



**Felszíni szeizmikus
zavarhullámok modellezése
a véges differenciák módszerével**

Wéber Zoltán

GeoRisk

Geophysical Research and Consulting Ltd.

Felszíni szeizmikus zavarhullámok modellezése a véges differenciák módszerével

Készítette:

GeoRisk Kft.

Budapest, 1997.

Bevezetés

Dr. Ádám Oszkár témavezető (OTKA 37361013) felkérésére SUNSpark Workstation számítógépünkön szeizmikus modellszámításokat végeztünk a Megrendelő által megadott geológiai-geofizikai modellek alapján. Jelen beszámolóban az elvégzett munkáról adunk jelentést.

Az alkalmazott algoritmus

A szakirodalomban számos algoritmust találhatunk a véges differenciák módszerének szeizmikus hullámok szimulálására való felhasználására. Ezek legfőképpen bonyolultságukban, pontosságukban és stabilitásukban különböznek egymástól.

Több ilyen algoritmus áttanulmányozása után a *Zahradnik és Priolo, 1995* és *Zahradnik, 1995* által leírt eljárás alkalmazása mellett döntöttünk. Ennek egyik oka, hogy egyszerűsége és nagyfokú stabilitása miatt viszonylag gyorsan hozzájuthatunk a P és S hullámokat egyaránt tartalmazó szintetikus szeizmogramokhoz. A másik ok, hogy a szabad felszín szimulálásakor nem kell külön explicit formában felírt határfeltételeket alkalmaznunk.

Minden véges differenciás algoritmus közös nagy problémája, hogy a véges méretű geofizikai-geológiai modell két oldala és alja — mesterséges közegethatárként viselkedve — olyan hullámreflexiókat okoz, amelyek a valóságban sosem jönnek létre. Ezeknek a “mesterséges” reflexióknak a csökkentésére számos eljárást kidolgoztak már. Több módszer kipróbálása után két eljárás egyidejű megvalósítása mellett döntöttünk.

Az egyik az *Emerman és Stephen, 1983* által bevezetett abszorbeáló határfeltétel alkalmazása. Ez a határfeltétel azonban csupán azokat a hullámokat nyeli el kellőképpen, amelyek kis beesési szöggel, közel merőlegesen érik el a modell határait. Ezért alkalmazása előtt a geológiai modell széléin még egy úgynevezett anizotrópia szűrést is végrehajtunk, amelynek éppen az a feladata, hogy a határokhoz érkező hullámok terjedési irányát olyképpen változtassa meg, hogy azok közel merőleges beérkezésűek legyenek (*Dai et al., 1994*).

Modellszámítások

Az alábbiakban ismertetjük a Megrendelő által megadott geofizikai modellek paramétereit és bemutatjuk a modellező számítások eredményeit. Mivel a kapott eredmények igen nagy adatmennyiséget jelentenek és a Megrendelő az adatokhoz a megbízás időtartama alatt folyamatosan hozzájutott, azokat ezen jelentés keretében semmilyen formában nem mellékeljük.

Irodalom

- Dai, N., Vafidis, A. and Kanasevich, E., 1994:** Composite absorbing boundaries for the numerical simulation of seismic waves; BSSA 84, pp. 185–191.
- Emerman S. and Stephen, R., 1983:** Comment on “Absorbing boundary conditions for acoustic and elastic wave equations”, by R. Clayton and B. Engquist; BSSA 73, pp. 661–665.
- Zahradník, J., 1995:** Simple elastic finite-difference scheme; BSSA 85, pp. 1879–1887.
- Zahradník, J. and Priolo, E., 1995:** Heterogeneous formulations of elastodynamic equations and finite-difference schemes; Geophys. J. Int. 120, pp. 663–676.

1. feladat

Horizontális réteghatár $z = 30$ m mélységben.

Modell mérete: Horizontálisan 0-400 m, vertikálisan 0-60 m.

Forrás: (200 m, 0 m)

