

Miskolci Egyetem
Műszaki Földtudományi Kar
Földtani és Geofizikai Intézet
Geofizikai Intézeti Tanszék



**DINAMIKUS RUGALMASSÁGI ÁLLANDÓK
MEGHATÁROZÁSA
A NYUGAT-MÁTRÁBAN MÉLYÍTETT
F-7 JELŰ, VÍZ- ÉS ÉRCKUTATÓ
FÚRÁS MAGMINTÁIN.**

XXXI. OTDK

**Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció
Földtudományok - Alkalmazott földtudomány tagozat**

Holló Dávid, MSc.
Földtudományi Mérnök hallgató

Konzulens:
Dr. habil Ormos Tamás, egyetemi docens
Geofizikai Intézeti Tanszék

Miskolc, 2011.

EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Eredetiségi nyilatkozat

"Alulírott Holló Dávid, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának hallgatója büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy ezt a dolgozatot saját magam készítettem, a benne leírt vizsgálatokat – ha ezt külön nem jelzem – magam végeztem el, és az ismertetett eredményeket magam értem el. Adatokat, információkat csak az irodalomjegyzékben felsorolt forrásokból használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem."

Miskolc, 2011. november 4.

.....
Hallgató aláírása

A KONZULENS NYILATKOZATA

Konzulensi nyilatkozat

"Alulírott Dr. habil Ormos Tamás, a Miskolci Egyetem Geofizikai és Térinformatikai Intézetének docense, a Geofizikai Intézeti Tanszék tanszékvezetője, a TDK dolgozatot beadásra alkalmasnak ítélem."

Egyéb megjegyzések, ajánlás:

Miskolc, 2011. november 4.

.....
Konzulens aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

ÖSSZEFOGLALÓ

1. ÁLTALÁNOS FÖLDTANI ÉS KÖZETMECHANIKAI LEÍRÁS

1.1.	Célkitűzés, a megoldandó feladat	1
1.2.	A Mátra általános földtani leírása	2
1.3.	A hidrotermális ércesedés jellemzése, az andezit kőzet	3
1.3.1.	Az andezit kőzet általános leírása	3
1.3.2.	A hidrotermális ércesedés általános leírása	3
1.4.	Rugalmas deformációk és feszültségek, rugalmas hullámok, Hooke-törvény	5
1.4.1.	Hooke-törvény	5
1.4.2.	Rugalmas deformációk	5
1.4.3.	Rugalmas állandók	6
1.4.4.	Rugalmas hullámok	7

2. A KÖZETFIZIKAI MÉRÉS LEÍRÁSA, A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS A SZÁMÍTOTT DINAMIKUS RUGALMASSÁGI ÁLLANDÓK

2.1.	A mérési elv és a mérőeszközök bemutatása	8
2.2.	Mérési eredmények, számítások, rugalmassági állandók	13
2.2.1.	A mérési- és a számítási eredmények	13
2.2.2.	A zóna- és a szakaszfelbontás	13

3. A GEOLÓGIAI ÉS A KÖZETFIZIKAI EREDMÉNYEKÖSSZEHASONLÍTÁSA

3.1.	Korreláció a geológiai és a közetfizikai szelvényen	17
3.1.1.	"A" és "B" szakaszok összehasonlítása a geológiai szelvénnel	19
3.1.2.	"C", "D" és "E" szakaszok összehasonlítása a geológiai szelvénnel	21
3.1.3.	Kiegészítő mérések eredményei	24
3.1.4.	"F" és "G" szakaszok összehasonlítása a geológiai szelvénnel	26
3.1.5.	Összehasonlítás a minták sűrűsége alapján	28
3.2.	Eredmények, végkövetkeztetés	30
3.3.	A dinamikus rugalmassági állandók geofizikai módszerrel való meghatározásának további felhasználási lehetőségei	32

4. FELHASZNÁLT IRODALOM

4.1.	Irodalomjegyzék	33
4.2.	Köszönetnyilvánítás	34

5. MELLÉKLETEK

5.1.	Mellékletek jegyzéke	
5.2.	Mellékelt lapok	

ÖSSZEFOGLALÓ

2010 májusában a Nyugat-Mátrában, Mátraszentimréből délkeletre egy F-7 jelű, 410 méter mély figyelőkutat mélyítették le víz- és érc kutatás céljából. A kút teljes hosszában volt magminta-kihozatal, ami a későbbi geológiai és közetfizikai elemzést lehetővé tette. Az F-7 jelű figyelőkút jelenleg hidrogeológiai figyelőkút funkciót tölt be. Feladata, hogy a mátraszentimrei telérből szivárgó savas víz mozgását vizsgálni lehessen vele, ha az a Mátra második legnagyobb (Csór-réti) víztározója felé haladna.

Az F-7 jelű fúrásból kihozott magminták egységesen 64 mm átmérőjűek. A reprezentatív módon, 10 méterenként kiválasztott mintákat a Miskolci Egyetem Geofizikai Intézeti Tanszékének közetfizikai laboratóriumában megvizsgáltam. Meghatároztam a magmintákban a longitudinális- és transzverzális hullám terjedési sebességét, a dinamikus Young modulust, a dinamikus Poisson-hányadost illetve a dinamikus Poisson-tényezőt. A mért és számított adatokból három különböző viselkedésű zónát különítettem el, amelyeket további 2, 3, és 2 kisebb szakaszra bontottam. A könnyebb értelmezhetőség érdekében a fúráshoz kötött koordináta rendszerben, szelvénytípusúan vittem fel az eredményeket, melyeken jól felismerhetők a zónák és szakaszok határai.

A dinamikus rugalmassági állandókat és a hullámterjedési sebességeket összevetettem a fúrási anyag geológiai, közettani feldolgozása után készült földtani rétegsorral, adatokkal. A geológiai szelvényen az andezites alapkőzetben hialoklasztit breccsa, andezit lávakőzet, hidrotermális breccsa, kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit közettestek és hidrotermális telérek különíthetők el. Az epitermális ércesedés hatása látható a közetfizikai szelvényen is, vagyis a geológiai közetazonosítás és a geofizikai úton meghatározott rugalmassági állandók értéke között kapcsolat van. A geológiai szelvény korrelál a közetfizikai szelvénytípussal. Ezen hasonlóságok és különbségek okaira adott lehetséges válaszokat mutatom be a dolgozatban.

További magfúrásokon elvégzett mérések után lehetne általánosabb következtetést levonni a dinamikus állandók és a közettestek regionális összefüggéseire.

1.

ÁLTALÁNOS FÖLDTANI ÉS KÖZETMECHANIKAI LEÍRÁS, CÉLKITŰZÉS

Bevezetésként az első fejezetben bemutatásra kerül geológiai részről a Mátra hegység, az F-7 fúráshoz kapcsolódó kőzettípusok és a hidrotermális ércesedés. Kőzetmechanikai részről ismertetem azokat az alapjelenségeket, melyeket a geofizikai eszközökkel mért kőzetfizikai mérések során felhasználok, illetve definiálom a megmért mennyiségeket, leírom fizikai hátterüket.

1.1. Célkitűzés, a megoldandó feladat

Az alapvető célom az volt, hogy a Nyugat-Mátrában, Mátraszentimréből délkeletre az F-7 jelű fúrólukból vett magmintákon geofizikai módszerrel megmérjem a longitudinális hullám terjedési sebességét (a hullámterjedés idejét) és a rezonancia frekvencia értékét. A mért értékekből dinamikus rugalmassági állandókat számítottam, majd az így kapott kőzetfizikai paramétereiből kőzetfizikai szelvényt készítettem. A különböző mintákon meghatározott kőzetfizikai paraméterek között hasonlóságot találtam, ezért az F-7 jelű fúrásról korábban készült geológiai szelvénnel összevettem eredményeimet. A két szelvény között korrelációt fedeztem fel. A kitűzött cél részben módosult. A kőzetfizikai paraméterek és a valós kőzettani kialakulásuk közötti összefüggések meghatározása lett a feladat. A kérdés az, hogy felállítható-e egy általános (lokális) modell a kőzetfizikai paraméterek és a kőzettípusok között, vagy sem.

1.2. A Mátra általános földtani leírása [5] [7]

A Mátra hegység Magyarország legmagasabb hegysége, a Kárpátok a Belső Vulkáni Koszorújának tagja. Eredeti szerkezetét a miocén vulkanizmus óta már jelentősen átalakították az utólagos szerkezeti mozgások és az erózió. Jelentős érckészlete miatt sokan kutatták kialakulását és vulkanizmusának történetét. A geológusok között még a közelmúltban is viták zajlottak az egykori kitörési központok hollétéről. Magyarország két legmagasabb pontja itt található: Kékes (1014 m), Galya-tető (965 m).

Az Északi-középhegységben található, amely nagyjából 900 km²-en terül el a Cserhát és a Bükk között. A Mátrát nyugatról a Zagyva folyó mentén a Cserhát hegység, északon a Salgótarjáni-medence határolja. Keleten a Parádi-Tarna mentén a Nyugati-Bükkel, annak mezozoós és oligocén-miocén kori képződményeivel tektonikusan érintkezik. Délen az Alföld fiatal pannon korú rétegeivel olvad bele a síkságba. Az 1. ábrán a Mátra hegység és az azt határoló területek láthatók. A Gyöngyöstől északra lévő Mátraszentimre és az F-7 jelű fúrás is látható az ábrán. (F-7 fúrás koordinátái: EOY Y 713286,5 m EOY X: 284730,9 m, Z: 650 mBf) Mélyebb betekintést a Gyöngyösoroszi Ércbánya bezárási dokumentuma, ezen belül Germus B. (1988) munkájára adhat.



1. ábra. A Mátra hegység az F-7 fúrás jelölésével. [5]

1.3. A hidrotermális ércesedés jellemzése, az andezit kőzet

Az ércesedés folyamata és a leggyakrabban előforduló kőzet (andezit) általános jellemzése mindenképpen fontos a dolgozat megértése, a kőzetfizikai- és geológiai szelvények párhuzamának feltárása szempontjából. A hidrotermális ércesedés egy olyan ércesedési típus, amely kapcsolatban áll fluidumokkal. Az ércesedés során a fluidumokkal átjárt kőzettestek kőzetanilag és kőzetfizikai paramétereikben is különböznek a kiindulási kőzettől.

1.3.1. Az andezit kőzet általános leírása [8]

Az andezit kiömlési vulkáni kőzet, mely a felszínre került láva kihűlésével keletkezik, mélységi párja a diorit. A neutrális vulkáni kőzetek közé sorolják, melyek SiO_2 tartalma 50-60 %, könnyenilló tartalma kevesebb, mint 2%. Nagyrészt plagioklász földpátból és színes ásványokból áll (biotit, amfibol, piroxén). A fiatal gyűrt hegységekben nagy mennyiségben megtalálható. Nevét az Andok-hegységről kapta. Magyarországon megtalálható a Börzsönyben, a Cserhátban, a Mátrában, a Zempléni- és a Visegrádi-hegységekben. Bányászat szempontjából kedvező, mivel nagyrészt a felszínen található. Építőipari nyersanyagként, főként útépitésre-, burkolóanyagként és falazóanyagként használják. Az andezit törmelékes szerkezetű változata, mely lávából és hamuból jön létre az andezittufa.

A hidrotermális ércesedés a neutrális szubvulkáni, vagy vulkáni kőzetek jelenlétében jellemző. Az andezit ilyen típusú kőzet.

1.3.2. A hidrotermális ércesedés általános leírása [1]

Teléres megjelenésű hidrotermális érctelepek érc-ásványai a magmából származó utómagmás gőzökből és oldatokból válnak ki, amik a magma megszilárdulása után vetők, törések és repedések mentén jelennek meg. A törések magában a magmás kőzetben, a magmás intrúzióban, vagy a mellékkőzetben is kialakulhatnak. Az ércesedés- és az ércesedés közvetlen környezetében repedések találhatók. Ezek a kőzetrések a fluidumok vezetőfelületei, az így létrejött kitöltések a telérek.

A hidrotermális ércesedés fontos tulajdonsága a zónásság. A magmától távolodva a fluidumok lehűlése miatt egyre alacsonyabb a hőmérséklet, így egyre alacsonyabb hőmérsékleten kiváló ásványok rakódnak egymásra. A hidrotermális telepek keletkezése mindig mellékkőzet-elváltozással jár, albitosodás, szericitesedés, propilitesedés, agyagásványosodás, kovásodás fordulhat elő. (Ez megfigyelhető az F-7 fúrásban is.) A hidrotermális ércesedést abból a szempontból, hogy a telepek milyen hőmérsékleten keletkeztek három csoportba lehet osztani: hipotermális-, mezotermális- és epitermális telepek.

A hipotermális telep jelenti a legnagyobb mélységben keletkezett, legnagyobb hőmérsékleti- és nyomás viszonyoknak kitett telepet. Az epitermális telep ennek pont az ellentéte, a legkisebb keletkezési mélységben, a legkisebb nyomás- és hőmérséklet viszonyok között keletkezett telepet jelenti.

A Mátrában, az F-7 fúrás által vizsgált területen a hidrotermális ércesedés epitermális szintű. Erre a típusra a neutrális szubvulkáni, vagy vulkáni kőzetek jellemzőek, mint érchordozó kőzetek. A telérek vékonyak, finom hálózatos érkitöltésűek. Az ércásványok kis méretűek, gyakori a pirit jelenléte. A kovásodás és agyagásványosodás a legjellemzőbb kőzetelváltozások. (Természetesen ezt a csoportot is tovább lehetne bontani "HS" és "LS" elnevezésű csoportokra, amik a telep szulfidizációjára utalnak.)

1.4. Rugalmas deformációk és feszültségek, rugalmas hullámok, Hooke-törvény

A közetfizikai mérések eredményeinek megértése szempontjából fontos az elméleti fizikai háttér- és azon fogalmak bemutatása, amik a dolgozatban szerepelnek. Természetesen ebben a fejezet részben a geomechanikai összefüggéseket a teljesség igénye nélkül írom le, kizárólag a későbbiek könnyebb értelmezhetősége jegyében.

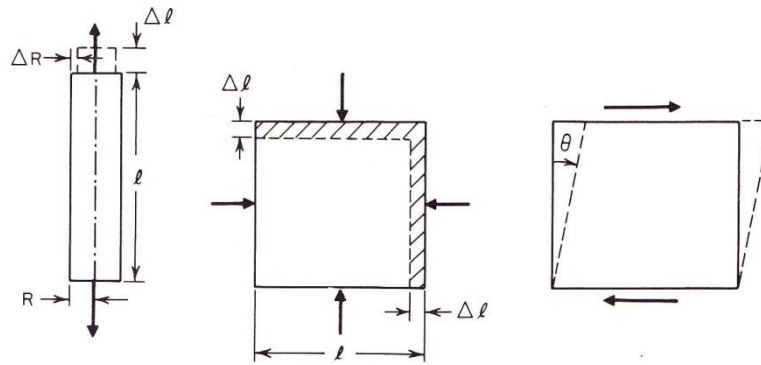
Mérnöki tervezés során a legfontosabb, amit egy adott anyagról tudni kell: az anyagra jellemző rugalmas hullámok terjedési sebessége, a sűrűség, a nyomás és a rugalmassági állandók.

1.4.1. Hooke-törvény [3]

Egy szilárd anyag akkor tekinthető rugalmasnak, ha a test vissza tud állni deformálatlan állapotába a rá ható külső erők megszűnése után. Tökéletesen rugalmas akkor az anyag, ha teljes mértékben az eredeti alapállapotára képes visszaállni. Minden test tökéletesen rugalmasnak tekinthető, ha a deformáló erők nagysága egy bizonyos határ alatt marad. A homogén izotróp anyagok esetében ebben a tartományban érvényes a Robert Hooke által kísérleti úton 1676-ban megállapított törvény, mely szerint az alakváltozás arányos a deformációs erővel, ha a deformáló erő adott határ alatt marad. Az ilyen anyagokat, amelyekre a Hooke-törvény igaz Hooke-anyagnak, vagy lineárisan-rugalmas anyagnak nevezzük. A Hooke-törvény feltételezi, hogy a lineárisan-rugalmas anyagok erő hatására $t = 0$ sec alatt veszik fel deformált alakjukat, illetve az erőhatás megszűnte után $t = 0$ sec alatt állnak vissza eredeti alakjukra.

1.4.2. Rugalmas deformációk [2] [3]

Deformáció alatt a testek adott irányú megnyúlását értjük, adott erő hatására. A 2. ábra elsőként egy hosszirányú megnyúlást, középen a hidrosztatikus nyomás hatását, végül nyírást mutat. (Csak Hooke modellben érvényes.)



2. ábra. Deformáció-típusok [2]

A rugalmas deformáció a rugalmassági határig terjed. Amennyiben az anyagra kifejtett nyomás nagyobb ennél az értéknél az anyag folyási állapotba kerül, már nem lesz képes visszanyerni eredeti alakját. A folyási szakasz végét a szakítószilárdsági pont jelzi, melyet átlépve a vizsgált anyag eltörik.

1.4.3. Rugalmas állandók [2] [3] [9] [10]

A rugalmas állandóknak a deformációk és a rugalmas feszültségek közötti kapcsolat felírásában van szerepük, valamint az anyagi minőséget is jellemzik. A rugalmassági állandókat homogén, izotróp, rugalmas tulajdonságú anyagok esetén tudjuk bevezetni. Ezen rugalmassági állandók csak a Hooke-törvény által megadott tartományban igazak. A 3. ábra mutatja be azt, hogy a rugalmassági állandókat milyen képletekkel lehet egymásból kiszámítani.

A Young modulus (rugalmassági modulus) az anyagra jellemző állandó, amely az anyag rugalmasságáról nyújt információt. Az egyirányú feszültségi állapot (húzó/nyomó mechanikai feszültség) és a fajlagos megnyúlás arányát írja le. Jele: E , dimenziója $[Pa]$.

A nyírási rugalmassági modulus (csúsztató rugalmassági modulus) a csúsztatófeszültség és a szögelfordulás közötti kapcsolatot írja le. Csavaró (torziós) igénybevételek jellemzésére használják. Jele: G , dimenziója $[Pa]$.

A Poisson-tényező olyan anyagra jellemző állandó, amely egyirányú feszültségi állapotnál (húzó/nyomó mechanikai feszültség) a keresztirányú- és a hosszirányú alakváltozás viszonyát mutatja meg. A Poisson-tényező dimenzió nélküli mennyiség, nem jellemzi az anyag merevségét, rugalmasságát, csak az alakváltozás módját. A Poisson tényező értéke 0 és 0,5 között lehet. Jele: σ .

Két rugalmas paramétert szoktak bevezetni a rugalmassági állandók egymásból való gyorsabb kifejezhetősége érdekében. Ezek a Lamé-féle rugalmas állandók, a λ és a μ .

Elastic moduli for homogeneous isotropic materials [hide]										
Bulk modulus (K) • Young's modulus (E) • Lamé's first parameter (λ) • Shear modulus (G) • Poisson's ratio (ν) • P-wave modulus (M)										
Conversion formulas [hide]										
Homogeneous isotropic linear elastic materials have their elastic properties uniquely determined by any two moduli among these, thus given any two, any other of the elastic moduli can be calculated according to these formulas.										
	(λ, G)	(E, G)	(K, λ)	(K, G)	(λ, ν)	(G, ν)	(E, ν)	(K, ν)	(K, E)	(M, G)
$K =$	$\lambda + \frac{2G}{3}$	$\frac{EG}{3(3G-E)}$			$\frac{\lambda(1+\nu)}{3\nu}$	$\frac{2G(1+\nu)}{3(1-2\nu)}$	$\frac{E}{3(1-2\nu)}$			$M - \frac{4G}{3}$
$E =$	$\frac{G(3\lambda+2G)}{\lambda+G}$		$\frac{9K(K-\lambda)}{3K-\lambda}$	$\frac{9KG}{3K+G}$	$\frac{\lambda(1+\nu)(1-2\nu)}{\nu}$	$2G(1+\nu)$		$3K(1-2\nu)$		$\frac{G(3M-4G)}{M-G}$
$\lambda =$		$\frac{G(E-2G)}{3G-E}$		$K - \frac{2G}{3}$		$\frac{2G\nu}{1-2\nu}$	$\frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}$			$M - 2G$
$G =$			$\frac{3(K-\lambda)}{2}$		$\frac{\lambda(1-2\nu)}{2\nu}$		$\frac{E}{2(1+\nu)}$	$\frac{3K\nu}{2(1+\nu)}$	$\frac{3K(3K-E)}{9K-E}$	
$\nu =$	$\frac{\lambda}{2(\lambda+G)}$	$\frac{E}{2G} - 1$	$\frac{\lambda}{3K-\lambda}$	$\frac{3K-2G}{2(3K+G)}$					$\frac{3K-E}{6K}$	$\frac{M-2G}{2M-2G}$
$M =$	$\lambda + 2G$	$\frac{G(4G-E)}{3G-E}$	$3K - 2\lambda$	$K + \frac{4G}{3}$	$\frac{\lambda(1-\nu)}{\nu}$	$\frac{2G(1-\nu)}{1-2\nu}$	$\frac{E(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}$	$\frac{3K(1-\nu)}{1+\nu}$	$\frac{3K(3K+E)}{9K-E}$	

3. ábra. A meghatározható deformációs állandók. [9]

Andezit kőzetre a Young modulus értéke jellemzően 40.000 MPa – 64.600 MPa, a Poisson-tényező értéke átlagosan 0,18.

1.4.4. Rugalmas hullámok [2] [3]

Síkhullámnak azt a hullámot nevezzük, amelynek az adott időpillanatban azonos fázisú helyei az "x" tengely irányára merőleges sík mentén helyezkednek el. Ha az anyag részecskéinek elmozdulása a terjedés irányában történik (sűrűsödések és ritkulások követik egymást), a keletkezett hullámot longitudinális hullámnak nevezzük. Ez a hullámtípus nagyon fontos a későbbi közetfizikai vizsgálatok során. Longitudinális hullám mindenféle halmazállapotú közegben létrejöhethet. Jele: v_p , v_{long} , dimenziója: m/s.

Azt a hullámot, amely az "x" tengely irányában terjed és a részecskék elmozdulásának iránya az "x" tengelyre merőlegesen "xy" síkban történik, transzverzális hullámnak nevezzük. Transzverzális hullám folyadékban, üregben nem terjed, mivel ott a nyírási modulus nulla. Jele: v_s , v_{tran} , dimenziója: m/s.

Egy adott mintára jellemző longitudinális hullám terjedési sebességének mindig nagyobb kell lennie, mint a transzverzális hullám terjedési sebessége. Adott minta Young modulusától nagyban függ a mintán mérhető longitudinális- és transzverzális hullám terjedési sebessége.

A KÖZETFIZIKAI MÉRÉS LEÍRÁSA, A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS A SZÁMÍTOTT DINAMIKUS RUGALMASSÁGI ÁLLANDÓK

A második fejezet a közetfizikai mérések elvét, gyakorlati megvalósításukat és eredményeiket mutatja be. Fontos megjegyezni, hogy a mérések sorrendje és a mintavételi mélység között nincs kapcsolat. A mérések nem a mélység függvényében, hanem véletlenszerű sorrendben történtek. Ezzel az esetleges műszerhibából adódó, egymás után regisztrált hamis eredmények észrevehetetlensége csökkent.

Ezen közetfizikai modulusok in situ meghatározásának elsődleges oka, hogy következtetéseket tudjunk levonni a vizsgált minta környezetének viselkedéséről. A cél az, hogy a mérnöki feladatok megoldásához (a megengedhető terhelések és deformációk szempontjából) információkkal tudjunk szolgálatni. A hagyományos közetmechanikai vizsgálat során az anyagot addig terhelik, ameddig az el nem törik. A geofizikai módszerekkel történő közetfizikai paraméterek meghatározása roncsolásmentes vizsgálat. Előnye, hogy a közet tulajdonságainak előzetes ismerete nélkül a dinamikus rugalmassági állandók kisebb hibával határozhatók meg, mint a roncsolásos vizsgálatokkal. A minta nem semmisül meg, további vizsgálatok elvégezhetők rajta.

2.1. A mérési elv és a mérőeszközök bemutatása [4] [6]

A közetfizikai mérések elvégzése előtt meg kellett határozni a magminták hosszát, átmérőjét és tömegét. Ebből a három adatból megadható a minta "p" térfogatsűrűsége $[\text{kg}/\text{m}^3]$, amit

$$\rho = \frac{4 m}{\pi d^2 l} \quad (1)$$

összefüggés szerint számolunk, ahol "m" a minta tömege [kg], a "d" a minta átmérője [m] és "l" a minta hossza [m]. Térfogatszámításra azért használható a (1) összefüggés, mert a magok (alapjaik párhuzamos lecsiszolása után) kör alapú hengerek.

A Miskolci Egyetem Geofizikai Intézeti Tanszékén készült szeizmoszkóppal a magmintában terjedő kompressziós rezgések sebessége határozható meg. A fúrómag egyik végén keltett longitudinális-impulzus adott idő alatt elér a fúrómag másik végéhez, ezt a "t" futási időt regisztrálja a szeizmoszkóp, amit az oszcilloszkóp monitorjáról le lehet olvasni [μ s] dimenzióban. (4. ábra) A korábban megmért térbeli paraméterekből és az oszcilloszkópról leolvasott futási időből (dimenzióhelyesen) kiszámítható a magmintában terjedő " v_{long} " longitudinális hullám terjedési sebességének [m/s] értéke

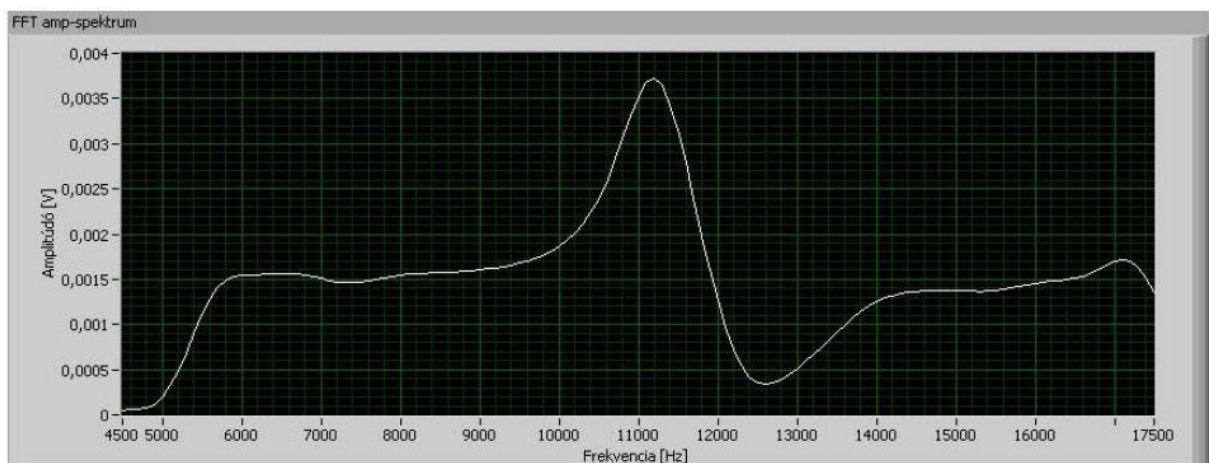
$$v_{long} = \frac{l}{t} \quad (2)$$

összefüggés szerint, "l" a minta hossza [m] és "t" a terjedési idő [sec]. A longitudinális hullám terjedési sebessége " v_p "-vel is jelölhető, ami másik elnevezése miatt (primer hullám) alakult ki. Az egyértelműség érdekében " v_{long} " elnevezést használók.



4. ábra. Longitudinális hullám terjedési sebességének mérése szeizmoszkóppal.

A Miskolci Egyetem Geofizikai Intézeti Tanszékén (Kamrás Ádám „Hengeres minták rugalmassági állandóinak automatikus meghatározása” c. diplomamunkája) kifejlesztett digitális rezonancia-mérő berendezés a kőzetminta dilatációs rezonanciafrekvenciájának meghatározására készült. A hengeres kőzetmintákat egyik végükön folytonos, de változó frekvenciájú szinuszos jellel - elektrodinamikus jeladó közbeiktatásával - kényszerített tengelyirányú rezgésbe hozunk. A minta másik végén a keltett rezgés amplitudóját mérjük egy másik elektrodinamikus jeladó segítségével, a frekvencia függvényében. A dilatációs rezonanciafrekvencia ott van, ahol ezen amplitúdó-spektrumnak maximuma van. Az összeállított eszköz: Tektronix 2230 digitális oszcilloszkóp GPIB interface-szel, Wavetek 275 digitális függvénygenerátor GPIB interface-szel, Tektonix és Krohn-Hite gyártmányú analóg erősítők és szűrők National Instruments GPIB kártya PC-be, LabWiew programcsomag. Az 5. ábra egy rezonancia frekvencia (amplitúdó spektrum) képet mutat be.



5. ábra. A 19. minta amplitúdó spektrum képe.

