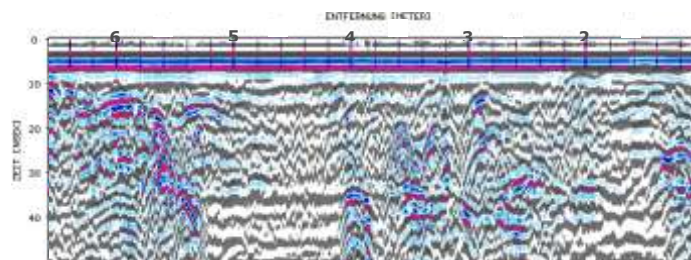
Metoda GPR foloseste propagarea undelor electromagnetice si dispersia imaginii, identificand schimbarile proprietatilor electrice si magnetice ale solului. Masuratorile pot fi efectuate prin scanare pe suprafata solului. Functie de natura terenului de suprafata se poate asigura o rezolutie a imaginii subsolului foarte buna, atingandu-se precizii de ordinul centimetrilor. Detectabilitatea obiectelor din subsol depinde de proprietatile electrice si magnetice ale terenului si de frecventa antenei utilizate.

- 1 – semnal transmis (TX)
- 2 – obiect ingropat
- 3 – semnal receptionat (RX)
- 4 – directia de inaintare



Propagandu-se in mediu, unele sunt reflectate sau difractate de catre interfetele care limiteaza structurile cu caracteristici electromagnetice contrastante si sunt remise spre suprafata, unde sunt captate de antena, apoi inregistrate, in functie de timp. Masuratorile sunt realizate continuu sau punct cu punct de-a lungul profilelor.

Rezultatul masuratorilor se reprezinta sub forma unei radargrame pe care se pot identifica elementele de referinta.

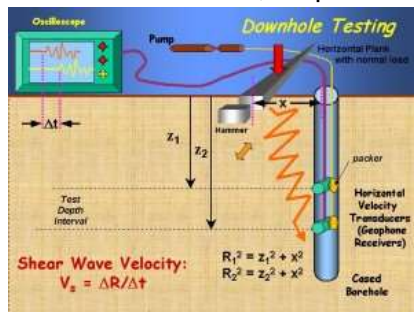


*Nota: Metoda este aplicabila daca suprafata care urmeaza a fi investigata permite rularea echipamentului de masura, asigurand contactul permanent al antenei georadar cu terenul. Prezenta bolovanilor, vegetatiei, baltilor etc ingreuneaza achizitia datelor de teren si distorsioneaza semnalul util.*

Metoda nu este aplicabila pe terenuri cu aratura si/sau vegetatie inalta unde contactul antenei cu solul nu poate fi asigurat. Gemnalul poate fi ecranat de prezenta argilei si a apelor subterane. Solurile ideale de masura sunt cele nisipoase si in roca de baza.

## 5. Studii seismice Downhole

Metodele seismice down-hole (DH) presupun masurarea timpului necesar undelor P si S sa se deplaseze de la sursa seismica, amplasata la suprafata solului, la receptorii amplasati in foraj.



Acesta metoda seismica presupune existenta unui foraj destinat acestui tip de investigatii. Aceste investigatii seismice pot pune in evidenta foarte bine stratificatia si caracteristicile stratelor traversate de foraje.

O data prelucrate datele seismice se pot obtine: densitatea medie, in functie de viteza si adancime, coeficientul lui Poisson, modulul de compresibilitate edometrica, modulul lui Young si modulul de compresibilitate volumica.

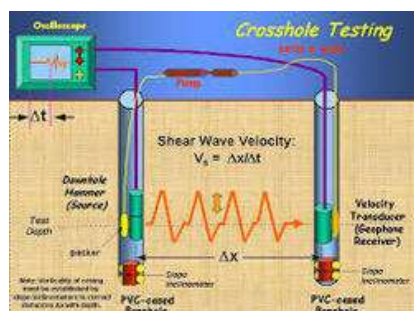
Prelucarea si interpretarea datelor se va realiza in cadrul firmei Brantax cu soft specific acestui tip de investigatii.

In vederea realizarii proiectului de executie si a lucrarilor de teren sunt necesare un minim de date: pozitia forajelor in coordonate Stereo '70, informatii geologice si/sau geotehnice. In etapa de interpretare a datelor geofizice, pentru realizarea corelatiilor intre parametrii geofizici si geologia locala, sunt imperios necesare informatii geologice directe pe sectoarele investigate.

*Nota:* Oferta nu cuprinde lucrari suplimentare (foraje, excavatii, explozii controlate etc) ce trebuie executate in vederea realizarii anumitor investigatii geofizice in conditii specifice. Oferta ia in considerare ca forajele sunt executate si pregatite de catre beneficiar.

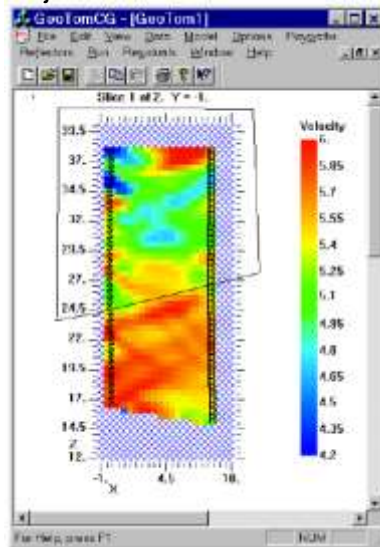
## 6. Studii seismice Crosshole

Metodele seismice crosshole (CH) presupun masurarea timpului necesar undelor P si S sa se deplaseze de la sursa seismica, amplasata in foraj, la receptorii amplasati in alt foraj.