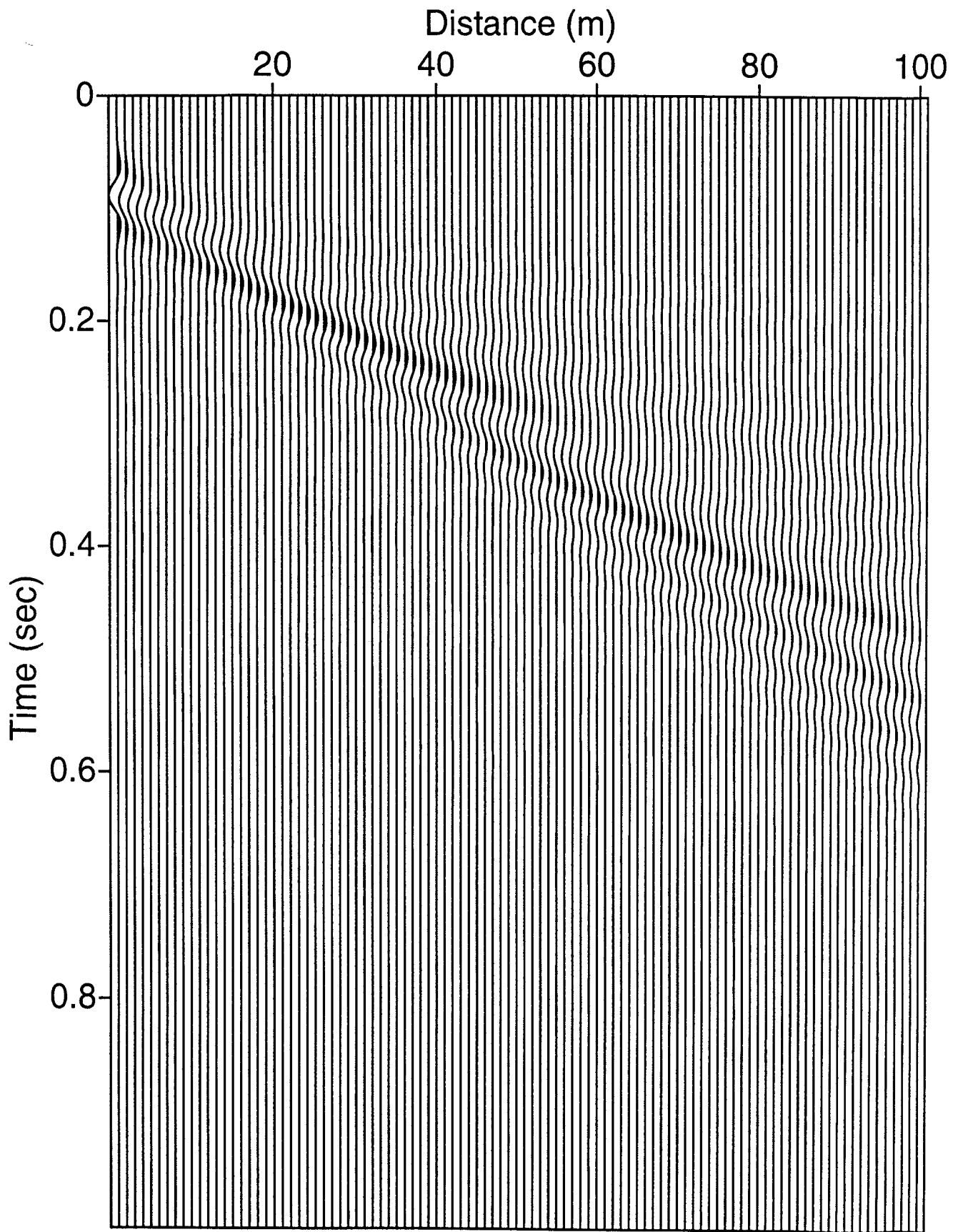
Geofonok: 100 db geofon a felszínen, $x = 201, 300$ m között, 1 m-es geofonközzel.

Felső réteg paraméterei: $v_p = 380z^{1/2.96} \text{ m/s}$, $v_s = 222.2z^{1/3.07} \text{ m/s}$, $\rho = 2 \text{ g/cm}^3$. Egy méternél kisebb mélységekben a $z=1\text{m}$ -ben vett értékek érvényesek.

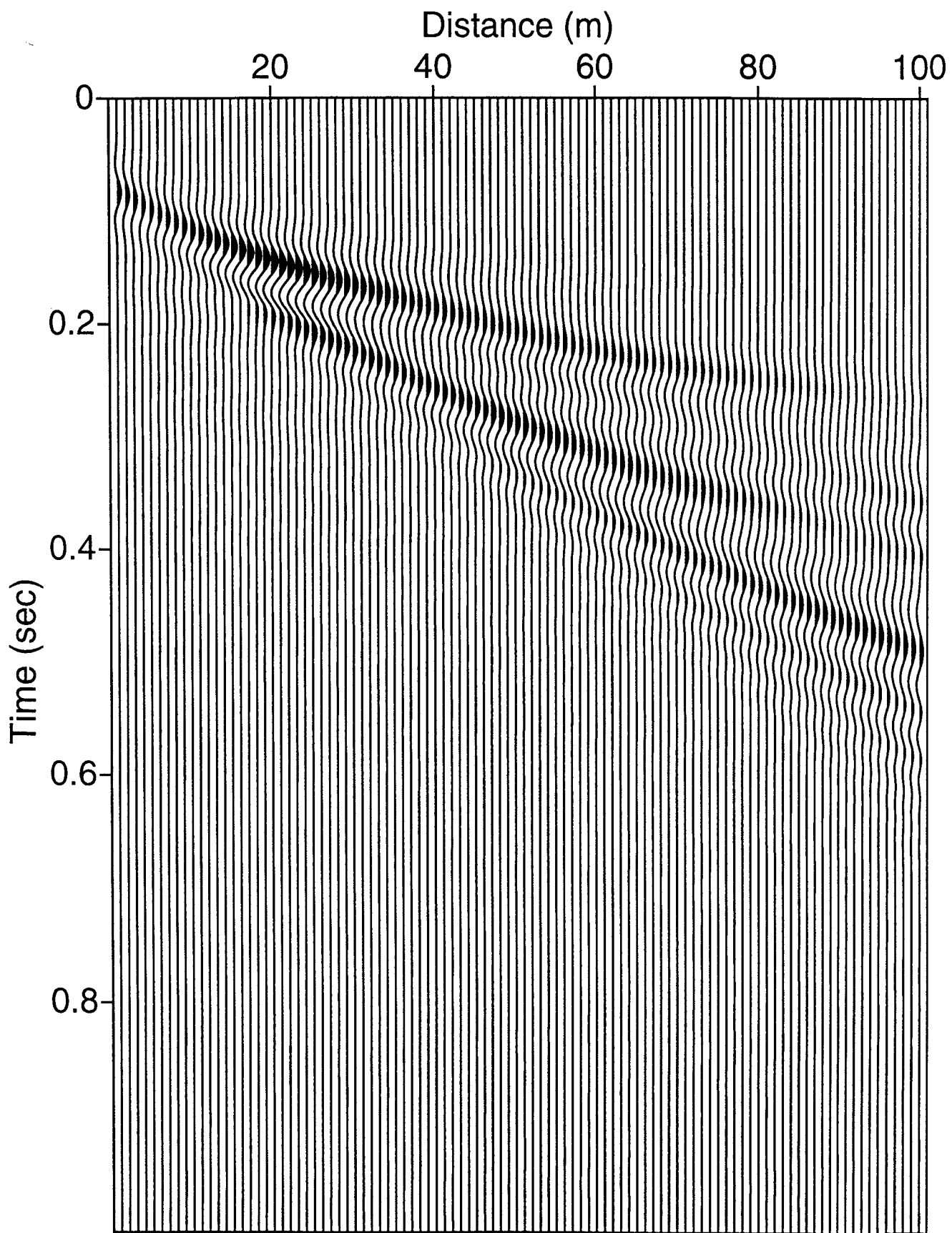
Alsó réteg paraméterei: $v_p = 2066 \text{ m/s}$, $v_s = 1377 \text{ m/s}$, $\rho = 2 \text{ kg/m}^3$

