

UDK 550.34.05=862

Kosa bušotina i mjerenje brzina

Inclined borehole and velocity measurement

Krešimir Stojanović

Geološki zavod Ljubljana, Parmova 37, 61000 Ljubljana

Sažetak

U članku se razmatra kosa bušotina i njen utjecaj na točnost mjerenja brzina i vertikalno seizmičko profiliranje (V. S. P.). Data su rješenja koja eliminiraju netočnosti proizašle iz nevertikalnosti bušotine a ujedno se daje i lista programa za kompjutorsko izračunavanje mjerenja brzina koje uzima u obzir i kosu bušotinu, te različite izvore signala.

Dati su primjeri za tri slučaja mjerenja brzina u ovisnosti o azimutu pravca izvora i pravca dubinskog stajališta gdje je os vertikalne bušotine izhodište, te nagibu duboke bušotine.

Abstract

In the paper the inclination of borehole and its influence on accuracy of velocity measurement and vertical seismic profiling are considered. Solutions are given for elimination of inaccuracies owing to deviations from verticality, as well as listing of computer programs for calculation of velocity measurements which take into account also inclination of borehole and various sources of signal.

Shown are examples for three cases of velocity measurements in dependance of azimuth of source, of direction of depth standpoint with axis of vertical borehole as a reference, and of inclination of deep borehole.

Uvod

Za adekvatno prikazivanje seizmičkih mjerenja u vremenskoj domeni te pretvaranje istih u dubinske odnose, potrebno je izvesti niz pomoćnih seizmičkih radova. Jedna od vrlo važnih pomoćnih seizmičkih metoda je i mjerenje brzina u dubokoj bušotini, te kao suvremeniji pristup tom problemu, upotreba računala, metoda V. S. P. – **vertikalno seizmičko profiliranje**.

Prilikom takovih mjerenja dolazi do raznih anomalija koje se moraju eliminirati ili tehničkim postupkom ili matematičkim metodama koji korigiraju nepravilnost. U tehničke postupke spada upotreba geofona koji prijanja o stijenku bušotine i eliminira nailaske po prenosnom sistemu (kابلu), bušenja pomoćnih bušotina do ispod rastrošne zone, registracija nailazaka prilikom spuštanja i dizanja geofona radi eliminacije eventualnog nasjedanja (zaglave) geofona, simetrično postavljanje izvora energije oko duboke bušotine radi eliminacije efekta anomalije zbog devijacije

bušotine. Matematičkim metodama rješavamo nepravilnosti proizašle iz horizontalne udaljenosti izvora energije od duboke bušotine, debljinu rastrošne zone, pretvaranje duljine bušotine u vertikalnu dubinu, svođenje na referentni nivo i kose bušotine.

Vrlo često zbog praktičnosti ili tehničkih nemogućnosti, nedostatka specijalne opreme ili nepristupačnosti oko same bušotine, tehničke postupke rješavamo matematičkim formulama. U ovom prikazivanju obradit će se utjecaj devijacije duboke bušotine na mjerenje brzina s osvrtom na V. S. P., zatim geometrijski model za eliminiranje utjecaja devijacije, te tehničko rješenje za eliminaciju jednog dijela nepravilnosti, čiji je uzrok devijacija bušotine.

Kosa bušotina

Duboka bušotina koja nije vertikalna, a u pravilu ne postoji idealno vertikalna bušotina, naziva se kriva, kosa, dirigirana, usmjerena ili devijantna. Daljnja podjela naziva bušotina ide za tim da razlikujemo istražne i eksploatacione bušotine. Najvećim dijelom svjesno se usmjeravaju eksploatacione bušotine a manje istražne. Dok je kod prvih glavni uzrok eksploatacija i istraživanje okolnog područja stuba bušotine, istražne bušotine se usmjeravaju najčešće zbog nemogućnosti lociranja bušotine na površini (naselja, putevi, močvare i sl.), pa se to ispravlja usmjeravanjem na zadane dubinske kote.

