Orientacijsko vrednotenje »stopničastih« refrakcijskih diagramov

Janez Lapajne

Z 2 skicama med tekstom

Povzetek

Matematična obdelava diagramov plitve refrakcijske seizmike temelji na predpostavki, da se hitrost seizmičnega valovanja z globino od plasti do plasti veča. Če ta pogoj ni izpolnjen, ni možno eksaktno reševanje brez dodatnih podatkov, npr. iz vrtin. Podana je približna metoda vrednotenja štiriplastnega sistema, v katerem si hitrosti ne slede v zahtevanem zaporedju.

Približen izračun parametrov

Naj velja za štiriplastni sistem, ki ga ponazarja sl. 1, naslednji pogoj:

$$v_0 < v_2 < v_1 \leqslant v \, .$$

Štiriplastni sistem (h_0, v_0; h_1, v_1; h_2, v_2; v) aproksimiramo z dvoplastnim sistemom ($H, \bar{v}$; v). Za ta sistem lahko uporabimo znano formulo dvoplastnega sistema in dobimo:

$$H = \frac{T}{2} \cdot \frac{v \, . \, \bar{v}}{\sqrt{v^2 - \bar{v}^2}} \tag{1}$$

Pri tem je poprečna hitrost $\bar{v}$ definirana s Snellovim zakonom:

$$\bar{v} = v \, . \sin i \tag{2}$$

Iz geometrijskih razmerij dobimo:

$$H = \frac{S}{2} \operatorname{ctg} i \, . \tag{3}$$

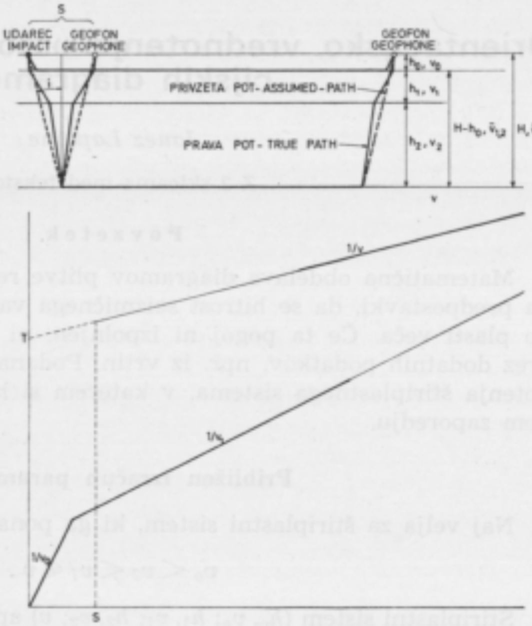
Iz enačb (1), (2) in (3) sledi:

$$H = \frac{1}{2} \sqrt{v \, T \, S} \tag{4}$$

in

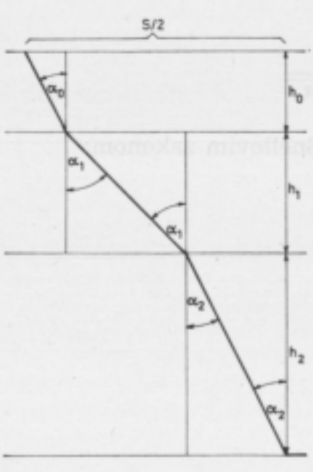
$$\bar{v} = \frac{v}{\sqrt{\frac{v\,T}{S} + 1}}. \tag{5}$$

Ker sta dani v_0 in $\bar{v}$, je mogoče določiti poprečno hitrost za sistem $(h_1, v_1; h_2, v_2)$, moramo pa najprej ugotoviti, kako je $\bar{v}$ določen s parametri h_0, v_0, h_1, v_1, h_2 in v_2.



Sl. 1. Štiriplastni sistem. Valovne poti in refrakcijski diagram

Fig. 1. Fourlayer system. Wave paths and refraction graph



Sl. 2. Povečan del sl. 1.

Fig. 2. Enlarged portion of Fig. 1.

Iz sl. 2 sledijo naslednje relacije:

$$\sin \alpha_0 = \frac{v_0}{v}, \quad \sin \alpha_1 = \frac{v_1}{v}, \quad \sin \alpha_2 = \frac{v_2}{v} \tag{6}$$

in

$$\frac{S}{2} = h_0 \operatorname{tg} \alpha_0 + h_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + h_2 \operatorname{tg} \alpha_2 \,. \tag{7}$$

Iz enačb (6) in (7) ter enačb (2) in (3) sledi:

$$\frac{H \bar{v}}{\sqrt{1 - (\bar{v}/v)^2}} = \frac{h_0 v_0}{\sqrt{1 - (v_0/v)^2}} + \frac{h_1 v_1}{\sqrt{1 - (v_1/v)^2}} + \frac{h_2 v_2}{\sqrt{1 - (v_2/v)^2}}$$