Rácsháló mérete: 0.5 m

Időbeli lépésköz: 0.1 msec

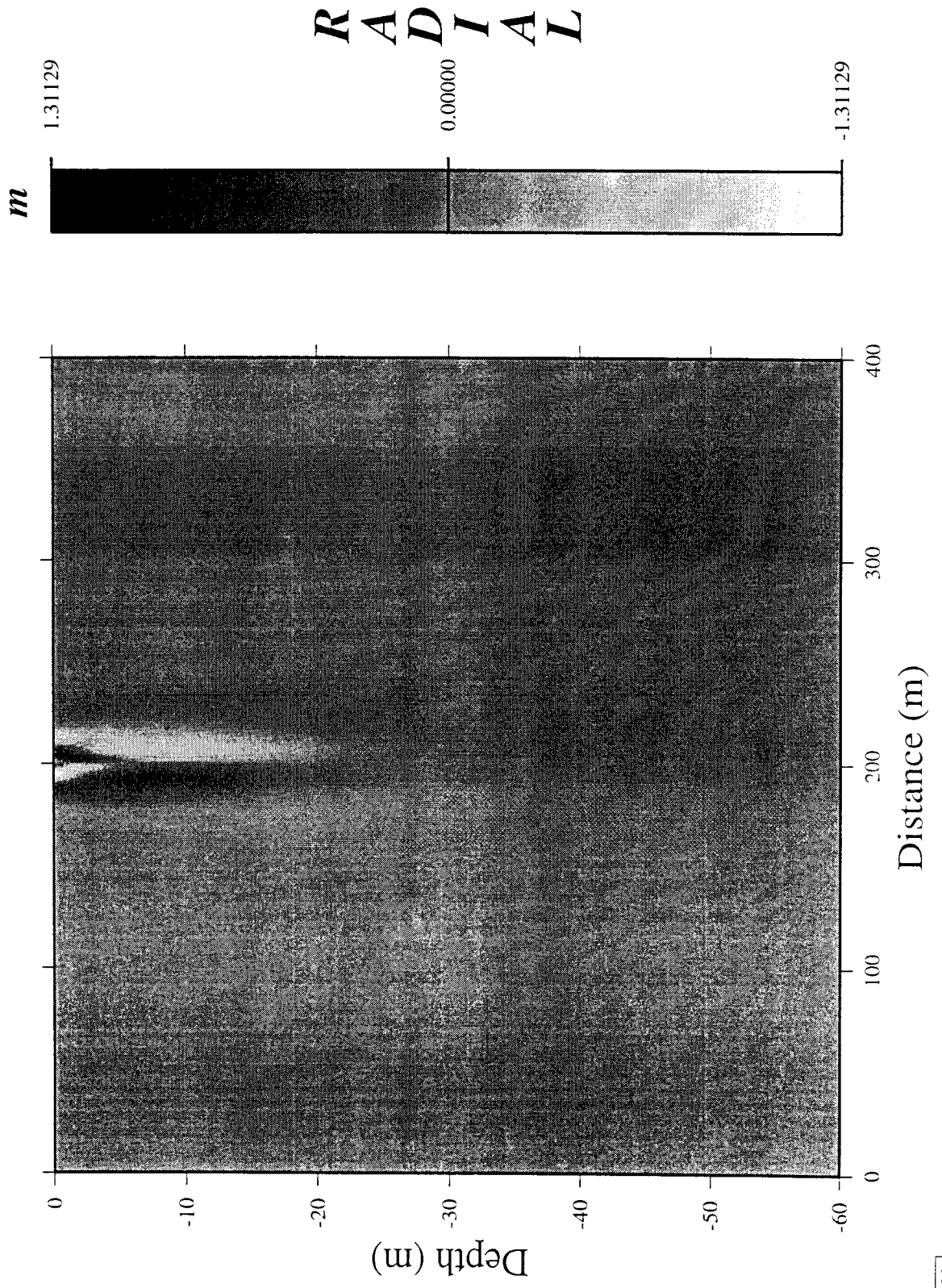