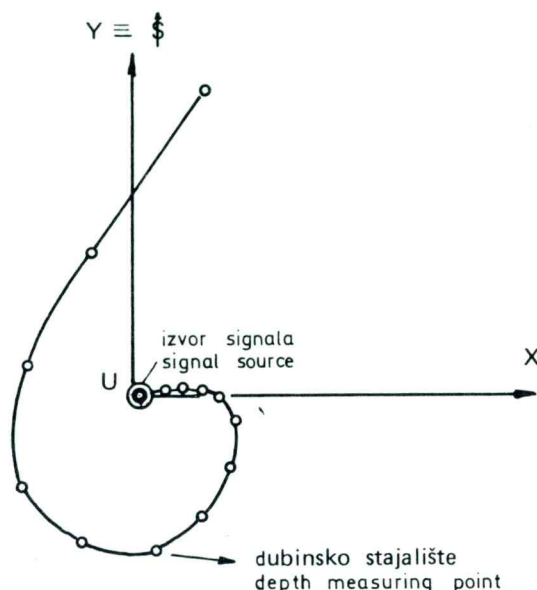
Kose eksploatacione bušotine dobivaju uz naziv bušotine i dodatna grčka slova α , β , γ , itd. pa se kose eksploatacione bušotine po tome i razlikuju od istražnih. Istražne bušotine su bez dodatnih oznaka, ali to nipošto ne znači da i one nisu kose ili usmjerene, a uzrok za nekontrolirano udaljavanje od vertikale je nagnutost podzemnih slojeva, izvijanje teških šipki uslijed nepravilnog pritiska na dlijeto i različitost tvrdoće nabušenog materijala. Mjerenje brzina vrši se uglavnom u istražnim a samo iznimno i u eksploatacionim bušotinama. Sa nekoliko podataka ilustrirat će se vrijednosti nagiba i udaljenosti od vertikale kako bi se stekao uvid u neophodnost primjene korekcija zbog devijacije bušotine. Kod eksploatacionih bušotina udaljenost dna bušotine od vertikale u ekstremnim slučajevima iznosi i 1200 m, dok je ta vrijednost kod istražnih do 400 m.

Ekstremne vrijednosti nagiba kod eksploatacionih bušotina iznose od 50° do 60° , kod istražnih do 35° .

Na slici 1 prikazan je tlocrt jedne bušotine obzirom na azimut pravca nekih stajališta u samom kanalu bušotine.

Sa slike 1 je vidljivo da obzirom na azimut, smjer pojedinih stajališta može biti od 0° do 360° , te u kombinaciji sa dubinom zahtjeva prostorni (trodimenzionalni) pristup rješenju.

Nadalje, vidljivo je da osim variranje horizontalne udaljenosti između stajališta mjerenja (geofona) i izvora signala (energije), a koje treba korigirati, postoji i druga anomalija koja proizlazi iz činjenice da duljina kanala bušotine do pojedinog stajališta je uvijek veća i ne može se poistovjetiti sa dubinom. Ukoliko je kanal bušotine spiralnog oblika kao na slici 1, tada je dubina još i manja. U praksi, smanjenje dubine je i do 150 m kod ekstremnih vrijednosti odklona. Udaljavanje kanala bušotine od vertikale istovjetno je kao da smo povećali horizontalnu udaljenost izvora signala na površini, te zajedno sa pogreškom dubine bušotine može se superponirati bilo sa negativnim ili pozitivnim predznakom.



Sl. 1. Horizontalna projekcija duboke bušotine

Fig. 1. Horizontal projection of deep borehole

Korekcija devijacije bušotine

Zbog devijacije bušotine dolazi do povećanja ili smanjenja horizontalne udaljenosti H između izvora signala i horizontalne projekcije D' gn, a koja inače služi za pretvaranje kosih vremena u vertikalna. Takova korekcija je proporcionalna horizontalnoj udaljenosti a obrnuto proporcionalna dubini (Waters, 1981).

Tehničko rješenje se sastoji u simetričnom izvoru signala, te se iz dva očitavanja vremena t dobije srednje korigirano vrijeme obzirom na devijaciju bušotine

$$t_n = \frac{t_{n1} + t_{n2}}{2}, \quad (1)$$

gdje je n = oznaka stajališta.

Ovakova brza i jednostavna korekcija povećava točnost mjerenja i može se primjeniti za otklone do 100 m od osi.

Međutim, u praksi je često nemoguće postaviti simetrično izvore signala, te se služimo prostornim modelom kao na slici 2.