Ezen frekvencia értékből, valamint a kőzetminta geometriai adataiból kiszámíthatók a Young modulus és a Poisson-hányados földtani paraméterek.

A szeizmoszkóp és a digitális rezonancia-mérő berendezés hitelesítése és a dinamikus rugalmassági állandók meghatározásának pontossági vizsgálata homogén etalon alumínium mintákon történt.

A rezonancia frekvencia megmérése után számítható a " v_{dilat} " dilatációs sebesség [m/s]:

$$v_{dilat} = 2 l f_r \quad (3)$$

összefüggés alapján, ahol " l " a minta hossza [m] és " f_r " a rezonancia frekvencia [Hz]. Ezen dilatációs sebesség szolgál az " E_d " Young modulus [Pa] meghatározásához

$$E_d = v_{dilat}^2 \rho \quad (4)$$

összefüggésekből, ahol " v_{dilat} " a dilatációs sebesség [m/s] és " ρ " a térfogatsűrűség [kg/m³]. A magmintákat úgy kell megőrizni, hogy nedvességtartalmuk megmaradjon. A nedvesség-súlyarány kis megváltozása is nagy mértékben befolyásolja a mért rugalmassági adatokat.

A " σ_d " Poisson-hányados [-] kiszámítása:

$$\sigma_d = f_r^2 t^2 - \frac{1}{4} + (f_r^4 t^4 - \frac{5}{2} f_r^2 t^2 + 0,5625)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

ahol " f_r " a rezonancia frekvencia [Hz] és " t " a terjedési idő [sec]. A dinamikus rugalmassági állandók számításánál nagyon kell figyelni a paraméterek dimenzióhelyes alkalmazására.

A Young modulus meghatározható a Poisson-hányados és a transzverzális hullám terjedési sebességének függvényében

$$E_d = 2v_{tran}^2 \rho (1 + \sigma_d) \quad (6)$$

ahol " E_d " a dinamikus Young modulus [Pa], " v_{tran} " a transzverzális hullám terjedési sebessége [m/s], a " ρ " a minta sűrűsége [kg/m³] és " σ_d " a Poisson-hányados [-]. Ebből az összefüggésből kifejezhető a transzverzális hullám terjedési sebessége, ami " v_s "-ként is jelölhető másik elnevezése alapján (szekunder hullám). A mérések sebességértékeire igaz, hogy a $v_{long} > v_{dilat} > v_{tran}$ reláció fennáll.

A dinamikus rugalmassági állandókat kiszámításuk után korrigálni kell. A számítások során végtelen hosszúnak tekintett minták a valóságban véges hosszúságúak. A korrigált értékek dimenziója ugyanaz marad, jelölésükben változnak. A Poisson-hányados " $\sigma_d \rightarrow \sigma_{kor} \rightarrow \sigma$ " [-], a Young modulus " $E_d \rightarrow E_{kor} \rightarrow E$ " [Pa] jelöléssel lesz látható. A " σ " és " E " egyszerűsített jelölések, ugyanazt jelölik, mint a " σ_{kor} " és " E_{kor} ", csak a " kor " index lemaradt az egyszerűbb értelmezhetőség érdekében:

$$E = \frac{1}{U} (2 l f_r)^2 \rho$$

$$U \cong 1 - \left(\frac{\sigma d \pi}{\sqrt{8l}} \right)^2$$
(7)

ahol az " E " a korrigált Young modulus [Pa], az " U " a korrekciós faktor, az " l " a minta hossza [m], az " f_r " a rezonancia frekvencia [Hz], a " σ " a Poisson-hányados [-], a " ρ " a minta sűrűsége [kg/m³] és " d " a minta átmérője [m].

A Poisson-tényező a Poisson-hányadossal inverz kapcsolatban van. A Poisson-hányados értéke nem lehet kisebb 2-nél, a Poisson-tényező értéke nem lehet nagyobb 0,5-nél.

Fontos megjegyezni, hogy a Miskolci Egyetem Geofizikai Intézeti Tanszékén készült szeizmoszkóp és a digitális dilatációs rezonancia-mérő berendezés fúrómagok dinamikus rugalmassági állandóinak meghatározására lettek kifejlesztve. A dinamikus és statikus mérések eredményei között a különbség a testre ható feszültség hatásának időtartamától függ. Dr. Csókás János a Földtani Közlöny (1980) 110.125-139 "*Fúrómagok dinamikus és statikus rugalmassági állandóinak összehasonlítása*" [4] c. cikkében foglalkozott a kérdéssel. Az ebben a cikkben közölt képleteket használtam fel a számítások elvégzésére. A (7) korrekciós egyenletek E. Schreiber, O. L. Anderson, N. Soga (1973): "*Elastic constants and their measurement*" [2] c. könyvéből származnak.

2.2. Mérési eredmények, számítások, rugalmassági állandók

Az F7 jelű fűrés kúttalptól mért magassága 410 méter (650 mBf – 240 mBf). Magkihozatal 14,9 folyómétertől 410,0 folyóméterig történt. A rugalmassági állandók geofizikai úton történő, roncsolás-mentes meghatározása 64,5 folyóméter mélységtől kezdődik. A vizsgált mintavételi darabok átlagosan 15-20 cm hosszúságúak és egységesen 64 mm átmérőjűek. A mintákat reprezentatív módon, ~10 méterenként vettük. Törekedtünk arra, hogy a vizsgált magminta hossza minimum duplája legyen az átmérőjének. Az érces zónából mintavételi lehetőség nem volt, mivel geológiai elemzés céljából a mintákat "lefelezték" (hosszában félbevágták). A rezonancia frekvencia megmérése itt kivitelezhetetlen, viszont a longitudinális sebesség megmérése céljából 3 darab mintát kiegészítő mérésenként megvizsgáltam.

A dolgozat mellékleteként megtalálható az összesítő táblázat, amiben a vizsgált mintákra vonatkozó paraméterek megtalálhatók, minden egyes mintáról készült adatlap is.

2.2.1. A mérési- és a számítási eredmények

A mérési adatok nagy részletességgel a dolgozat mellékleteként közölt táblázatból és a részletes mérési- és számítási eredmények leírásából ismerhetők meg.

2.2.2. A zóna- és a szakaszfelbontás

Az eredményeket leglátványosabban és legkönnyebben grafikus úton lehet értelmezni. A meghatározott, vagy megmért adatokat ábrák bemutatásával fogom ismertetni. Ezen ábrák nagyobb (A/4-es) méretben a dolgozat mellékleteként is megtalálhatók.

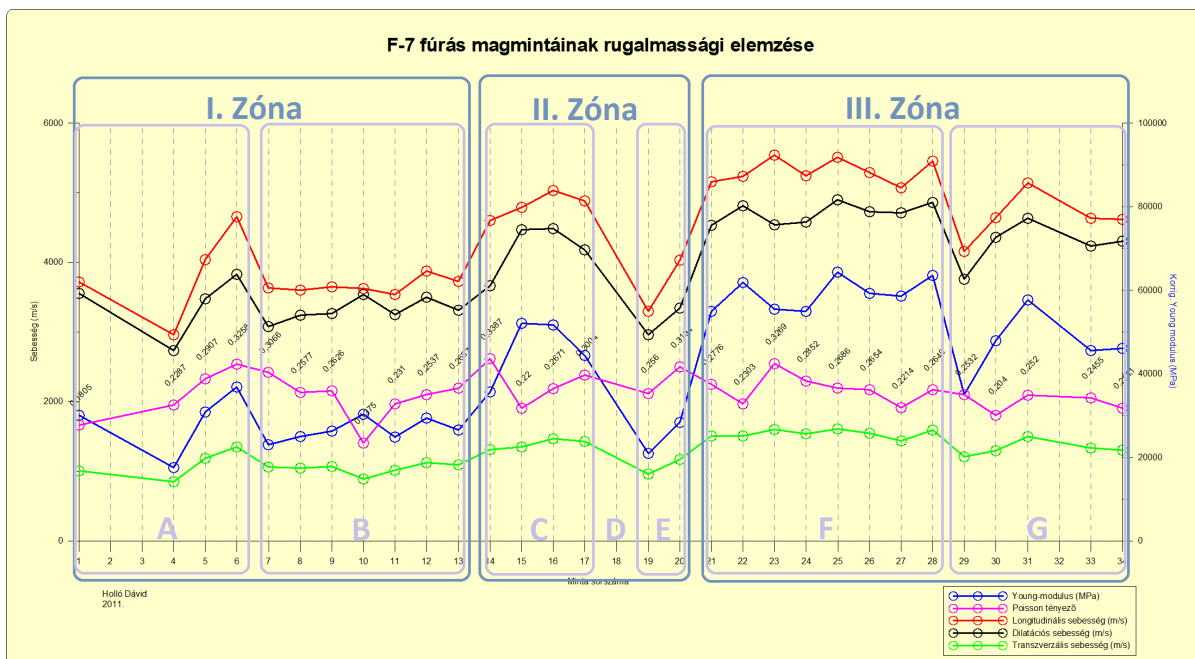
A Young modulust, a Poisson-tényezőt, a longitudinális-, a dilatációs- és a transzverzális sebességeket hasonlítottam össze. (6. ábra) A diagram "x" tengelye a mintákat sorszám szerint, egyenlő közökkel, nem folyóméter szerint osztja be. A bal oldali "y" tengely a sebesség skálát [m/s] dimenzióban, a jobb oldali "y" tengely a nyomás skálát [MPa] dimenzióban osztja be. A Poisson-tényező számított értékei a pontok fölé vannak írva. Ahol nincs érték (3. és 18. sorszámú minta), ott nincs számított adat Poisson-tényezőre, Young modulusra, transzverzális sebességre.

A longitudinális sebességek, a dilatációs sebességek és a Young modulusok hasonló pályát futnak be, azonban csak a sebességeknek van azonos [m/s] dimenziójuk, a Young modulusnak [MPa] a dimenziója. A longitudinális- és a dilatációs sebességeknek nagyon hasonló pályát kell leírniuk. A 3. és a 18. mérési pontban a dilatációs sebességek értéke nagyobb a longitudinális sebességek értékénél, ami nem lehetséges. Azt a jelenséget, ami ezeket a hibákat okozta a 3.1. fejezetben ismertetem.

A longitudinális hullámterjedési sebességek alapján három - viselkedésében eltérő - zónát különíthetünk el. Az első zóna az 1-től a 13-ig sorszámozott magminták, a második zóna a 14-től a 20-ig sorszámozott magminták, a harmadik zóna a 21-től 34-ig sorszámozott magminták között jelölhető ki. A longitudinális sebesség hasonlóan viselkedik, mint a dilatációs sebesség és a Young modulus. A transzverzális sebesség és a Poisson-tényező is kapcsolatban van az imént felsorolt három másik jellemzővel, ebből az következik, hogy a három zónára való felosztásban mértékadóként bármelyik paramétert kijelölhetem, a zónahatárok ugyanazokra a mintákra esnek.

A felosztott három zóna több kisebb szakaszra osztható. A longitudinális sebességek alapján az 1-től 6-ig sorszámozott magminták esetén a sebességérték ugrál, maximális értéke a 6. mintánál van, ahol 4653 m/s, minimális értéke a 4. mintánál van, ahol 2961 m/s. Ez a szakasz az I. zóna "A" szakasza. Az I. zóna "B" szakasza a 7-től 13-ig sorszámozott magmintákat jelenti. Itt a sebességek értéke egyenletes, átlagosan 3660 m/s. A II. zóna "C" szakasza a 14-től 17-ig sorszámozott magmintákat foglalja magában. Itt a longitudinális sebességek értéke egyenletesen változik, 4599 m/s-től 5028 m/s-ra emelkedik, majd 4884 m/s-ra esik vissza.

A 18. sorszámmal ellátott magminta képezi a "D" szakaszt. Egyik zónába sem sorolható be, a mérési eredmények a minta összetételének valószínűsített inhomogenitása miatt értelmezhetetlenek. A 19-től 20-ig sorszámozott magminták képezik az "E" szakaszt. Átlagsebességük majdnem megegyezik a "B" szakaszban mérttel (3650 m/s). A "C" szakaszhoz képest az "E" szakaszban egyértelműen visszaestek a sebességértékek. Az "F" szakasz (21-től 28-ig sorszámozott) mintái egyenletes longitudinális sebességeket mutatnak. Átlagosan 5310 m/s a sebességek értéke, ami a nyugodtnak vélt "B" szakasz átlagsebességének majdnem másfélszerese. A "G" szakaszban az "A" szakaszhoz hasonlóan ugrálnak a sebességértékek. Ez a szakasz a 29-től 34-ig sorszámozott magmintákból áll, a legnagyobb sebességérték 5141 m/s, a legkisebb 4153 m/s. A zóna-szakasz felosztást a 6. ábra mutatja be.



6. ábra. A rugalmassági állandók és a hullámterjedési sebességek összehasonlítása zóna-szakasz felosztásban.

A karika jelölés mért-, ill. számított adatokat jelöl.

A három zóna eltérő sebességértékei között kapcsolat van. Az I. zóna és a III. zóna is tartalmaz viszonylag nyugodt longitudinális sebességű szakaszokat ("B" és "F" szakasz) és tartalmaz ugráló sebességértékű szakaszokat ("A" és "G" szakasz).

A II. zóna "C" szakaszán sebességnövekedést, az "E" szakaszán sebességesés utáni növekedés látható. A "D" szakasz sűket. A III. zónában mért longitudinális hullám terjedési sebességek majdnem másfélszer nagyobbak az I. zónában mért értékeknél. Ez a jelenség a mélység növekedésével Hooke-törvénye alapján várható volt, ugyanis ahogy haladunk a Föld mélyebb zónái felé, az ott lévő kőzetösszlet egyre jobban összetömörül, így a longitudinális sebesség is egyre nagyobb lesz. Ez a természetes sebességnövekedés nagyon lassú, ilyen mélységű fúrásban alig lenne észlelhető. Valószínűbb, hogy egy esetleges geológiai hatás következtében változott meg a kőzetek állapota.

A Young modulus és a dilatációs sebesség jól követi a longitudinális sebesség értékek változását. A transzverzális sebesség is ezt teszi, viszont a változások nem kiugróak, mivel a transzverzális sebességek értékei az 1000 m/s körül változnak. Látható, hogy a transzverzális sebességek a "B" szakaszon alacsonyabb értékeket mutatnak, mint az "F" szakaszon.

A Poisson-tényező változása nem egyértelmű. Értéke általában 0,20-0,30 között változik. Ahol a longitudinális sebesség nagy változást jelez, az a Poisson-tényezőn nem feltétlenül jelenik meg (19. sorszámú minta), valamint néha nyugodt környezetben kiugró értékek láthatók (10. sorszámú minta).

Megállapítható, hogy a mélység növekedésével a vizsgált magmintákon mért dinamikus rugalmassági állandók és hullámterjedési sebességek értékei rendszerszerűen változnak, mely oka egyenletes közettani változás lehet. A 3. fejezet az F-7 fúrás geológiai leírásában keres a közetfizikai eredményekkel egyezést.

A GEOLÓGIAI ÉS A KÖZETFIZIKAI EREDMÉNYEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

A 2. fejezetben bemutatásra kerültek azon közetfizikai paraméterek, melyeket az F-7 fúrásból származó magmintákból geofizikai módszerrel határoztam meg. A megmért és kiszámított adatok alapján három különböző viselkedésű zónát tudtam elkülöníteni. Ebben a fejezetben ezen zónák geológiai hátterét, a geológiai közetazonosítás és a geofizikai úton meghatározott rugalmassági állandók értéke közötti kapcsolat okát keresem.

A geológiai közet-meghatározás nem jöhetett volna létre Czeglédi Balázs 2010-ben elkészített, az "F-7 fúrás földtani rétegsorának vizsgálata és értelmezése" című szakdolgozata nélkül. Ez a dolgozat szolgál viszonyítási alapul a közetfizikai paraméterek és a geológiai rétegsor közötti kapcsolat feltárásához, a közetek leírása innen származik.

3.1. Korreláció a geológiai és a közetfizikai szelvényen

A geológiai leírásban az andezites alapkőzetben hialoklasztit breccsa, andezit lávakőzet, hidrotermális breccsa, kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit kőzettestek és hidrotermális telér összletek különíthetők el. A kőzettani leírás öt különálló réteget különböztet meg. A 2. fejezetben a közetfizikai vizsgálat után az F-7 fúrás által érintett részen három különálló zónát, ezen belül összesen hét különböző viselkedésű szakaszt különítettem el. A 3. fejezetben kiderül, hogy a közetfizikai mérések összhangban vannak-e a geológiai szelvénnel.

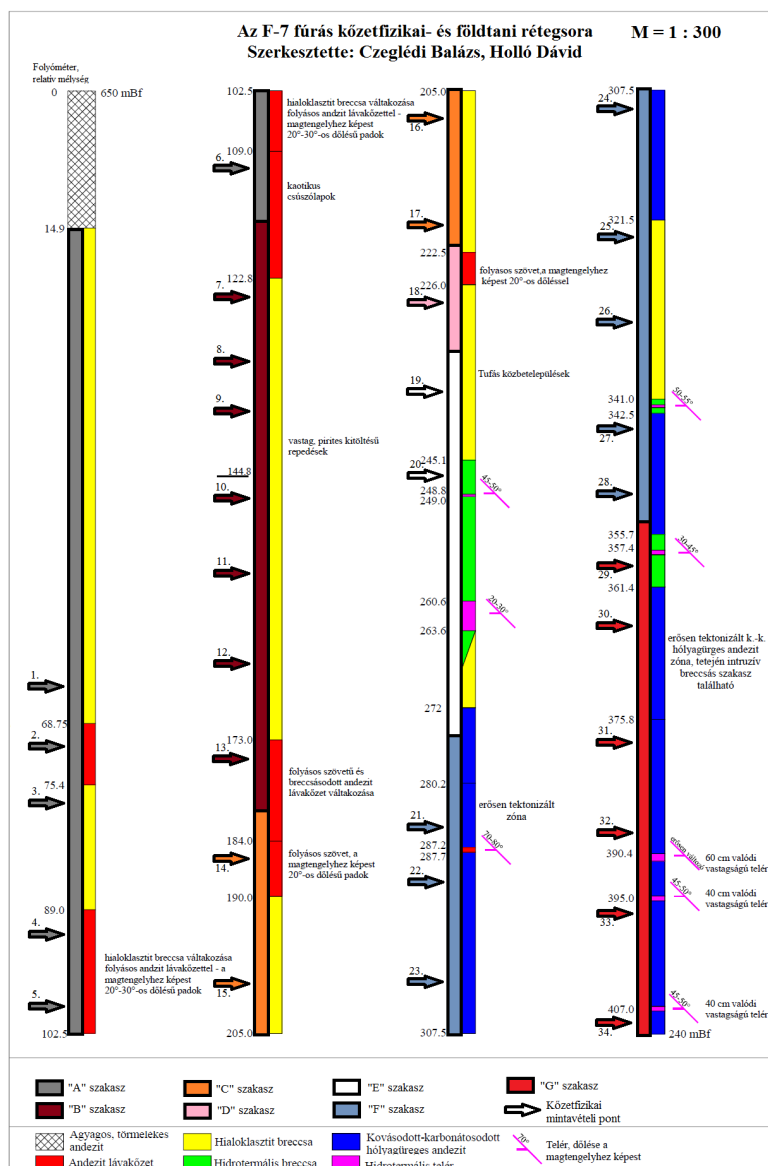
Mielőtt az összehasonlítást megtenném, a geológiai leírás alapján pár szóval jellemezném az itt előforduló kőzeteket. Az *andezites lávakőzet* üde, színe sötét, sötétszürke. Acéltűvel nehezen karcolható, szerkezete tömör, homogén. A fúrás felső szakaszán találkozhatunk csak ilyen kőzettel.

A *kovásodott-karbonátosodott, hólyagüreges andezit* a fúrás mélyebb szakaszán található, a telér alatt. Erre a kőzetre világos, szürkészöld szín jellemző. Porozitása nagyobb az üde andezitnél, ez az elbontódott elegyrészek miatt van. Acéllal nem, vagy csak kis mértékben karcosítható, ez a kőzet az erőhatásokkal szemben eléggé mereven viselkedik, szívós. Szerkezete homogén, irányítottságtól mentes. Az alapanyag üveges, átalakult és karbonátosodott, szericitesedés is előfordul. A hólyagüregek változó méretűek. (A hullámterjedés szempontjából az üregek fontos szerepet töltenek be, a hullám ilyen helyeken lelassul.)

A *hialoklasztit breccsa* a vizsgált magminták közül csak kettő darabot érint, melyek nehezen értelmezhető eredményt mutatnak. A breccsa úgy keletkezett, hogy a víz alatti robbanásos kitörés a frissen megszilárdult lávakőzetet szakította fel és a friss láva ezeket részben megolvasztotta, cementálta. Gyakori, hogy egyszerre több különböző anyagú andezit klaszt jelenik meg benne.

Hidrotermális breccsa szegélyezi a hidrotermális teléreket. A hidrotermális ércesedésnek itt a legalacsonyabb a foka, epitermális ércesedés jelent meg. Az epitermális ércesedés fiatal andezites vulkanizmushoz kötött, az ércesedést minden esetben erős kőzetlebonatás kíséri (kovásodás, agyagásványosodás). A hidrotermális breccsa sokféle színű lehet (általában szürkés), körömmel nehezen, acéllal könnyen karcosítható, pirithintések előfordulnak. A hidrotermális ércesedésből külön három mintát vettünk, kiegészítő mérésenként. Viszont az érces szakasz le lett felezve, ezért itt csak longitudinális sebességmérésre volt lehetőség.

A 7. ábra a kőzetfizikai- és geológiai rétegsort mutatja. A fúrás folytonos volt, a szétvágások csak a megfelelő elhelyezhetőség érdekében történtek. A bal oldali oszloprészben láthatók a kőzetfizikai-, a jobb oldali oszloprészben a geológiai rétegek. A kőzetfizikai oszloprész erős fekete kerettel van kiemelve. A nyilak azon magminták helyét jelölik, melyeken kőzetfizikai vizsgálatot folytattam. A nyilak színeként arra utal, hogy melyik zóna, mely szakaszába soroltam be előzetesen (a geológiai rétegsor ismerete nélkül). A 7. ábra megtalálható nagyobb, eredeti méretben a dolgozat mellékleteként.



7. ábra. Közetfizikai- és geológiai rétegsor.

3.1.1. "A" és "B" szakaszok összehasonlítása a geológiai szelvénnel

Az "A" abban különbözik a "B" szakasztól, hogy a "B" szakasz egyenletesebb képet mutat, az "A" szakasz ugrál. Ez a geológiai rétegsorból kiderül, hogy miért van. A "B" szakasz mintái majdnem teljesen a hialoklasztit breccsából származnak. Az "A" szakasz hialoklasztit breccsát és andezit lávakövetet is érint. Az a megállapítás, hogy az "A" szakasz ugrál azért van, mert nem ugyanolyan rétegeket jelöl a szakasz. Ez a közetfizikai paraméterekből előzetesen nem volt megállapítható.

Az "A" szakaszból a 2. és 3. sorszámot viselő minta nincs feltüntetve a mérési eredmények között, hibaként vannak kezelve. A geológiai rétegsorról azonnal megállapítható, hogy ez a két minta pontosan a hialoklasztit breccsa és az andezit lávakőzet kontaktusánál lett megvéve. A kőzetek kontaktusa boríthatta fel a mért paraméterek értékeit. A kőzetek nem sík lapok szerint határolják egymást, különösen nem egy breccsás kőzetösszlet esetében, valószínűleg itt is ez volt a probléma. A "B" szakaszban megismert minták tulajdonságait tekintve az 1. sorszámú minta teljes mértékben beleillene ebbe a szakaszba. A 4, 5, 6. sorszámú minták andezites lávakőzetként vannak megjelölve. A geológiai leírásban említve van, hogy ezen rétegben váltakozik a hialoklasztit breccsa az andezit lávakőzettel. Ez a váltakozás látható a 4, 5, 6. sorszámú minták rugalmassági értékein is, dinamikus növekedés van minden téren. A 4. sorszámú mintánál az 5, annál pedig a 6. sorszámú minta tömörebb. A 4. sorszámú minta teljesen más viselkedésű, mint a 6. sorszámú minta. A 6. a 14. sorszámú mintára hasonlít, ami szintén andezites lávakőzet. A 4. sorszámú mintához hasonló tulajdonságú minta nincs a többi vizsgált magminta között. Az 5. sorszámú minta közetfizikai paraméterei alapján hialoklasztit breccsa, azonban a geológiai szelvény az andezites lávakőzetek közé sorolja.

A 10. sorszámú mintánál a longitudinális sebesség (3627 m/s) beleillik a "B" szakasz sebességértékeibe, viszont a dilatációs sebesség (3536 m/s) és a Poisson-tényező (0,14) jelentősen eltér ettől. Ennek oka az lehet, hogy 144,8 folyóméter mélységben vastag, pirites kitöltésű repedéseket azonosít a geológiai szelvény. A 10. sorszámú minta 147,1 folyóméter mélységből származik, elképzelhető, hogy ezek a repedések itt is jelen lehetnek. Az biztos, hogy a 9. sorszámú mintát (138,1 folyóméter) nem érintik ezek a repedések, mivel rugalmassági értékei tökéletesen beleillenek a "B" szakaszba. Érdekes, hogy a 13. sorszámú minta (175,8 folyóméter), a "B" szakasz többi mintájától nem különül el, paramétereit tekintve teljes mértékben ebbe a zónába tartozik. Azonban a geológiai szelvény alapján ez a minta különbözik a többitől, ugyanis a 7-12. sorszámú magminták mindannyian hialoklasztitos breccsák, míg a 13. sorszámú minta már andezit lávakőzet.

A geológiai megállapítások alapján ezen réteg andezites lávakőzet folyásos szövetű, breccsásodott andezit lávakőzet változásokkal. A közetfizikai vizsgálat eredményei semmiféle dinamikus rugalmassági közetviselkedési változásra nem utalnak. A 14. sorszámú minta már tulajdonságait tekintve rendes eltérést mutat a "B" szakasztól és a 13. sorszámú mintától, ami pedig elméletileg ugyanazon andezites lávakőzet darabja.

3.3.2. "C", "D" és "E" szakaszok összehasonlítása a geológiai szelvénnel

A "C" szakaszban a longitudinális sebességek és a Young modulus értékek magasabbak az I. zónában tapasztalt értékeknél.

A közetfizikai szelvény a "C" szakaszba a 14-től 17-ig sorszámozott mintákat sorolja be, ami majdnem teljesen eltalálja a geológiai rétegsor hialoklasztit breccsa szakaszát. A 14. sorszámú magminta (184,2 folyóméterből) andezit lávakőzetként van azonosítva. Ez az andezit lávakőzet a rugalmassági tulajdonságai alapján nem lehet ugyanaz, mint a 13. sorszámú minta, amit a geológiai szelvény szintén ide sorol. A közetfizikai szelvényen a 13. és a 14. sorszámú minta között éles az átmenet, ahogy a "B" szakaszként azonosított hialoklasztit breccsa és "C" szakaszként azonosított hialoklasztit breccsa között is. A közetfizikai szelvényből egyáltalán nem látszik, hogy a két hialoklasztit breccsa réteg között lenne egy átmenetet jelentő andezites lávakőzet réteg. Viszont valaminek történnie kellett a 190,0-222,5 folyóméterig terjedő szakaszon. Az itt lévő közet elnevezése azonos, a dinamikus rugalmassági állandók és a hullámterjedési sebességek viszont alapvetően különböznek a "B" és a "C" szakaszokon. A "C" szakaszban jelenlévő hialoklasztit breccsa sokkal tömörebb, összeállóbb anyag, mint a kisebb mélységű párja. A hullámterjedési sebességek és a rugalmassági állandók értékei majdnem elérik az "F" szakasz értékeit, amik viszont jelentősen mélyebbről (280,0-355,7 folyóméterből) származnak.

Érdekesség, hogy a "C" szakaszban a 15. és 16. sorszámú minta esetében a Young modulus értéke jelentősen megnövekedett (~52.000 MPa). A 8. ábrán látható, hogy ez a magminta (200,2-209,0 folyóméterből) nem annyira egyértelműen breccsásodott. A közetfizikai paraméterek alapján ezek a magminták inkább homogének, mint inhomogének. Megállapítható a Young modulus magas értékekből, hogy ez a két közetminta sokkal jobban összeállt. Ehhez hasonló Young modulus értékeket a III. zónában láthatunk.



8. ábra. Kőzetminta 200,2-200,4 folyóméterből.