W component

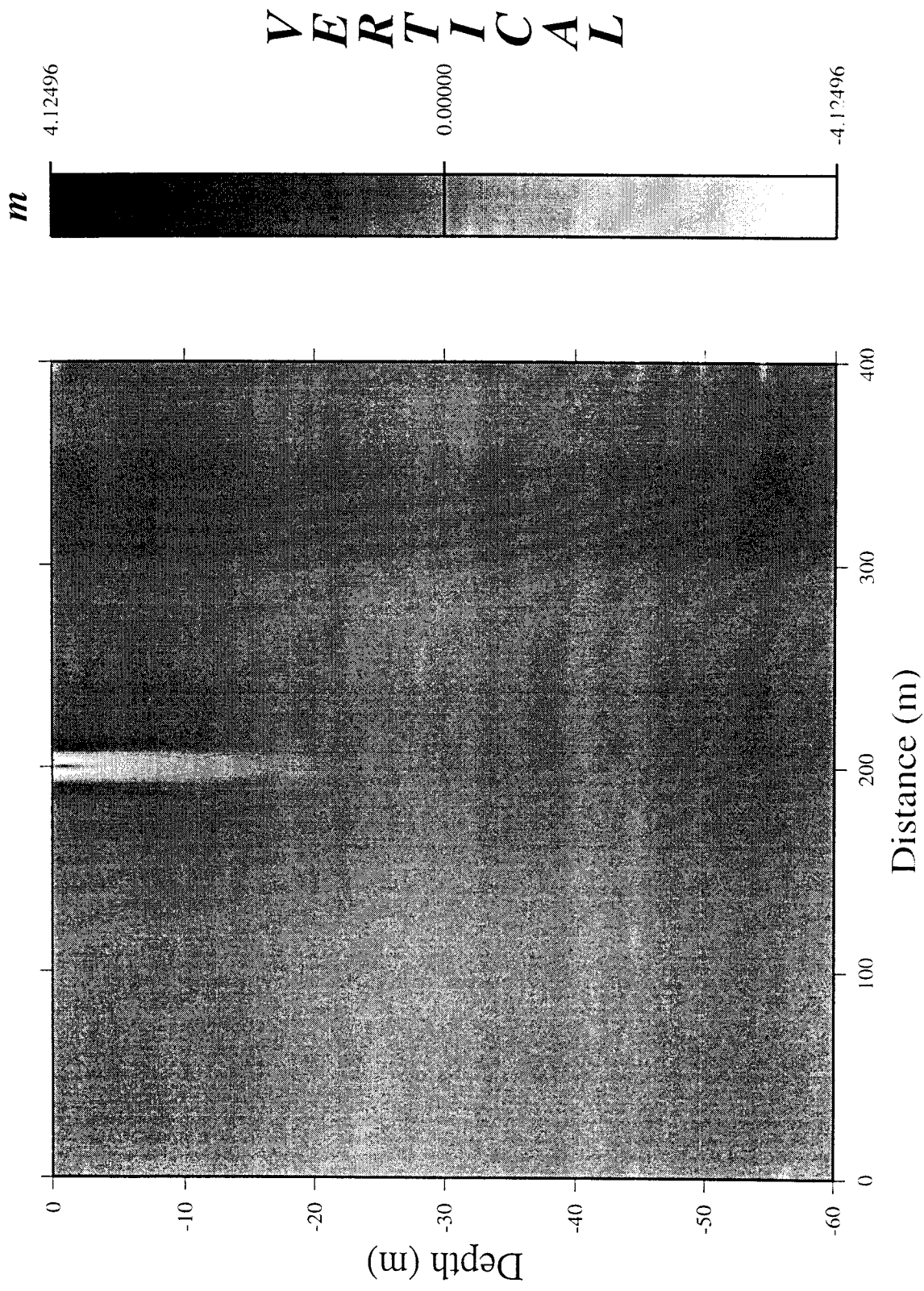


U component

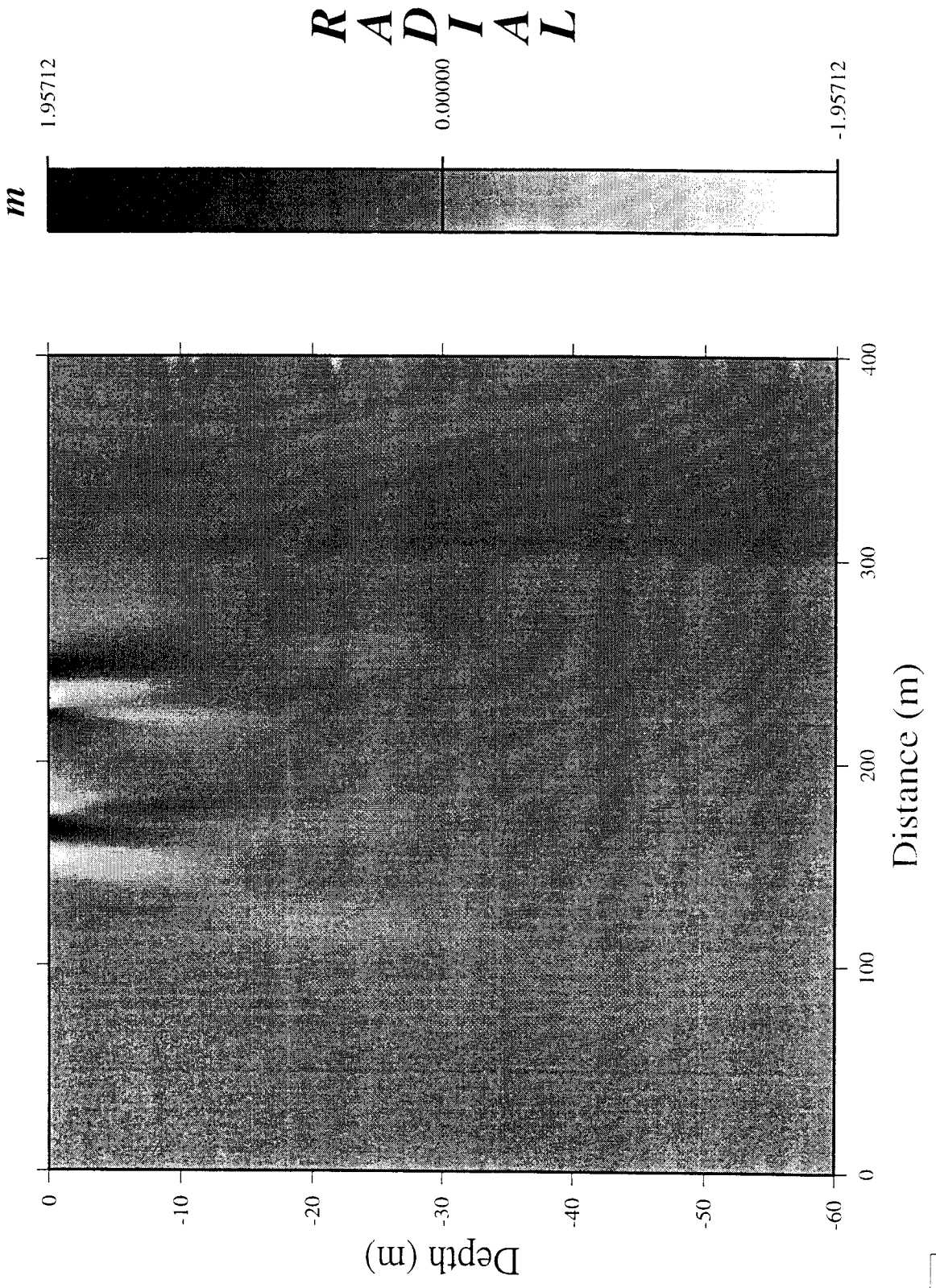
