REFLEXIÓS SEBESSÉGSZÁMITÁSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLITÓ VIZSGÁLATA ÉS A SEBESSÉGEK HIBÁJÁNAK HATÁSA A FELÜLET-ELEMEK MEGHATÁROZÁSÁRA.

A szeizmikus mérések kiértékeléséhez ismernünk kell a beérkező rugalmas hullámok átlagos terjedési sebességét az üledékösszlet különböző mélységeiben. Az átlagsebességek meghatározását legcélszerübb szeizmokarottázs mérésekkel végezni. Olyan területeken azonban, ahol mélyfúrások nincsenek, csak a regisztrált hullámok ut-időgörbéinek felhasználásával nyerhetünk adatokat az üledékösszlet sebességviszonyaira.

A továbbiakban a reflexiós szeizmikus kiértékelésben használatos átlagsebesség–meghatározásra alkalmas módszerekkel foglalkozom.

Az irodalom többféle módszert ismertet, amelyeket három főbb szempont alapján csoportosithatunk.

I. Annak alapján, hogy az ut-időgörbének hány pontját használjuk fel a számitásban, lehetnek

a/ teljes ut-időgörbét

b/ az ut-időgörbe speciális értékeit alkalmazó módszerek.

II. A terités szimmetriája szerint

a/ a robbantópontra szimmetrikus terités esetében

b/ a lövés-ellenlövéses eljárásnál alkalmazható módszerek.

III. A reflektáló felületelem helyzete szerint

a/ dőlt

b/ horizontális helyzetü visszaverő felületre vonatkozó módszerek.

Minden módszer az ut-időgörbe egyenletéből indul ki, de más-más uton jut el az átlagsebesség meghatározásához. Közös feltétel minden esetben az, hogy a reflektáló felületelem sik és az ut-időgörbe hyperbola. Itt kell megjegyeznem, hogy a valóságban az ut-időgörbék alakja a reflektáló felület görbültsége, az üledék inhomogenitása miatt eltér a hyperbolától. Az irodalom ismertet görbült reflektáló felületre vonatkozó átlagsebesség meghatározó eljárásokat is. (L. 3. 351-353 old.) A következőkben csak olyan eljárásokkal foglalkozom, amelyek sik reflektáló határt tételeznek fel.

A mérési adatok kiértékelésével nyert eredmények megbizhatóságát nagymértékben befolyásolja a felhasznált sebességértékek pontossága. Meg kell vizsgálnunk tehát a sebességszámitásban várható középhibák nagyságrendjét, továbbá a pontossági követelmények figyelembevételével a különböző sebességszámitási eljárások alkalmazhatóságát tömeges számitás esetén. Végül a szerkesztéshez felhasznált sebességadatok hibájának továbbterjedését vizsgálva megbecsülhetjük mérési eredményeink pontosságát.

Vizsgálat céljára olyan eljárásokat választottam ki a reflexiós átlagsebesség-meghatározó módszerek közül, amelyek kiértékelési munkánkban felhasználást nyertek ill. nyernek.

Ezek a következők.

1./ Sebességszámitás az ut-időgörbe speciális pontjait felhasználó nomogrammal.

2./ Sebességszámitás állandó utkülönbségek módszerével (Bugaljo módszere.)
3./ Sebességszámitás aszimptota-módszerrel.
4./ Sebességszámitás az ut-időgörbe parabolává való transzformálásával (Opitz módszere).
5./ Sebességszámitás találkozó ut-időgörbe ágak esetén (Glotov módszere).

A felsorolt sebességszámitási eljárások közül a 2. és 3. az irodalomból közismert. Ezek bemutatásától eltekintek. A másik három eljárás lényege röviden a következő.

Sebességszámitás az ut-időgörbe speciális értékeit felhasználó nomogrammal.