A "D" szakasz a geológiai szelvény szerint hialoklasztit breccsa. Kőzetfizikai paramétereit alapján azonban sehová nem sorolható. Az itt vizsgált minta a 18. sorszámot viseli (226,8 folyóméterből). A geológiai szelvény 222,5-226,0 folyóméter mélységközre a hialoklasztit breccsába ékelődő andezit lávakőzetet mutat, amihez külön fel van tüntetve a folyásos szöveti jellegzetesség. A 18. sorszámú minta ez alatt a test alatt található 0,8 méterrel. Valószínűsíthető, hogy ennek a kőzetátmenetnek a hatása látható a kőzetfizikai paramétereken. A vizsgált minta rezonancia frekvenciája a sokkal mélyebben lévő zónákban található rezonancia frekvenciák értékét közelíti meg, ami idegen ebben a környezetben, a mért longitudinális hullámterjedési sebesség viszont elfogadható eredményt mutat. Ez arra utalhat, hogy a minta túlságosan inhomogén, a rezonancia frekvencia mérés eredménye annyira távol áll a valóságos viszonyok feltételezhető állapotától, hogy dinamikus rugalmassági állandók nem is voltak számíthatók.

A 9. ábrán látható, hogy a 226,8-227,1 folyóméterből származó minta egyáltalán nem homogén. A breccsás szerkezeten kívül hajszálrepedések is észlelhetők. A 14. sorszámú mintában a geológiai leírás szintén folyásos szövetet állapít meg, viszont ott már andezit lávakőzetet ír le. A 14. és a 18. sorszámú kőzetminta mért eredményei semmiféle hasonlóságot nem mutatnak, vagyis a folyásos szöveti szerkezet a kőzetfizikai paraméterek alapján nem határozható meg.



9 ábra. Kőzetminta 226,8-227,1 folyó méterből.

A hidrotermális ércesedés és a túlzott breccsásodás okozta inhomogenitások környezetében a rezonancia frekvencia értékek hamis mérési értéket mutatnak. Azonban a 18. sorszámú magminta rezonancia frekvencia képén a görbe lefutása tökéletes, értéke 15.700 Hz, ami a mérési sorozatban szinte a legmagasabb érték. Ezen kőzetminta viselkedése kérdéses. Poisson-hányadost és Young modulust nem lehetett vele számítani, azonban a korrekció mentes Young modulusra kijött egy eredmény, ami 102.126 MPa értéket adott. Ez a Young modulus érték a mérési sorozatban mért legnagyobb érték majdnem duplája. A 18. sorszámú magmintáról nem mondható egyértelmű kőzetfizikai következtetés, indokolt külön szakaszba besorolni.

Az "E" szakasz a 19. és 20. sorszámú minták alkotta szakasz. Ez a szakasz azért vált külön egységgé, mert a benne lévő két minta által produkált eredmények folyamatosan változnak. Az "F" szakasz ehhez képest egyenletes képet mutat, a "D" szakasz értelmezhetetlen. Ennek értelmében a 19. és a 20. sorszámú minták külön szakaszt alkotnak, ami a geológiai szelvényen két külön szakaszként jelenik meg. A 19. sorszámú minta (238,0 folyó méterből) hialoklasztit breccsában van tufás közbetelepülésekkel (mint a 18. sorszámú). A 19. sorszámú (3292 m/s) és a 18. sorszámú (3741 m/s) minták longitudinális hullámterjedési sebessége között nincs kapcsolat. Elvileg egy rétegben találhatók, azonban nagyok az eltérések a mért longitudinális hullámterjedési sebességeik között.

A 20. sorszámú minta (246,5 folyóméter mélységből) a hialoklasztit breccsa és a hidrotermális breccsa határán található. A geológiai szelvény alapján már a hidrotermális breccsában van. A 10. ábrán a breccsás jelleg kevésbé látható. Jól észrevehetően erek vannak a kőzetben, vélhetően az epitermális ércesedés hatására. Ez a hidrotermális breccsa réteg tartalmazza a hidrotermális telért is, ahol már méréseket nem tudtunk végrehajtani, a magminták előzetes lefelezése miatt. A "lefelezett" magmintákon lehetetlen a rezonancia frekvencia mérése, viszont a longitudinális hullámterjedési sebességek megmérhetők.



10. ábra. Kőzetminta 246,5-246,7 folyóméterből.

3.1.3. Kiegészítő mérések eredményei

Kiegészítő méréseket végeztem a 260,6-263,6 folyóméterközben található, előzetesen "lefelezett" (hosszirányban félbevágott) magmintákon. A mérés célja a mintákon mérhető longitudinális hullámterjedési sebesség megmérése és összehasonlítása az "E szakaszban", a 20. sorszámú magmintán mért eredménnyel. A 20. sorszámú magmintán (246,5 folyóméterből) a mért longitudinális sebesség értéke 4028 m/s.

A 260,9 folyóméterből származó mintán mért longitudinális sebesség 5173 m/s, a 261,8 folyóméterből származón 4460 m/s és a 262,2 folyóméterből származón 5187 m/s. Megállapítható, hogy a 20. sorszámú magminta és a három kiegészítő mérés által mért longitudinális hullámterjedési sebességek nem korrelálnak egymással.



11. ábra. Kőzetminta 261,8-261,9 folyóméterből.

Az érces zóna rendkívül inhomogén. A 11. ábrán látható lefelezett magminta az ércelér fő szakaszából származik. Látható rajta, hogy az ércesedett test (a sötétebb színű) körül a breccásodás igen nagyfokú, a minta semmilyen tekintetben nem tekinthető homogénnek. Az ércelérben a piriteken kívül üregek láthatók. A hullámok olyan közegben, amiben nem tudnak folytonosan terjedni (esetünkben egy üregben), a terjedési sebesség lelassul.

A mért longitudinális hullámterjedési sebességekből látható, hogy a kőzetben a hullámterjedési sebesség növekvő tendenciát mutat. A 19. sorszámú mintán 3292 m/s-ot, a 20. sorszámú mintán 4028 m/s-ot, a három kiegészítő mérésen sorrendben 5173 m/s-ot, 4460 m/s-ot, 5187 m/s-ot láthatunk. A 21. sorszámú magmintán, ami már az "F" szakasz tagja, a hullámterjedési sebesség 5155 m/s, majd a 22. sorszámú mintán 5232 m/s.

A hidrotermális breccsa szakasztól a kúttalp felé szinte csak 5000 m/s longitudinális sebességnél magasabb értékeket olvashatunk le, ugyanígy a Young modulus esetében, ahol 50.000 MPa és 60.000 MPa körüli értékeket láthatunk. A hidrotermális breccsa szakasz előtt ezen értékek kiugrónak számítottak, átlagosan 4000 m/s alatt volt a longitudinális sebesség értéke, a Young modulus értéke pedig 20.000 MPa körül (kivételt képeznek a 15. és 16. sorszámú magminták, ahol 51.000 MPa értékek jelentek meg).

3.1.4. "F" és "G" szakaszok összehasonlítása a geológiai szelvénnel

A III. zónában az "F" és "G" szakaszokat találjuk. A geológiai szelvény kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezitet, 20 méternyi szakaszon hialoklasztit breccsát és kis mennyiségben hidrotermális breccsásodást különít el. A közetfizikai szelvény csak két különálló szakaszt különítettem el. Az "F" szakasz a 21-től 28-ig sorszámozott magmintáig terjed. Az "F" szakasz abban különbözik a "G" szakasztól, hogy az "F" szakasz a longitudinális sebesség és a Young modulus alapján viszonylag egyenletes eredményeket mutat, a "G" szakaszban ezzel ellentétben változó eredményeket mutat.

A 21. és a 28. sorszámú mintákat a geológiai szelvény a kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit rétegbe sorolja be. A 21. és a 28. sorszámú minták között a közetfizikai szelvényen nem fedeztem fel nagy mértékű különbséget. Azonban a geológiai szelvény ebben a szakaszban megkülönböztet kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezitet, hialoklasztit breccsát és hidrotermális breccsát (nagyon vékony hidrotermális telérrel). A kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit a 21-től a 24-ig sorszámozott magmintákat érinti. A hialoklasztit breccsa közetfizikai szempontból semmi különbséget nem mutat a kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezithez képest. A 27. sorszámú magminta fölött található egy vékony hidrotermális breccsa, telérrel együtt.

A 27. és a 28. sorszámú magminta ugyanazokat az eredményeket mutatják, mint a 21-től 24-ig sorszámozott magminták. Egyetlen különbségként csak a 23. és a 24. sorszámú minta Young modulus-értékének csökkenése fedezhető fel az "F" szakasz átlagértékéhez képest. A 23. sorszámú magminta 55.457 MPa, a 24. sorszámú 54.929 MPa Young modulus értékeket mutat. Azonban a geológiai szelvény alapján mindkét minta a kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit rétegbe van besorolva.

A "G" szakasz a III. zóna második szakasza. A szakasz a 29-től a 34-ig sorszámozott mintáig, a fúrás végéig terjed. A 29. minta eltalálta, hogy a geológiai szelvény alapján az "F" szakasztól már különböző réteg települt (hidrotermális breccsa).



12. ábra. Kőzetminta 360,7-360,9 folyóméterből.

A 12. ábrán a 29. sorszámú magminta látható. Az ábrán észrevehető, hogy ezt a kőzetet eredeti kialakulása után valamilyen hatás érte, ami itt epitermális ércesedés. Láthatóak a becsillanó pirit ásványok, amik az ércesedések közelségét jelzik. A 20. és a 29. sorszámú minta származik a hidrotermális breccsa szakaszból. A két minta geológiai szelvényen elfoglalt helye alapján feltételezhető, hogy a 29. sorszámú minta esetén a longitudinális hullám terjedési sebessége és a Young modulus is magasabb értéket fog mutatni. A 20. sorszámú magmintán mért longitudinális hullám terjedési sebessége 4028 m/s, a 29. sorszámú mintán mért érték 4153 m/s. A longitudinális hullám terjedési sebességek elég közeliek, viszont nem egyértelműen kijelenthető, hogy a hidrotermális breccsában a longitudinális hullám terjedési sebessége 4000 m/s-tól kissé nagyobb értékeket vesz fel. Ugyanis az 5. sorszámú magminta esetében ez a sebesség 4039 m/s, ami azt jelenthetné, hogy ez a 99,8 folyóméterről származó andezit lávakőzet is lehetne hidrotermális breccsa. Hidrotermális hatásról természetesen ilyen magasságban szó sem lehet.

A 20. sorszámú minta Young modulusa 28.373 MPa, a 29. sorszámú mintáé 35.014 MPa. Ezen értékek környezetükhöz képest alacsonyak. A kovásodás-karbonátosodás szilárdabb közetfizikai állapotot feltételez. Erről az "F" szakasz esetében meggyőződhattunk, a 20. és a 29. sorszámú magminták kapcsolata alapján is. Mindkettő mintát érte hidrotermális hatás, a 29. sorszámú minta mélyebbről származik, ezért a Hooke-törvény alapján feltételezhető, hogy a ~154 méterrel mélyebbről vett minta jobban tömörödött, szilárdabb.

A "G" szakasz további mintái (30-tól a 34-ig sorszámozott minták) már zavartalanul kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit rétegből származnak. A 30. sorszámú minta környezetében a geológiai szelvényen fel van tüntetve, hogy az összlet itt erősen tektonizált. Ez a jelenség a közetfizikai méréseken nem látható. A 32. és a 34. sorszámú minta között előfordulnak kis vastagságú hidrotermális telérek. Feltételezhető, hogy az ércesedett zónákban a környezethez képest csökkennek a dinamikus rugalmassági állandók és a hullámterjedési sebességek értékei, ezen jelenségek ércesedés-indikátorként viselkedhetnek. Ezt erősíti meg a 10. sorszámú minta környezetében található vastag, piritess kitöltésű repedések. Ez ugyan nem hidrotermális ércesedés, viszont a pirit az ércesedés során elég gyakran előfordul, még hozzá repedésekben, mint az ércesedett szakaszon. Ezek a hullámterjedési sebességek értékeit minden esetben le fogják csökkenteni.

3.1.5. Összehasonlítás a minták sűrűsége alapján

A mintákon mért sűrűségértékek összehasonlítása alapján is levonhatók következtetések. Észrevehető, hogy a 14-től a 17-ig sorszámozott magmintákon a sűrűségek értékei növekedtek az előttük lévő minták értékeihez képest. A 14-től 17-ig sorszámozott minták esetében a sűrűségértékek sorrendben a következők: 2580 kg/m³, 2592 kg/m³, 2537 kg/m³, 2504 kg/m³. Az 1-től 13-ig sorszámozott minták esetében a sűrűségek értéke nem éri el a 2500 kg/m³ értéket. A 14-től 17-ig sorszámozott minták a közetfizikai szelvényen a II. zóna teljes "C" szakaszát fedik le, a geológiai szelvényen egységesen hialoklasztit breccsa kőzetek. Illetve a 14. sorszámú minta andezit lávakőzet, viszont közetfizikailag teljes mértékben a "C" szakaszhoz tartozik.

Az 1-től 13-ig sorszámozott mintákat több részre oszthatjuk. Az 5. és 6. sorszámú minták egy csoportba tartoznak 2481 kg/m^3 és 2483 kg/m^3 sűrűségükkel, kőzettanilag andezites lávakőzetek. A 4. sorszámú minta (2316 kg/m^3) az 1. (2356 kg/m^3) és a 7. sorszámú mintával (2387 kg/m^3) korrelál. Mindegyikről elmondható, hogy a geológiai szelvényen a hialoklasztit breccsa és az andezit lávakőzetek határain találhatók. A 9. (2426 kg/m^3) és 10. sorszámú minta (2404 kg/m^3) hialoklasztit breccsa, a vastag pirites kitöltésű repedések fölött találhatók (amiket nem értek el a repedések). A szintén hialoklasztit breccsa 11-től 13-ig sorszámozott kőzetminták már a repedészóna alatt vannak kisebb sűrűségértékkel (sorrendben: 2308 kg/m^3 , 2369 kg/m^3 , 2386 kg/m^3).

A 18-tól 20-ig sorszámozott minták esetében a 18. és 19. sorszámú magminták sűrűsége 2394 kg/m^3 és 2345 kg/m^3 , a 20. sorszámú mintáé pedig 2497 kg/m^3 . Ez a három minta magában foglalja a kőzetfizikai mérések alapján elkülönített "D" és "E" szakaszokat. A 20. sorszámú minta sűrűsége nagyobb az előtte lévő két kőzetmintáénál, ez a minta a geológiai szelvény alapján a hidrotermális breccsában van, a két előző minta pedig hialoklasztit breccsában. A sűrűségértékek alapján a "D" és "E" szakaszokat fel lehetne osztani újra úgy, hogy a "D" szakasz tartalmazná a 18. és 19. sorszámú mintákat, az "E" szakasz pedig csak a 20. sorszámú mintát.

A 21-től 28-ig sorszámozott magminták sűrűsége 2600 kg/m^3 körül változik. Kőzettanilag ez a szakasz kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andeziteket tartalmaz, a 25. és 26. minta esetében pedig hialoklasztit breccsát (mely réteget a kőzetfizikai szelvény nem látta). A kőzetfizikai szelvényen ezen sorszámú magminták teljes mértékben a III. zónában található "F" szakasz elemei. A 29-től 34-ig sorszámozott elemek sűrűsége változó. Ahol közel van egy-egy vékonyabb hidrotermális telér, a sűrűségek értéke lecsökken.

Az andezitek sűrűségét egyes irodalmak más határok közé sorolják. A Wikipédia andezitre vonatkozó cikkében [8] az andezit sűrűségét $2200\text{-}2650 \text{ kg/m}^3$ értékben határozta meg. Más forrás [3] ezt a sűrűségét $2400\text{-}2573 \text{ kg/m}^3$ közötti értékűként írja le.

3.2. Eredmények, végkövetkeztetés

A geofizikai úton meghatározott kőzetfizikai paraméterek és a geológiai szelvény között korreláció fedezhető fel. A két értékelés egymástól térben és időben teljesen függetlenül készült. Kőzetfizikai szempontból három különálló zónát, ezeken belül összesen hét külön értelmezendő szakaszt különítettem el. A geológiai leírás öt különböző típusú kőzetet különböztetett meg. A kőzetfizikai szempontból felosztott I. zóna "A" szakasza a 122,8 folyóméterig tartó hialoklasztit breccsa (14,9-89,0 folyóméterig) és andezit lávakőzet (89,0-122,8 folyóméterig) rétegeket foglalja magában. Az I. zóna "B" szakasza az előző szakaszban lezárt andezit lávakőzetet teljesen elkülöníti az ebben a szakaszban megtalálható hialoklasztit breccsától (122,8-173,0 folyóméterig).

A kőzetfizikai vizsgálat a 173,0-190,0 folyóméterig tartó andezit lávakőzet téteget nem látta, helyette a 190,0-222,5 folyóméterig terjedő hialoklasztit breccsa réteget mutatott ki, amit a II. zóna "C" szakaszának nevezünk. A II. zóna "D" és "E" szakasza az ércesedés szakaszát foglalja magába. Az innen származó eredmények az ércesedés során fellépő inhomogenitásokat és rendszertelenségeket mutatják. A mérési eredmények a gyakori üregesedés miatt pontatlanok. A geológiai leírás hidrotermális breccsát és hidrotermális telért különböztet meg.

A III. zóna "F" szakaszában kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit (272,0-321,5 folyóméterig), hialoklasztit breccsa (321,5-341,0 folyóméterig), kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit (342,5-355,7 folyóméterig) rétegeket nem különítettem el a kőzetfizikai eredmények alapján, egy szakaszba soroltam őket. A III. zóna "G" szakaszában a geológiai szelvény hidrotermális breccsát (355,7-361,4 folyóméterig) és kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit réteget (361,0-410,0 folyóméterig) mutatott ki.

A fúrólukban a mélyebb rétegek felé haladva a kőzetek egyre jobban összetömörödtek, állékonysági- és rugalmassági szempontból egyre ellenállóbbak. Ez a Hooke-törvény alapján lineáris növekedést feltételezne. A vizsgált kőzetmintákon megtalálható a rugalmassági állandók értékének és a hullámterjedési sebességeknek a növekedése, azonban ezt a hatást jelentősen felerősítette a hidrotermális ércesedés, mely ~240 folyómétertől kezdve felfedezhető.

A hidrotermális ércesedés előtti szakaszokon ("A" és "B" szakaszok) a longitudinális hullám terjedési sebessége átlagosan 3600 m/s körüli értéket, a Young modulus 20.000-30.000 MPa értéket vesz fel. A hidrotermális ércesedést megelőző és érintő szakaszokon ("C", "D" és "E" szakaszok) az eredmények rendszertelen változása jellemző. A hidrotermális ércesedés alatti szakaszon, ahol az ércesedés hatása a kőzetösszetétel is nagyobb mértékben érte ("F" és "G" szakaszok), a longitudinális sebesség- és a Young modulus értékek egyértelmű növekedése volt tapasztalható. A longitudinális sebesség átlagosan 5200 m/s körül, a Young modulus 50.000-60.000 MPa lett.

A geológiai szelvény az ércesedés fölötti szakaszokon hialoklasztit breccsát és andezit lávakőzet rétegeket írt le, a hidrotermális ércesedés alatti szakaszon főleg kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezitet. A jelenség, ami ezt a gyors változást okozta a rugalmassági állandóban és a hullámterjedési sebességben, a hidrotermális ércesedés hatására létrejött kovásodás és karbonátosodás az andezit alapkőzetben.

A mérési eredmények geológiai szelvénnel való összevetése során azt a megfigyelést tettem, hogy az ércesedett szakaszokon (a hidrotermális telérek és a pirittel kitöltött vastag repedés környezetében) a dinamikus rugalmassági állandók- és a longitudinális hullám terjedési sebességének értéke a környezetéhez képest alacsonyabb. Ez a kőzetek elválásaira, üregeire vezethető vissza. Ezt igazolja az a teleptani megállapítás is, hogy a hidrotermális ércesedést vetők, repedések, törések kísérik.

Feltételezhető, hogy a kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit rétegben a hullámterjedési sebesség az üregesség miatt alacsonyabb lesz. Azonban ez a kőzet olyan tömörségűnek bizonyult, hogy az itt mintavételezett fúrómagminták - ha van is lassító hatása az üregesedésnek - a legmagasabb longitudinális hullámterjedési sebesség értékeket produkálták a vizsgált minták közül. További érdekes megállapítás, hogy ahol a geológiai leírás folyásos szöveti szerkezetet állapított meg, ott a geológiai és kőzetfizikai szelvény nem korrelál. A geológiai szelvényen jelölt erősen tektonizált zónát a kőzetfizikai szelvény nem látja.

Elmondható, hogy több kérdés merült fel, mint amennyit eredetileg feltettünk és meg szerettünk volna válaszolni. További vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy egy adott területre ebből modellt lehessen készíteni.

3.3. A dinamikus rugalmassági állandók geofizikai módszerrel való meghatározásának további felhasználási lehetőségei

A Young modulus meghatározása a legtöbb esetben a mérnöki műtárgyak tervezésekor használatos. A megengedhető terhelések és a közetdeformációk számíthatók vele, lehetővé téve a műtárgy méretezését.

Szeizmikus mérésekkel elsősorban a kőzetek geometriai települése határozható meg, nem a kőzetfizikai paraméterek. A szeizmika feladata, hogy a geometriai elrendeződés mellett a települési mélységet is meghatározza, ez azonban a hullámterjedési sebesség függvényében adható meg. Ezeknél a módszereknél sokkal pontosabb eredményt érhetünk el, ha a szeizmoszkóppal határozzuk meg a longitudinális hullám terjedési sebességét. Dinamikus vizsgálatokkal meghatározhatók még a maradék feszültségek és a relaxációs zónák.

Egy bányában, egy fúrásnál, kőzetrepesztésnél stb. nagyon fontos tudni, hogy milyen szilárdságú, egyes műveletekre milyen viselkedést mutató kőzetekkel van dolgunk. Ezen viselkedések megfelelő többlet információval kiolvashatók a hullámterjedési sebességekből és a dinamikus rugalmassági állandókból, valamint az ezek által meghatározható paraméterekből. A Poisson-tényező meghatározása azért hasznos, mert a Young modulussal együtt további rugalmassági állandók határozhatók meg. (3. ábra)

Természetesen az itt fel nem sorolt területeken kívül is hasznosíthatók a rugalmassági állandók. Olyan mérnöki műtárgyaknál, melyek tervezéséhez sztenderdek használnak (pl. épület tartógerendák, betonminőség stb.), nem igényelnek közvetlen rugalmassági állandó meghatározást. Szabvány szerint legyártják az adott tartóelemet, előre lehet tudni, hogy a tervezés során milyen teherbírasi értékekkel lehet számolni. A földtudományokban ezek a sztenderdek nem adottak és csak az adott területre vonatkozóan állíthatók fel. Földtani kialakulástól függ, hogy milyen kőzetmechanikai paraméterek vonatkoznak egy adott kőzetre, egy adott rétegre.

FELHASZNÁLT IRODALOM

4.1. Irodalomjegyzék

Könyvek:

- [1] Dr. Hartai Éva (2008): Teleptani alapismeretek (Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Ásványtani-Földtani Intézet kiadványa, Miskolc, 2008.)
- [2] E. Schreiber, O. L. Anderson, N. Soga (1973): Elastic constants and their measurement (McGraw-Hill Book Company, New York, 1973.)
- [3] Kis Károly (2002): Általános Geofizikai Alapismeretek (ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.)

Folyóiratban megjelent cikkek, tanulmányok:

- [4] Dr. Csókás János (1980): Fúrómagok dinamikus és statikus rugalmassági állandóinak összehasonlítása (Földtani Közlöny, Bull of the Hungarian Geol. Soc. (1980) 110.125-139)
- [5] Czeglédi Balázs (2010): F-7 fúrás földtani rétegsorának vizsgálata és értelmezése, Szakdolgozat, (Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, 2010.)
- [6] Kamrás Ádám (2007): Hengeres minták rugalmassági állandóinak automatikus meghatározása, Diplomamunkája, (Miskolci Egyetem, 2007.)

Internet:

- [7] Mátra - <http://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1tra>
(letöltés dátuma: 2011.október)
- [8] Andezit - <http://hu.wikipedia.org/wiki/Andezit>
(letöltés dátuma: 2011.október)
- [9] Poisson's ratio - http://en.wikipedia.org/wiki/Poisson%27s_ratio
(letöltés dátuma: 2011.október)
- [10] Young's modulus - http://en.wikipedia.org/wiki/Young%27s_modulus
(letöltés dátuma: 2011.október)

4.2. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm témavezetőm, Dr. habil Ormos Tamás professzor úr segítségét. Észrevételeivel és tanácsaival nagyon sokat segített, hogy dolgozatomat eredményesen el tudjam készíteni. Továbbá köszön a Miskolci Egyetem, Geofizikai Intézeti Tanszék munkatársainak türelmét és hasznos tanácsait.

Köszönet illeti Kamrás Ádámot (GES Kft.), aki nem csak megtanította a rezonancia frekvencia megmérésének és értelmezésének technikáját, hanem ezen felül nagyon sok hasznos információval is ellátott.

Köszönöm a Miskolci Egyetem, Földtan-Teleptan Tanszékének, kiemelve Dr. Földessy János professzor úrnak a témaválasztással és a földtani értelmezéssel kapcsolatos segítségnyújtását. Köszönöm Tóth Szabolcsnak (RotAqua Kft.) a fáradhatatlan munkáját, aki a magminták előkészítésében nagyon sok segítséget nyújtott.

Köszönet illeti Czeglédi Balázst (Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, hallgató). Szakdolgozata és földtani észrevételei nélkül nem jöhetett volna létre a közetfizikai- és földtani szelvények összehasonlítása.

Továbbá köszönet illeti a Miskolci Egyetem tudományos diákköri tevékenységét, melyet a TÁMOP-4.2.2.B/10/1-2010-0008 számú projekt támogat.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm mindazok segítségét, akiket itt nem tudtam felsorolni, de segítségük nélkül nem jöhetett volna létre dolgozatom.

Miskolc, 2011. november 04.

.....

Holló Dávid

ME-MFK

5.