Snapshot at $t=0.100s$.



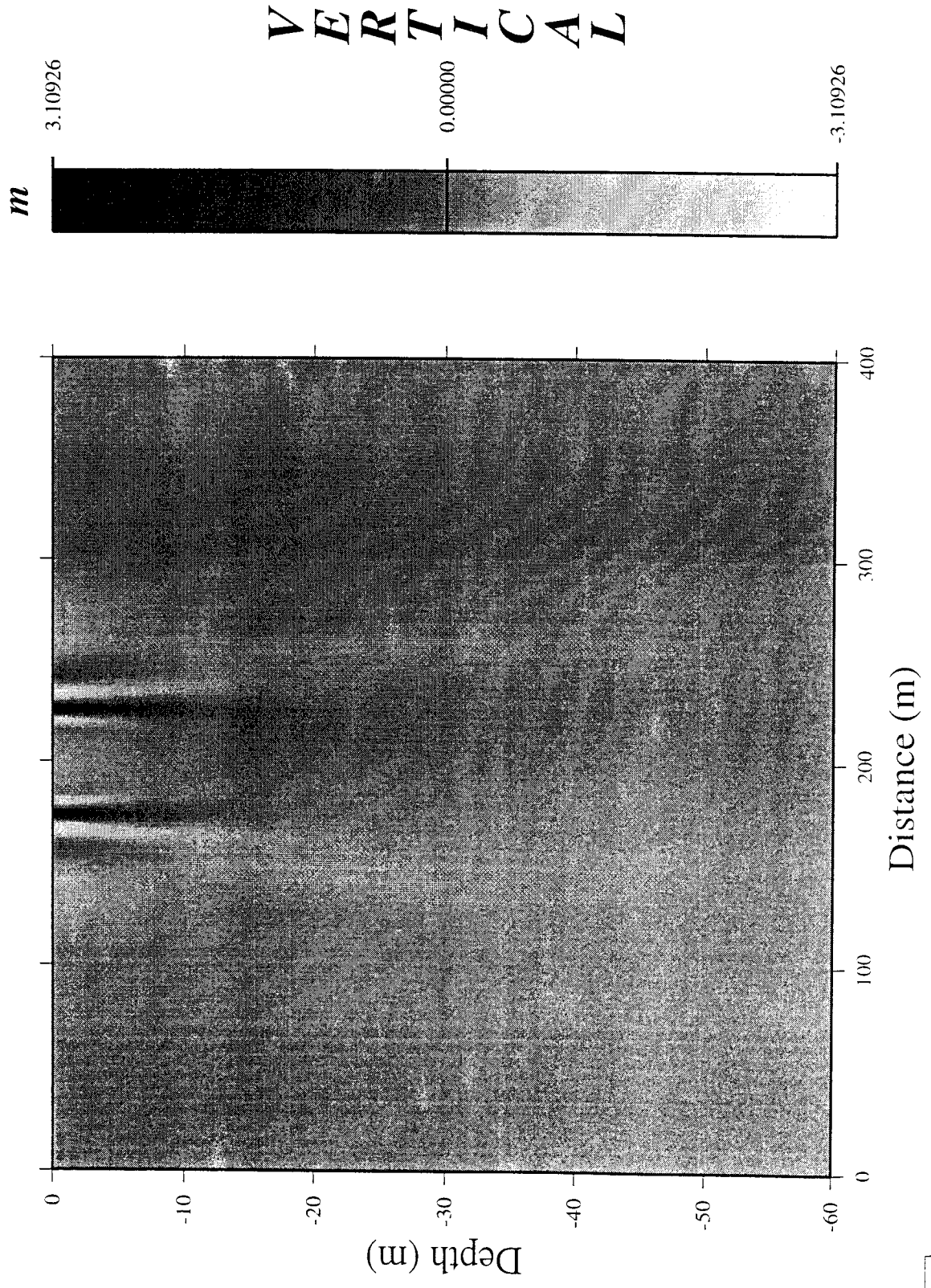
Snapshot at $t=0.100s$.