Alapfeltevéseink teljesülése esetén, ha a reflektáló felületelem sik és az ut-időgörbe minden pontját ugyanaz az átlagsebességérték jellemzi, az ut-időgörbe egy hyperbola egyenletével irható le. Ebben az esetben elméletileg az ut-időgörbe három pontja elegendő az átlagsebesség meghatározásához. Általános esetben

$$V = \sqrt{\frac{d_a \cdot d_b \cdot (d_a + d_b)}{t_a^2 \cdot d_b + t_c^2 \cdot d_a - t_b^2 \, (d_a + d_b)}}$$

itt t_a, t_b, t_c az ut-időgörbe három pontjához tartozó időérték, d_a, a t_a és t_b, d_b a t_b és t_c pontok közötti távolság. Ha a két távolság egyenlő, akkor

$$V = \sqrt{\frac{2\,d^2}{t_a^2 + t_c^2 - 2t_b^2}}$$

Amennyiben megállapodunk abban, hogy a három kiválasztott időérték mindig a robbantóponthoz és a terités két szélső pontjához tartozik, ugy az ut-időgörbe speciális értékeinek használatáról beszélhetünk.

Legyen a robbantóponti időérték és a terités szélső pontjaihoz tartozó időértékek különbsége

$$t_1 - t_0 = \varepsilon_1$$
$$t_2 - t_0 = \varepsilon_2$$
$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \Sigma\varepsilon$$

A sebesség képletébe t_1 és t_2 helyett $t_0+\varepsilon_1$ és $t_0+\varepsilon_2$ értékeket helyettesitve

$$V = \sqrt{\frac{2d^2}{2t_0(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) + \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}}$$

kifejezéshez jutunk. Itt a d a terités hosszának felét jelenti. Kisebb dőléseknél ε_1 és ε_2 közel egyenlő és néhányszor 10 millsec. nagyságrendü. $\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2$ elsőközelitésben jól helyettesithető

$$2\left(\frac{\varepsilon_1+\varepsilon_2}{2}\right)^2$$

értékkel. A sebességképlet ezáltal olyan egyszerűbb formát ölt, amely alkalmas nomogram készitésére, ha állandó d távolságot tételezünk fel. A nomogram használatánál az ut-időgörbe speciális pontjaihoz tartozó időértékeket kell ismernünk, majd a $\Sigma\varepsilon$ érték képzése után a nomogram megfelelő $\Sigma\varepsilon$ paraméterü görbéjét felkeresnünk. A nomogram abszcissza tengelyén a t_0, az ordináta tengelyen a v értékek vannak felhordva. Igy a kiválasztott görbén a t_0 abszcisszájú ponthoz tartozó v értéket leolvashatjuk.

Sebességszámitás a hyperbola parabolává való transzformálásával.

A szokásos x,t koordináta rendszerben az ut-időgörbe hyperbola volt. Ha a hyperbola egyenletében x^2 helyett ξ és t^2 helyett τ jelölést vezetünk be, az egyenletet négyzetre emeljük, ugy τ; ξ koordinátarendszerben olyan parabola egyenletéhez jutunk, amelynek a tengelye a ξ tengellyel α szöget zár be. Az α szögre felirható a $t_g\alpha = 1/v^2$ összefüggés.

A gyakorlatban tehát egy négyzetes koordináta lapot kell használnunk, amelyen az abszcisszát τ-ban hordjuk fel, de t-ben jelöljük, az ordinátát ξ-ben hordjuk fel és x-ben jelöljük. Igy tehát t és x értékek diktálásával τ és ξ értékek hordhatók fel. A felhordott pontokhoz legjobban simuló parabolát megrajzoljuk. A parabola tengelyirányának megállapitásához egy konjugált átmérőjét kell meghatároznunk (ez párhuzamos a tengellyel). Konjugált átmérőt kapunk, ha a parabolát egy párhuzamos szelősereggel felosztjuk tetszésszerinti irányban és az igy kapott hurok felezőpontjait összekötjük. Leolvasva a

$$\frac{\Delta\xi}{\Delta\tau} = v^2$$

értéket, számitható a sebesség. A parabolát más irányban felosztva számitásunkat ellenőrizhetjük.

Horizontális reflektáló felületelemnél a parabola helyett kettős egyenest kapunk. Ezek iránytangenséből számithatjuk a sebességet.