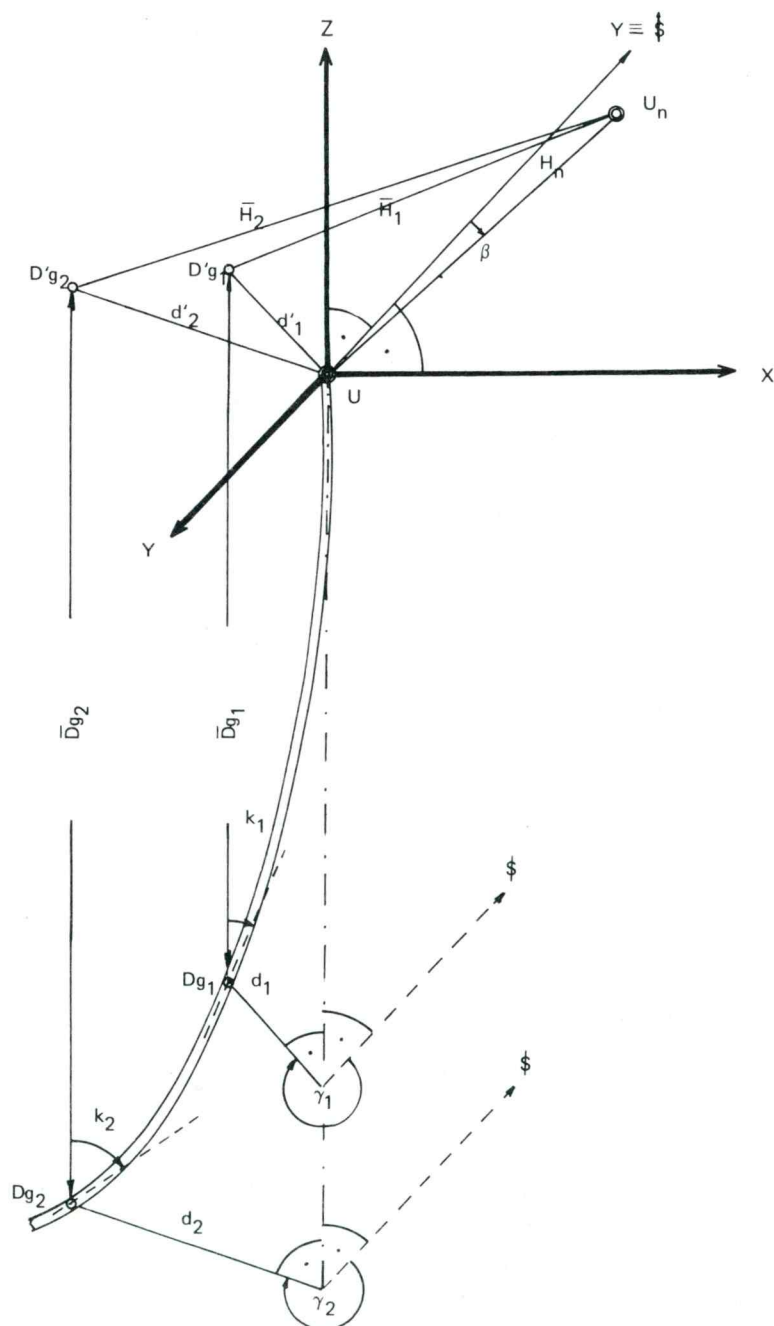
U tom modelu je azimut O° identičan osi Y .

Pojednostavljen prikaz slike 2 za izračunavanje horizontalne udaljenosti $\bar{H}_n$ je slika 3, iz koje proizlazi da je korigirana (stvarna) horizontalna udaljenost

$$(\bar{H}_n)^2 = (H_n)^2 + (d_n)^2 - 2 \cdot H_n \cdot d_n \cdot \cos \alpha_n \quad (2)$$