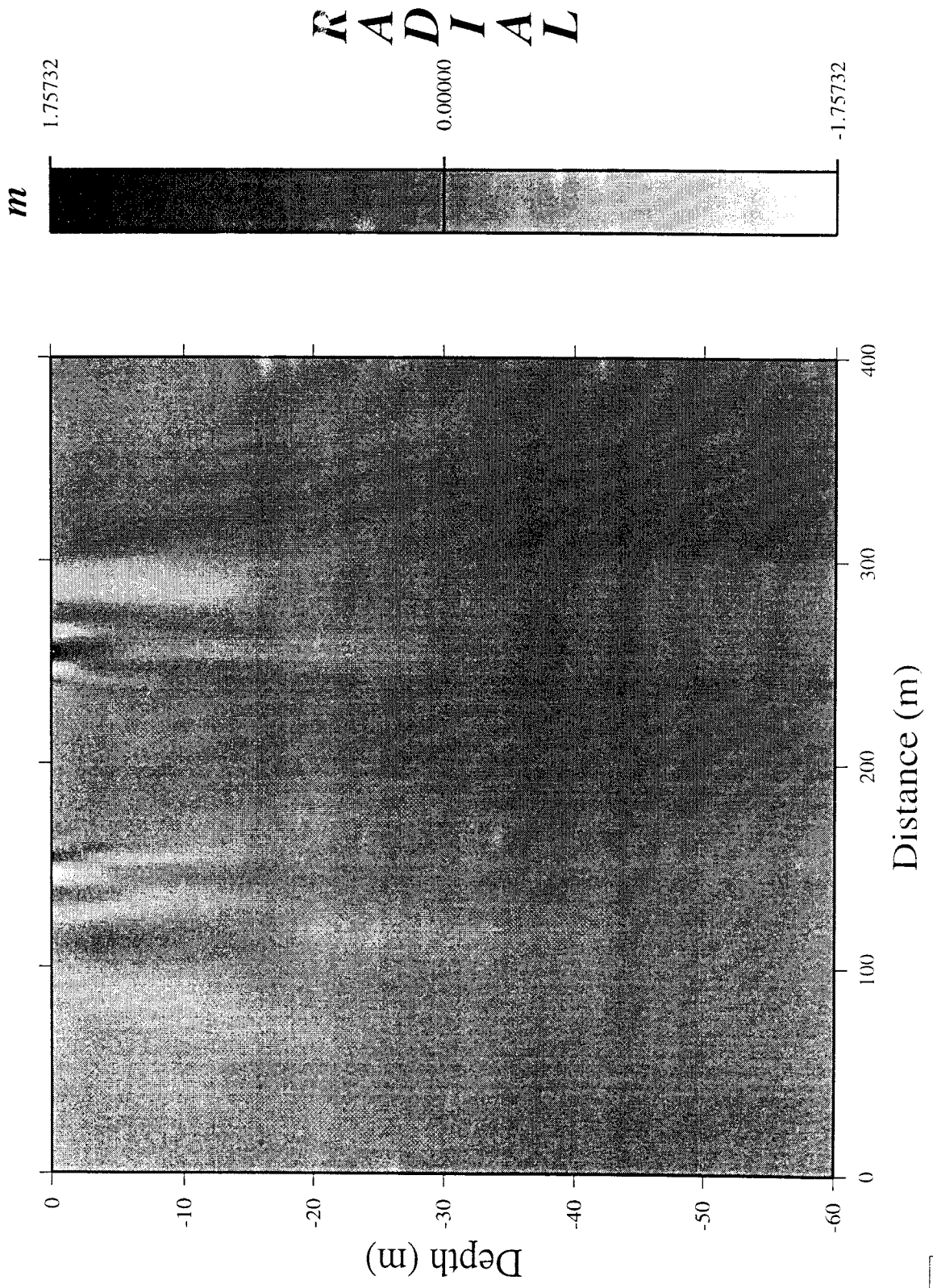
Snapshot at t=0.200s.