A parabolává transzformálás elve alkalmazható találkozó félhyperbolaágak esetében is (lövés-ellenlövés). Ebben az esetben azonban az eljárás nem konjugált átmérő meghatározását jelenti. A megrajzolt parabolaágakból egy $\Delta\xi$ értékhez a hozzátartozó $\Delta\tau$ értéket leolvasva képlet alapján határozhatjuk meg a sebességet.

Átlagsebességszámitás találkozó fél ut-időgörbék esetében.

Lövés-ellenlövés esetén a találkozó ágak időértékei azonos abszcisszánál legyenek t_e és t_f. Vezessük be a $t_e - t_f = \mathcal{H}$ és a

$$\frac{t_e + t_f}{2} = \tau$$

jelölést. Képezzük a τ és $\varkappa$ értékeket a görbék minden x abszcisszájára. Kimutatható, hogy 10°-nál kisebb dőlések esetében a τ értéke közel állandó minden x-re, a $\varkappa = f(x)$ összefüggés pedig egy egyenest ad. Az egyenes iránytangense

$$\frac{\Delta \varkappa}{\Delta x} = \frac{d}{v^2 \tau}$$

tehát a sebesség meghatározható.

A képlet alapján kiértékelésünkben görbesereg készült, amely a fenti egyenletet τ és

$$\frac{\Delta x}{\Delta \varkappa}$$

koordinátarendszerben v = constans paraméterek mellett ábrázolja. A reflexiós ut-időgörbék alapján megrajzolva a $\varkappa = f(x)$ egyeneseket (grafikus középérték), a

$$\frac{\Delta x}{\Delta \varkappa}$$

és τ meghatározásával a nomogramból a sebességértékeket kiolvashatjuk.

A sebességszámitás pontosságát a meghatározott sebességértékek középhibájából állapithatjuk meg. A sebességérték középhibájának meghatározásánál csupán az időmérésben elkövetett hibák továbbterjedését kell vizsgálnunk, a geofontávolságokat hibamentesnek tételezhetjük fel.

A sebességszámitási eljárások képleteiből a függvény középhibájának ismert formulája alapján, az időmérés μ_t középhibájának ismeretében, az átlagsebesség μ_v középhibája felirható. Az igy kapott képletekbe mindig az ut-időgörbe speciális időértékeit betéve, összehasonlitásra alkalmas alakokhoz jutunk.

A tárgyalás sorrendjében felirva:

$$1./\ \mu_v = \pm \mu_t \frac{v^3}{2d^2} \sqrt{t_1^2 + t_2^2 + 4t_o^2}$$

$$2./\ \mu_v = \pm \mu_t \frac{v^3}{2d^2} \sqrt{t_1^2 + t_2^2 + 4t_o^2}$$

$$3./\ \mu_v = \pm \mu_t \frac{v^3}{d^2} \sqrt{t_1^2 + t_m^2}$$

$$4./\ \mu_v = \pm \mu_t \frac{v^3}{2d^2} \sqrt{t_1^2 + t_2^2 + 4t_o^2}$$

$$5./\ \mu_v = \pm \mu_t \frac{v^3}{4d^2} \sqrt{16t_1^2 + 2(t_{o1} + t_{o2})^2}$$

Az 1., 2., és 4. esetben az eredmény megegyezik. Látszólag eltérő eredményt kapunk a 3. és 5. esetben. Vezessünk be a különböző időértékek helyett egy átlagos $\bar{t}$ időt, ekkor az 1., 2., 4. és 5. esetben

$$\mu_v = \pm \mu_t \cdot \frac{v^3 \bar{t}}{d^2} \sqrt{1,5}$$

A 3. esetben.

$$\mu_v = \pm \mu_t \cdot \frac{v^3 \bar{t}}{d^2} \sqrt{2}$$

A 3. eset eltérése a többitől abból származik, hogy itt az átlagsebesség meghatározásához csak két pontot használtunk fel. Ebben az esetben d nem a félterités hosszát, hanem a minimumpont és a terités szélső pontja közti távolságot jelenti. A különböző időértékek középhibáját egyenlőnek tételezhetjük fel. A 3. képletnél t_m a hyperbola minimumpontja. Az 5. esetben t_{o1} és t_{o2} a lövés ill. ellenlövés robbantópontjához tartozó időérték.