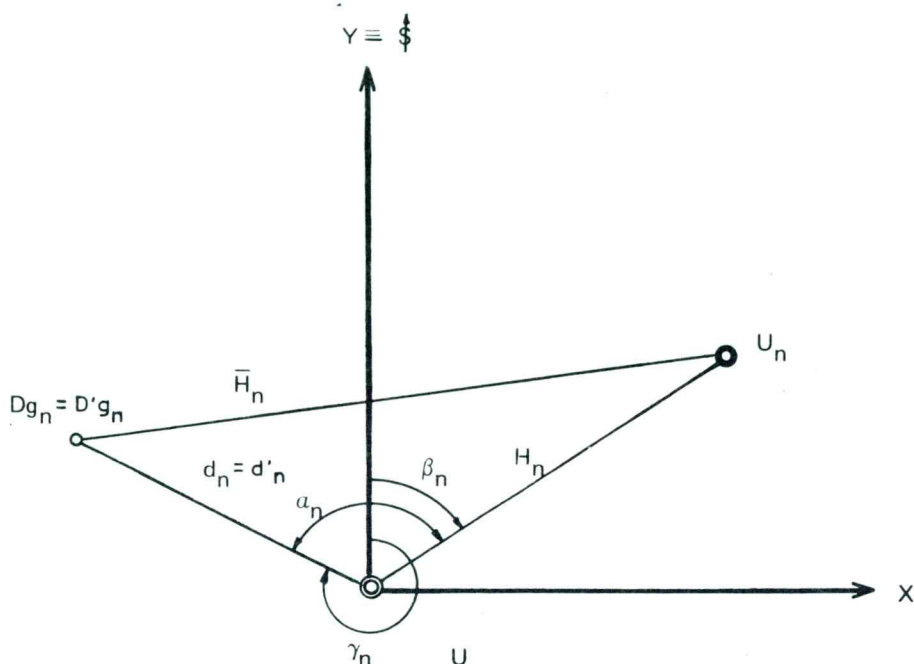
i

$$\alpha_n = 360 - (\gamma_n - \beta_n). \quad (3)$$



Sl. 2. Trodimenzionalni model kose bušotine

Fig. 2. 3 D model of a deviated borehole



Sl. 3. Dvodimenzionalni model na X-Y ravninu

Fig. 3. 2 D model on X-Y plane

- U – ušće duboke bušotine
mouth of deep borehole
- U_n – stajalište izvora signala (bušotina, vibrator i sl.)
signal source position (borehole, vibrator etc.)
- β_n – azimut stajališta izvora signala u stupnjevima
azimuth of the signal source location (degrees)
- γ_n – azimut stajališta dubinskog geofona u stupnjevima
azimuth of the deep geophon position (degrees)
- d_n – udaljenost dubinskog geofona od vertikale (m)
length between deep geophon and vertical axes (m)
- k_n – nagib u mjernom stajalištu u stupnjevima
angle in measured position (degrees)
- Dg_n – duljina kanala bušotine do stajališta (m)
length of borehole channel to position (m)
- $\bar{D}g_n$ – stvarna dubina stajališta (m)
real depth of the position (m)
- d'_n – projekcija udaljenosti d_n u ravnini xy
length d_n projection on x-y plane
- n – oznaka stajališta ili reda izvođenja
number of position
- H_n – horizontalna udaljenost izvora signala do ušća D. B. (m)
horizontal length from deep borehole location to signal source position (m)
- $\bar{H}_n$ – horizontalna udaljenost projekcije dubinskog stajališta i izvora signala (m)
horizontal length projection of deep position and of signal source (m)
- α_n – kut između d_n i H_n (označen na slici 4)
angle between d_n and H_n (shown on Fig. 4)
- $D'g_n$ – projekcija dubinskog stajališta u ravnini xy
projection of deep position on x-y plane

Korekcija dubine

Prilikom spuštanja geofona na dubinsko stajalište u karotažnoj aparaturi se zapravo mjeri duljina kabla. Ukoliko je bušotina kosa ili spiralna kao na slici 1, znači da duljina kabla ne odgovara i dubini i da je ona uvijek veća ili je jednaka dubini ako je kanal bušotine idealno vertikaln

$$D_{gn} \geq \bar{D}_{gn}.$$

Da bi se odredila projekcija kosog kanala bušotine na okomicu, potrebno je poznavati nagib kanala i na kojoj duljini je taj nagib. Mjerenje nagiba kanala vrši se sa korakom od 25 m između mjernih stajališta, što je vrlo točan podatak za potrebe mjerenja brzina gdje su ti koraci veći u prosjeku cca 10 puta i više. Točnost mjerenja nagiba povećava se mjerenjem kroz bušaće šipke jer se izbjegavaju neravnine kanala bušotine.

Prema slici 4 proizlazi da je

$$k_{sr} \cong \frac{k_i + k_{i-1}}{2} \quad (4)$$

$$G_i = D_{gn} - D_{gn-1} \quad (5)$$

$$\bar{G}_i = G_i \cdot \cos(k_{sr}) \quad (6)$$

$$\bar{D}_{gn} = \sum_{i=0}^n \bar{G}_i. \quad (7)$$

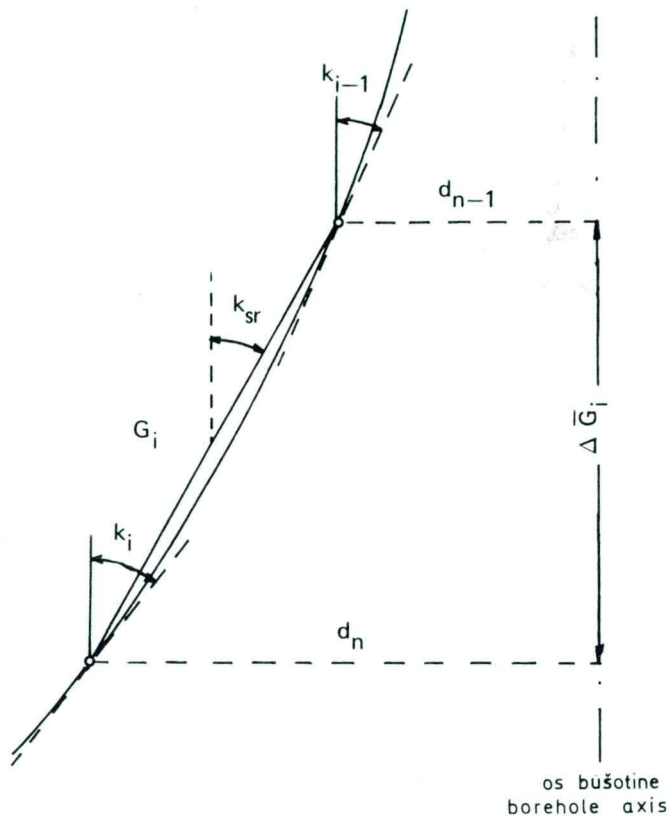
Korekciju dubine možemo izračunati i iz podataka otklona »d« bušotine od vertikale. U slučaju velikih intervalnih razlika to će ponekad biti i jedini mogući način. Iz slike 4 proizlazi da je srednji nagib