Običajno lahko to enačbo aproksimiramo z naslednjo:

$$H \bar{v} = h_0 v_0 + h_1 v_1 + h_2 v_2 \,. \tag{8}$$

Glede na enačbo (8) lahko definiramo poprečno hitrost $\bar{v}_{12}$ sistema $(h_1, v_1; h_2, v_2)$ takole:

$$(H - h_0)\, \bar{v}_{12} = h_1 v_1 + h_2 v_2 \,, \tag{9}$$

pri čemer je

$$h_1 + h_2 = H - h_0 \,. \tag{10}$$

Iz enačb (8) in (9) sledi:

$$\bar{v}_{12} = \frac{H \bar{v} - h_0 v_0}{H - h_0} \tag{11}$$

Če lahko ocenimo v_2 iz drugih podatkov (npr. iz vrtin), moremo oceniti debelini h_1 in h_2. Iz enačb (9) in (10) sledi:

$$h_1 = (H - h_0)\, \frac{\bar{v}_{12} - v_2}{v_1 - v_2}, \tag{12}$$

$$h_2 = (H - h_0) \left(1 - \frac{\bar{v}_{12} - v_2}{v_1 - v_2} \right) \tag{12a}$$

Sedaj lahko z večjo ali manjšo natančnostjo izračunamo oziroma ocenimo parametre izbranega štiriplastnega sistema:

v_0, v_1 in v dobimo neposredno iz diagrama (hodohrone),

h_0 izračunamo iz formule za dvoplastni sistem,

H, $\bar{v}$ in $\bar{v}_{12}$ ocenimo s pomočjo formul (4), (5) in (11),

če lahko ocenimo v_2 iz drugih podatkov, ocenimo h_1 in h_2 s pomočjo formul (12) in (12a).

Zaključek

Natančnost določitve H, $\bar{v}$ in $\bar{v}_{12}$ ter h_1 in h_2 je odvisna od natančnosti ocene razdalje S (to je razdalja, pri kateri dobimo prvi signal od podlage). Iz seizmogramov, ki jih dobimo s pomočjo geofonov in seizmografov, bomo običajno ocenili prevelik S in bo tako tudi napaka v določitvi H, $\bar{v}$, $\bar{v}_{12}$ in vsote $h_1 + h_2$ pozitivna.

Takšno približno vrednotenje je npr. uporabno pri plitvih refrakcijskih raziskavah v okviru seizmičnih mikrorajonizacij, kjer za oceno seizmičnosti ni nujno potrebno natančno poznavanje posameznih debelin in hitrosti (čeprav je zaželeno) in se je mogoče zadovoljiti tudi s poprečji. V splošnem pa imajo rezultati predloženega vrednotenja predvsem orientacijski pomen.

Approximate Solution Method for Velocity Reversals

Janez Lapajne

Shallow refraction profiling formulas are suitable for ordinary circumstances where velocity of rock layers increases with increasing depth. If this is not a case exact solution is not possible without additional data. Approximate solution method is presented for a fourlayer case where the increasing of normal velocity is interrupted by an abrupt decreasing in velocity.

Let to be worth for a system presented in Fig. 1. the subsequent condition:

$$v_0 < v_2 < v_1 \leqslant v\,.$$

For this case we can made an estimate of the parameters H, $\bar{v}$ and $\bar{v}_{12}$ from the following approximate formulas derived from Fig. 1. and Fig. 2.:

$$H = \frac{1}{2}\sqrt{v\,T\,S}\,, \quad \bar{v} = \frac{v}{\sqrt{\dfrac{v\,T}{S} + 1}}, \quad \bar{v}_{12} = \frac{H\,\bar{v} - h_o\,v_o}{H - h_o}$$

If v_2 can be estimated from independent sources, we can estimate also h_1 and h_2 from the relations:

$$h_1 = (H - h_o)\,\frac{\bar{v}_{12} - v_2}{v_1 - v_2}, \quad h_2 = (H - h_o)\left(1 - \frac{\bar{v}_{12} - v_2}{v_1 - v_2}\right).$$

Accuracy of estimation of H, $\bar{v}$, $\bar{v}_{12}$, h_1 and h_2 depends upon accuracy of estimation of distance S (this is a distance from the impact position we get a first signal from the bedrock). Usually the estimated S will be to great and the error in H, $\bar{v}$, $\bar{v}_{12}$ and the sum $h_1 + h_2$ will be positive.

Presented approximate solution method is applicable to seismological microzonings where precise knowledge of individual parameters is not necessary (though desired) but averages can be used. Generally the results of presented method will be of use more as informations and/or guidance.

Literatura

Knox, W. A. 1967, Multilayer Near-Surface Refraction Computations: Seismic Refraction Prospecting, p. 197—216, SEG, Tulsa.