Az eredmények azt mutatják, hogy az időmérésben elkövetett hibák minden eljárásnál egyező módon terjednek tovább. Ez szükségszerüen következik a különböző eljárások közös kiinduló egyenletéből is.

Vizsgáljuk meg a sebességszámitásoknál várható középhibák nagyságát.

Az átlagsebesség középhibája a fentiek szerint egyenesen arányos az időmérés középhibájával és az átlagsebesség harmadik hatványával, forditottan arányos a geofonok közti távolság második hatványával. Ilymódon a gyakorlatban előforduló sebességértékek esetében az alkalmazott terités alapján meghatározhatnánk a várható középhibák nagyságát. Figyelemmel kell lennünk azonban a következőkre.

A fenti képletek levezetésénél alapfeltétel volt az, hogy az ut-időgörbe hyperbola, vagyis tetszőlegesen kiválasztott három pont alapján az ut-időgörbéhez tartozó átlagsebességet egyértelmüen meghatározhatjuk. A középhibákat is ezen az alapon határoztuk meg.

A valóságban azonban a mérésben elkövetett hibák, a reflektáló felület egyenetlenségei és az üledék inhomogenitása folytán a mért időértékek bizonyos szórást mutatnak. A pontokhoz legjobban simuló görbe csak megközeliti a hyperbolát. A sebességet nem elegendő tehát az ut-időgörbe egy adatharmasából meghatározni, hanem a lehető legtöbb, egymástól független adatokból meghatározott átlagsebesség középértékét kell számitanunk.

Dr.Tárczy-Hornoch Antal akadémikus már 1953-ban foglalkozott egyik cikkében a reflexiós sebességmeghatározások középhibájával /2/. Az állandó utkülönbségek módszerét vizsgálva rámutatott arra, hogy a valóságot legjobban megközelitő értéket csak szigorú kiegyenlités utján kaphatjuk meg. Szigorú kiegyenlités elkerülhető abban az esetben, ha megengedünk néhány (4-5) százalékos pontatlanságot. Ebben az esetben minél több egymástól független adatból tudjuk számitani a sebességértékeket ill. a középértéket, annál kisebb lesz a sebesség középértékének a középhibája. Ezért célravezető olyan módszereket alkalmazni, amelyek az ut-időgörbe összes pontját felhasználják.

Egy konkrét példával jellemezhetjük azt a pontosságváltozást, amelyet az ut-időgörbe összes pontjának ill. a speciális pontoknak a használata okoz.

Különböző t_o-akhoz tartozó ut-időgörbékből meghatároztam a sebességet a speciális pontokhoz tartozó időértékek és az összes időérték felhasználásával. Az utóbbi esetben Dr.Tárczy-Hornoch Antal említett cikkében közölt képletet használtam, amely tulajdonképen nyolc egymástól független sebességérték középértékének a középhibáját adja.

$$V = \frac{4\,D}{\sqrt{t_1^2 + \dots + t_8^2 - 2t_9^2 - \dots - 2t_{16}^2 + t_{17}^2 + \dots + t_{24}^2}}$$

itt D egy-egy t értékhármashoz tartozó geofontávolságot jelent. A középhiba

$$\mu_v = \pm \frac{27v^3}{2n^3d^2} \cdot \mu_t \cdot \sqrt{t_1^2 + \dots + t_{\frac{n}{3}}^2 + 4t_{\frac{n}{3}+1}^2 + \dots + 4t_{\frac{2n}{3}}^2 + t_{\frac{2n}{3}+1}^2 + \dots + t_n^2}$$

n a geofonok száma.