Această metodă seismică presupune existența a cel puțin două foraje destinate acestui tip de investigații. Aceste investigații seismice pot pune în evidență foarte bine stratificarea și caracteristicile straturilor geologice aflate între cele două foraje.



Odată prelucrate datele seismice se va obține o imagine 2D și/sau 3D a terenului aflat între cele două foraje. Funcție de vitezele undelor seismice obținute în urma inversiei se pot identifica anizotropiile locale legate de diferențele privind gradul de compactare, goluri sau diferențe de densitate.

Prelucrarea și interpretarea datelor se va realiza în cadrul firmei Brantax cu soft specific acestui tip de investigații.

În vederea realizării proiectului de execuție și a lucrărilor de teren sunt necesare un minim de date: poziția forajelor în coordonate Stereo '70, acces în zona de lucru, informații geologice și/sau geotehnice. În etapa de interpretare a datelor geofizice, pentru realizarea corelațiilor între parametrii geofizici și geologia locală, sunt imperios necesare informații geologice directe pe sectoarele investigate.

***Nota:** Oferta nu cuprinde lucrări suplimentare (foraje, excavatii etc) ce trebuie executate în vederea realizării investigațiilor geofizice. Oferta ia în considerare ca forajele sunt executate și utilizate, special pentru acest tip de investigații, de către beneficiar.*

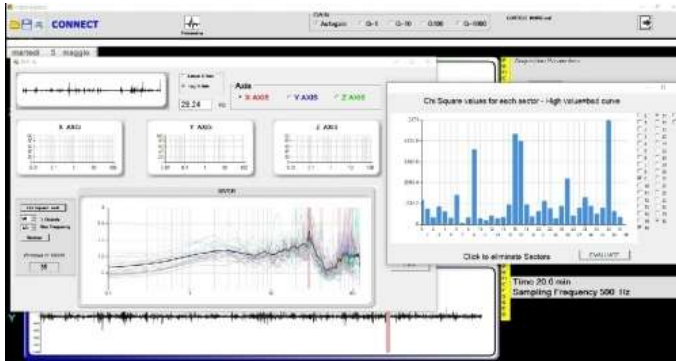
## 7. Studii seismice HVSr - microtremor

Măsurarea zgomotului seismic ambiental este o metodă de investigare care nu necesită nici o sursă artificială de generare a semnalului și este deosebit de utilă pentru a obține caracteristicile dinamice ale straturilor geologice de suprafață.

Metoda este avantajoasă pentru investigarea seismică a amplasamentelor din zonele urbane, în mare parte ca urmare a îmbunătățirii raportului semnal-zgomot datorită însumării înregistrărilor individuale ale stațiilor matrice.

O imagine de dispersie în domeniul vitezei în funcție de frecvență este cea mai populară în domeniul ingineriei geotehnice.





Etapele investigatiilor seismice, utilizand metoda microtremor, presupun:

- ✓ proiectarea lucrarilor de teren
- ✓ achizitia datelor seismice
- ✓ prelucrarea datelor
- ✓ intocmirea documentatiei

## 8. Conditii de executie

Conditii de executie a lucrarilor geofizice tin cont de factori ce pot influenta corectitudinea si acuratetea achizitiei datelor de teren: accesibilitatea in zona si conditii geomorfologice, conditii meteo, zgomot geofizic ambiental (vibratii puternice, curenti electrici si electromagnetici etc), prezenta constructiilor de suprafata sau ascunse etc. Conditii de teren trebuie sa permita accesul si instalarea echipamentului de lucru.

Pentru investigatiile geoelectrice terenul din zona de lucru trebuie sa permita asigurarea unui contact electric bun intre electrozii echipamentului si sol. In caz contrar masuratorile nu se pot realiza.

Investigatiile seismice se pot realiza doar daca in zona de studiu nu exista vibratii care sa perturbe semnalul seismic util. Pentru a asigura calitatea semnalului inregistrat este esential ca terenul pe care se vor realiza masuratorile sa poata permite asigurarea unui contact ferm al geofonilor cu solul.

Interpretarea informatiilor geofizice in termeni geologici se va realiza numai pe baza informatiilor geologice directe (foraje geologice sau geotehnice) in acord cu indicatiile geologului desemnat de beneficiar.

Oferta a fost calculat in baza informatiilor primite de la beneficiar, pentru zone accesibile utilizarii masinilor 4x4. In cazul conditiilor grele de acces in amplasament (drumuri impracticabile sau inexistente) sau a conditiilor meteo nefavorabile (precipitatii abundente) ce nu permit desfasurarea lucrarilor propuse in conditii de siguranta si asigurarea calitatii datelor, lucrarile de teren pot fi sistate pana la remedierea situatiei.

Existenta unor specii de fauna care pun in pericol siguranta personalului si a echipamentelor, conduce la sistarea lucrarilor de teren pana la remedierea situatiei.

Beneficiarul va asigura accesul la locatie si spatiu suficient pentru amplasarea si manevrarea echipamentelor de lucru. Pentru buna desfasurare a lucrarilor este important sa se obtina in prealabil, de catre beneficiar, acordul proprietarilor/administratorilor pentru desfasurarea lucrarilor.

Standarde respectate la executarea masuratorilor geofizice de teren:

- *ASTM D6429-99 - Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods*
- *ASTM D6431-99 - Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method*
- *ASTM D7400-08 - Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing*
- *ASTM D6432-11 - Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation*
- *ASTM D4428/D4428M-14 – Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing*
- *ASTM D5777-00 – Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method*