MELLÉKLETEK

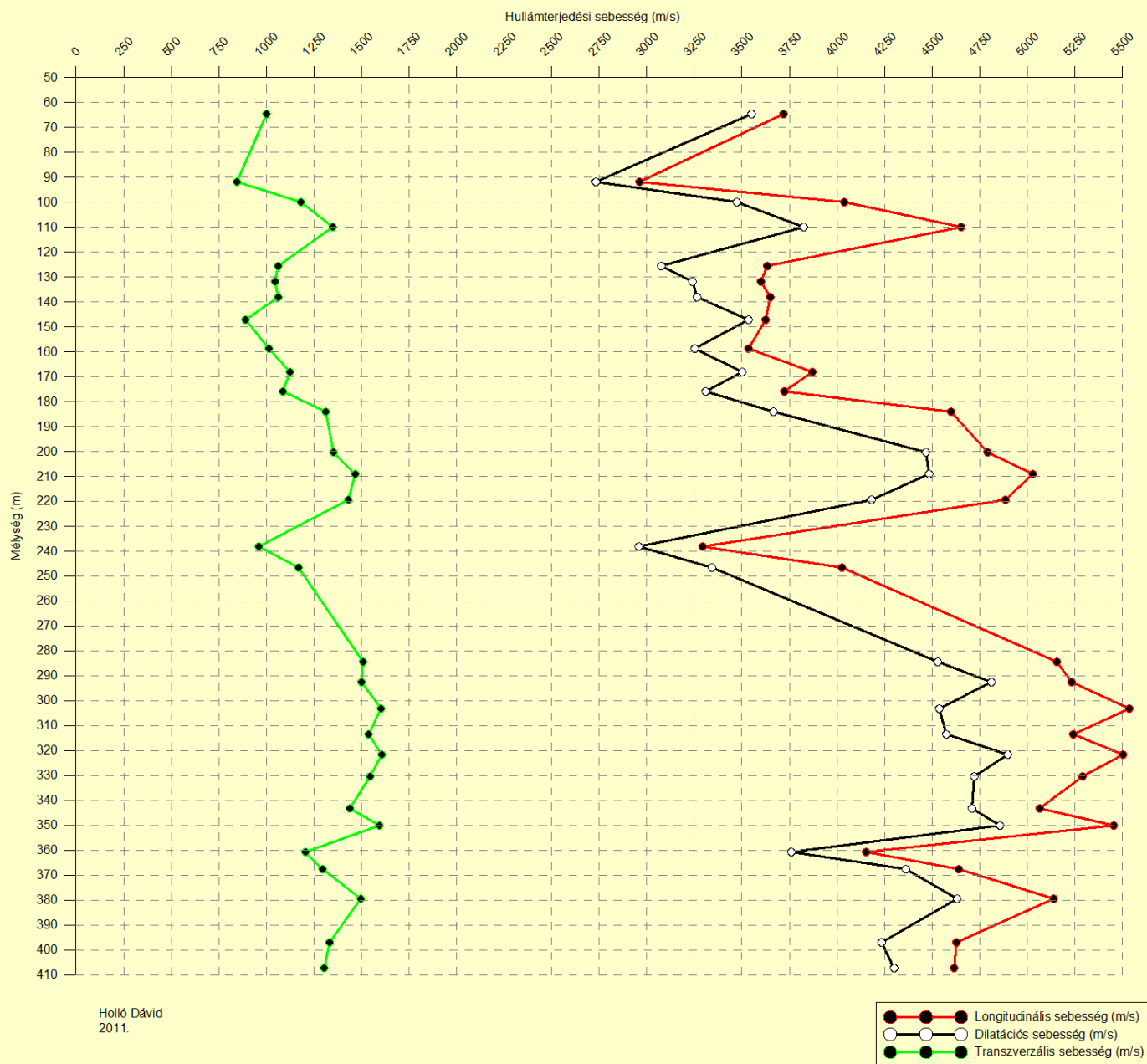
5.1. Mellékletek jegyzéke

- | | | |
|----------|--|------------|
| 5.1.1. | Grafikonok | (5 db) |
| 5.1.1.1. | Hossz-szelvény a sebességekről | |
| 5.1.1.2. | Hossz-szelvény a rugalmassági állandókról | |
| 5.1.1.3. | Rezonancia frekvencia, Young modulus, Poisson-tényező | |
| 5.1.1.4. | Sebességek, Young mod, Poisson-tényező | |
| 5.1.1.5. | Sebességek, Young mod, Poisson-tényező zóna-szakasz felosztással | |
| 5.1.2. | Teljes 2.2.1. fejezet | (10 oldal) |
| 5.1.3. | Kőzetminta adatlapok | (34 db) |
| 5.1.4. | Kiegészítő mérés, kőzetminta adatlap | (3 db) |
| 5.1.5. | Összesítő táblázat | (1 db) |
| 5.1.6. | Kőzetfizikai- és földtani rétegsor ábra | (1 db) |

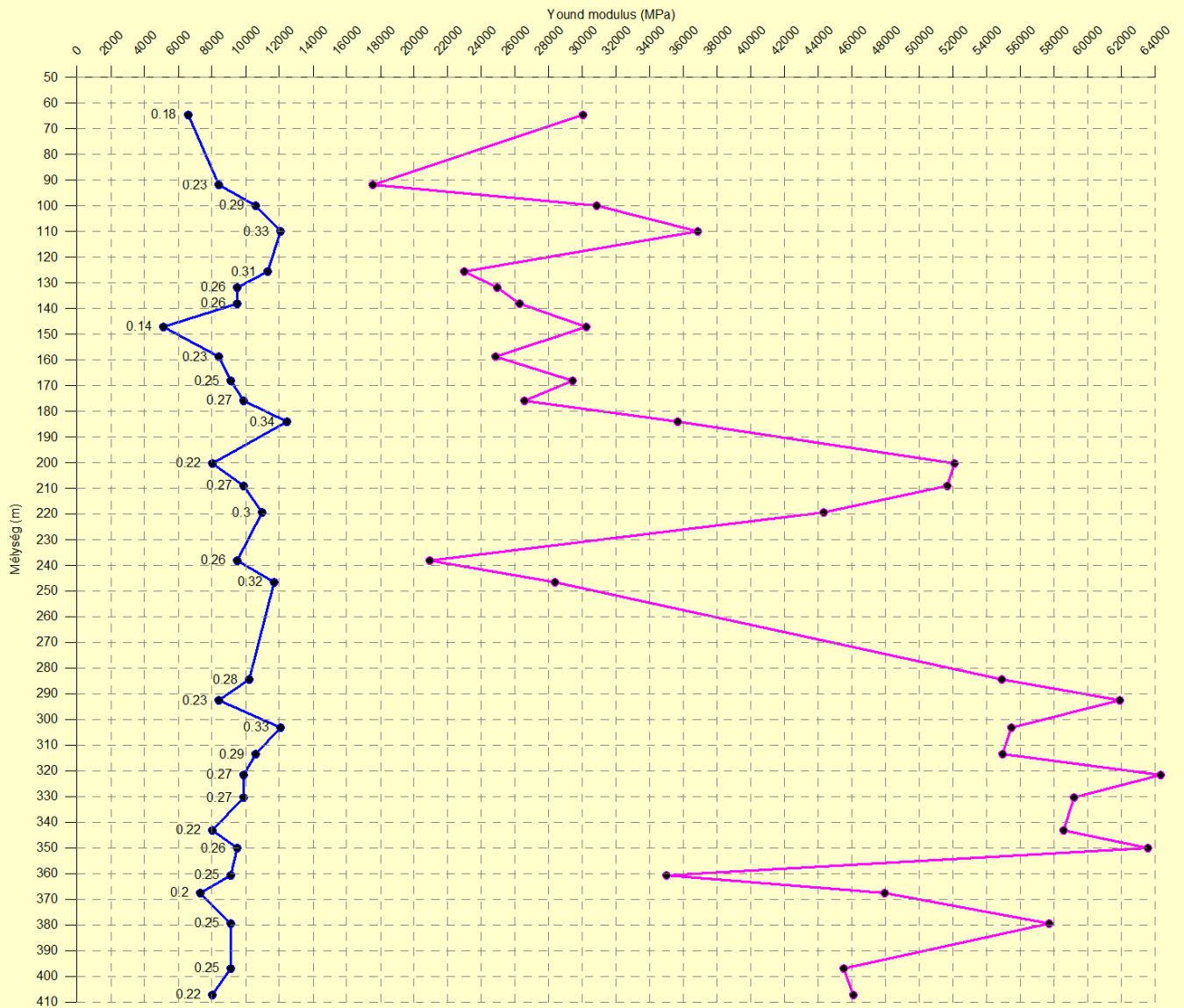
5.2. Mellékelt lapok

Grafikonok

F-7 fúrás magmintáinak rugalmassági elemzése



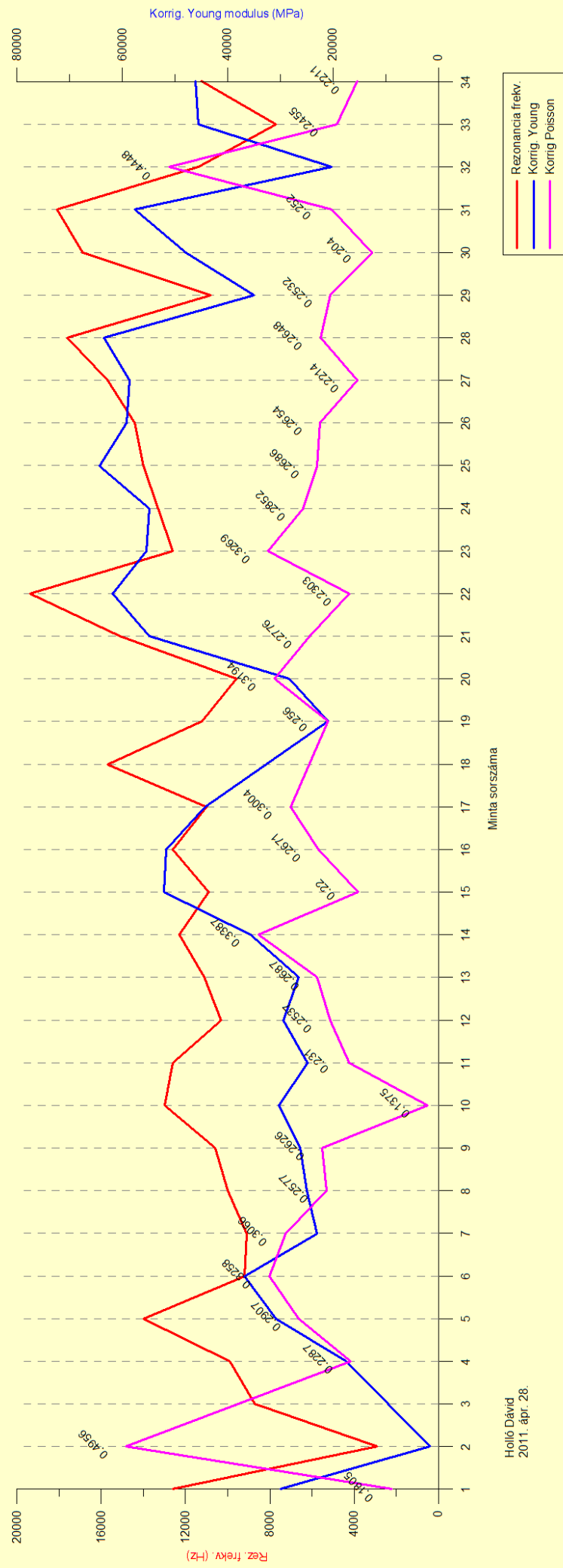
F-7 fúrás magmintáinak rugalmassági elemzése



Holló Dávid
2011.

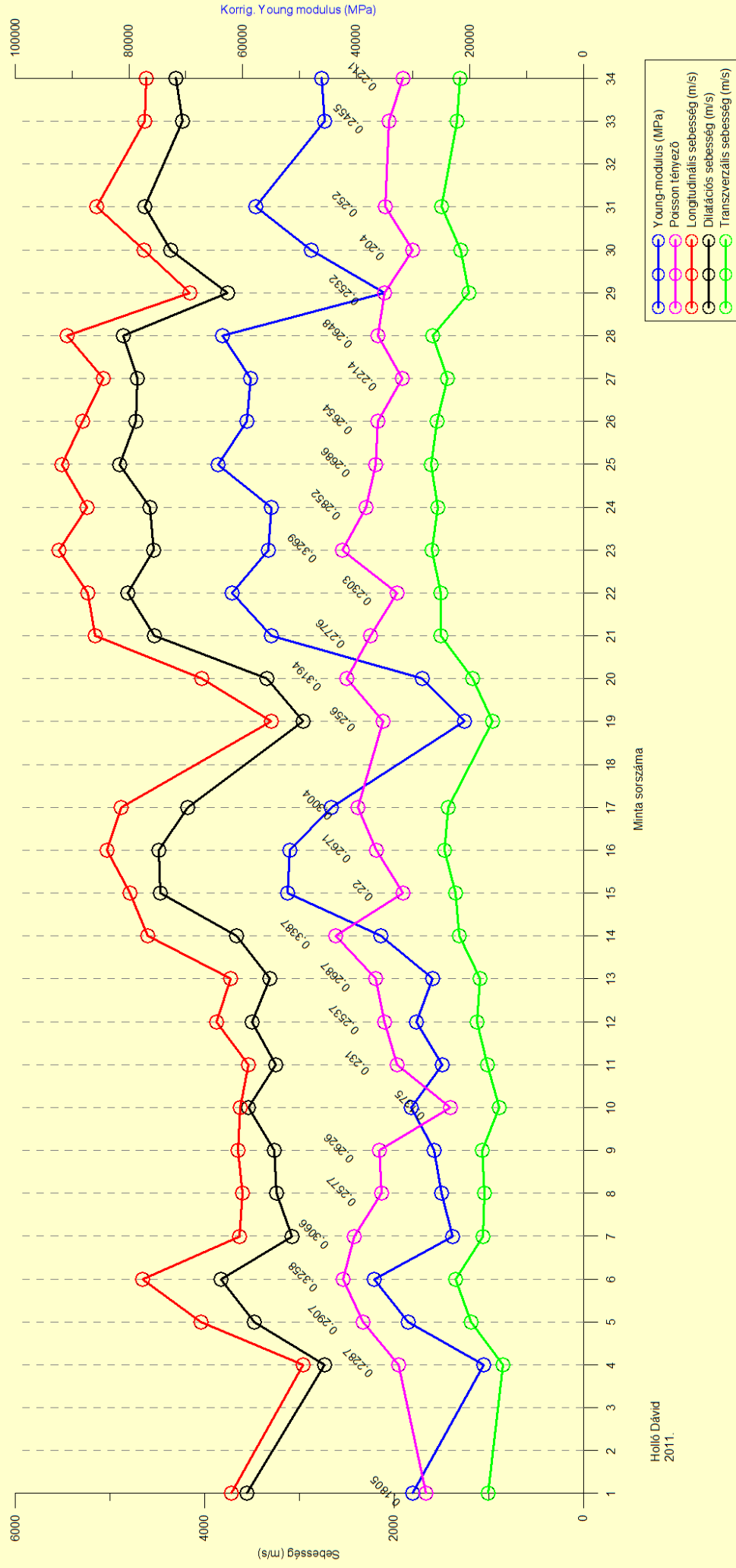
● ● ● Young modulus (MPa)
● ● ● Poisson tényező

F-7 fúrás magmintáinak rugalmassági elemzése

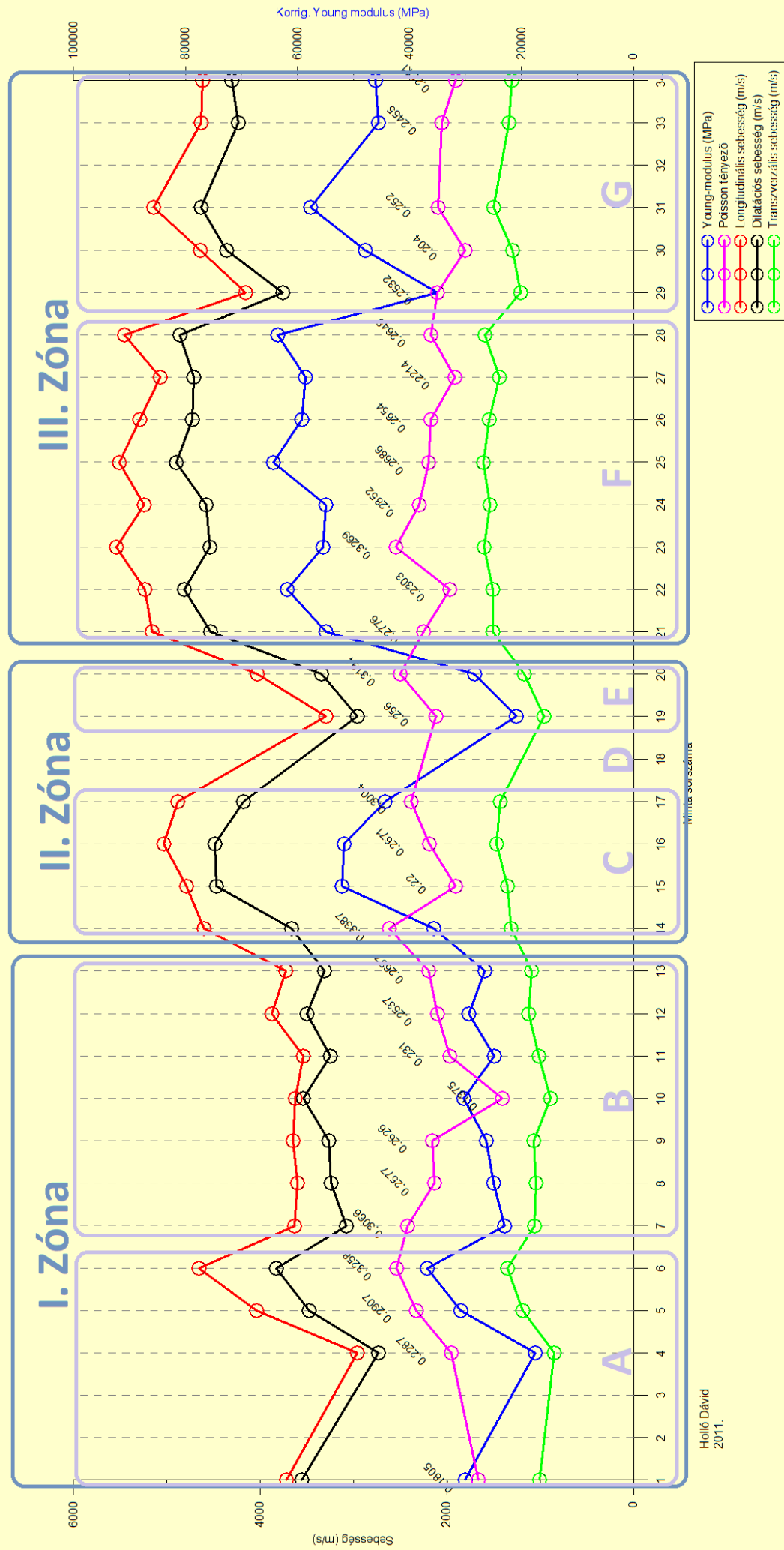


Holló Dávid
2011. ápr. 28.

F-7 fúrás magmintáinak rugalmassági elemzése



F-7 fúrás magmintáinak rugalmassági elemzése



Teljes 2.2.1. fejezet

A mérési- és a számítási eredmények

A fejezetben felhasznált képletek:

$$\rho = \frac{4 m}{\pi d^2 l} \quad (1)$$

$$v_{long} = \frac{l}{t} \quad (2)$$

$$v_{dilat} = 2 l f_r \quad (3)$$

$$E_d = v_{dilat}^2 \rho \quad (4)$$

$$\sigma_d = f_r^2 t^2 - \frac{1}{4} + (f_r^4 t^4 - \frac{5}{2} f_r^2 t^2 + 0,5625)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$$E_d = 2v_{tran}^2 \rho (1 + \sigma_d) \quad (6)$$

$$E = \frac{1}{U} (2 l f_r)^2 \rho$$

$$U \cong 1 - \left(\frac{\sigma d \pi}{\sqrt{8 l}}\right)^2 \quad (7)$$

Egyenletek származási helye:

(1) (2) (3) (4) (5) (6) .

Dr. Csókás János a Földtani Közlöny (1980) 110.125-139 "*Fúrómagok dinamikus és statikus rugalmassági állandóinak összehasonlítása*" [4]

(7)

E. Schreiber, O. L. Anderson, N. Soga (1973): "*Elastic constants and their measurement*" [2]

A 64,50-64,65 m folyóméterből származó minta viseli az 1-es mintaszámot (vagy sorszámot). A szeizmoszkóppal 43,3 μ s terjedési időt mértem. A szeizmoszkóp adó- és vevőegysége között van egy konstans terjedési idő, amit a két egység egymásra tételével mérhetek meg (5,4 μ s). Ez azért van, mert az adó- és vevőegységben a piezo kristályok vörösréz házba vannak berakva védelmi célból. 5,4 μ s időtartam kell ahhoz, hogy a hullám ezekben a vörösréz tartókban terjed. Ez az időegység a mérés folyamán állandó lesz, értékét a magmintán mért terjedési időből le kell vonni. A továbbiakban a mintán mért terjedési időn a szeizmoszkóp által keltett konstans időegység levonása utáni értéket értem. Tehát az 1-es számú mintán a longitudinális-impulzus terjedésének ideje 37,9 μ s, ebből a (2) összefüggés alapján a longitudinális hullám terjedési sebessége 3720 m/s. A digitális rezonancia-mérő berendezésen a rezonancia frekvenciát megmérve 12600 Hz értéket kaptam, amiből (3) összefüggés alapján meghatározhatóvá vált a dilatációs sebesség, ami 3553 m/s. A (4), (5) és (7) összefüggésekből a Young modulus értéke 30026 MPa, a Poisson-hányados értéke 5,54 értékre adódott. A Poisson-tényező 0,18. A transzverzális hullám terjedésének sebessége (6) alapján 1001 m/s. A $v_{\text{long}} > v_{\text{dilat}} > v_{\text{tran}}$ reláció teljesül, mivel 3720 m/s > 3553 m/s > 1001 m/s. Minél kisebb az eltérés a longitudinális- és a dilatációs sebesség között, a rezonancia frekvencia mérésünk értéke annál pontosabbnak tekinthető. A transzverzális sebesség értéke átlagosan a longitudinális sebesség értékének harmada körül van.

A 71,90-72,05 m relatív mélységből származó magmintán mért terjedési idő 26,7 μ s, a számított longitudinális sebesség 4869 m/s. A rezonancia frekvencia mért értéke 2900 Hz. A 2900 Hz rezonancia frekvencia érték nagyon kicsi, a környezetében lévő többi mintán mért rezonancia frekvencia értékét egyáltalán nem közelíti meg. Az amplitúdó-frekvencia spektrumnak ideális esetben úgy kell futnia, mint amilyen a 4. ábrán látható. A rezonancia frekvencia függvényében (3) számított dilatációs sebesség 754 m/s, ami a mért longitudinális sebességhez képest nagy eltérés. A Young modulus 1586 MPa, a Poisson-hányados 2,02, a transzverzális sebesség 307 m/s. Ezen értékek jelentősen különböznek a további minták eredményeitől. A hiba oka valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a vizsgált minta jelentős mértékben inhomogén. A Poisson-tényező értéke 0,5, vagyis maximális, ami azt jelenti, hogy a minta térfogata semmit sem változik terhelés hatására, ami csak ideális esetben lehetséges, a valóságban nem.

A 76,40-76,60 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 60,1 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3111 m/s. A rezonancia frekvencia mérés értéke 8700 Hz, amiből kiszámítható (3) a dilatációs sebesség, 3254 m/s. Látható, hogy a

dilatációs sebesség értéke nagyobb a longitudinális sebesség értékénél, ez azt eredményezi, hogy nem számítható Young modulus, Poisson-hányados, Poisson-tényező és transzverzális sebesség sem, mivel a valós számok halmazán belül gyök alatt nem értelmezünk negatív számot. A hiba egyértelműen a rezonancia frekvencia mérés inhomogén közegre való érzékenységre utal.

A 91,90-92,05 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 46,6 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 2961 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 9900 Hz, amiből 2732 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 17552 MPa, a Poisson-hányados 4,37, a Poisson-tényező 0,23, a transzverzális hullám 847 m/s terjedési sebesség értéke.

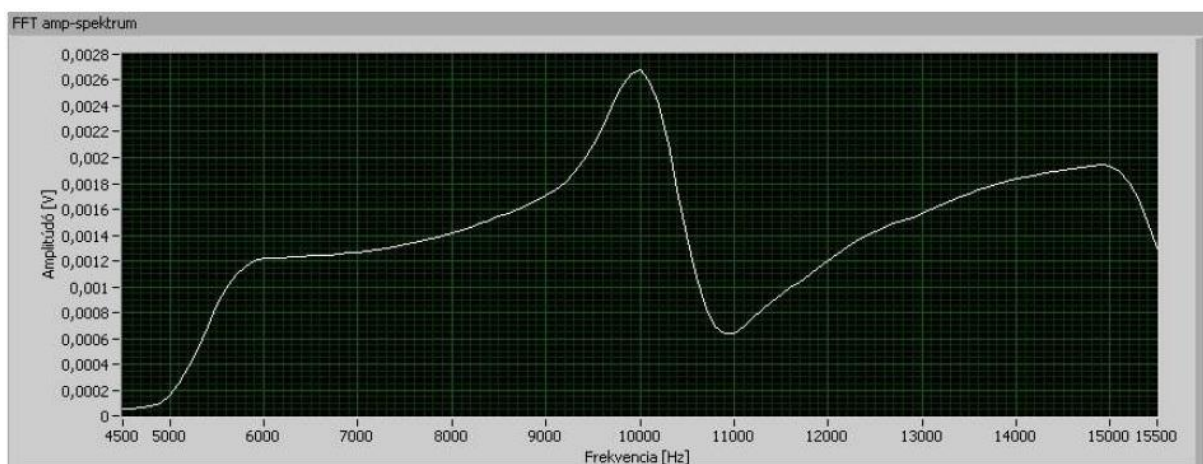
A 99,80-99,95 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 30,7 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4039 m/s. A rezonancia frekvencia értéke egyértelműen nem olvasható le. A számítógépes program a mért frekvenciát 14000 Hz magasságban határozta meg, ami alapján a további számításokat végeztem. A bizonytalan értékű rezonancia frekvencia értékből és a (3) összefüggésből a dilatációs sebesség 3472 m/s-ra adódik. A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből számított Young modulus 30840 MPa, a Poisson-hányados 3,44, a Poisson-tényező 0,29, a transzverzális hullám 1182 m/s értéket ad.

A 110,00-110,20 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 44,7 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4653 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 9200 Hz, amiből 3827 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 36848 MPa, a Poisson-hányados 3,07, a Poisson-tényező 0,33, a transzverzális hullám 1347 m/s terjedési sebesség értéke.

A 125,65-125,80 m relatív mélységből származó magmintán 46,5 μ s terjedési idő mértem. A számított longitudinális sebesség 3634 m/s (2). A rezonancia frekvencia értéke 9100 Hz, amiből a dilatációs sebesség 3076 m/s értékre adódik (3). A Young modulus 22983 MPa, a Poisson-hányados 3,26, a Poisson-tényező 0,31, a transzverzális hullám terjedési sebessége 1061 m/s terjedési sebesség értékű. (4) (5) (6) (7)

A 131,75-131,95 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 45,0 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3600 m/s. A rezonancia frekvencia képe ideális, a mért érték 10000 Hz. Amennyiben egy anyag kellően homogén, az amplitúdó-frekvencia görbe a I. ábrán látható alakot veszi fel. A képen látható, hogy 6000 Hz-től a görbe értékei exponenciálisan nőnek, majd nagy meredekséggel 10000 Hz-nél kiemelkednek, 10000 Hz után nagy mértékben csökken az amplitúdó értéke majdnem

11000 Hz-ig, majd a spektrum ismételt növekedésbe kezd, de 15000 Hz-nél lecseng. A (3) összefüggésből a dilatációs sebesség értéke 3240 m/s. A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 24950 MPa, a Poisson-hányados 3,88, a Poisson-tényező 0,26, a transzverzális hullám 1048 m/s terjedési sebesség értéke.



I. ábra. A 8. minta amplitúdó spektrum képe.

A 138,05-138,20 *m* relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 42,2 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3649 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 10600 Hz, amiből 3265 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 26269 MPa, a Poisson-hányados 3,81, a Poisson-tényező 0,26, a transzverzális hullám 1064 m/s terjedési sebesség értéke.

A 147,05-147,20 *m* relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 37,5 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3627 m/s. A rezonancia frekvencia értéke magas, a görbe kicsit ugrál, 13000 Hz. Számítható 3536 m/s dilatációs sebesség (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 30238 MPa, a Poisson-hányados 7,27, a Poisson-tényező 0,14, a transzverzális hullám 890 m/s terjedési sebesség értéke. Ezek az értékek annak ellenére magasabbak (a Poisson-tényező alacsonyabb), mint a minta környezetében lévő magminták számított értékei, hogy a rezonancia frekvencia képe nem tűnik hibásnak.

A 158,85-159,00 *m* relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 36,5 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3534 m/s. A rezonancia frekvencia értéke a környezetéhez képes magas, 12600 Hz, amiből 3251 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 24835 MPa, a Poisson-

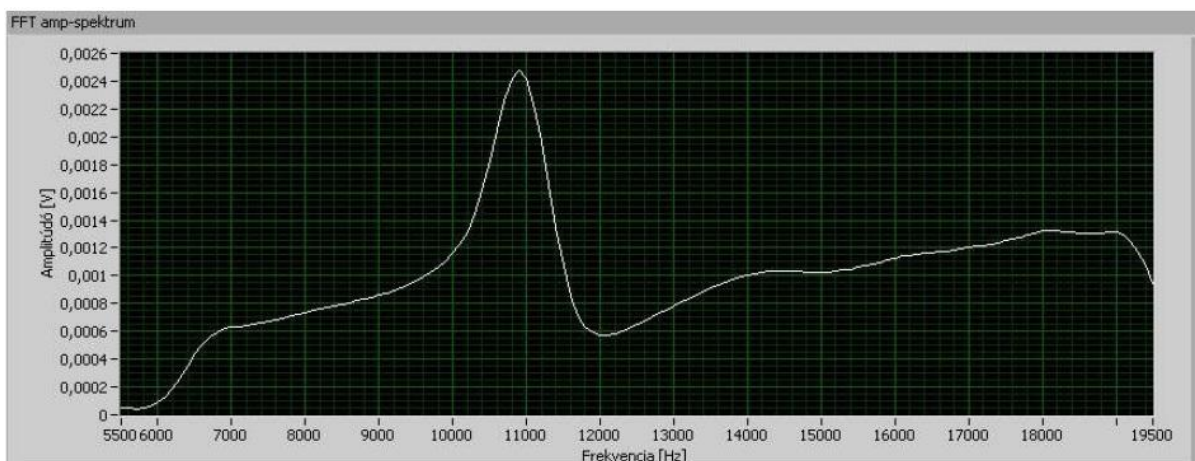
hányados 4,33, a Poisson-tényező 0,23, a transzverzális hullám 1014 m/s terjedési sebesség értéke.

A 168,20-168,35 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 43,9 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3872 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 10300 Hz, amiből 3502 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 29409 MPa, a Poisson-hányados 3,94, a Poisson-tényező 0,25, a transzverzális hullám 1124 m/s terjedési sebesség értéke.

A 175,75-175,90 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 40,0 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3725 m/s. A rezonancia frekvencia görbe furcsa lefutású, értéke 11100 Hz, amiből 3308 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 26576 MPa, a Poisson-hányados 3,72, a Poisson-tényező 0,27, a transzverzális hullám 1089 m/s terjedési sebesség értéke.