$$k_{sr} = \arcsin \left(\frac{d_n - d_{n-1}}{G_i} \right). \quad (8)$$

V. S. P. i kosa bušotina

Vertikalno seizmičko profiliranje (V. S. P.) je vrlo slična metoda mjerenju brzina. Štoviše, istovremeno se dobivaju podaci i o refleksima i prvim nailascima tako da zapravo zajedno čine jedno mjerenje. U slučaju vertikalne bušotine, udaljenost izvora energije od bušotine određena je zahtjevom za dobivanjem refleksa te se udaljenost (offset) podešava obično prema dubini dna bušotine. Često su interes V. P. S.-a slojevi ispod dna bušotine te to određuje povećani offset. Obzirom da se V. P. S.-om mjere vremena dobivenih seizmičkim mjerenjima, potrebna udaljenost (offset) u potpunosti zadovoljava kriterij za mjerenje brzina a taj je da offset bude što manji kako bi se dobila vertikalna (kosa) vremena (Galperin, 1974, Kenneth et al., 1980).

U slučaju kose bušotine i mjerenja brzina izvor energije je potrebno locirati na polovini udaljenosti između bušotine i najvećeg otklona d_n te u smjeru devijacije. Ukoliko bi izvor energije ostao na mjestu, spuštanjem ili dizanjem dubinskog geofona smanjio bi se offset i ne bi se dobili reflektirani nailasci.



Sl. 4. Metoda srednjeg nagiba

Fig. 4. An average angle method

- k_{sr} – srednji nagib između dva mjerna stajališta
 average angle between two measured positions
 G_i – intervalna duljina između dva mjerna stajališta
 interval length between two measured position
 $\bar{G}_i$ – korigirana intervalna duljina (dubinska razlika)
 corrected interval length

U takvim slučajevima, ali i tada kada želimo proširiti snimljeno podzemlje, upotrebljavamo mjerenje V. S. P. sa više stajališta i to nazivamo V. S. P. s promjenjivim offsetom (izvorom).

U takvim uslovima minimalni offset je određen kriterijem za mjerenje brzina a maksimalni s kriterijem optimalnih offseta za reflektirane nailaske.

Napomenimo i to da programi za V. S. P. sadrže u sebi korekcije za kose bušotine pa se podaci za odklon i smjer koriste kao ulazni podaci.

Program za mjerenje brzina

Program je tako koncipiran da je primenljiv na vertikalne bušotine, ali i na takove gdje se uzima devijacija. Nadalje, program uzima u obzir i vrste izvora dubinske (plitke bušotine) i površinske (vibratori, zračni i vodeni topovi itd.) a izračunava korekcije dubine i korekcije horizontalne udaljenosti. Koristi se srednji nagib bušotine k_{sr} između stajališta. Listu programa, tabele 4, možemo podijeliti u 3 dijela. Od naredbe 10–260 ulazni podaci, 270–450 računanje i od 460 do 910 ispis rezultata.

U tabelama 1, 2 i 3 data su tri primjera mjerenja brzina na jednoj lokaciji. U 1. i 3. primjeru uzeti su u obzir podaci o nagibu bušotine »k«, udaljenosti od vertikale »d« i azimuti stajališta γ i β . Maksimalna udaljenost stajališta geofona je 270 m od vertikale a $\gamma = \beta$ i $\gamma = 180^\circ + \beta$.

Iz tabela 1 i 3 je vidljivo da je zbog kose duljine kanala od 2155 m do 3047 m došlo do smanjenja dubine stajališta u odnosu na tabelu 2, $\Delta D_{gc} = 3055 - 3011 = 44$ m.

Tabela 1. Rezultat sa $\gamma = 0^\circ$, $d \neq 0$

Table 1. Result with $\gamma = 0^\circ$, $d \neq 0$

Ulazni podaci

s= 10 V1= 1500 DP= 100 Edb= 92
Dg= 1100 , 1878 , 2155 , 2415 , 2530 , 2647 , 2745 , 2848 , 2977 , 3047 ,
d= 0 , 0 , 0 , 80 , 115 , 150 , 180 , 210 , 250 , 270 ,
k= 0 , 0 , 0 , 18 , 18 , 18 , 18 , 18 , 18 , 18 , 18 ,
r= 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 ,
H= 160 , 175 , 159 , 174 , 159 , 189 , 161 , 193 , 165 , 190 , 169 , 209 , 175 ,
209 , 182 , 211 , 190 , 179 , 198 , 194 ,
 β = 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 ,
0 ,
Eb= 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 , 92 ,
92 , 92 , 92 , 92 , 92 ,
Ds= 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 , 25 ,
25 , 25 , 25 , 25 , 25 ,
To= 506 , 510 , 759 , 761 , 827 , 829 , 889 , 894 , 913 , 918 , 941 , 946 , 963 ,
967 , 981 , 985 , 1008 , 1004 , 1017 , 1013 ,