A számitott sebességérték 1950 ill. 2250 m/s volt 0,7 sec ill. 1,27 sec t_0-nál. A relativ középhiba

$$\left|\frac{\mu_v}{v}\right|$$

százalékosan kifejezve első esetben az összes pont használatánál 1,5 %, speciális pontok esetében 1,8 % volt. Második esetben viszont 3,6 % ill. 6,3 % volt. Az időmérés középhibáját ± 0,002 sec-nek vettem. Viszonylag kis sebességértékeknél tehát nem kapunk nagy eltérést a pontosságban, azonban a sebesség növekedésével az eltérés már jelentékenyebbé válik.

A meghatározott sebességérték középhibája esetenként különböző. Ha az ut-időgörbe minden pontját felhasználjuk a számitásban, ugy a középérték középhibája azonos körülmények között annál kisebb, minél kevésbé szórt értékeink vannak. Igy tehát minden esetben meg kellene határoznunk a középhibát, hogy számitott értékeink pontosságáról felvilágositást nyerjünk.

Az előzőekben konkrét példákon láttuk azt a pontosságkülönbséget, amit a teljes ut-időgörbe használata okoz, szemben a három érték felhasználásával számitott sebességértékkel. Célszerü megvizsgálnunk, hogy az ut-időgörbe három értékének felhasználásával nyert sebességértékekhez mekkora várható középhibák tartoznak.

Erre a célra felhasználhatjuk az átlagos $\bar{t}$ időérték bevezetésével nyert képletet

$$\mu_v = \pm \mu_t \cdot \frac{v^3\,\bar{t}}{d^2} \sqrt{1,5}$$

Az alábbi táblázat különböző $\bar{t}$ időértékek esetében a sebesség függvényében mutatja a relativ középhiba százalékos értékét, ha $\mu_t = \pm 0.002$ sec és d = 625 m

v m/s	$\bar{t}$ 1,0	1,5	2,0	2,5 sec
2000	2,5	3,8	5,0	6,3 %
2250	3,2	4,8	6,4	8,0 %
2500	3.9	5,9	7,8	9,8 %
2750	4,7	7,1	9,4	11,8 %
3000	5,7	8,5	11,3	14,2 %

A felvett sebességértékek megfelelnek a hazai viszonyoknak. A számitott adatok azt bizonyitják, hogy nagyobb időértékek esetében már a felvett legkisebb sebességnél is legalább 5 % a pontatlanság, nagyobb sebességértékeknél ezt jóval meghaladja. Természetesen az igy kapott középhibák csak az időmérés középhibájának továbbterjedésére adnak felvilágositást. A gyakorlatban a helyzetet kedvezőtlenebbé teheti az ut-időgörbének az emlitett okok folytán való eltérése a hyperbolától. Célszerü az ut-időgörbe speciális értékeit használó módszert a pontosság kedvéért csak 1.8-1.9 sec határig alkalmazni. Ennél nagyobb időértékek esetében pedig a teljes ut-időgörbét felhasználó eljárásokkal dolgozni.

A speciális pontokra készitett nomogram alkalmazása megköveteli e pontok biztosságát. Ha nem használhatók a terités szélső (speciális) pontjai, akkor a robbantópontra szimmetrikusan két beljebbfekvő pontot kell kiválasztani. A nomogramból ilyen esetben kapott értékeket a csökkent d távolságnak megfelelően egy tényezővel be kell szoroznunk.

A nomogram ismertetésénél láttuk, hogy az alapképletben az $\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2$ kifejezést a

$$2.\left(\frac{\varepsilon_1+\varepsilon_2}{2}\right)^2$$

helyettesiti. Dőlésmentes esetben ez nem okoz hibát, mivel ekkor $\varepsilon_1^2 = \varepsilon_2$ és igy a két kifejezés is egyenlő. A dőlés növekedésével azonban ε_1 és ε_2 közötti különbség egyre nagyobb lesz. A két kifejezés az $(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$ érték négyzetével különbözik egymástól. Emiatt a nomogramból mindig nagyobb sebességet kapunk, mint amilyen a valóságban előfordul. A nomogramot tehát szigoruan csak dőlésmentes esetekben használhatnánk, azonban a gyakorlatban megadhatunk egy olyan dőlési intervallumot, amelyben a nomogramot még alkalmazhatónak tekintjük. Pl. alkalmazhatjuk a nomogramot mindaddig, amig a sebességmeghatározásnak a visszaverőfelület dőléséből eredő hibája kisebb, mint a sebességérték középhibája. A hiba nemcsak a dőlésnek, hanem a sebességnek is függvénye.