A 184,20-184,60 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 32,4 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4599 m/s. A rezonancia frekvencia értéke nem leolvasható, a számítógép a legmagasabb amplitúdóhoz tartozó frekvenciát 12300 Hz-nél határozta meg, amiből 3665 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A bizonytalanságot vélhetően a magminta összetételének inhomogenitása okozhatja. A longitudinális- és a dilatációs sebesség nagy különbsége a mérés pontatlanságára és a rezonancia frekvencia mérés inhomogenitásra való érzékenységre utal. A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 35639 MPa, a Poisson-hányados 2,95, a Poisson-tényező 0,34, a transzverzális hullám 1124 m/s terjedési sebesség értéke.

A 200,15-200,35 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 42,8 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4790 m/s. A rezonancia frekvencia értéke a környezethez képest alacsony, 10900 Hz, amiből 4469 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 52100 MPa, a Poisson-hányados 4,54, a Poisson-tényező 0,22, a transzverzális hullám 1352 m/s terjedési sebesség értéke. A Young modulus értéke az előző értékekhez képest kiugróan magas, viszont a rezonancia frekvencia mérés képén az látható (II. ábra), hogy a mérés tökéletes, a dilatációs- és a longitudinális sebesség kis különbsége is ezt bizonyítja. A longitudinális sebesség értéke is magasabb a kisebb sorszámú (kisebb relatív mélységű) magmintákhoz képest, viszont a 14. sorszámú (184,20-184,60 m relatív mélység), a 16. (209,00-209,15 m relatív mélység) és a 17. (219,50-219,70 m relatív mélység) sorszámú minták sebességértékeihez korrelál.



II. ábra. A 15. minta amplitúdó spektrum képe.

A 209,00-209,15 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 35,4 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5028 m/s. A rezonancia frekvenciacsúcs képe kissé lapult, értéke 12600 Hz, ebből 4486 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 51666 MPa, a Poisson-hányados 3,4, a Poisson-tényező 0,27, a transzverzális hullám 1468 m/s terjedési sebesség értéke.

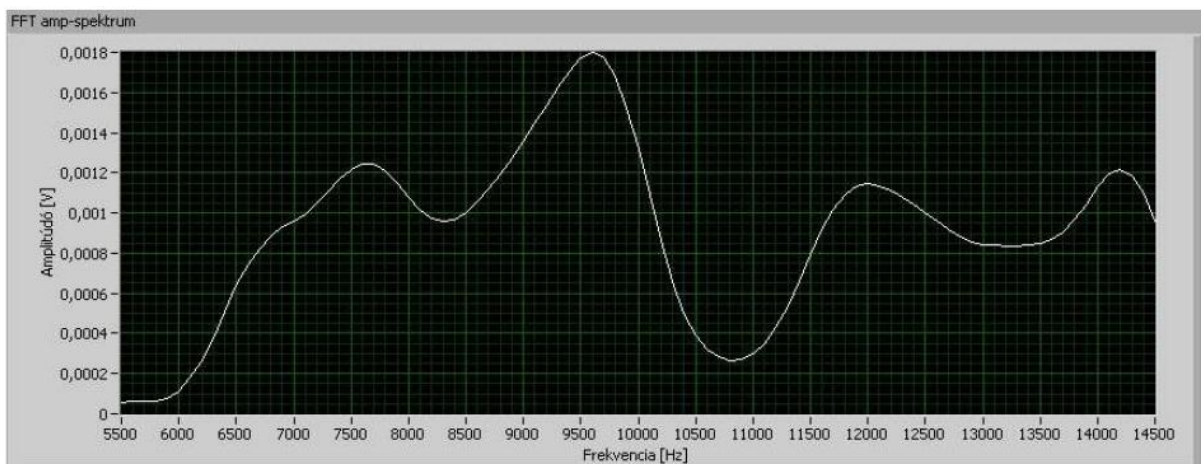
A 219,50-219,70 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 38,9 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4884 m/s. A rezonancia frekvencia képe bizonytalan, hasonlít a 209,00-209,15 m relatív mélységű minta képéhez, értéke 11000 Hz. Ebből 4180 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 44341 MPa, a Poisson-hányados 3,33, a Poisson-tényező 0,30, a transzverzális hullám 1429 m/s terjedési sebesség értéke.

A 226,80-227,05 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 55,6 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3741 m/s. A rezonancia frekvencia mérés értéke 15700 Hz, amiből kiszámítható (3) a dilatációs sebesség, 6531 m/s. Látható, hogy a dilatációs sebesség értéke nagyobb, majdnem kétszerese a longitudinális sebesség értékénél. Ez azt eredményezi, hogy nem számítható Young modulus, Poisson-hányados, Poisson-tényező és transzverzális sebesség sem, mivel a valós számok halmazán belül gyök alatt nem értelmezünk negatív számot. A hiba egyértelműen a rezonancia frekvencia mérés inhomogén közegre való érzékenységre utal, azonban a mérési képen látható, hogy tisztán meghatározható belőle a rezonancia frekvencia értéke. A longitudinális sebesség

értéke akár elfogadható lenne a környező minták alapján, viszont egyik minta sem közelíti meg a dilatációs sebesség értékét, tehát a rezonancia frekvencia nem lehet 15700 Hz-en.

A 238,10-238,25 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 40,1 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 3292 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 11200 Hz, amiből 2957 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 20936 MPa, a Poisson-hányados 3,91, a Poisson-tényező 0,26, a transzverzális hullám 959 m/s terjedési sebesség értéke. Ezen magminta rezonancia frekvencia képe látható a 2.1. fejezetben (4. ábra).

A 246,50-246,70 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 43,2 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4028 m/s. A rezonancia frekvencia képe nem sima (III. ábra), legmagasabb amplitúdó érték 9600 Hz-nél van, amiből 3341 m/s dilatációs sebesség számítható (3). Észrevehető, bár nem nagy mértékű eltérés látható a longitudinális- és a dilatációs sebesség között. A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 28373 MPa, a Poisson-hányados 3,13, a Poisson-tényező 0,32, a transzverzális hullám 1169 m/s terjedési sebesség értéke.



III. ábra. A 20. minta amplitúdó spektrum képe.

A 284,45-284,65 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 29,1 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5155 m/s. A rezonancia frekvencia értéke bizonytalan, 15100 Hz-re határozta meg a számítógép, amiből 4530 m/s dilatációs sebesség számítható (3). Ez a rezonancia frekvencia érték magas, a dilatációs- és a transzverzális sebesség különbsége pontatlanságot sejtet. A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 54882 MPa, a Poisson-hányados 3,60, a Poisson-tényező 0,28, a transzverzális hullám 1509 m/s terjedési sebesség értéke.

A 292,55-292,75 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 23,7 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5232 m/s. A rezonancia frekvencia értéke az összes mérés közül a legmagasabb, 19400 Hz, egyben bizonytalan és érdekes lefutású. Ebből 4811 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 61886 MPa, a Poisson-hányados 4,34, a Poisson-tényező 0,23, a transzverzális hullám 1502 m/s terjedési sebesség értéke.

A 303,10-303,25 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 32,5 μ s. A longitudinális sebesség 5538 m/s. (2) A rezonancia frekvencia értéke 12600 Hz, amiből 4536 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A Young modulus 55457 MPa, a Poisson-hányados 3,06, a Poisson-tényező 0,33, a transzverzális hullám 1601 m/s terjedési sebesség értéke. (4) (5) (6) (7)

A 313,60-313,80 m relatív mélységből származó mintán 32,8 μ s a mért hullámterjedési idő, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5244 m/s. A rezonancia frekvencia 13300 Hz értékű, amiből a dilatációs sebesség értéke 4575 m/s (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 54929 MPa, a Poisson-hányados 3,51, a Poisson-tényező 0,29, a transzverzális hullám 1536 m/s terjedési sebesség értéke.

A 321,60-321,75 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 31,8 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5503 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 14000 Hz, amiből 4900 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 64344 MPa, a Poisson-hányados 3,72, a Poisson-tényező 0,27, a transzverzális hullám 1607 m/s terjedési sebesség értéke.

A 330,40-330,60 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 31,0 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5290 m/s. A rezonancia frekvencia képe kissé lapos, viszont környezetébe illő értékű, 14400 Hz. Ebből 4723 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 59173 MPa, a Poisson-hányados 3,77, a Poisson-tényező 0,27, a transzverzális hullám 1544 m/s terjedési sebesség értéke.

A 343,15-343,30 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 29,6 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5068 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 15700 Hz, amiből 4710 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 58569 MPa, a Poisson-hányados 4,52, a Poisson-tényező 0,22, a transzverzális hullám 1438 m/s terjedési sebesség értéke.

A 350,20-350,35 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 25,3 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5455 m/s. A rezonancia frekvenciacsúcs

képe eléggé lapos, értéke 17600 Hz, amiből 4858 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 63559 MPa, a Poisson-hányados 3,78, a Poisson-tényező 0,26, a transzverzális hullám 1593 m/s terjedési sebesség értéke.

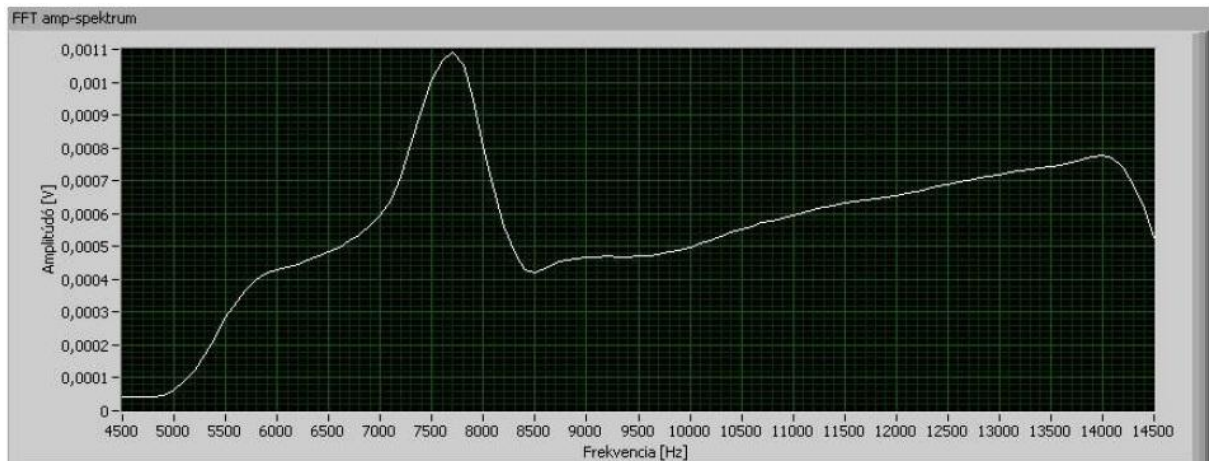
A 360,65-360,85 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 41,9 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4153 m/s, ami kissé alacsony a környező eredményekhez képest. A rezonancia frekvencia értéke környezetéhez képest alacsony, 10800 Hz, amiből 3758 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 35014 MPa, a Poisson-hányados 3,95, a Poisson-tényező 0,25, a transzverzális hullám 1205 m/s terjedési sebesség értéke. A rezonancia frekvencia mérés jól leolvasható, a longitudinális- és a dilatációs sebességek nem sokban különböznek, a transzverzális sebesség majdnem harmada a longitudinális sebességnek. Vagyis azt, hogy ezek az értékek a környezetükhöz képest eltérnek, nem mérési hiba okozza. A Young modulus is a környező mintákhoz képest nagymértékű csökkenést mutat.

A 367,60-367,75 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 27,8 μ s, a longitudinális hullám terjedési sebessége 4640 m/s (2). A rezonancia frekvencia 16900 Hz-en található, amiből 4360 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A Young modulus 47946 MPa, a Poisson-hányados 4,90, a Poisson-tényező 0,20, a transzverzális hullám 1296 m/s terjedési sebesség értéke. (4) (5) (6) (7)

A 379,40-379,55 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 24,9 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5141 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 18100 Hz, amiből 4634 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 57697 MPa, a Poisson-hányados 3,97, a Poisson-tényező 0,25, a transzverzális hullám 1495 m/s terjedési sebesség értéke.

A 388,90-389,05 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 22,7 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 5419 m/s. A rezonancia frekvencia értéke bizonytalan, 11400 Hz-ként határozta meg a számítógép. Ebből 2804 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 20308 MPa, a Poisson-hányados 2,25, a Poisson-tényező 0,44, a transzverzális hullám 1104 m/s terjedési sebesség értéke. A longitudinális- és a dilatációs sebessége nagy, a mért értékben hiba van. A számított dinamikus rugalmassági állandók értéke teljes mértékben anomália a környező adatokhoz képest. A rosszul leolvasható rezonancia frekvencia kép a minta inhomogenitására utalhat.

A 396,90-397,20 m relatív mélységből származó - hosszát tekintve kiemelkedő (275 mm) - magmintán mért terjedési idő 59,4 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4630 m/s. A rezonancia frekvencia képe szép, értéke 7700 Hz (IV. ábra), amiből 4235 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 45538 MPa, a Poisson-hányados 4,07, a Poisson-tényező 0,25, a transzverzális hullám 1334 m/s terjedési sebesség értéke.



IV. ábra. A 33. minta amplitúdó spektrum képe.

A 407,30-407,50 m relatív mélységből származó mintán mért terjedési idő 41,6 μ s, az ebből számított (2) longitudinális sebesség 4615 m/s. A rezonancia frekvencia értéke 11200 Hz, amiből 4301 m/s dilatációs sebesség számítható (3). A (4), (5), (6), (7) összefüggésekből adódik a Young modulus 46110 MPa, a Poisson-hányados 4,52, a Poisson-tényező 0,22, a transzverzális hullám 1305 m/s terjedési sebesség értéke.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma:

1.

Mintavételi mélység:

64,50-64,65 m

Kőzetminta képe:



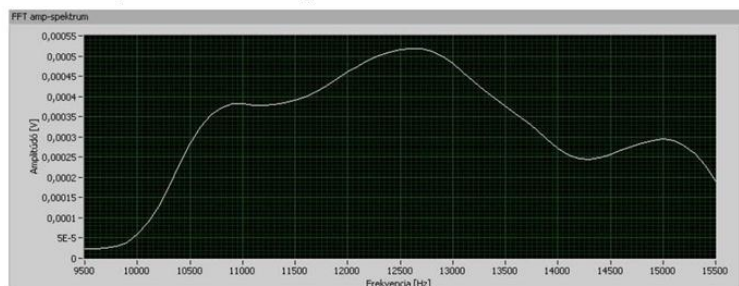
Minta alapadatok:

Mintahossz: 141 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,069 kg
Mintasűrűség: 2356,7 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 37,9 us
Rezonancia frekvencia: 12600 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 3720 m/s
Transzverzális sebesség: 1001 m/s

Poisson hányados: 5,54
Poisson tényező: 0,18
Young modulus: 30026 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

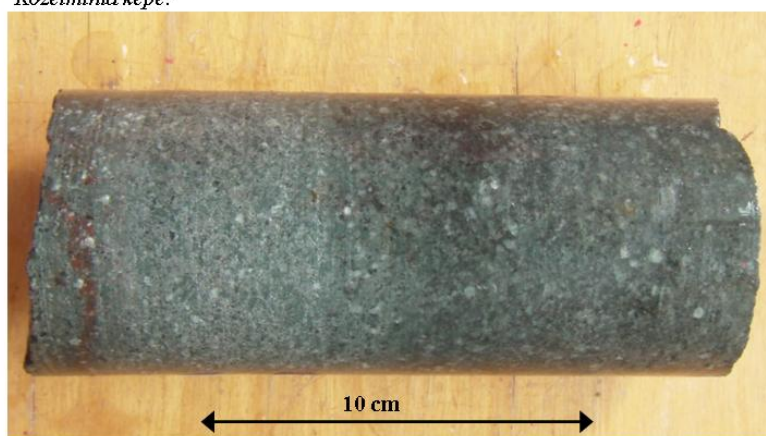
Hialoklasztit breccsa

33 - 68,75 m: hialoklasztit breccsa, zöldesszürke, propilites, agyag-
ásványos. A klasztok mérete 0,5 cm- 30 cm. A klasztok anyaga zöl-
desszürke, propilites, agyagásványosodott, porfiros andezit. 36,6 m-
től helyenként kvarc-kalcit kitöltésű, 2-7 mm-es mandulaüregek. A
klasztok enyhén kerekítettek. Finom pirithintés (a klasztokban és a
mátrixban is). 65,5 m-től fokozatosan eltűnik a lila szín a mátrixból.
68,7 m-ig a klasztok és a mátrix is zöldes színű, propilites. A
klasztok színe zöldebb és bontottabbak is.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 2.
Mintavételi mélység: 71,90-72,05 m

Kőzetminta képe:



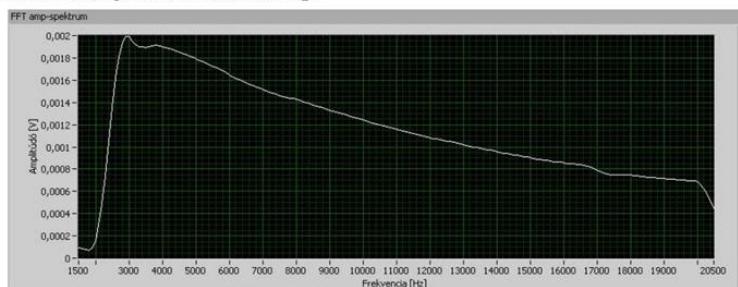
Minta alapadatok:

Mintahossz: 130 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,081 kg
Mintasűrűség: 2584,8 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
26,7 us
Rezonancia frekvencia:
2900 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség:
4869 m/s
Transzverzális sebesség:
307 m/s

Poisson hányados: 2,02
Poisson tényező: 0,50
Young modulus: 1586 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Andezit lávakőzet

71,75-75,4 m: zöldesszürke porfíros andezit, propilites, agyagásványos. A porfíros elegyrészek mérete 0,5-2 mm. Repedések mentén piritkiválás, valamint a kőzet anyagában hintetten. 1-2 mm-es, kalcit kitöltésű repedések.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma:

3.

Mintavételi mélység:

76,40-76,60 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 187 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,469 kg
Mintasűrűség: 2441,9 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 60,1 us
Rezonancia frekvencia: 8700 Hz

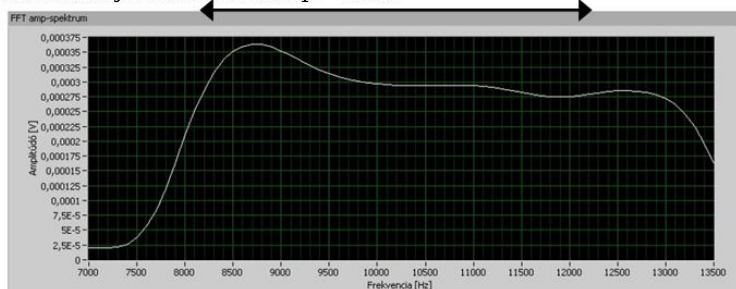
Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 3111 m/s
Transzverzális sebesség: - m/s
Poisson hányados: -
Poisson tényező: -
Young modulus: - MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép: 10 cm



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

75,4-109,2 m: hialoklasztit breccsa. Szürkészöld, propilites, agyag-
ásványos, klasztok mérete 0,5-10-20 cm, zöldesszürke, propilites,
agyagásványos, porfiros andezit. 89,35-109,20 m-ig a klasztok ke-
vésbé láthatóak, a porfirosság ugyanúgy megmarad. A lávakőzet
jelleg dominál, 1,5-8 cm-es kvarc, kalcit kitöltésű üregek. Pirit fi-
nomhíntésben, valamint vékony erek mentén. A porfiros elegy-
részek bontott, propilitesedtek, agyagásványosodtak, méretük 1-3 mm.
Repedések mentén kalcitkiválás.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 4.
Mintavételi mélység: 91,90-92,05 m

Kőzetminta képe:



Minta alapadatok:

Mintahossz: 138 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,028 kg
Mintasűrűség: 2315,6 kg/m³

Mért adatok:

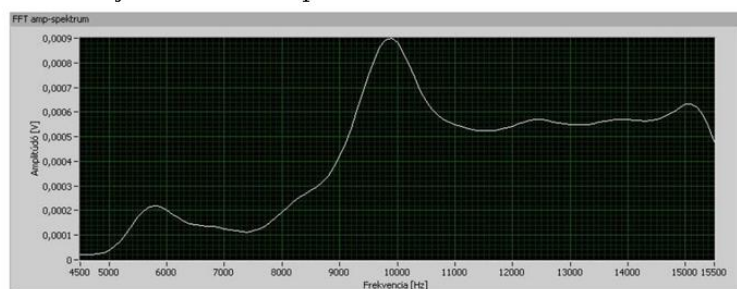
Longitudinális hullám
terjedési idő: 46,6 us
Rezonancia frekvencia: 9900 Hz

Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 2961 m/s
Transzverzális sebesség: 847 m/s

Poisson hányados: 4,37
Poisson tényező: 0,23
Young modulus: 17552 MPa

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Andezit lávakőzet

75,4-109,2 m: hialoklasztit breccsa. Szürkészöld, propilites, agyag-
ásványos, klasztok mérete 0,5-10-20 cm, zöldesszürke, propilites,
agyagásványos, porfiros andezit. 89,35-109,20 m-ig a klasztok ke-
vésbé láthatóak, a porfirosság ugyanúgy megmarad. A lávakőzet
jelleg dominál, 1,5-8 cm-es kvarc, kalcit kitöltésű üregek. Pirít fi-
nomhíntésben, valamint vékony erek mentén. A porfiros elegyré-
szek bontott, propilitesedtek, agyagásványosodtak, méretük 1-3 mm.
Repedések mentén kalcitkiválás.

Kőzetminta adatlap

Mintas szám:

5.

Mintavételi mélység:

99,80-99,95 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 124 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 0,990 kg
Mintasűrűség: 2481,8 kg/m³

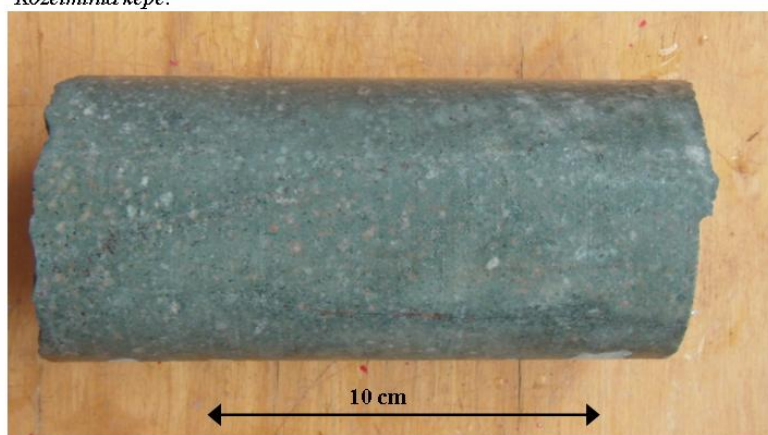
Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 30,7 us
Rezonancia frekvencia: 14000 Hz

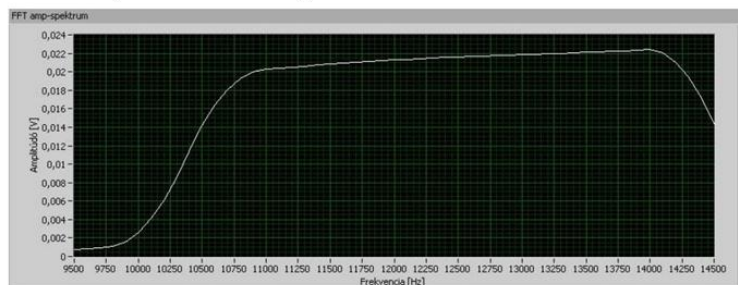
Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 4039 m/s
Transzverzális sebesség: 1182 m/s
Poisson hányados: 3,44
Poisson tényező: 0,29
Young modulus: 30840 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Andezit lávakőzet

75,4-109,2 m: hialoklasztit breccsa. Szürkészöld, propilites, agyag-
ásványos, klasztok mérete 0,5-10-20 cm, zöldesszürke, propilites,
agyagásványos, porfiros andezit. 89,35-109,20 m-ig a klasztok ke-
vésbé láthatóak, a porfirosság ugyanúgy megmarad. A lávakőzet
jelleg dominál, 1,5-8 cm-es kvarc, kalcit kitöltésű üregek. Pirít fi-
nomhíntésben, valamint vékony erek mentén. A porfiros elegyré-
szek bontott, propilitesedtek, agyagásványosodtak, méretük 1-3 mm.
Repedések mentén kalcitkiválás.

Kőzetminta adatlap

Mintaszaám: 6.
Mintavételi mélység: 110,00-110,20 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 208 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,662 kg
Mintasűrűség: 2483,8 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 44,7 us
Rezonancia frekvencia: 9200 Hz

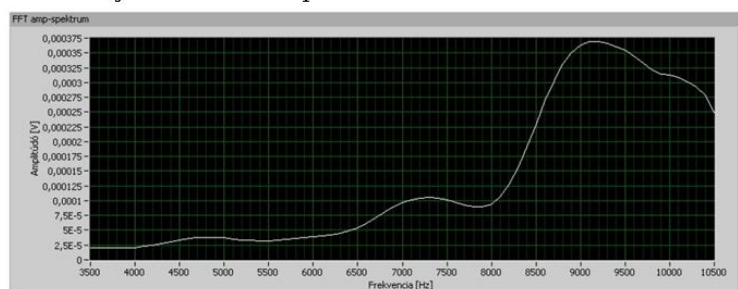
Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 4653 m/s
Transzverzális sebesség: 1347 m/s
Poisson hányados: 3,07
Poisson tényező: 0,33
Young modulus: 36848 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

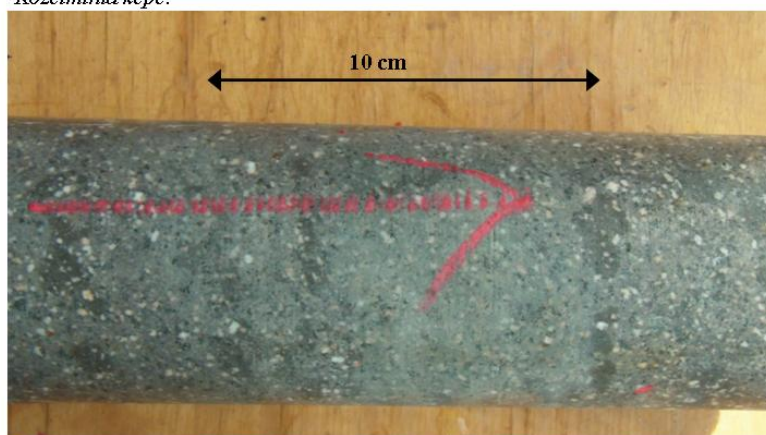
Andezit lávakőzet

109,2-122,8 m: Andezit lávakőzet, a kőzet egyre kovásabb, a színe sötétebb zöldesszürke. Megjelennek benne 2-5 mm-es hematitos sávok. Ebben a sávosabb andezitben is vannak 1-2 mm-es kalciterek és repedésekben piritkiválás. A pirit mérete kb. 0,1-0,3 mm, és finomhintasban kb. 1% mennyiségben is jelen van. Kevesebb benne a kvarcos-kalcitos üregkitöltés. 114 m-nél kb. 6-7 cm vastagságban vetőbreccsa, alig felismerhető csúszásnyomokkal.

Kőzetminta adatlap

Mintas szám: 7.
Mintavételi mélység: 125,65-125,80 m

Kőzetminta képe:



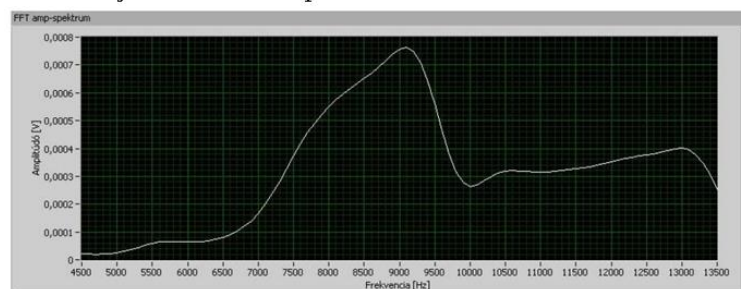
Minta alapadatok:

Mintahossz: 169 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,298 kg
Mintasűrűség: 2387,5 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 46,5 us
Rezonancia frekvencia: 9100 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 3634 m/s
Transzverzális sebesség: 1061 m/s

Poisson hányados: 3,26
Poisson tényező: 0,31
Young modulus: 22983 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

122,8-138,2 m: ismét világosabb zöldesszürke hialoklasztit-breccsa. 125,5 m-nél 6 cm-es üregben fennőtt 2-5 mm-es kalcitkristályok. A kőzet propilites, agyagászványosodott –a mátrix is. Repedésekben kalcit, pirit. A pirit finom hintésben. A kalcit, kevés kvarc, 2-10 mm-es repedésekben is előfordul, és 0,3-4 cm-es üregekben.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma:

8.