Rezultat mjerenja

Dgc	Tvo	Vo	$\bar{G}_i$	Ti	Vi	Vrms
1108	524	2113	1108	524	2113	2113
1886	779	2421	778	255	3054	2461
2163	847	2553	277	68	4058	2626
2410	913	2641	247	65	3778	2725
2520	937	2688	109	24	4474	2784
2631	965	2725	111	28	3951	2825
2724	987	2760	93	22	4314	2866
2822	1005	2808	98	18	5441	2932
2945	1028	2865	123	23	5387	3008
3011	1040	2896	67	12	5574	3050

Tabela 2. Rezultat sa $\gamma = 0^\circ$, $d = 0$ Table 2. Result with $\gamma = 0^\circ$, $d = 0$

Ulazni podaci

$s = 10$ $V1 = 1500$ $DP = 100$ $Edb = 92$
 $Dg = 1100, 1878, 2155, 2415, 2539, 2647, 2745, 2848, 2977, 3047,$
 $d = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $k = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $\gamma = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $H = 160, 175, 159, 174, 159, 189, 161, 193, 165, 190, 169, 209, 175,$
 $209, 182, 211, 190, 179, 198, 194,$
 $\beta = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0,$
 $Eb = 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92,$
 $92, 92, 92, 92, 92,$
 $Ds = 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25,$
 $25, 25, 25, 25, 25,$
 $To = 506, 510, 759, 761, 827, 829, 889, 894, 913, 918, 941, 946, 963,$
 $967, 981, 985, 1008, 1004, 1017, 1019,$

Rezultat mjerenja

Dgc	Tvo	Vo	$\bar{G}_i$	Ti	Vi	Vrms
1108	524	2113	1108	524	2113	2113
1886	779	2421	778	255	3054	2461
2163	847	2553	277	68	4058	2626
2423	911	2659	260	64	4075	2752
2538	935	2714	115	24	4763	2822
2655	963	2757	117	28	4204	2871
2753	985	2796	98	22	4547	2918
2856	1003	2848	103	18	5714	2992
2985	1026	2909	129	23	5510	3072
3055	1038	2943	70	12	5918	3119

Legenda za tab. 1, 2 i 3

Legend to Tabs. 1, 2 and 3

s	– broj dubinskih stajališta number of depth positions	Dgc	– korigirana dubina (m) corrected deepth (m)
V1	– brzina konsolidirajućeg sloja (m/s) consolidated velocity (m/s)	Tvo	– odabrano vrijeme (ms) selected time (ms)
DP	– nivo svođenja (m) datum plane (m)	Vo	– srednja brzina (m/s) average velocity (m/s)
Edb	– elevacija duboke bušotine (m) elevation of deep borehole (m)	$\bar{G}_i$	– dubinska razlika (m) depth difference (m)
Eb	– elevacija izvora (m) source elevation (m)	Ti	– vrijeme u sloju (ms) difference time (ms)
Ds	– dubina mine (m) deep of mine (m)	Vi	– intervalna brzina (m/s) interval velocity (m/s)
To	– očitani ili pikirani prvi nailazak (ms) first break (ms)	Vrms	– root mean square brzina (m/s) , root mean square velocity (m/s)

Najveća relativna pogreška dobije se za azimut $\gamma = \beta$, a ona u ovom slučaju iznosi $\Delta V_o = 2943 - 2896 = 47$ m po sekundi dubinskog presjeka. U slučaju gdje je kanal bušotine skrenut u suprotnom smjeru $\gamma = 180 + \beta$ relativna pogreška iznosi $\Delta V_o = 2943 - 2929 = 14$ m po sekundi dubinskog presjeka.

