

Az intervallumsebesség függése a mélységtől normálisan kompaktálódott üledékes rétegekben

ZSELLÉR PÉTER*

A kísérleti tapasztalatok azt mutatják, hogy üledékes kőzetekben a hullámterjedési sebesség és a mélység között exponenciális a kapcsolat. A kapcsolatot a következő képlet írja le:

$$\log V(H) = \log V(O) + m \cdot H$$

ahol $V(H)$ a sebesség H mélységben,
 $V(O)$ a sebesség a felszínen,
 m egy, a kompaktációs viszonyoktól függő állandó.

A Pannon medencére sikerült egy összefüggést megállapítani az m állandó és a medencealjzat mélysége között.

Az összefüggés segítségével az egyes kutatási területeken becsülhetjük az intervallumsebesség várható nagyságát. A ténylegesen mért értékek természetesen nem egyeznek meg pontosan a becsült értékekkel, a mért intervallumsebességek a becsült értékek körül véletlenszerűen ingadoznak.

A túlnyomásos rétegekben a kompaktáció eltér a normáltól. Ezért a mért intervallumsebességek is el fogják térni a becsült értékektől. Lényeges, hogy míg a normális esetekben az eltérés véletlenszerű, a túlnyomásos zónákban szisztematikus. Ez lehetővé teszi, hogy az intervallumsebességek megváltozásai alapján a szeizmikus adatokból felismerjük a várhatóan túlnyomásos rétegek helyét.

Опыт экспериментальных работ показывает, что скорость распространения умругих волн в осадочных породах связана с глубиной по экспоненциальному закону. Эта связь описывается формулой

$$\log V(H) = \log V(O) + m \cdot H$$

где $V(H)$ – скорость на глубине H ,
 $V(O)$ – скорость на поверхности,
 m – постоянная, зависящая от степени уплотненности пород.

Для Панногоского бассейна выявлена зависимость постоянной m от глубины залегания основания бассейна.

Эта зависимость позволяет оценить ожидаемую величину интервальных скоростей в различных районах работ. Само собой разумеется, что фактически наблюдаемые величины точно на совпадают с оцененными, а колеблются с случайным хаактером около них.

В слоях с перепадом давления уплотненность различается от нормальной. В связи с этим надлюденные интервальные скорости также различаются от оцененных величин. Но в то время, как в нормальных случаях отклонения носят случайный характер, в зонах передавления они оказываются систематическими. Это позволяет, по изменениям интервальных скоростей, судить о положении пластов, характеризующихся передавлением.

Experience has shown that the propagation velocity of waves in sedimentary rocks changes with the depth according to an exponential law. This relation can be expressed by the formula

$$\log V(H) = \log V(O) + m \cdot H$$

$V(H)$ being the velocity at the depth H ,
 $V(O)$ the velocity at the surface,
 m a constant which depends on the compaction of the rock.

For the Pannonian basin a relation of the constant m with the depth of the basement was found. This relation permits to estimate the values of interval velocity to be expected in different areas. The estimated values, of course, does not coincide exactly with the observed velocity values and they show a random deviation from them.

In layers with overpressure the compaction differs from that in normal cases. Thus the observed interval velocities will also differ from the estimated values. But while in normal cases the deviation has a random character, in zones with overpressure it proved to be systematic. Thus the changes of the interval velocities permit to draw from seismic data conclusions concerning the position of a layer with probable overpressure.

Gyakorlati tapasztalat, hogy a kőzetek porozitása a mélységgel csökken. Ez a kőzetekben mérhető hullámterjedési sebesség növekedéséhez vezet. Az irodalomból jól ismert, hogy a sebesség a mélységgel exponenciális kapcsolatban áll. A kapcsolatot a következő képlet írja le:

$$\log V(H) = \log V(O) + m \cdot H$$

ahol

$V(H)$ a sebesség H mélységben

$V(O)$ a sebesség a felszínen

m egy konstans.

Ezt a képletet márga rétegek esetében szokás használni, de más kőzetekre is alkalmazható. Láthatjuk, hogy a képlet egy egyenes egyenlete. Ezt az egyenest a kőzet normál kompaktációs trendjének szokás nevezni.

A szeizmikával mért intervallumsebességek mindig egy vastagabb mélység-intervallumra vonatkoznak. Ez az intervallum esetleg több geológiai réteget is magába foglal. Feltételezhető, hogy az intervallumon áthaladó hullám terjedési sebessége kapcsolatos az intervallumban található homok, agyag és karbonát aránnyal. A szeizmikus mérésekből tehát egy kőzetkeverékre jellemző sebességörbét kapunk.

Szerencsére a porozitás a mélységgel valamennyi kőzetben csökken. Ezért a kőzetkeverékben mérhető intervallumsebességekhez is hozzárendelhető egy trend.

Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a reflexiós horizontok távolságától függően, véletlenszerűen összeállított kőzetkeverékre jellemző intervallumsebességek számértéke nem determinisztikusan meghatározott. Azt mondhatjuk, hogy a szeizmikus intervallumsebességekhez is hozzárendelhető egy normál trend, de az intervallumsebességekben előfordulhatnak a normál trend körül véletlenszerű ingadozások.

Nézzük meg az 1. ábrát. Az ábrán egy szeizmikus vonal mentén meghatározott intervallum áthaladási idő függvények láthatók. A véletlenszerű ingadozások csökkentése érdekében a függvényeket simítottuk.

Az ábrán láthatjuk, hogy az 1000 – 2200 méter mélység közötti szakaszon a függvények jól közelíthetők egy egyenessel. Másszóval a függvények jól illeszkednek a kőzetkeverékre jellemző normál trendhez.

Az illeszkedés a legfelső és a legalsó szakaszokon gyengébb. Ez általános jelenség, más szeizmikus vonalak vizsgálatakor is tapasztalható.

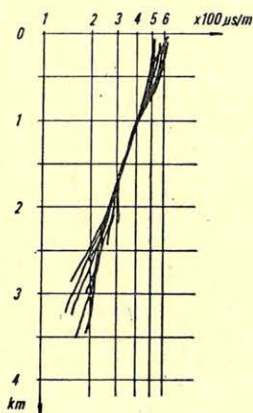
A felső részen az eltérés abból adódik, hogy itt az üledékek fiatal korúak. A kompaktáció itt még nem érte el azt a fokot, amittől kezdve az exponenciális közelítés érvényesnek tekinthető.

Az alsó részen a sebesség szisztematikusan nagyobb, mint amekkorát a trend alapján várunk. Ennek a jelenségnek az az oka, hogy az alsó mélység-intervallumok mezozoos, paleozoos rétegeket is magukba foglalnak. Ezek az üledékek a felettük levőknél lényegesen nagyobb sebességűek, ezért az intervallumsebesség függvényt szisztematikusan megváltoztatják a nagy sebesség irányába.

Ezeket a szakaszokat a normál trend meghatározásakor figyelmen kívül kell hagyni.

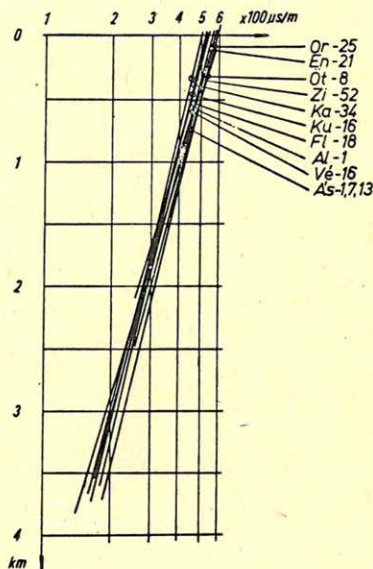
Megvizsgáltunk nagyszámú, a *Pannon medence* területén mért szeizmikus szelvényt és kiszámítottuk a normál trendeket.

A 2. ábrán ezekből néhány, az Alföldön mért szelvényen meghatározott normál rendet mutatunk be.



GEO 80/18-1

1. ábra. — Puc. 1 — Fig. 1



GEO 80/18-2

2. ábra. — Puc. 2 — Fig. 2

Mint már a bevezetőben említettük, a trendet a felszínen mérhető $V(O)$ sebességgel és az m konstanssal jellemezhetjük. A továbbiakban az m konstanssal fogunk foglalkozni.

Az m konstans a trend meredekségét adja, tehát azt, hogy milyen gyors a sebesség növekedése a mélységgel. Az m konstansnak kapcsolatban kell állni a medencét kitöltő üledékanyaggal és a kompaksióval. Mivel ezeket a tényezőket közvetlenül nem tudjuk figyelembe venni, közvetett kapcsolatokat kell találnunk.

A süllyedés-kompaktálódás folyamatával is és a lerakódott üledék anyagával is kapcsolatban áll a medencealjzat mélysége. Megvizsgáltuk, hogy az m konstans milyen kapcsolatban áll a medencealjzat mélységével.

A 3. ábrán az m konstans nagysága és az alsó pannon fekü mélysége közötti kapcsolat látható. A vizsgálatból kapott $r = -0,40$ korrelációs együttható azt mutatja, hogy a két változó között a kapcsolat gyenge.