Mintavételi mélység:

131,75-131,95 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 162 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,222 kg
Mintasűrűség: 2344,8 kg/m³

Mért adatok:

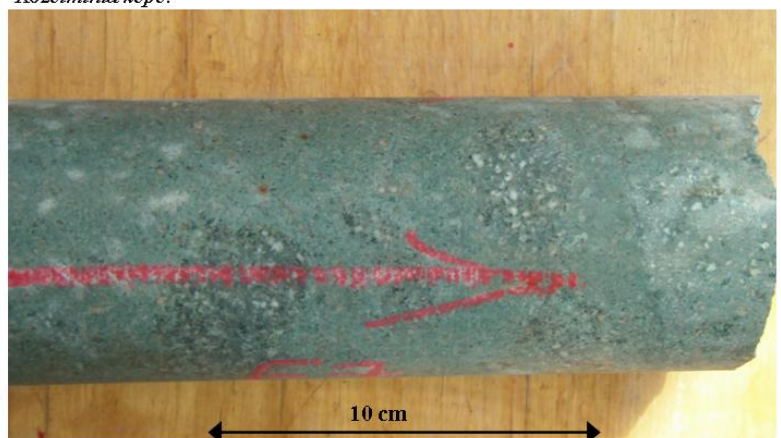
Longitudinális hullám
terjedési idő: 45,0 us
Rezonancia frekvencia: 10000 Hz

Számított adatok:

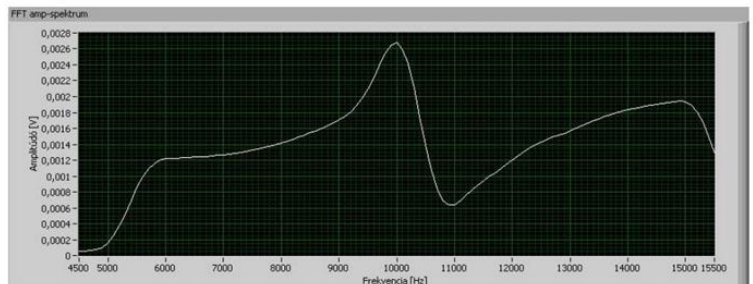
Longitudinális sebesség: 3600 m/s
Transzverzális sebesség: 1048 m/s

Poisson hányados: 3,88
Poisson tényező: 0,26
Young modulus: 24950 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

122,8-138,2 m: ismét világosabb zöldesszürke hialoklasztit-breccsa. 125,5 m-nél 6 cm-es üregben fennőtt 2-5 mm-es kalcitkristályok. A kőzet propilites, agyagásványosodott –a mátrix is. Repedésekben kalcit, pirit. A pirit finom hintésben. A kalcit, kevés kvarc, 2-10 mm-es repedésekben is előfordul, és 0,3-4 cm-es üregekben.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 9.
Mintavételi mélység: 138,05-138,20 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 154 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,202 kg
Mintasűrűség: 2426,2 kg/m³

Mért adatok:

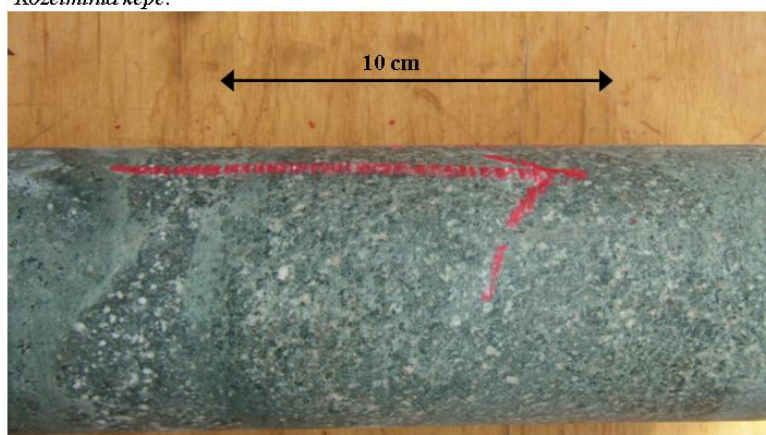
Longitudinális hullám
terjedési idő: 42,2 us
Rezonancia frekvencia: 10600 Hz

Számított adatok:

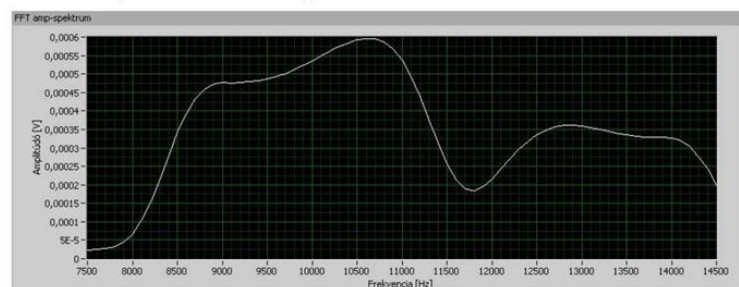
Longitudinális sebesség: 3649 m/s
Transzverzális sebesség: 1064 m/s

Poisson hányados: 3,81
Poisson tényező: 0,26
Young modulus: 26269 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

122,8-138,2 m: ismét világosabb zöldesszürke hialoklasztit-breccsa. 125,5 m-nél 6 cm-es üregben fennőtt 2-5 mm-es kalcitkristályok. A kőzet propilites, agyagászványosodott –a mátrix is. Repedésekben kalcit, pirit. A pirit finom hintésben. A kalcit, kevés kvarc, 2-10 mm-es repedésekben is előfordul, és 0,3-4 cm-es üregekben.

138,2-144,8 m: A kőzet erősebben pirites, 1-20 mm-es erekben, valamint finom hintésben.

Kőzetminta adatlap

Mintaszaám: 10.
Mintavételi mélység: 147,05-147,20 m

Kőzetminta képe:



Minta alapadatok:

Mintahossz: 136 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,052 kg
Mintasűrűség: 2404,5 kg/m³

Mért adatok:

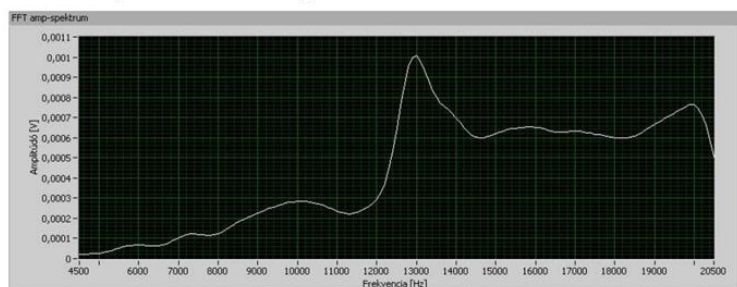
Longitudinális hullám
terjedési idő: 37,5 μ s
Rezonancia frekvencia: 13000 Hz

Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 3627 m/s
Transzverzális sebesség: 890 m/s

Poisson hányados: 7,27
Poisson tényező: 0,14
Young modulus: 30238 MPa

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

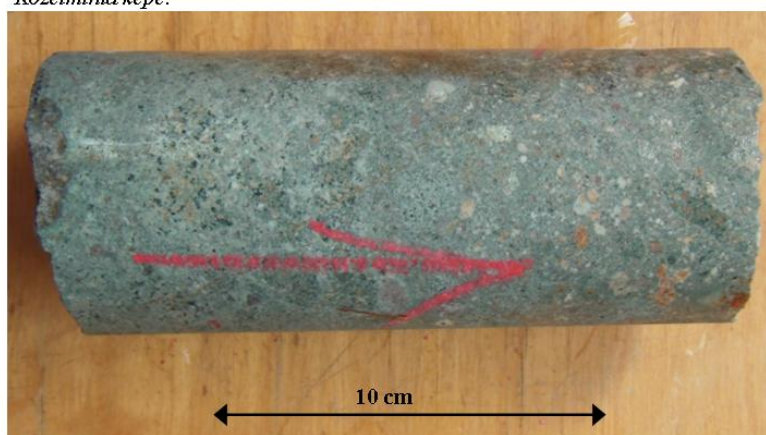
Hialoklasztit breccsa

144,8-151,4 m: megszűnnek a vastagabb pirites erek, csak vékony repedések mentén és finom hintésben van jelen.

Kőzetminta adatlap

Mintaszaám: 11.
Mintavételi mélység: 158,85-159,00 m

Kőzetminta képe:



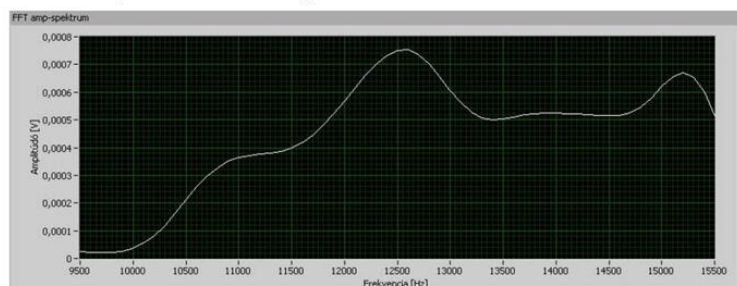
Minta alapadatok:

Mintahossz: 129 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 0,958 kg
Mintasűrűség: 2308,5 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 36,5 us
Rezonancia frekvencia: 12600 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 3534 m/s
Transzverzális sebesség: 1014 m/s

Poisson hányados: 4,33
Poisson tényező: 0,23
Young modulus: 24835 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

158,8-165,1 m: erősebben breccsásodott szakasz. Többféle klaszt: Sötét szürkészöld, enyhén kerekített, erősen propilites, porfiros elegyrészek alig kivehetőek. Szürkésfehér, szögletes, 0,2-3 cm. Hematitos, szögletes, 0,5-8 cm. Néhány klaszt szegélye is hematitos, illetve karbonátos. 1-6 mm-es repedésekben kalcit. A mátrix is hematitos.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma:

12.

Mintavételi mélység:

168,20-168,35 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 170 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,296 kg
Mintasűrűség: 2369,8 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
43,9 us
Rezonancia frekvencia:
10300 Hz

Számított adatok:

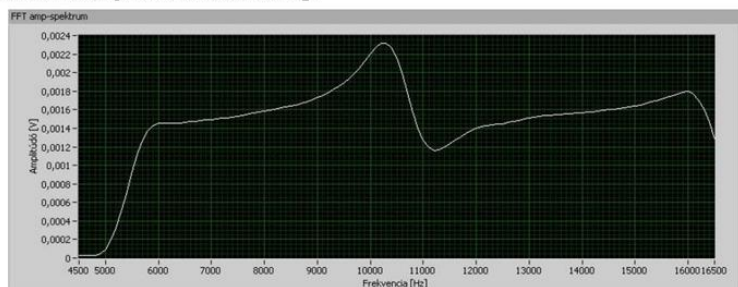
Longitudinális sebesség:
3872 m/s
Transzverzális sebesség:
1124 m/s

Poisson hányados: 3,94
Poisson tényező: 0,25
Young modulus: 29409 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

165,1-173,0 m: Hialoklasztit-breccsa. Hematitos mátrix, klasztok méretei: 0,5-25 cm. Porfíros, propilites, agyagásványosodott. 1-3 mm-es repedésekben, ill. 1-5 cm-es zárt üregekben kalcit. 169,3 és 170,3 m-nél a repedésekben hematit és pirit is van. A pirit főként finom hintésként jelenik meg.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 13.
Mintavételi mélység: 175,75-175,90 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 149 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,144 kg
Mintasűrűség: 2386,7 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 40,0 μ s
Rezonancia frekvencia: 11100 Hz

Számított adatok:

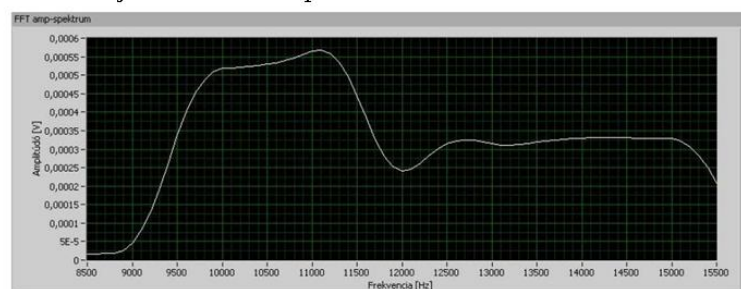
Longitudinális sebesség: 3725 m/s
Transzverzális sebesség: 1089 m/s

Poisson hányados: 3,72
Poisson tényező: 0,27
Young modulus: 26576 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

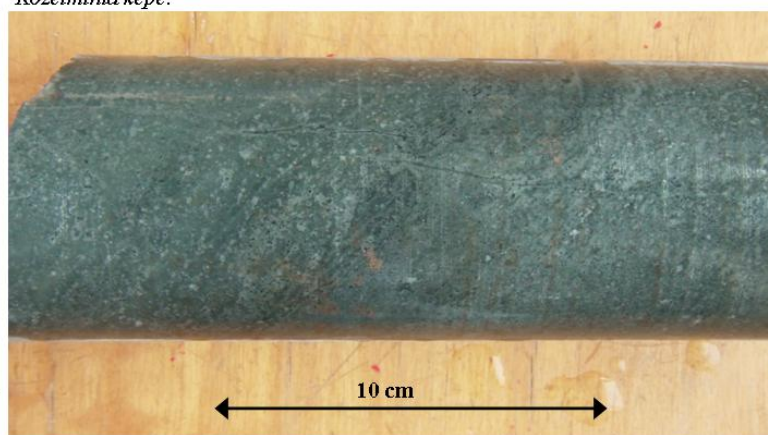
Andezit lávakőzet

173,0-184,0 m: folyásos szövetű és breccsás andezit váltakozása.
173,9-175,5 m: breccsa, 175,5-176,3 m: folyásos szövet, 176,3-180,5 m: breccsa, 180,5-182,1 m: folyásos, 182,1-184,0 m: breccsa.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 14.
Mintavételi mélység: 184,20-184,60 m

Kőzetminta képe:



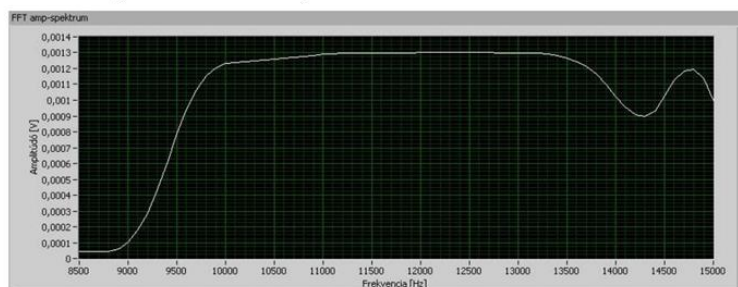
Minta alapadatok:

Mintahossz: 149 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,237 kg
Mintasűrűség: 2580,7 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 32,4 us
Rezonancia frekvencia: 12300 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 4599 m/s
Transzverzális sebesség: 1313 m/s

Poisson hányados: 2,95
Poisson tényező: 0,34
Young modulus: 35639 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Andezit lávakőzet

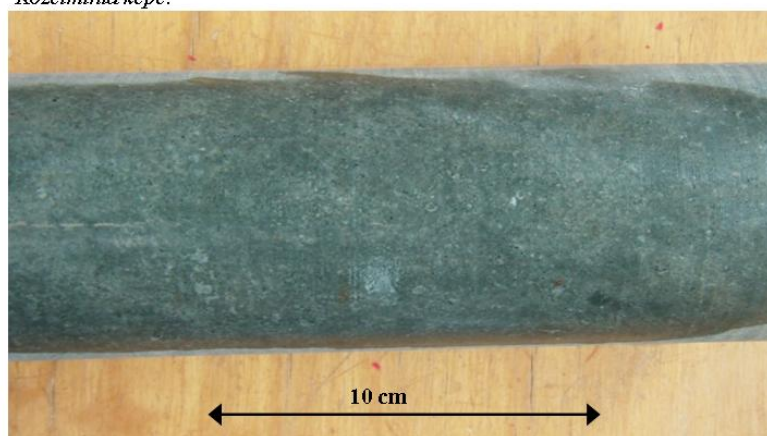
184,0-188,0 m: sötét zöldesszürke propilites, mikrokristályos, kovás andezit, repedések mentén kalcit. Finom hintésben, kb. 1% mennyiségben, 0,1 mm-nél kisebb szemcsékben pirít. 185,8 m-től fokozatosan világosodik.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 15.

Mintavételi mélység: 200,15-200,35 m

Kőzetminta képe:



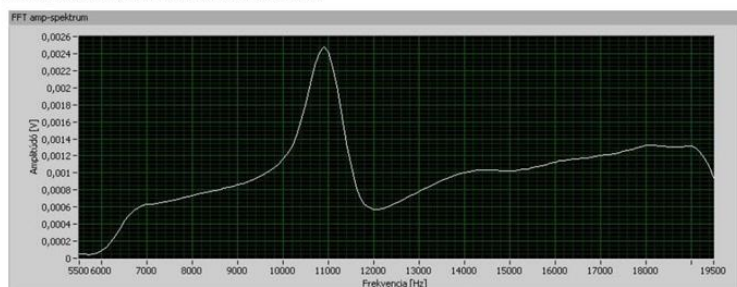
Minta alapadatok:

Mintahossz: 205 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,710 kg
Mintasűrűség: 2592,2 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 42,8 us
Rezonancia frekvencia: 10900 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 4790 m/s
Transzverzális sebesség: 1352 m/s

Poisson hányados: 4,54
Poisson tényező: 0,22
Young modulus: 52100 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

196,0-201,5 m: hialoklasztit breccsa. Zöldesszürke, propilites, agyagásványos, porfíros. Néhány klaszt hematitosabb. Finom hirtésként 1%-nál kevesebb pirit (<0,1mm), és 1-2 mm-es kalcit kitöltésű repedések.

Kőzetminta adatlap

Mintaszaám:

16.

Mintavételi mélység:

209,00-209,15 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 178 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,453 kg
Mintasűrűség: 2537,4 kg/m³

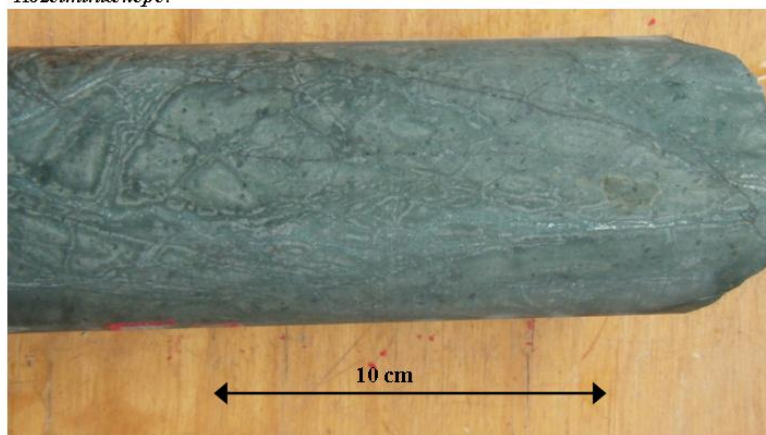
Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 35,4 us
Rezonancia frekvencia: 12600 Hz

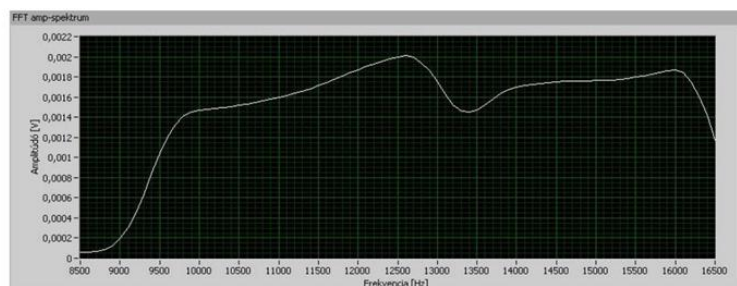
Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 5028 m/s
Transzverzális sebesség: 1468 m/s
Poisson hányados: 3,74
Poisson tényező: 0,27
Young modulus: 51666 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

201,5-223,7 m: hidrotermális breccsa. Középszürke, mikrokristályos, enyhén propilites. 204,2 m-ig kalcittal kitöltött, 1-5 mm-es repedések járnak át. Finom hintésben és a repedésekben pirit. A repedések mentén helyenként hematit is előfordul. 209-217,3 m között a breccsa színe sötétebb zöldesszürke, majd fokozatosan világosodik. 216,8 m-től a szövet folyásossá válik, megjelennek benne 2-3 cm-es hematitos sávok, melyek 30 fokot zárnak be a vízszintessel-ezek mentén a kőzet könnyen elválk. 222,5 m-nél 3-4 cm széles kis vetőbreccsa 70 fokos dőléssel (finomhintéses pirit).

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 17.
Mintavételi mélység: 219,50-219,70 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 190 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,531 kg
Mintasűrűség: 2504,8 kg/m³

Mért adatok:

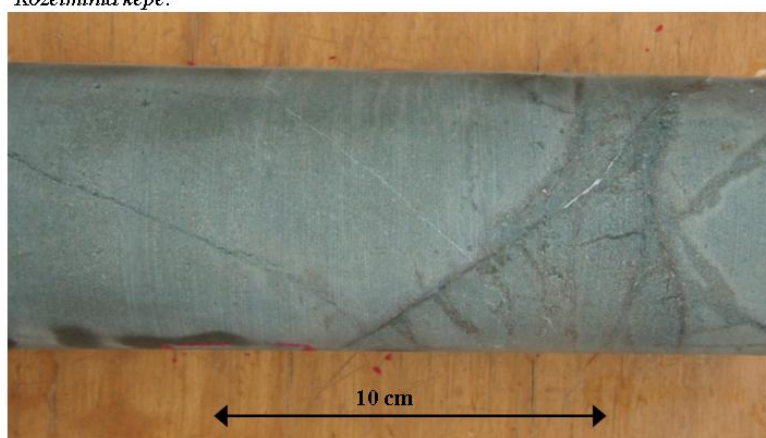
Longitudinális hullám
terjedési idő: 38,9 μ s
Rezonancia frekvencia: 11000 Hz

Számított adatok:

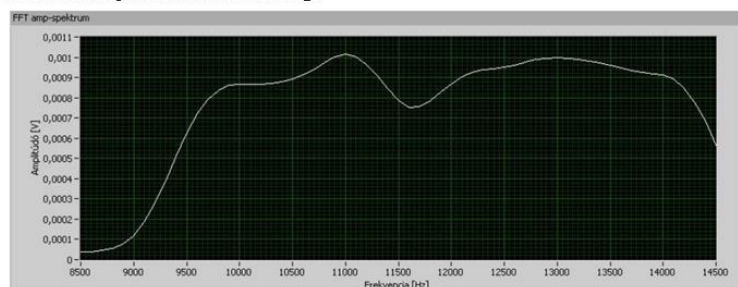
Longitudinális sebesség: 4884 m/s
Transzverzális sebesség: 1429 m/s

Poisson hányados: 3,33
Poisson tényező: 0,30
Young modulus: 44341 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

201,5-223,7 m: hidrotermális breccsa. Középszürke, mikrokristályos, enyhén propilites. 204,2 m-ig kalcittal kitöltött, 1-5 mm-es repedések járják át. Finom hintésben és a repedésekben pirit. A repedések mentén helyenként hematit is előfordul. 209-217,3 m között a breccsa színe sötétebb zöldesszürke, majd fokozatosan világosodik. 216,8 m-től a szövet folyásossá válik, megjelennek benne 2-3 cm-es hematitos sávok, melyek 30 fokot zárnak be a vízszintessel-ezek mentén a kőzet könnyen elválk. 222,5 m-nél 3-4 cm széles kis vetőbreccsa 70 fokos dőléssel (finomhintéses pirit).

Kőzetminta adatlap

Mintaszám:

18.

Mintavételi mélység:

226,80-227,05 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 208 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,602 kg
Mintasűrűség: 2394,1 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
55,6 us
Rezonancia frekvencia:
15700 Hz

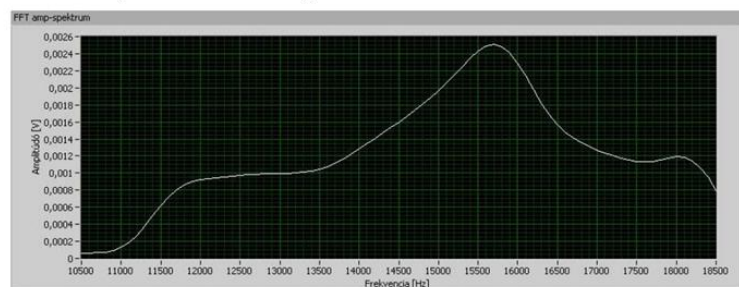
Számított adatok:

Longitudinális sebesség:
3741 m/s
Transzverzális sebesség:
- m/s
Poisson hányados: -
Poisson tényező: -
Young modulus: - MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

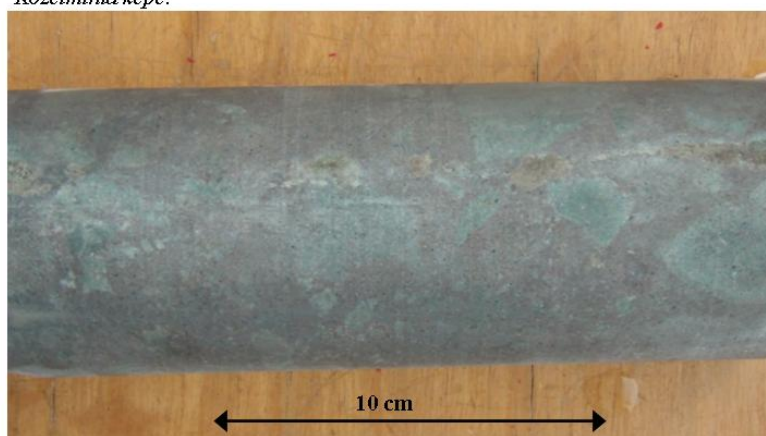
223,7-241,5 m: hialoklasztit breccsa. 223,7-225,6 m között folyásos szövetű lávakőzet, zöldesszürke, propilites, agyagásványosodott andezit, 1-2 mm-es repedésekben kalcit, pirit és 2-3 mm-es repedésekben kitöltésként finom hintésben. A mátrix hematitos, mikroszemcsés, a klasztok zöldesszürkék, propilitesedtek, agyagásványosodtak, enyhén kerekítettek.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 19.