Ilymódon	2000 m/s	esetében	14 ^{o}	
	2500 "	"	21 ^{o}	
	3000 "	"	24 ^{o}	

dőlés tekinthető az alkalmazhatóság határának. 15-20^o dőlésig a nomogram használható. Hazai viszonylatban általában alkalmazható, mivel az alföldi üledékekben ahol kutatásunk zöme történik, 15^o-nál nagyobb dőlések nem gyakoriak. Megjegyzem, a helyettesitésből származó hiba állandó pozitiv előjele miatt, korrekcióba is vehető.

Foglalkozzunk az egyes módszerek alkalmazhatóságával.

A szerkesztéseknél alkalmazott átlagsebességgörbe megbizható elkészitéséhez tömeges sebességszámitást kell végeznünk. Ilyen esetben nagy jelentősége van a gyorsan és egyszerüen alkalmazható módszereknek. A megkivánt pontosságtól függően kell eldöntenünk, szükséges-e az ut-időgörbe minden pontját felhasználó eljárást alkalmaznunk vagy a gyors munka érdekében kisebb pontossággal is megelégszünk-e.

Az előzőekben három olyan eljárással foglalkoztunk, amely az ut-időgörbe minden pontját felhasználja.

A három eljárás közül az aszimptota módszer csak olyan dőléseknél használható, amelyeknél a minimumpont még a terítésen belül van. Az aszimptota módszer alkalmazásánál a hyperbola minimumpontjának megállapítása külön hibát okoz, az ordinátaértékek számítása pedig nehézkes. Ezzel szemben az állandó urkülönbség módszerénél a hyperbola minimumpontjára nincs szükség, tehát bármilyen dőlés esetében használható. Alkalmazni egyszerűbben lehet, mint az aszimptota módszert. Mindkét módszernek hátránya, hogy alkalmazását négyzettábla használata lassítja. Nem tisztán grafikus módszerek.

Opitz módszerének (parabolává transzformálás) alkalmazásához előre elkészített négyzetes koordináta papir szükséges. Ez a módszer alkalmazását nehézkessé teszi. Egyedi számitásokhoz azonban jól alkalmazható, több konjugált átmérő meghatározásával pedig ellenőrzésre is lehetőség nyilik. Grafikus módszer.

Lövés-ellenlövés esetére két módszert láttunk. Mindkettő az ut-időgörbe összes pontját felhasználja. A Glotov-féle módszer csak kis dőlések esetében (10^0 alatt) használható. Alkalmazásához nomogramok készültek, ezek segitségével a sebességmeghatározás leegyszerüsödik. Előnye az eljárásnak az, hogy abban az esetben is alkalmazható, ha a találkozó ut-időgörbe ágakon felszini hatás miatt torzulás mutatkozik. A módszer eredményét ugyanis ez nem befolyásolja. A torzulást nem okozhatja a reflektáló felület görbültsége! Az Opitz-féle módszert találkozó ut-időgörbe ágak esetében nagy dőléseknél is lehet alkalmazni. A sebesség meghatározására ugyanis az előző módszer ilyen esetben nem alkalmas.

Az ut-időgörbe három pontjának használata az összes pont helyett a pontosság rovására történik. A speciális értékekre készitett nomogram viszont a munkát annyira meggyorsitja, hogy tömeges számitásoknál a kisebb pontosság ellenére is nagy jelentősége van. A nomogram használata csak kis dőlések esetén célszerü.

Vizsgáljuk meg a sebességmeghatározás középhibájának a szerkesztésben való továbbterjedését.

A felületelem helyzetét meghatározza a felületre merőleges (normál) sugár hossza és a felületelem dőlése.

A normál mélységet a

$$z = \frac{vt_o}{2}$$

a dőlést a

$$\sin\alpha = v \cdot \frac{t_2 - t_1}{X} \cdot \frac{t_2 + t_1}{2t_o}$$

képlet adja.