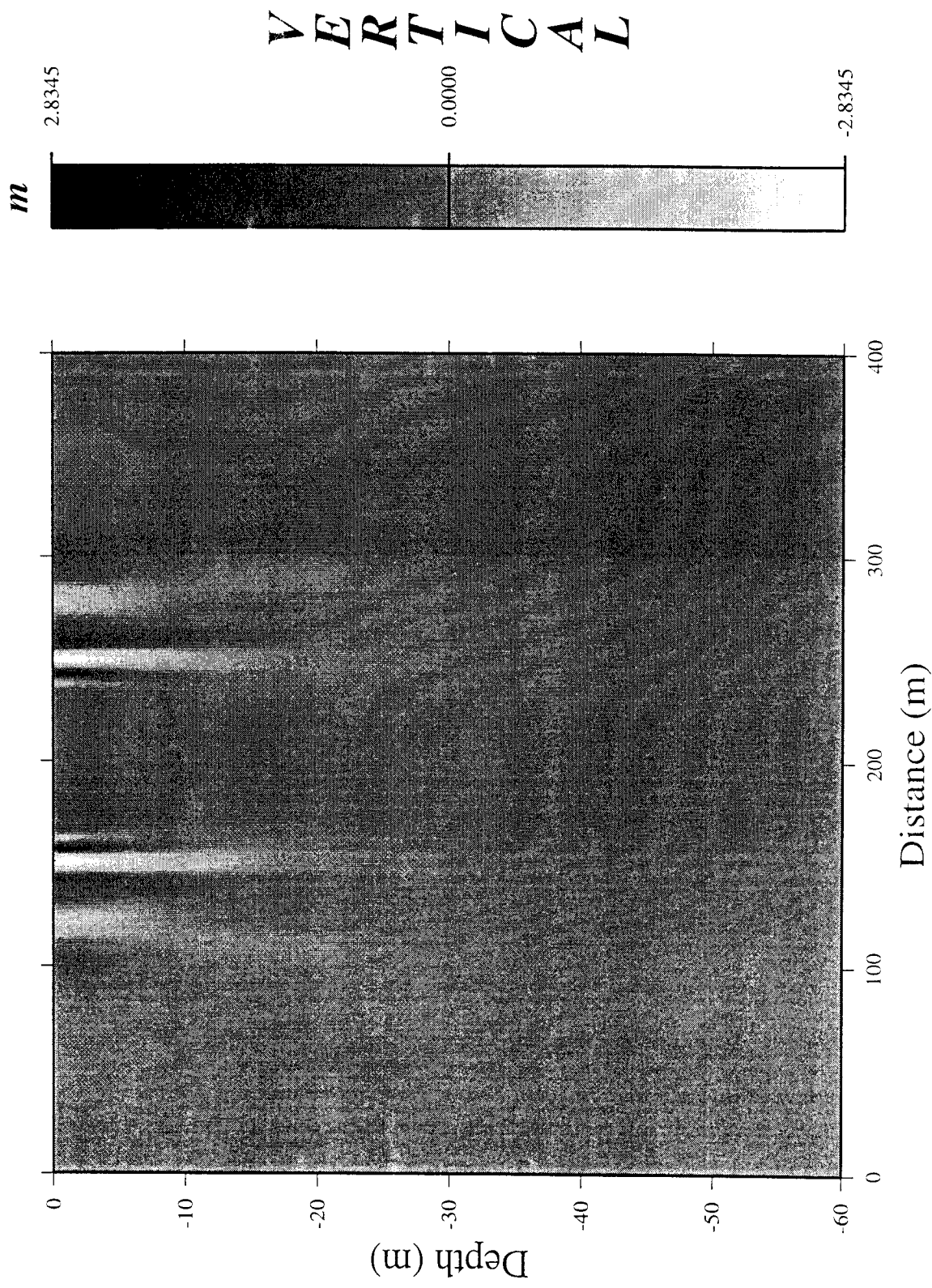
Snapshot at $t=0.200s$.



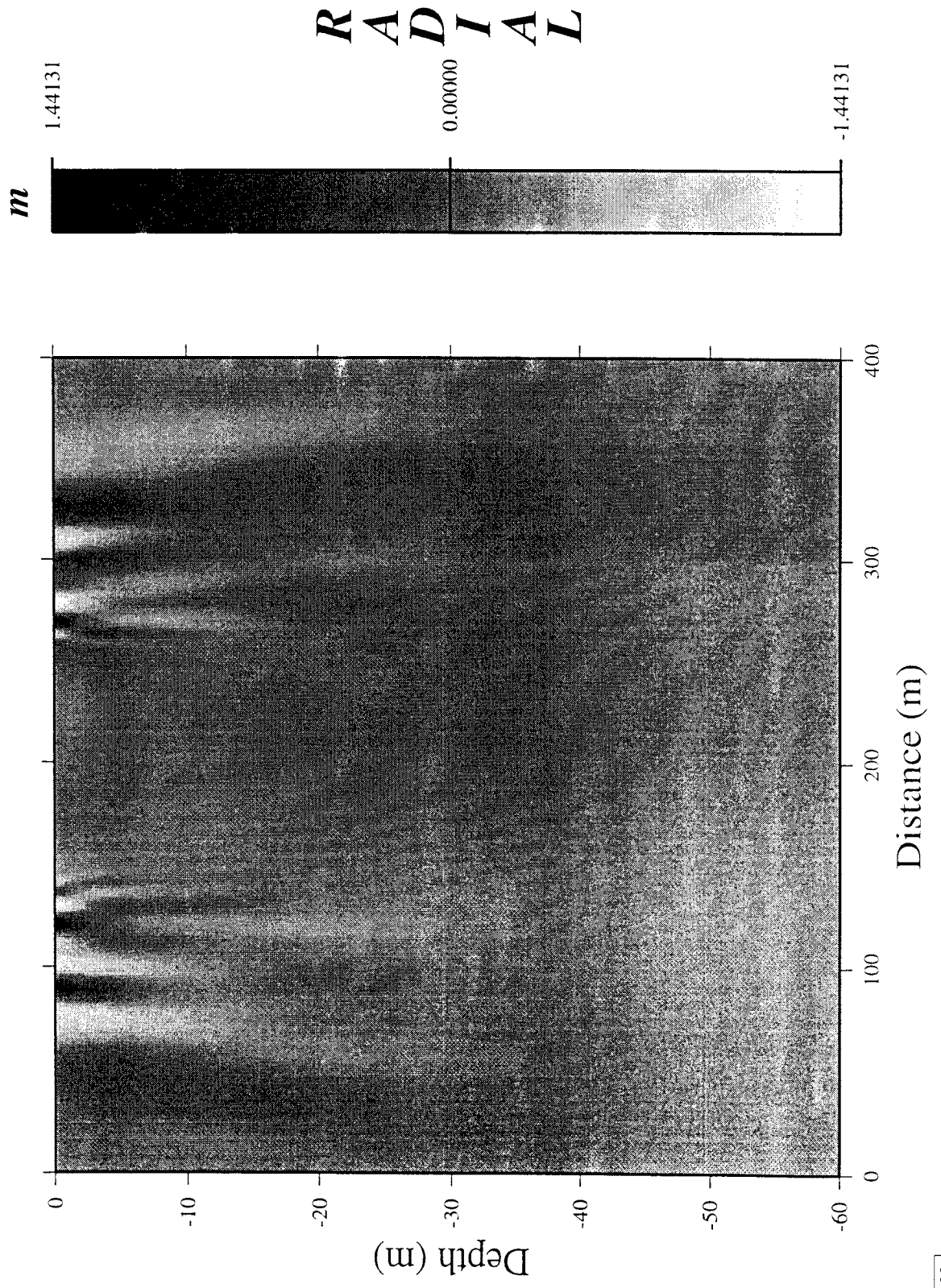
Snapshot at $t=0.300s$.