Mintavételi mélység: 238,10-238,25 m

Kőzetminta képe:



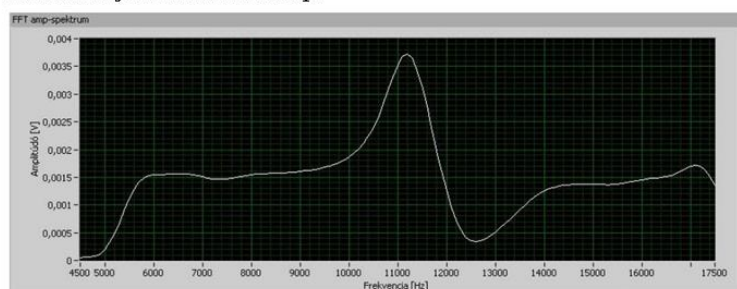
Minta alapadatok:

Mintahossz: 132 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 0,996 kg
Mintasűrűség: 2345,5 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 40,1 μ s
Rezonancia frekvencia: 11200 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 3292 m/s
Transzverzális sebesség: 959 m/s
Poisson hányados: 3,91
Poisson tényező: 0,26
Young modulus: 20936 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

223,7-241,5 m: hialoklasztit breccsa. 223,7-225,6 m között folyásos szövetű lávakőzet, zöldesszürke, propilites, agyagászványosodott andezit, 1-2 mm-es repedésekben kalcit, pirit és 2-3 mm-es repedésekben kitöltésként finom hintésben. A mátrix hematitos, mikroszemcsés, a klasztok zöldesszürkék, propilitesedtek, agyagászványosodtak, enyhén kerekítettek.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 20.
Mintavételi mélység: 246,50-246,70 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 174 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,398 kg
Mintasűrűség: 2497,5 kg/m³

Mért adatok:

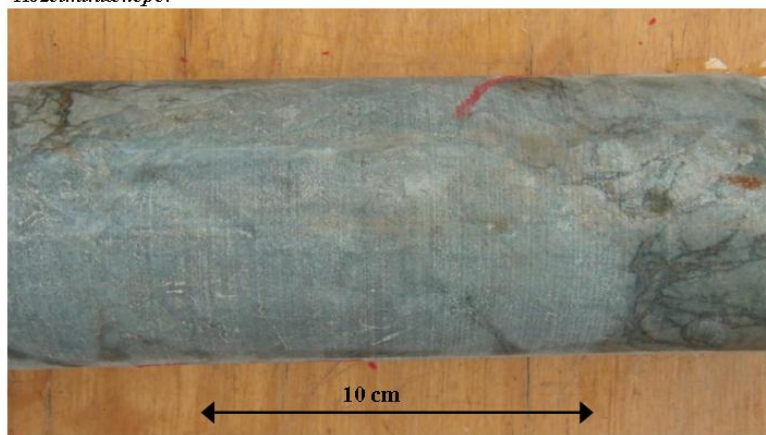
Longitudinális hullám
terjedési idő: 43,2 us
Rezonancia frekvencia: 9600 Hz

Számított adatok:

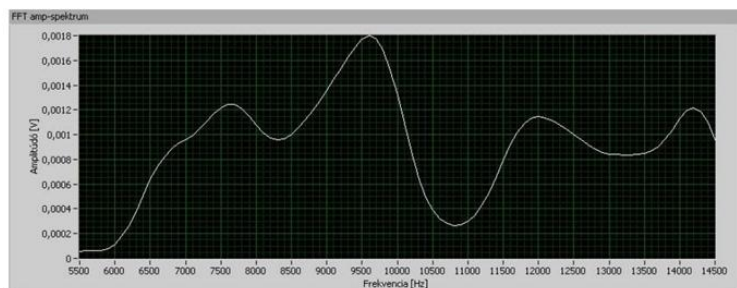
Longitudinális sebesség: 4028 m/s
Transzverzális sebesség: 1169 m/s

Poisson hányados: 3,13
Poisson tényező: 0,32
Young modulus: 28373 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

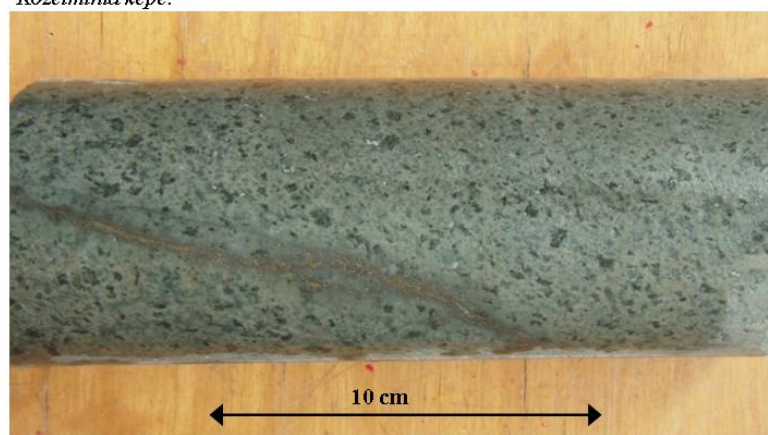
Hidrotermális breccsa

241,5-254 m: hidrotermális breccsa. Középszürke, zöldesszürke, mikroporfíros, propilites. 244,6 m-től a breccsásodás erősebb, a klasztokat is pirit szegélyezi. 248,8 - 249 m-nél 20 cm-es érces telér-zóna, amelyben fennőtt 1 - 3 mm-es kalkopiritkristályok, 1 - 2 mm-es dolomitkristályok, kevés 1-2 mm-es szfalerit és galenit kristályok találhatók. A szfalerit, galenit sáv 0,5 cm-es. A telér dőlése kb. 45-50°-os. Maga az érces szakasz 5 cm.

Kőzetminta adatlap

Mintas szám: 21.
Mintavételi mélység: 284,45-284,65 m

Kőzetminta képe:



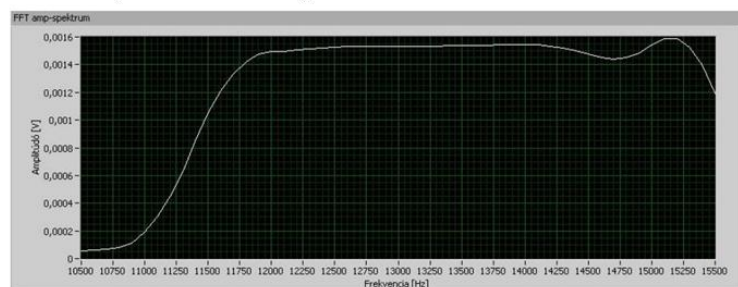
Minta alapadatok:

Mintahossz: 150 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,267 kg
Mintasűrűség: 2625,6 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
29,1 us
Rezonancia frekvencia:
15100 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség:
5155 m/s
Transzverzális sebesség:
1509 m/s
Poisson hányados: 3,60
Poisson tényező: 0,28
Young modulus: 54882 MPa

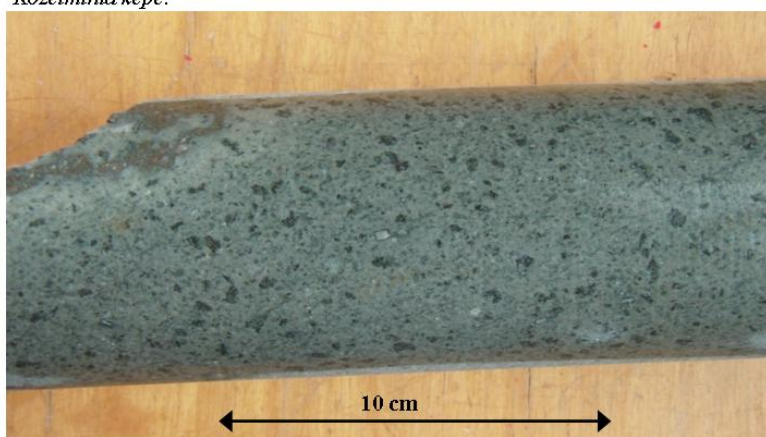
Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
283,4-283,65 m: vetőzóna, agyagos vetőfelülettel, pirittel kitöltött repedésekkel. 283,8-tól ismét visszatér a zöldesszürke, propilites, porfíros kőzet, ami 271,95-ben indult. A fúrás tengelyével 45-60°-os szöget bezáró repedések kalcittal kitöltve + 1-2 mm-es pirit. Emellett a kalcitos repedések mentén szintén elválnak a kőzet.
287,2 – 287,7 m: sötétszürke, mikrokristályos, pirittel finoman hintett kb 70-80°-os dőlésű szakasz, Elképzelhető benyomulás.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 22.
Mintavételi mélység: 292,55-292,75 m

Kőzetminta képe:



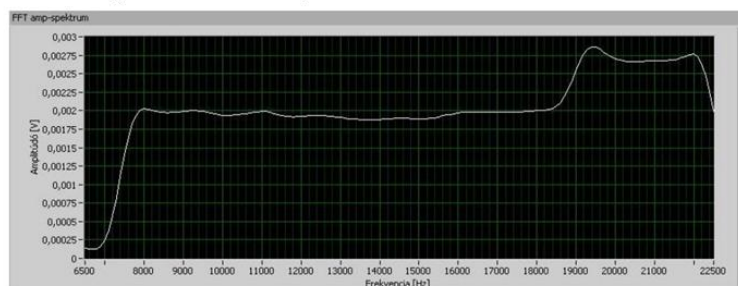
Minta alapadatok:

Mintahossz: 124 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,046 kg
Mintasűrűség: 2622,17 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 23,7 μ s
Rezonancia frekvencia: 19400 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 5232 m/s
Transzverzális sebesség: 1502 m/s

Poisson hányados: 4,34
Poisson tényező: 0,23
Young modulus: 61886 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
287,7-307 m: közötti szakasz erősen pirites 2-20 mm-es pirittel és kalcittal kitöltött repedések. Pirit 1-2%, 3 mm-nél kisebb, finom hínésben is és hajszálrepedésekben is előfordul.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 23.
Mintavételi mélység: 303,10-303,25 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 180 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,534 kg
Mintasűrűség: 2649,1 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 32,5 μ s
Rezonancia frekvencia: 12600 Hz

Számított adatok:

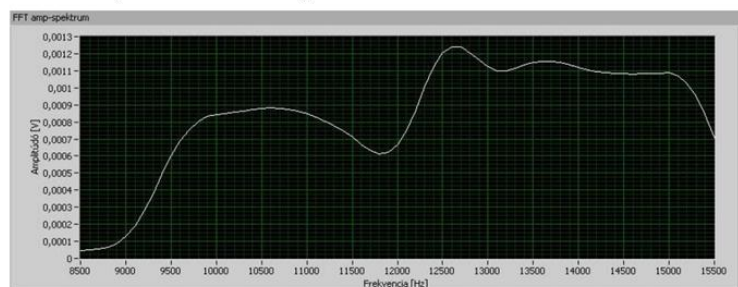
Longitudinális sebesség: 5538 m/s
Transzverzális sebesség: 1601 m/s

Poisson hányados: 3,06
Poisson tényező: 0,33
Young modulus: 55457 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
287,7-307 m: közötti szakasz erősen pirites 2-20 mm-es pirittel és kalcittal kitöltött repedések. Pirit 1-2%, 3 mm-nél kisebb, finom hirtetésben is és hajszálrepedésekben is előfordul.

Kőzetminta adatlap

Mintaszaám: 24.
Mintavételi mélység: 313,60-313,80 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 172 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,431 kg
Mintasűrűség: 2586,2 kg/m³

Mért adatok:

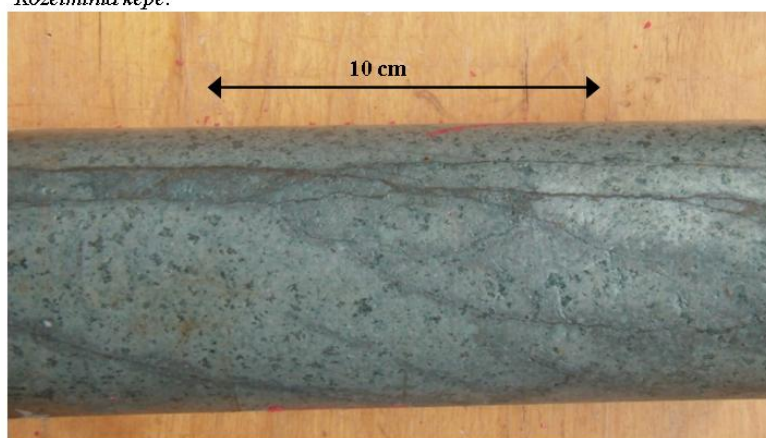
Longitudinális hullám
terjedési idő: 32,8 us
Rezonancia frekvencia: 13300 Hz

Számított adatok:

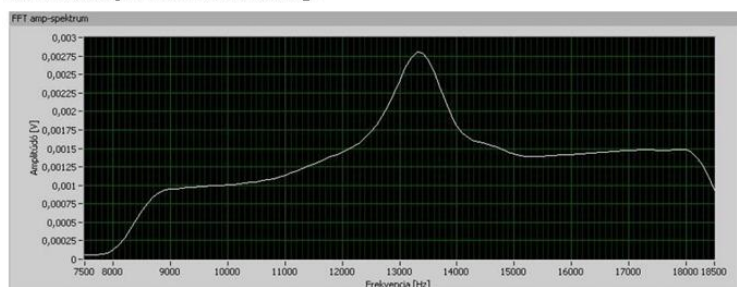
Longitudinális sebesség: 5244 m/s
Transzverzális sebesség: 1536 m/s

Poisson hányados: 3,51
Poisson tényező: 0,29
Young modulus: 54929 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



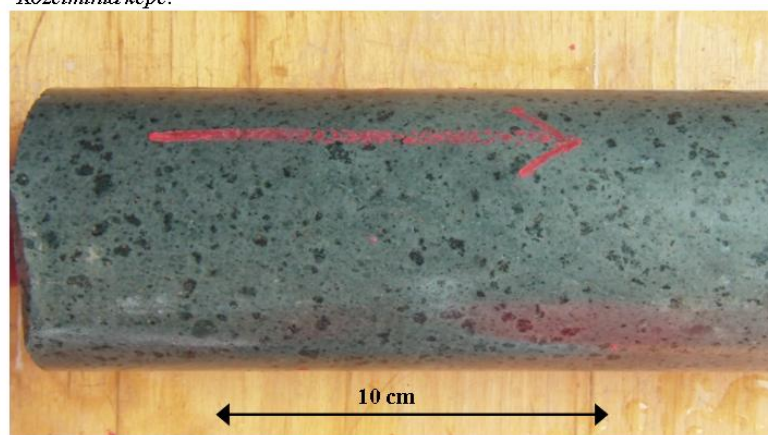
Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
307-310 m: kevésbé pirites és kalcitos szakasz. Ez az intruzív test piritesebb, kalcitosabb szakaszok és porfirosabb, kevésbé érhalós (pirit, kalcit) szakaszok váltakozásából áll. Hematit is megjelenik a repedésekben kitöltésként. (1-2 mm-es repedés).
311-től kevesebb és vékonyabb (1-4 mm) a pirit- és kalcit érkitöltések, finom hintésben is kevesebb a pirit.

Kőzetminta adatlap

Mintas szám: 25.
Mintavételi mélység: 321,60-321,75 m

Kőzetminta képe:



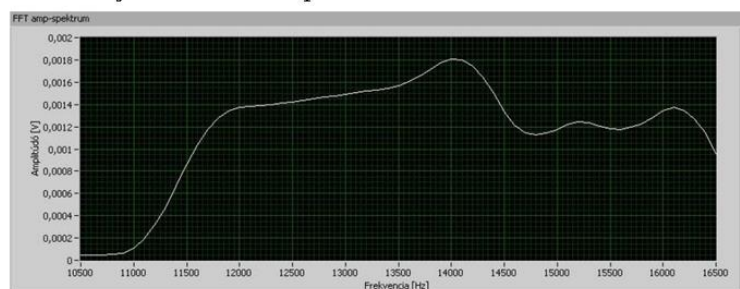
Minta alapadatok:

Mintahossz: 175 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,490 kg
Mintasűrűség: 2646,7 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 31,8 us
Rezonancia frekvencia: 14000 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 5503 m/s
Transzverzális sebesség: 1607 m/s
Poisson hányados: 3,72
Poisson tényező: 0,27
Young modulus: 64344 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

318,8-319 m: 15-20 mm-es üregben fennőtt 0,5-1 cm-es kalcitkristályok. 316,8 m-nél 3 cm-es vetőbreccsa, ami 65-70°-os szöget zár be a magtengellyel. Hajszálrepedések mentén pirit, kalcit és 2-4 mm-es repedések mentén is.

324,6 m-nél 0,5 cm-es hematitos érkitöltés, pirit. 320 m-től egyre kovásabb a kőzet, a kifakultabb részekben puhább.

Kőzetminta adatlap

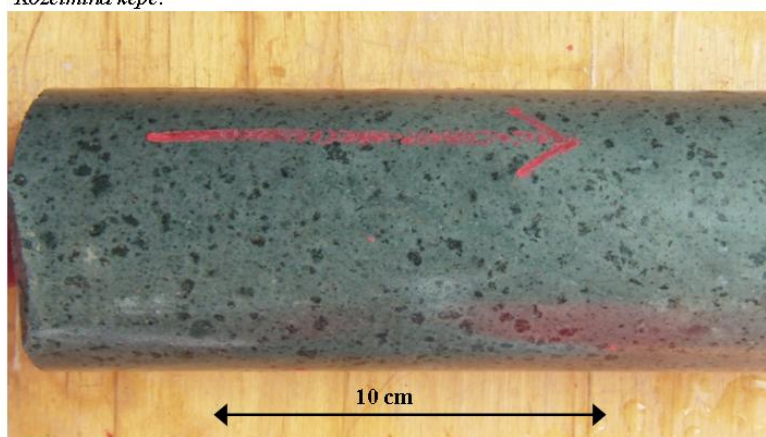
Mintaszaám:

25.

Mintavételi mélység:

321,60-321,75 m

Kőzetminta képe:



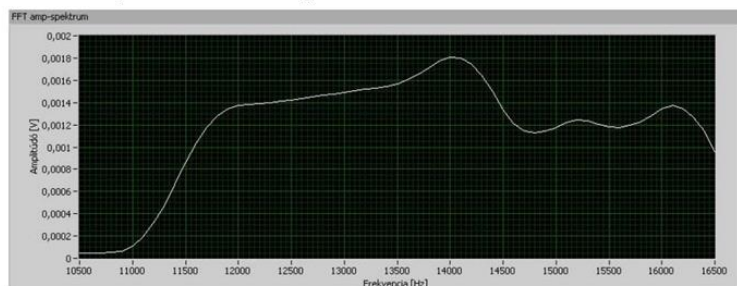
Minta alapadatok:

Mintahossz: 175 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,490 kg
Mintasűrűség: 2646,7 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
31,8 us
Rezonancia frekvencia:
14000 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség:
5503 m/s
Transzverzális sebesség:
1607 m/s

Poisson hányados: 3,72
Poisson tényező: 0,27
Young modulus: 64344 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

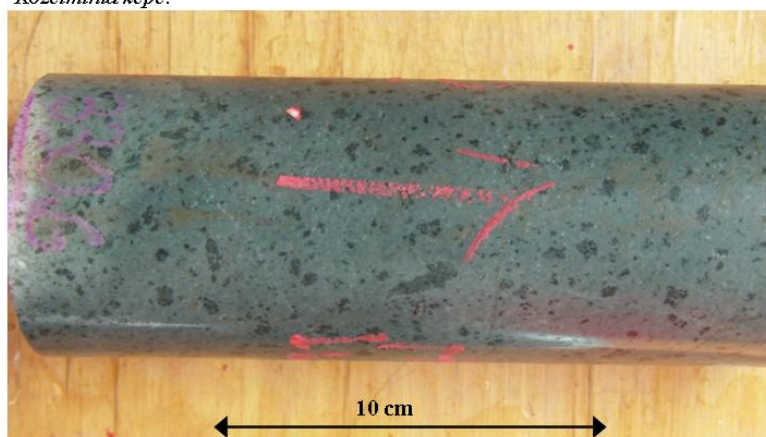
318,8-319 m: 15-20 mm-es üregben fennőtt 0,5-1 cm-es kalcitkristályok. 316,8 m-nél 3 cm-es vetőbreccsa, ami 65-70°-os szöget zár be a magtengellyel. Hajszáltrepedések mentén pirit, kalcit és 2-4 mm-es repedések mentén is.

324,6 m-nél 0,5 cm-es hematitos érkítöltés, pirit. 320 m-től egyre kovásabb a kőzet, a kifakultabb részekben puhább.

Kőzetminta adatlap

Mintaszám: 26.
Mintavételi mélység: 330,40-330,60 m

Kőzetminta képe:



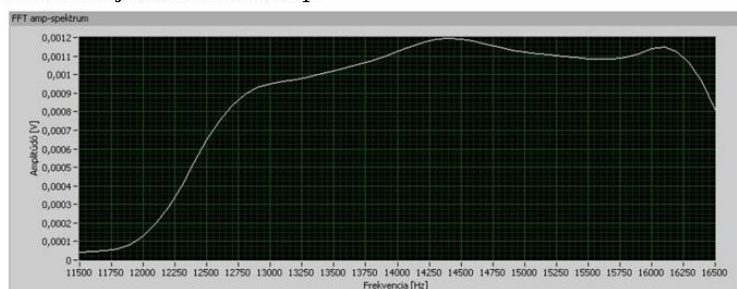
Minta alapadatok:

Mintahossz: 164 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,380 kg
Mintasűrűség: 2615,7 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 31,0 us
Rezonancia frekvencia: 14400 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 5290 m/s
Transzverzális sebesség: 1544 m/s

Poisson hányados: 3,77
Poisson tényező: 0,27
Young modulus: 59173 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hialoklasztit breccsa

328,40-333,7 m: letöredezettség, kifakult és épebb zöldesszürke porfiros szakaszok váltják egymást. Pirit~1%, kisebb 2-3 mm-nél, finom hintésben, hajszálrepedések mentén is 1-2 mm-es repedésekben kalcittal. A kalcit 3-5 mm-es repedésekben is előfordul.

Kőzetminta adatlap

Mintasám: 27.
Mintavételi mélység: 343,15-343,30 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 150 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,259 kg
Mintasűrűség: 2609,1 kg/m³

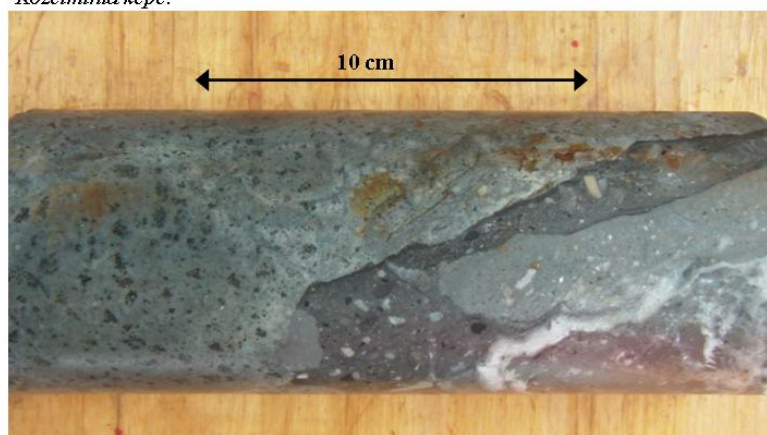
Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 29,6 us
Rezonancia frekvencia: 15700 Hz

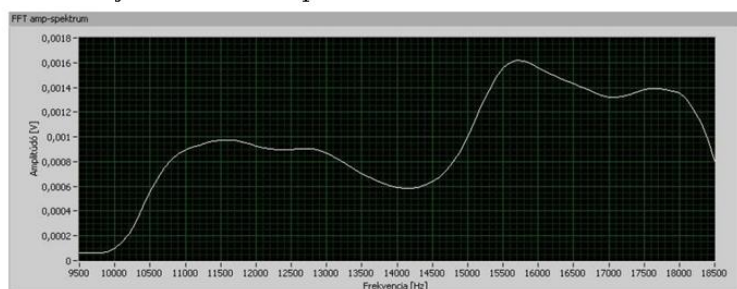
Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 5068 m/s
Transzverzális sebesség: 1438 m/s
Poisson hányados: 4,52
Poisson tényező: 0,22
Young modulus: 58569 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit

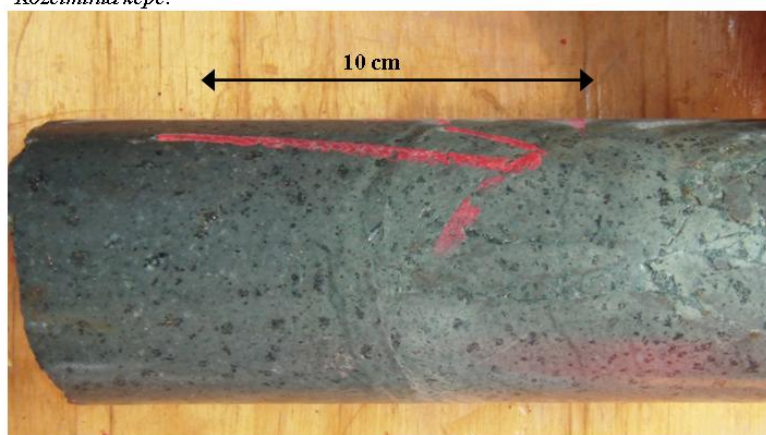
341,4-341,9 m: Tektonikusan megviselt zóna, kovás kőzettörmelékkel (intruzív testből) ezt kalcit és kvarc cementálja. Az alsó 30 cm-en hidrotermális telér, fenőtt kvarcos druzával. Pirit (egy része lécek formájában), szfalerit, kalkopirit, galenit található. 50-55°-os dőléssel a magtengelyhez képest.

344,1-344,5m: 3-5 cm vastag breccsakitöltésű zárt repedés. Szélén kvarc, kalcit 0,5-1cm repedés. Breccsa anyaga finomszerű. Néhány mm-es piritcsomókkal és finomhintésben is. Galenit szfalerit mm-alatti csomók. Elválási felületen pirrhotin csomók.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 28.
Mintavételi mélység: 350,20-350,35 m

Kőzetminta képe:



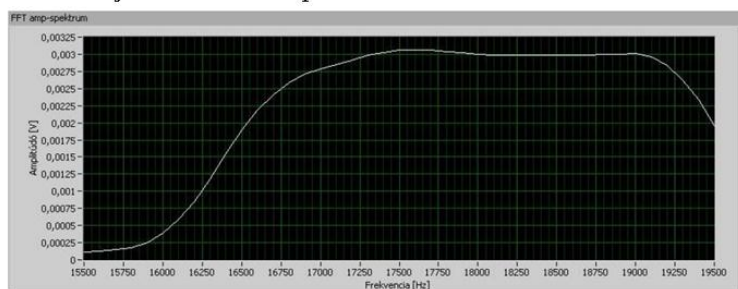
Minta alapadatok:

Mintahossz: 138 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,172 kg
Mintasűrűség: 2640,0 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
25,3 us
Rezonancia frekvencia:
17600 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség:
5455 m/s
Transzverzális sebesség:
1593 m/s

Poisson hányados: 3,78
Poisson tényező: 0,26
Young modulus: 63559 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
342,5-355,7 m: Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit.
Porfíros, propilites, zöldesszürke, 1- 2 mm-es repedésekben kalcit,
hematit, pirit. A pirit finom hintésben is megvan.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 29.
Mintavételi mélység: 360,65-360,85 m

Kőzetminta képe:



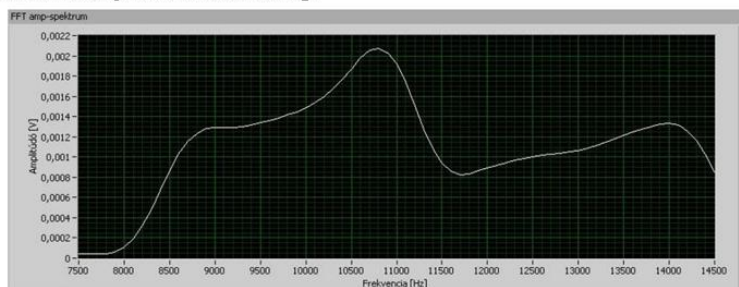
Minta alapadatok:

Mintahossz: 174 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,372 kg
Mintasűrűség: 2451,1 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
41,9 us
Rezonancia frekvencia:
10800 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség:
4153 m/s
Transzverzális sebesség:
1205 m/s

Poisson hányados: 3,95
Poisson tényező: 0,25
Young modulus: 35014 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Hidrotermális breccsa

355,85 – 361,8 m: Andezit hidrotermális breccsa. Kifakult, pirites, zöld agyagászványos, piritfészkekkel. 359 – 359,3 m között erősebben töredezett, dúsan pirites (meghaladja az 1%-ot) és ez a dúsan pirites szakasz folytatódik 363,4 m-ig. A pirit repedések mentén dússabb és a porfirok helyén is megjelenik.

Kőzetminta adatlap

Mintaszáma:

30.

Mintavételi mélység:

367,60-367,75 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 129 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,032 kg
Mintasűrűség: 2486,8 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:
27,8 us
Rezonancia frekvencia:
16900 Hz

Számított adatok:

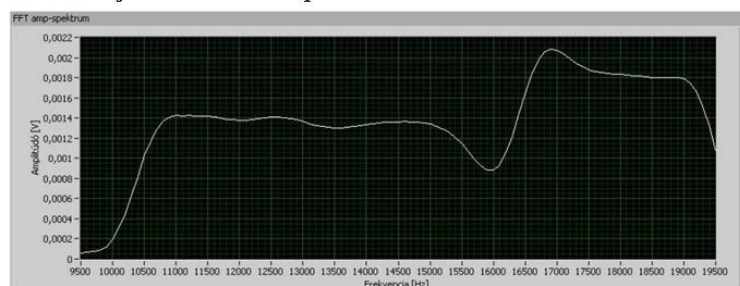
Longitudinális sebesség:
4640 m/s
Transzverzális sebesség:
1296 m/s

Poisson hányados: 4,90
Poisson tényező: 0,20
Young modulus: 47946 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
361,8 – 373,8 m: Erősen tektonizált, kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit zóna, tetején intruzív breccsás szakasz. A pirittartalom lecsökken, 1 -2 cm-es pecsétekben kalcit, kvarc. A pirit zöld agyagásványosodott kőzetalkotóhoz kapcsolódik. A kőzet kovás, a kalcit mellett zöld agyagásvány, 1 mm-es repedésekben dús piritkiválás. 365,3 – 368,4 m között töredezett, repedezett, repedések mentén dús pirit. A repedések lefutása a magtengellyel 80 – 85°-os szöget zárnak be. A pirit kapcsolódik a porfirokhoz.