A képletekből meghatározható az időmérésben elkövetett hibák továbbterjedése, vagyis a mélység és dőlés középhibája. A képletekben v-t is az időértékkel kifejezve

$$Z = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2d^2 t_o^2}{t_1^2 + t_2^2 - 2t_o^2}}$$

$$\alpha = \arcsin\sqrt{\frac{t_1^2 - t_2^2}{8t_o^2\left[t_1^2 + t_2^2 - 2t_o^2\right]}}$$

igy a középhibák

$$\mu_z = \pm \mu_t \frac{v^3}{4d^2} \sqrt{t_o^2 (t_1^2 + t_2^2) + (t_1^2 + t_2^2 - t_o^2)}$$

$$\mu_\alpha = \pm \mu_t \frac{v^3}{4t_o d^3} \sqrt{t_1^2 (t_2^2 - t_o^2)^2 + t_2^2 (t_1^2 - t_o^2)^2 + (t_1^2 - t_2^2)^2 \cdot (t_1^2 + t_2^2 - 3t_o^2)}$$

α ivmértékben értendő.

Az eredmények azt mutatják, hogy a felületelem mélységének középhibája a mélység növekedésével fokozódik. Ugyanis a sebesség a mélység függvényében növekszik. A dőlés középhibájánál ezt a nevezőben lévő t_0 kisebb mértékben csökkenti. A terítéshossz növelése a dőlés középhibáját csökkenti. A vizsgált μ_z és μ_α érték természetesen csak arra az esetre vonatkozik, amikor a reflektáló felületelem meghatározásához a reflexió saját sebességértékét használjuk fel. A gyakorlatban a szerkesztéshez egy-egy területre vonatkozó átlagsebesség-idő függvényt használunk. A felületelemek adatainak pontosságát ilyen esetben a szerkesztéshez használt sebességérték befolyásolja elsősorban. Egy t_0, t_1, t_2 értékhármashoz tartozzon v átlagsebesség. A mélység (merőleges):

$$z = \frac{vt_o}{2}$$

$$\sin a = v \frac{t_2 - t_1}{X} \cdot \frac{t_2 + t_1}{2t_o}$$

Ha a sebesség $\pm \Delta v$ hibával van terhelve, ugy

$$\Delta z = \frac{\vartheta Z}{\vartheta V} \Delta v$$

Ebből

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta V}{V}$$

A dőlésszög sinusára felirható:

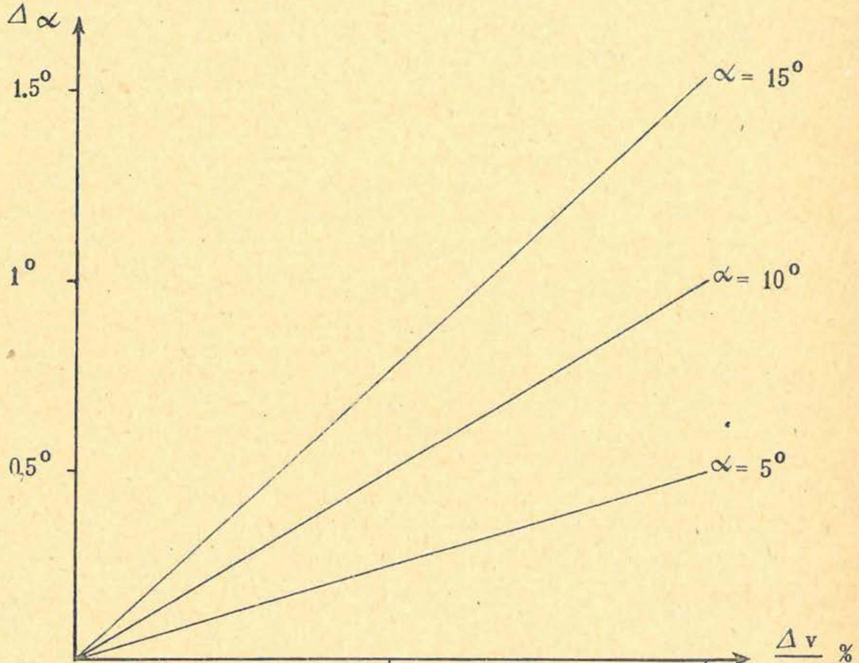
$$(\sin\alpha)^* = \frac{v \pm \Delta v}{X} \cdot \frac{(t_2 - t_1)(t_2 + t_1)}{2\,t_o}$$