Tabela 4. Ispis programa

Table 4. Listing program

```

5 REM "Mjerenje brzina s devijacijom"
10 MODE 2:DEG
20 INPUT "Broj mjernih stajalista S":s
30 INPUT "Odabranu brzinu V1":v1
50 INPUT "Elevacija duboke busotine Edb":edb
60 DIM dg1(s): DIM Dg(s):DIM T(s):DIM I(s):DIM G(s):DIM A(s)
70 DIM V(s):DIM d(s):DIM ga(s):DIM na(s):DIM I2(s)
80 DIM H(s*2):DIM Ti(s*2):DIM Be(s*2) :DIM Eb(2*s):DIM Dm(s*2)
90 CLS: PRINT "Dubine geofona "
100 FOR n=1 TO s:PRINT n,:INPUT dg(n):NEXT
110 CLS:PRINT "Udaljenost od vertikale"
120 FOR n=1 TO s:PRINT n,:INPUT d(n):NEXT
130 CLS:PRINT "Nagib u stajalistu"
140 FOR n=1 TO s:PRINT n,: INPUT na (n):NEXT
150 CLS: PRINT "azimut stajalista"
160 FOR n=1 TO s:PRINT n,:INPUT ga(n):NEXT
170 CLS:PRINT "Horizontalne udaljenosti izvora signala"
180 FOR n=1 TO 2*s:PRINT n,:INPUT h(n):NEXT
190 CLS:PRINT" Azimut stajalista izvora signala"
200 FOR n=1 TO s*2:PRINT n,:INPUT be(n):NEXT
210 CLS:PRINT "Elevacije izvora signala"
220 FOR n=1 TO 2*s:PRINT n,:INPUT eb(n):NEXT
230 CLS:PRINT"Dubine mina"
240 FOR n=1 TO 2*s:PRINT n,:INPUT dm(n):NEXT
250 CLS:PRINT "Ocitana vremena u ms"
260 FOR n=1 TO 2*s:PRINT n,:INPUT Ti(n):NEXT
270 G=0 :G1 =0 :T=0
280 FOR n=1 TO s
290 Dg1(n)=Dg(n)+(dp-edb):Em1=Eb(n)-Dm(n)
300 Em2=Eb(n+1)-Dm(n+1):Tc1=(dp-Em1)/v1
310 Tc2=(dp-Em1)/V1
320 w=na(n):G(n)=(Dg1(n)-G)* COS(w):G=Dg1(n):Dg1(n)=Dg1(n-1)+G(n)
330 a=360-(ga(n)-be(2*n-1)):a1=360-(ga(n)-be(2*n))
340 H1=(h(2*n-1))^2+(d(n))^2-2*h(2*n-1)*d(n)*COS(a):H1=SQR(H1)
350 H2=(h(2*n))^2+(d(n))^2-2*h(2*n)*d(n)*COS(a1):H2=SQR(H2)
360 G1=G(n)+G1
370 tg1=H1/G1:tg2=H2/G1
380 cos1=COS(ATN(tg1)):cos2=COS(ATN(tg2))
390 T1=Tc1*1000+Ti(2*n-1)*cos1:T2=Tc2*1000+Ti(2*n)*cos2
400 T(n)=(T1+T2)/2:V(n)=G1/T(n)
410 V(n)=G1/T(n)*1000
420 A(n)=T(n)-T:I(n)=G(n)/A(n)*1000:T=A(n)+T:NEXT
430 v=0:t=0
440 FOR n=1 TO s:v2=I(n)^2*A(n):v=v+v2:t=t+A(n)
450 I2(n)=SQR(v/t):NEXT

```

Zaključci

Utjecaj devijacije duboke bušotine nije konstantan parametar i varira od bušotine do bušotine. Nadalje, utjecaj netočnosti na determiniranje seizmičkih podataka i interpretaciju podzemlja veći je kod većih udaljavanja od vertikale, manjih brzina i manjih dubina, te kod spiralnih bušotina. Utjecaj azimuta je najveći ako su oba azimuta u istom smjeru te zbog toga i udaljenost izvora mora biti što manja odnosno kod V.S.P. metode poželjno je da izvor bude na polovici udaljenosti maksimalnog

```

460 CLS:PRINT"Nove vrijednosti ocitanja.....1"
470 PRINT"Numericki prikaz srednje i intervalne brzine ....2"
480 PRINT"Graficki prikaz.....3"
490 PRINT"Ispis unesenih podatak.....4"
500 INPUT;da
510 ON da GOTO 250,520,610,800
520 CLS:PRINT " Dgc";:PRINT TAB (13);"Tvo";:PRINT TAB(26);"Vo";
530 PRINT TAB(40);"Gi";:PRINT TAB(51);"Ti";:PRINT TAB(64);"Vi";
540 PRINT TAB(75);"Vrms"
550 FOR n=1 TO s:PRINT TAB(38);CINT(G(n));
560 PRINT TAB(50);CINT(A(n));:PRINT TAB (62);CINT(I(n))
570 PRINT CINT(Dg1(n)); :PRINT TAB(12);CINT( T(n));
580 PRINT TAB(24);CINT( V(n));:PRINT TAB(74);CINT(I2(n));NEXT
590 CALL &A490
600 FOR n=1 TO 10000:NEXT:GOTO 460
610 CLS:FOR n=0 TO 399 STEP 7:PLOT 0,n:NEXT
620 FOR n=329 TO 0 STEP -70:PLOT 2,n:NEXT
630 FOR n=0 TO 639 STEP 10:PLOT n,399:NEXT
640 FOR n=100 TO 640 STEP 100:PLOT n,397:NEXT
650 FOR n=1 TO 150 STEP 10:PLOT n,0:NEXT
660 u=399
670 FOR n=1 TO s:PLOT I(n)/10,u:DRAW I(n)/10,400-Dg1(n)*400/5700
680 u=400-Dg1(n)*400/5700:NEXT
690 FOR n=1 TO s-1:FOR q= I(n)/10 TO I(n+1)/10 STEP 5
700 PLOT q,400-Dg1(n)*400/5700:NEXT :NEXT
710 FOR n=1 TO s-1:PLOT V(n)/10,400-Dg1(n)*400/5700
720 DRAW V(n+1)/10,400-Dg1(n+1)*400/5700:NEXT
730 FOR n=1 TO s-1:PLOT I2(n)/10,400-Dg1(n)*400/5700
740 DRAW I2(n+1)/10,400-Dg1(n+1)*400/5700:NEXT
750 u=0;q=399
760 FOR n=1 TO s:PLOT u,q:DRAW T(n)/10,400-Dg1(n)*400/5700
770 u=T(n)/10;q=400-Dg1(n)*400/5700: NEXT
780 CALL &A490
790 FOR n=1 TO 10000:NEXT:GOTO 460
800 CLS:PRINT"s=";s,"V1=";v1,"DP=";dp,"Edb=";edb
810 PRINT"Dg=";:FOR n=1 TO s:PRINT dg(n);",":NEXT:PRINT
820 PRINT"d=";:FOR n=1 TO s:PRINT d(n);",":NEXT:PRINT
830 PRINT"k=";:FOR n=1 TO s:PRINT na(n);",":NEXT:PRINT
840 PRINT CHR$(178);"=";:FOR n=1 TO s:PRINT ga(n);",":NEXT:PRINT
850 PRINT"H=";:FOR n=1 TO 2*s:PRINT h(n);",":NEXT:PRINT
860 PRINT CHR$(177);"=";:FOR n=1 TO 2*s:PRINT be(n);",":NEXT:PRINT
870 PRINT"Eb=";:FOR n=1 TO 2*s:PRINT eb(n);",":NEXT:PRINT
880 PRINT"Ds=";:FOR n=1 TO 2*s:PRINT dm(n);",":NEXT:PRINT
890 PRINT"To=";:FOR n=1 TO 2*s:PRINT ti(n);",":NEXT:PRINT
900 CALL &A490
910 FOR n=1 TO 10000:NEXT: GOTO 460