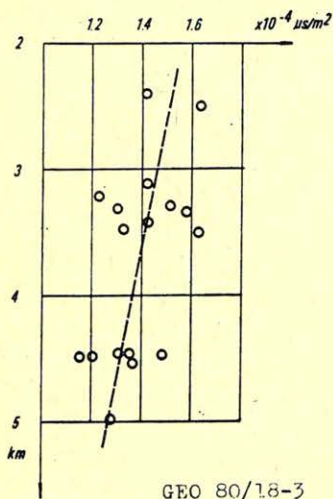
A 4. ábrán az előbbihez hasonló vizsgálat látható, de az m és a mezozoosnál fiatalabb rétegek fekülmélysége között. Ebben az esetben a korrelációs együttható: $r = -0,83$. Ez szoros kapcsolatra utal.

Az 5. ábrán az m konstans a szeizmikus alaphegység mélységével hoztuk kapcsolatba. A szeizmikus alaphegység geológiailag változó lehet, általában mezozoikum, vagy paleozoikum. Itt a kapcsolat erősségére $r = -0,67$ korrelációs együtthatót kaptunk.

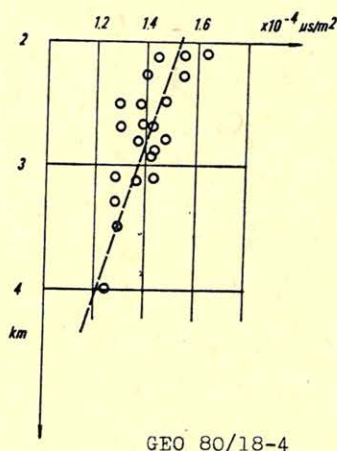
A legerősebb kapcsolatot tehát a mezozoosnál fiatalabb rétegek fekülmélységével kaptuk. A regressziós egyenes egyenlete ebben az esetben:

$$m = 10^{-4} (1,86552 - 0,000163486 H)$$

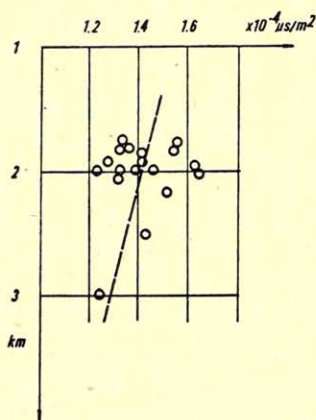
ahol H a mezozoosnál fiatalabb rétegek fekülmélysége.



3. ábra. — Puc. 3 — Fig. 3



4. ábra. — Puc. 4 — Fig. 4



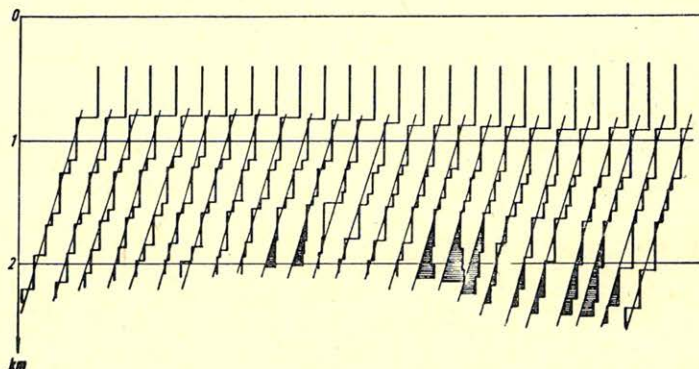
5. ábra. — Puc. 5 — Fig. 5

Jelenlegi tapasztalataink szerint ez a képlet kielégítő pontossággal leírja a Pannon medence területén az intervallumsebességhez rendelhető trend meredekségét. Az, hogy az összefüggés a terület távolabbi pontjaira is érvényes, arra utal, hogy a medence feltöltődése az egymástól távol eső pontokon is hasonló körülmények között zajlott le, a medence hasonló összetételű üledékanyaggal töltődött fel.

Hogyan használhatjuk fel a kapott összefüggést?

Az összefüggés segítségével becslést adhatunk arra, hogy mekkora az intervallumsebesség várható értéke. Ez a becslés normálisan kompaktálódott üledékekre vonatkozik. Ha megvizsgáljuk, hogy a becslés és a mért értékek hol térnek el szisztematikusan, felismerhetjük az anomálishan nagynyomású rétegeket.

Például a 6. ábrán egy szeizmikus vonal mentén meghatározott intervallum áthaladási idő függvények láthatók, a normál trendnek megfelelő egyenesekkel együtt.



GEO 80/18-6

6. ábra. — Puc. 6 — Fig. 6

Az ábrán könnyen felismerhető, hogy 1900 méter mélység alatt a mért intervallumsebesség szisztematikusan kisebb a normál trendből kapott sebéségnél. Ez arra utal, hogy itt a porozitás nagyobb a normálisnál. Ez a zóna várhatóan túlnyomásos.

Összefoglalva: megállapítottunk egy összefüggést az intervallumsebesség, a mélység és a medencealjzat mélysége között. Az összefüggés lehetővé teszi, hogy az intervallumsebességek felhasználásával következtessünk a túlnyomásos zónák jelenlétére.