Ebből

$$(\sin\alpha)^* = \sin\alpha(1 \pm \frac{\Delta V}{V})$$

A felületelem mélységének relatív hibája tehát egyenesen arányos a relatív sebességhibával. Ebben az esetben a szerkesztéshez használt időértékek hibájától eltekintünk. Ezt a következő példa is bizonyítja. Pl. 2500 m/s sebességnél 1.800 sec t_0-nál 5 %-os sebességhiba 5 %-os mélységhibát okoz a fentiek szerint. Ugyanakkor az időmérés kb. 0.002 sec középhibája a mélységben 0.1 - 0.2 %-os hibát okoz, ami a sebességhiba okozta bizonytalanságnál egy nagyságrenddel kisebb.

Az előzőekben vizsgált várható sebességhibák alapján a reflexiós mérések kiértékelésének eredményeiben 5 %-nál kisebb pontatlanságot a mélységadatokban nem várhatunk. A mellékelt ábrán a relatív sebességhiba és a dőlésszög függvényében a felületelemek dőléshibáját láthatjuk. A dőléshiba a várható sebességhibák intervallumában kb. 0.5-1° (a szerkesztés pontossága kb. 0.5°).



Összefoglalva az előbbiekből levonható következtetéseket

1./ A különböző átlagsebességszámító eljárások egyenértékűek. A pontosság növelése a teljes ut-időgörbe alapján történő sebességszámítást követeli meg.

2./ Tömeges számításoknál a munka sebességét erősen növeli a sebességszámító nomogram használata. Ezért alkalmazása még a pontosságcsökkenés ellenére is indokolt. Nem célszerű a nomogram alkalmazása t_0 = 1.9 sec felett ill. 20°-nál nagyobb dőlések esetében.

3./ A sebesség, dőlés és mélység középhibájának képlete arra enged következtetni, hogy a pontosság a teritéshossz (ill. a geofontávolság) növelésével fokozható. Meg kell jegyezni azonban, hogy a tulzottan megnövelt teritéshossz ennek ellenére a sebességszámitás szempontjából nem kedvező. Ilyen esetben ugyanis a görbült reflektáló felület eltérése a siktól határozottabban jelentkezik az utidőgörbe alakjában (a görbült felület ugyanis kisebb szakaszon jól helyettesithető sikkal, nagyobb szakaszokon már kevésbé).

4./ A sebességhibák továbbterjedését vizsgálva megállapithatjuk, hogy a szeizmikus mélységi adatok megbizhatósága főként a relativ sebességhibától függ. A dőlésadatok a szerkezeti formát helyesen tükrözik. A mélységhibák jelentősége különösen olyan területeken nagy, ahol a szeizmikus vonalakat mélyfúrásokhoz kapcsoljuk.

Nagy Zoltán

IRODALOM.

/1/ Dr hc.dr.Tárczy-Hornoc Antal. A kiegyenlitő számitás. Sopron. 1950.
/2/ Dr.hc.dr.Tárczy-Hornoch Antal. A terjedési sebesség meghatározásáról a reflexiós módszernél. Geof.Közl. III.köt. 5.sz.
/3/ Szorokin. A kőolajkutatás geofizikai módszerei. Nehézip. Könyvkiadó. 1953.
/4/ D.Opitz. Eine Methode zur Ermittlung der mittleren Geschwindigkeit elastischer Wellen in der Reflexionsseismik. Gerlands. Beiträge zur Geophysik Band 66. Heft 3.
/5/ Gurvics. Szeizmorazvedka.
/6/ Posgay Károly. Szeizmikus reflexiós mérések középhibája. Geof.Közl. III.köt. 4.sz.