Kőzetminta adatlap

Mintaszaám: 31.
Mintavételi mélység: 379,40-379,55 m

Minta alapadatok:

Mintahossz: 128 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,083 kg
Mintasűrűség: 2630,1 kg/m³

Mért adatok:

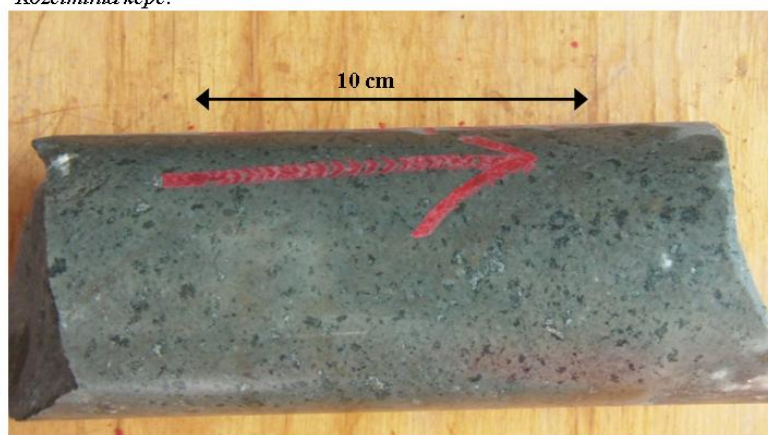
Longitudinális hullám
terjedési idő: 24,9 us
Rezonancia frekvencia: 18100 Hz

Számított adatok:

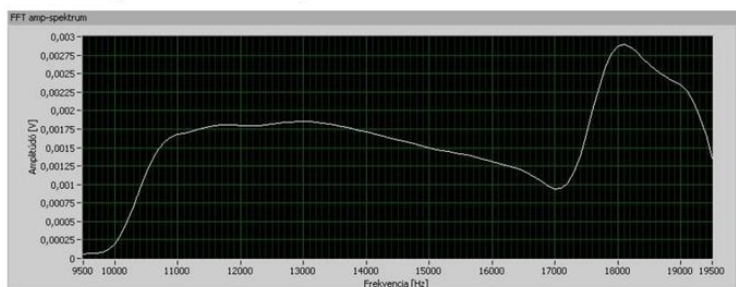
Longitudinális sebesség: 5141 m/s
Transzverzális sebesség: 1495 m/s

Poisson hányados: 3,97
Poisson tényező: 0,25
Young modulus: 57697 MPa

Kőzetminta képe:



Rezonancia frekvencia mérési kép:



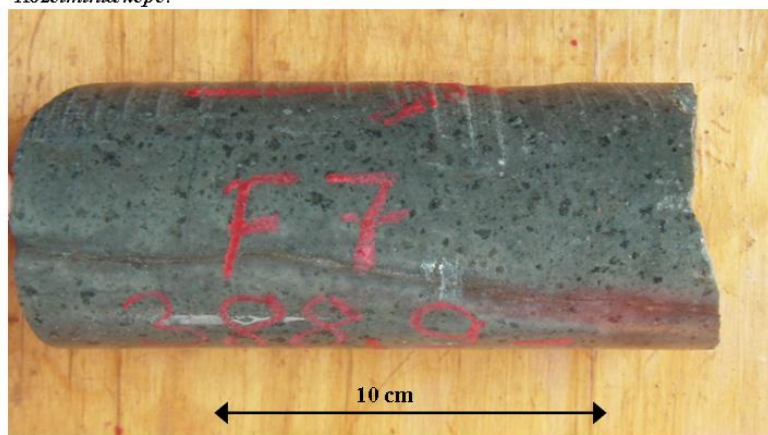
Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
375,7 – 380,3 m: Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit breccsa. A breccsás és felrepedezett zóna váltja egymást. 0,5 cm-es kvarc, kalcit repedés. Pirit hintésben (0,5 – 1 %) és porfirban. A mátrix kovás, a porfirok agyagásványosak.

Kőzetminta adatlap

Mintaszám: 32.
Mintavételi mélység: 388,90-389,05 m

Kőzetminta képe:



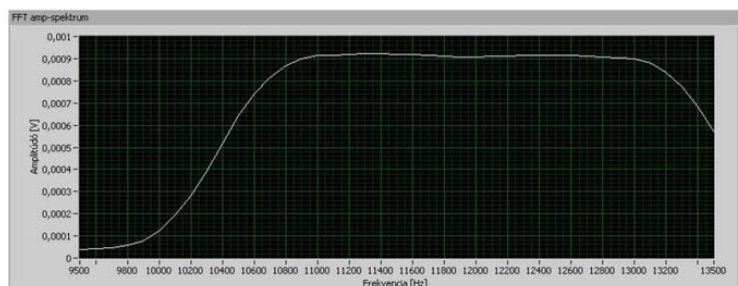
Minta alapadatok:

Mintahossz: 123 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 0,953 kg
Mintasűrűség: 2408,5 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 22,7 us
Rezonancia frekvencia: 11400 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 5419 m/s
Transzverzális sebesség: 1104 m/s

Poisson hányados: 2,25
Poisson tényező: 0,44
Young modulus: 20308 MPa

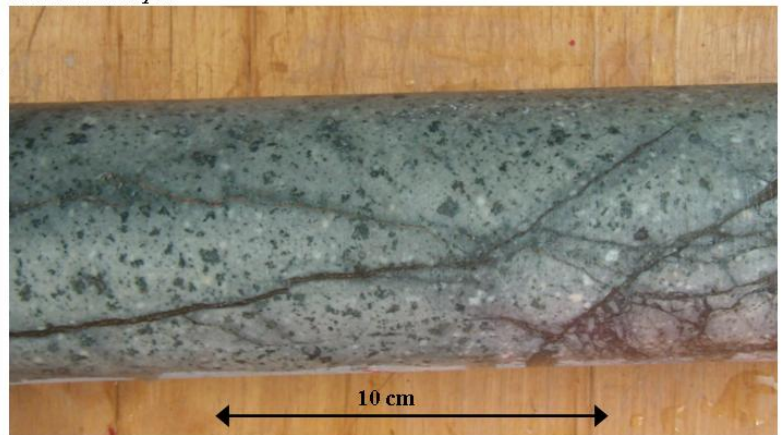
Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit
380,3 – 395,1 m: Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit. Sötétszürke, zöld, porfiros. Kevesebb pirittartalom. A repedésekben kalcit is előfordul. A kalciterek mentén világosabb fakóbb. Kalciterek: 382,7 m, 382,8 m, 383,3m 3 -5 mm. 389,9 – 390,6 m között magtengellyel párhuzamos breccsás erekkel átjárt szakasz. 390,4 m-nél 60 cm valódi vastagságában hidrotermális telér.

Kőzetminta adatlap

Mintaszám: 33.
Mintavételi mélység: 396,90-397,20 m

Kőzetminta képe:



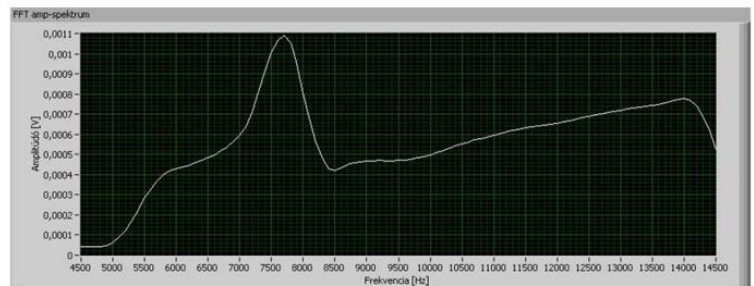
Minta alapadatok:

Mintahossz: 275 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 2,237 kg
Mintasűrűség: 2528,6 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 59,4 us
Rezonancia frekvencia: 7700 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 4630 m/s
Transzverzális sebesség: 1334 m/s
Poisson hányados: 4,07
Poisson tényező: 0,25
Young modulus: 45538 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

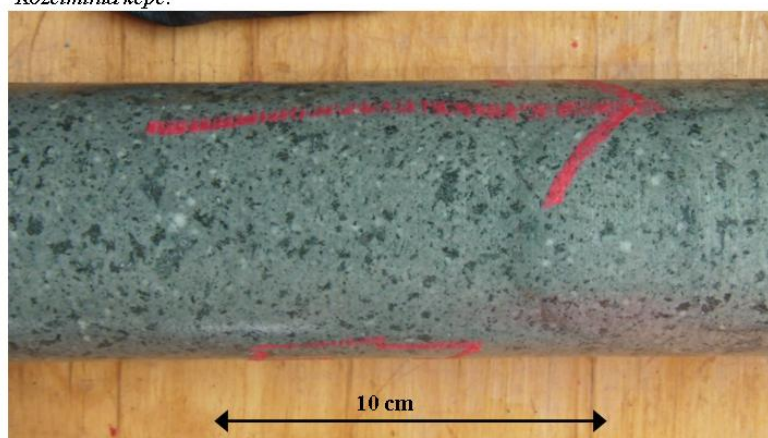
Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit

395,1 – 406 m: Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit . Repedezett és breccsás szakaszok váltják egymást, dúsan pirites fészkekkel és 4 -5 cm-es foltokban, fészkekben kalcit. 396 – 396,2 m és 397,2 – 397,6 m között breccsás szakasz. A kőzet 397,5 – 401,4 m között erősebben porfirós.

Kőzetminta adatlap

Mintaszám: 34.
Mintavételi mélység: 407,30-407,50 m

Kőzetminta képe:



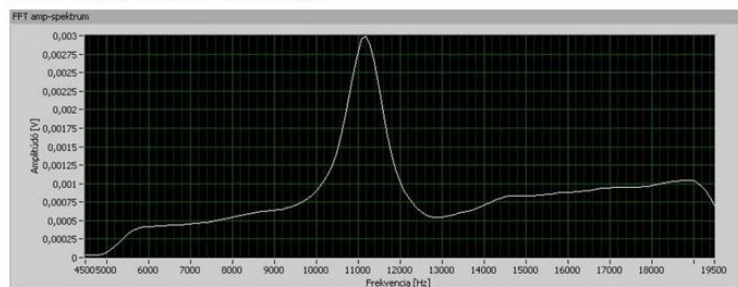
Minta alapadatok:

Mintahossz: 192 mm
Mintaátmérő: 64 mm
Mintatömeg: 1,529 kg
Mintasűrűség: 2475,5 kg/m³

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő: 41,6 us
Rezonancia frekvencia: 11200 Hz

Rezonancia frekvencia mérési kép:



Számított adatok:

Longitudinális sebesség: 4615 m/s
Transzverzális sebesség: 1305 m/s

Poisson hányados: 0,22
Poisson tényező: 0,22
Young modulus: 46110 MPa

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit

407-410 m: Kovásodott-karbonátosodott hólyagüreges andezit. Zöldesszürke, porfiros, kovás, finomszemcsés pirittel. A porfirok propilitések.

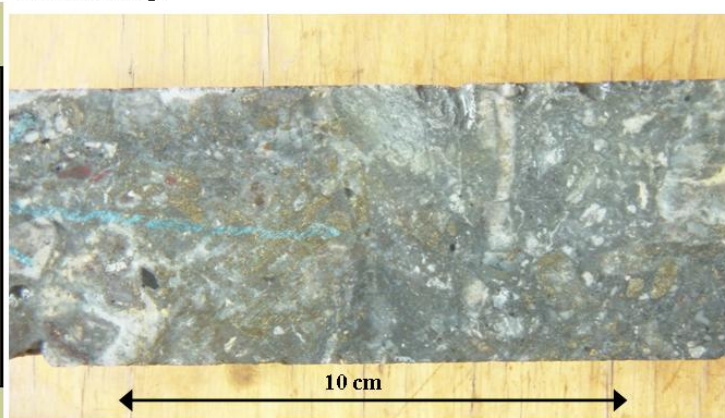
407 m-nél 45-50°-os dőlésű 40 cm valódi vastagságú hidrotermális telér.

Kiegészítő mérés, kőzetminta adatlap

Mintaszáma: 1. kiegészítő mérés

Mintavételi mélység: 260,9-261,1 m

Kőzetminta képe:



Minta alapadatok:

Mintahossz: 254 mm

Mintaátmérő: felezett

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:

49,1 us

Rezonancia frekvencia:

nem mérhető

Számított adatok:

Longitudinális sebesség:

5173 m/s

Poisson szám: -

Young modulus: -

Kőzetminta oldalnézeti képe:



Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kőzetminta a hidrotermális ércesedés zónájából.

260,6 - 263,6 m: Hidrotermális telér. Dőlése: a magtengellyel kb. 45 – 50°-ot zár be. Az üregekben 0,5 – 1 mm-es fennőtt kvarckristályok, 2 – 3 mm-es kalkopiritkristályok (1 – 2%). A kalkopirit mellett pirit (1 – 2%) is előfordul. Helyenként hematitos sávok vannak benne. Néhány 3 – 5 mm-es galenitpecsét (<1%). A telér egy vetőlap mentén végződik el, melynek a felülete agyagásványos.

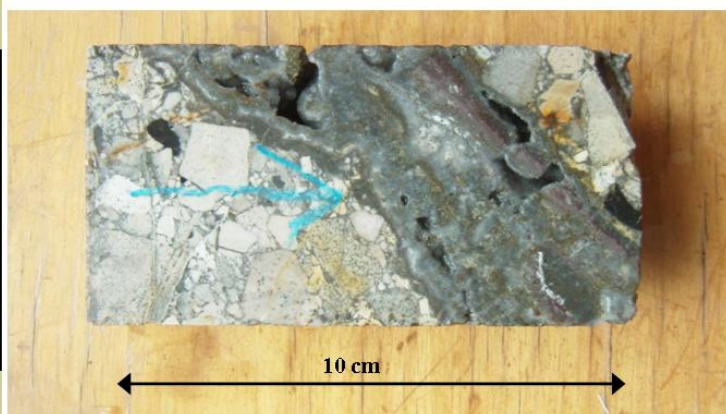
Kiegészítő mérés, kőzetminta adatlap

Mintaszám: 2. kiegészítő mérés

Mintavételi mélység: 261,8-261,9 m

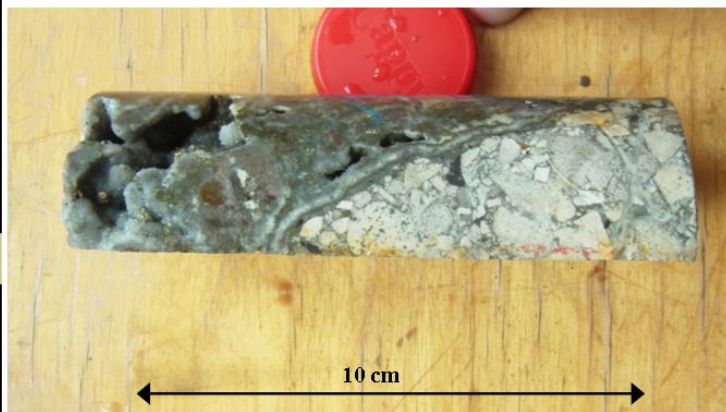
Kőzetminta képe:

Minta alapadatok:	
Mintahossz:	124 mm
Mintaátmérő:	felezett



Kőzetminta oldalnézeti képe:

Mért adatok:	
Longitudinális hullám terjedési idő:	27,8 us
Rezonancia frekvencia:	nem mérhető



Számított adatok:	
Longitudinális sebesség:	4460 m/s
Poisson szám:	-
Young modulus:	-

Kőzetminta geológiai jellemzése:

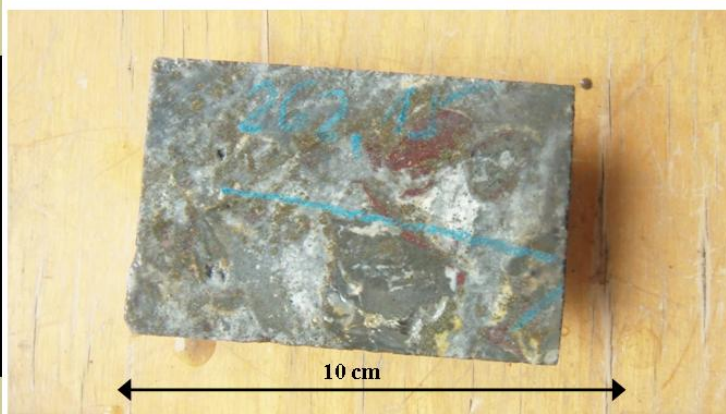
Kőzetminta a hidrotermális ércesedés zónájából.
260,6 - 263,6 m: Hidrotermális telér. Dőlése: a magtengellyel kb. 45 – 50°-ot zár be. Az üregekben 0,5 – 1 mm-es fennőtt kvarckristályok, 2 – 3 mm-es kalkopiritkristályok (1 – 2%). A kalkopirit mellett pirit (1 – 2%) is előfordul. Helyenként hematitos sávok vannak benne. Néhány 3 – 5 mm-es galenitpecsét (<1%). A telér egy vetőlap mentén végződik el, melynek a felülete agyagásványos.

Kiegészítő mérés, kőzetminta adatlap

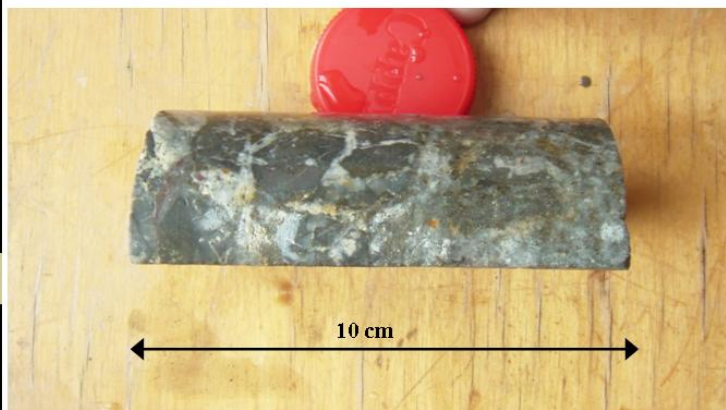
Mintaszám: 3. kiegészítő mérés

Mintavételi mélység: 262,2-262,3 m

Kőzetminta képe:



Kőzetminta oldalnézeti képe:



Minta alapadatok:

Mintahossz: 97 mm

Mintaátmérő: felezett

Mért adatok:

Longitudinális hullám
terjedési idő:

18,7 us

Rezonancia frekvencia:

nem mérhető

Számított adatok:

Longitudinális sebesség:

5187 m/s

Poisson szám: -

Young modulus: -

Kőzetminta geológiai jellemzése:

Kőzetminta a hidrotermális ércesedés zónájából.

260,6 - 263,6 m: Hidrotermális telér. Dőlése: a magtengellyel kb. 45 – 50°-ot zár be. Az üregekben 0,5 – 1 mm-es fennőtt kvarckristályok, 2 – 3 mm-es kalkopiritkristályok (1 – 2%). A kalkopirit mellett pirit (1 – 2%) is előfordul. Helyenként hematitos sávok vannak benne. Néhány 3 – 5 mm-es galenitpecsét (<1%). A telér egy vetőlap mentén végződik el, melynek a felülete agyagásványos.

Dinamikus rugalmassági állandók meghatározása a Nyugat-Mátrában mélyített F-7 jelű, víz- és ércutató fúrás magmintáin.

Mérési- és számítási ÖSSZESÍTŐ TÁBLÁZAT

Kőzetminták rugalmas állandói. Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék

Minta száma	Mintavételi mélység (mm)	Minta hossza (mm)	Minta átmérője (mm)	Minta tömege (kg)	Minta sűrűsége (kg/m ³)	Terjedési idő mért (us)	Terjedési idő korr. (us)	Rezonancia frekvencia (Hz)	Longitudinális sebesség (m/s)	Dilatációs sebesség (m/s)	Transzverzális sebesség (m/s)	Poisson hányados	Young modulus (MPa)	Korrig. Young (MPa)	Korrig. Poisson hányados	Korrig. Poisson tényező
1	64,5-64,65	141	64	1,069	2356,72	43,3	37,9	12600	3720	3553	1001	5,30	29754	30026	5,54	0,18
2	71,9-72,05	130	64	1,081	2584,83	32,1	26,7	2900	4869	754	307	2,02	1470	1586	2,02	0,50
3	76,4-76,6	187	64	1,469	2441,91	65,5	60,1	8700	3111	3254	#SZÁM!	#SZÁM!	25853	#SZÁM!	#SZÁM!	#SZÁM!
4	91,9-92,05	138	64	1,028	2315,60	52,0	46,6	9900	2961	2732	847	4,20	17288	17552	4,37	0,23
5	99,8-99,95	124	64	0,990	2481,78	36,1	30,7	14000	4039	3472	1182	3,31	29917	30840	3,44	0,29
6	110-110,2	208	64	1,662	2483,81	50,1	44,7	9200	4853	3827	1347	3,04	36382	36848	3,07	0,33
7	125,65-125,8	169	64	1,298	2387,47	51,9	46,5	9100	3634	3076	1061	3,20	22587	22983	3,26	0,31
8	131,75-131,95	162	64	1,222	2344,80	50,4	45,0	10000	3600	3240	1048	3,78	24615	24950	3,88	0,26
9	138,05-138,2	154	64	1,202	2426,24	47,6	42,2	10600	3649	3265	1064	3,70	25861	26269	3,81	0,26
10	147,05-147,2	136	64	1,052	2404,51	42,9	37,5	13000	3627	3536	890	6,88	30064	30238	7,27	0,14
11	158,85-159	129	64	0,958	2308,48	41,9	36,5	12600	3534	3251	1014	4,14	24395	24835	4,33	0,23
12	168,2-168,35	170	64	1,296	2369,77	49,3	43,9	10300	3872	3502	1124	3,85	29063	29409	3,94	0,25
13	175,75-175,9	149	64	1,144	2386,66	45,4	40,0	11100	3725	3308	1089	3,62	26114	26576	3,72	0,27
14	184,2-184,6	149	64	1,237	2580,68	37,8	32,4	12300	4599	3865	1313	2,89	34672	35639	2,95	0,34
15	200,15-200,35	205	64	1,710	2592,94	48,2	42,8	10900	4790	4469	1352	4,46	51786	52100	4,54	0,22
16	209-209,15	178	64	1,453	2537,44	40,8	35,4	12600	5028	4486	1468	3,67	51055	51666	3,74	0,27
17	219,5-219,7	190	64	1,531	2504,79	44,3	38,9	11000	4884	4180	1429	3,28	43765	44341	3,33	0,30
18	226,8-227,05	208	64	1,602	2394,14	61,0	55,6	15700	3741	6531	#SZÁM!	#SZÁM!	102126	#SZÁM!	#SZÁM!	#SZÁM!
19	238,1-238,25	132	64	0,996	2345,50	45,5	40,1	11200	3292	2957	959	3,76	20506	20936	3,91	0,26
20	246,5-246,7	174	64	1,398	2497,51	48,6	43,2	9600	4028	3341	1169	3,08	27875	28373	3,13	0,32
21	284,45-284,65	150	64	1,267	2625,64	34,5	29,1	15100	5155	4530	1509	3,51	53880	54882	3,60	0,28
22	292,55-292,75	124	64	1,046	2622,17	29,1	23,7	19400	5232	4811	1502	4,13	60897	61886	4,34	0,23
23	303,1-303,25	180	64	1,534	2649,13	37,9	32,5	12600	5538	4536	1601	3,01	54507	55457	3,06	0,33
24	313,6-313,8	172	64	1,431	2586,20	38,2	32,8	13300	5244	4575	1536	3,44	54136	54929	3,51	0,29
25	321,6-321,75	175	64	1,490	2646,66	37,2	31,8	14000	5503	4900	1607	3,65	63546	64344	3,72	0,27
26	330,4-330,6	164	64	1,380	2615,68	36,4	31,0	14400	5290	4723	1544	3,68	58352	59173	3,77	0,27
27	343,15-343,3	150	64	1,259	2609,06	35,0	29,6	15700	5068	4710	1438	4,37	57880	58569	4,52	0,22
28	350,2-350,35	138	64	1,172	2639,97	30,7	25,3	17600	5455	4858	1593	3,65	62293	63559	3,78	0,26
29	360,65-360,85	174	64	1,372	2451,07	47,3	41,9	10800	4153	3758	1205	3,86	34623	35014	3,95	0,25
30	367,6-367,75	129	64	1,032	2486,80	33,2	27,8	16900	4640	4360	1296	4,66	47277	47946	4,90	0,20
31	379,4-379,55	128	64	1,083	2630,08	30,3	24,9	18100	5141	4634	1495	3,80	56468	57697	3,97	0,25
32	388,9-389,05	123	64	0,953	2408,45	28,1	22,7	11400	5419	2804	1104	2,23	18942	20308	2,25	0,44
33	396,9-397,2	275	64	2,237	2528,62	64,8	59,4	7700	4630	4235	1334	4,04	45351	45538	4,07	0,25
34	407,3-407,5	192	64	1,529	2475,46	47,0	41,6	11200	4615	4301	1305	4,43	45788	46110	4,52	0,22

Kiegészítő (utó) mérés az ércesedett zónából

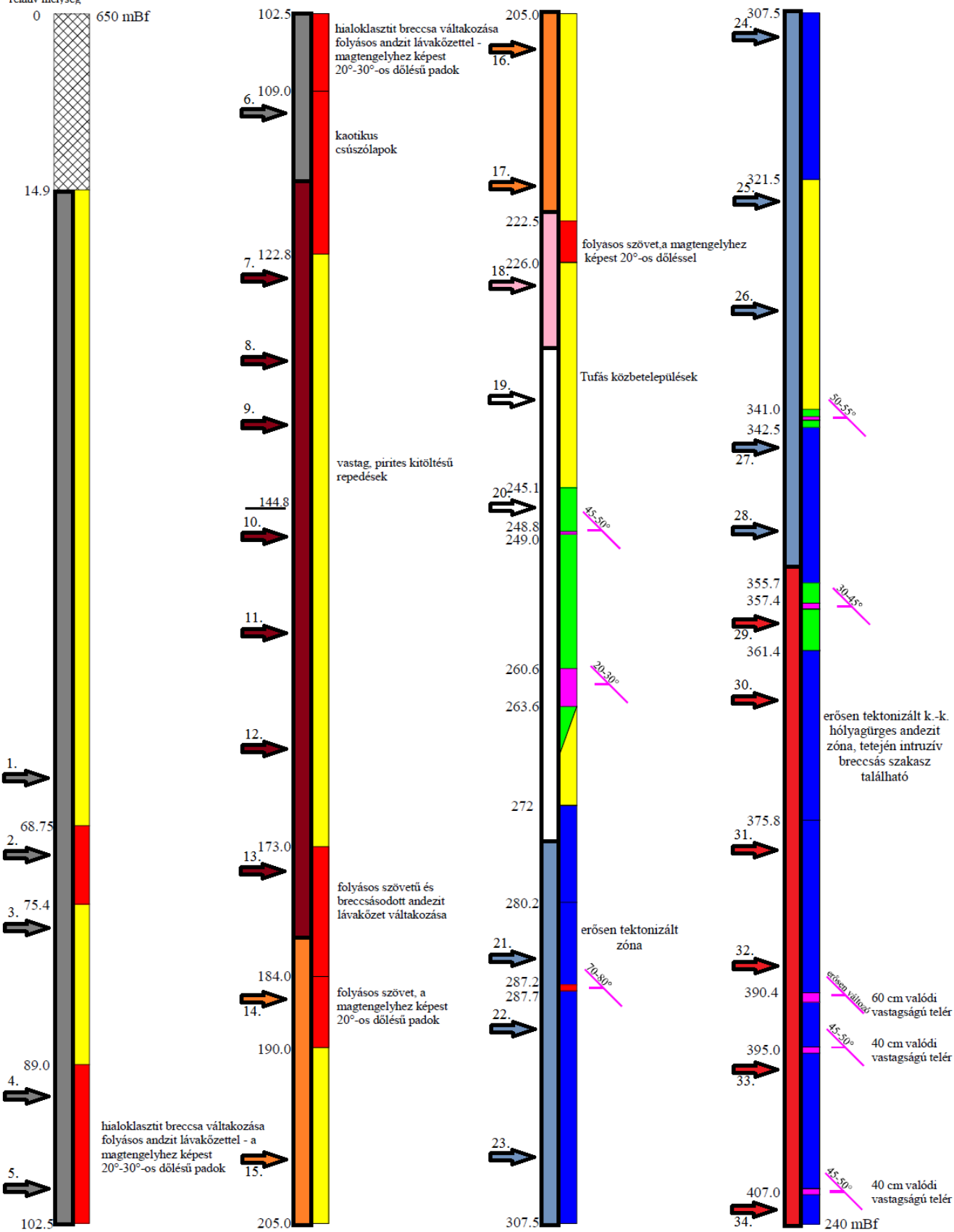
Minta száma	Mintavételi mélység	Minta hossza (mm)	Terjedési idő mért	Terjedési idő korr.	Longitudinális sebesség (m/s)
1	260,85-261,10	254	54,5	49,1	5173
2	261,75-261,90	124	33,2	27,8	4460
3	262,15-262,25	97	24,1	18,7	5187

Az F-7 fúrás kőzetfizikai- és földtani rétegsora

Szerkesztette: Czeglédi Balázs, Holló Dávid

M = 1 : 300

Folyóméter,
relatív mélység



"A" szakasz

"B" szakasz

"C" szakasz

"D" szakasz

"E" szakasz

"F" szakasz

"G" szakasz

Kőzetfizikai mintavételi pont

Agyagos, tömelekes andezit

Hialoklasztit breccsa

Kovácsodott-karbonátosodott hólyagtürges andezit

Andezit lávaközet

Hidrotermális breccsa

Hidrotermális telér

Telér, dőlése a magtengelyhez képest