```

Tabela 3. Rezultat sa $\gamma = 180^\circ$, $d \neq 0$ Table 3. Result with $\gamma = 180^\circ$, $d \neq 0$

Ulazni podaci

$s = 10$ $V1 = 1500$ $DP = 100$ $Edb = 92$
 $Dg = 1100, 1878, 2155, 2415, 2538, 2647, 2745, 2848, 2977, 3847,$
 $d = 0, 0, 0, 80, 115, 150, 180, 210, 258, 270,$
 $k = 0, 0, 0, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18,$
 $r = 180, 180, 180, 180, 180, 180, 180, 180, 180, 180,$
 $H = 160, 175, 159, 174, 159, 189, 161, 193, 165, 190, 169, 209, 175,$
 $209, 182, 211, 190, 179, 198, 194,$
 $\beta = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$
 $0,$
 $Eb = 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92, 92,$
 $92, 92, 92, 92, 92,$
 $Ds = 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25, 25,$
 $25, 25, 25, 25, 25,$
 $To = 506, 510, 759, 761, 827, 829, 889, 894, 913, 918, 941, 946, 963$
 $967, 981, 985, 1008, 1004, 1017, 1019,$

Rezultat mjerenja

Dgc	Tvo	Vo	$\bar{G}_i$	Ti	Vi	Vrms
1108	524	2113	1108	524	2113	2113
1886	779	2421	778	255	3054	2461
2163	847	2553	277	68	4058	2626
2410	908	2653	247	61	4044	2744
2520	931	2705	109	23	4771	2812
2631	958	2747	111	26	4222	2860
2724	978	2785	93	20	4575	2906
2822	995	2836	98	17	5818	2979
2945	1017	2895	123	22	5507	3057
3011	1028	2929	67	11	6163	3106

otklona d i u smjerju otklona. Korekcija mjerenja brzina i V. S. P. obzirom na devijaciju bušotine je potreban postupak koji može povećati točnost prognostičkih dubina a ujedno i omogućiti kvalitetniju interpretaciju podzemlja.

Geofizičari seizmolozi moraju biti upoznati sa karakterom bušotine i obzirom da je svaka bušotina determinirana nagibom, azimutom i intervalom mjerenja, moguće je primjenom korekcija ispraviti utjecaj devijacije bušotine za mjerenje brzina i V. S. P.

Literatura

- Galperin, E. J. 1974, Vertikal Seismic Profiling; SEG, Special Publication No. 12, Tulsa.
 Kenneth, P., Ireson, R. L. & Conn, P. J. 1980, Vertical Seismic Profiles: Their Application in Exploration Geophysics: Geophys. Prosp., Vol. 28, 676-699.
 Waters, H. K. 1981, Reflection Seismology, 238-250, Toronto.