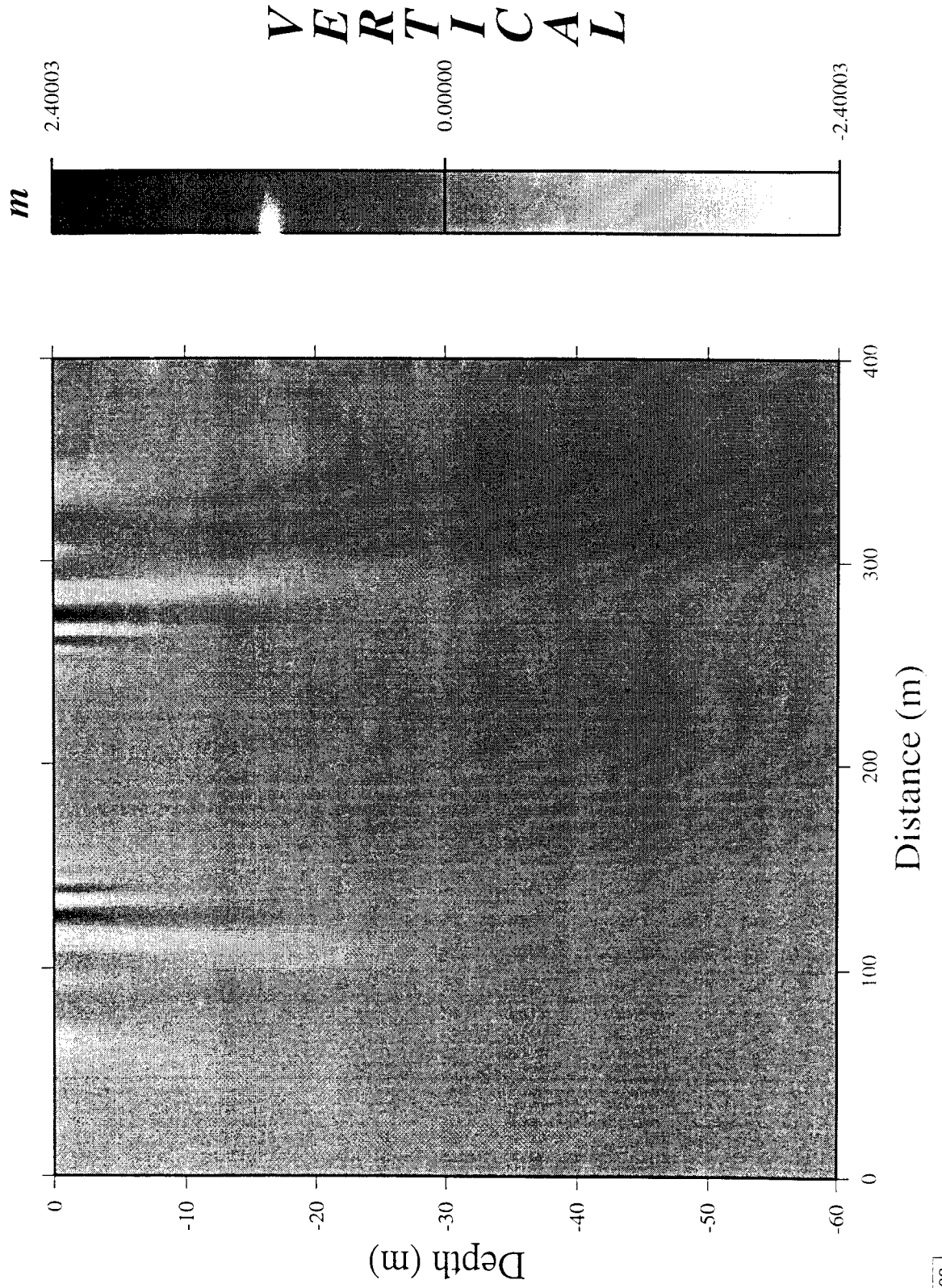
Snapshot at $t=0.300s$.



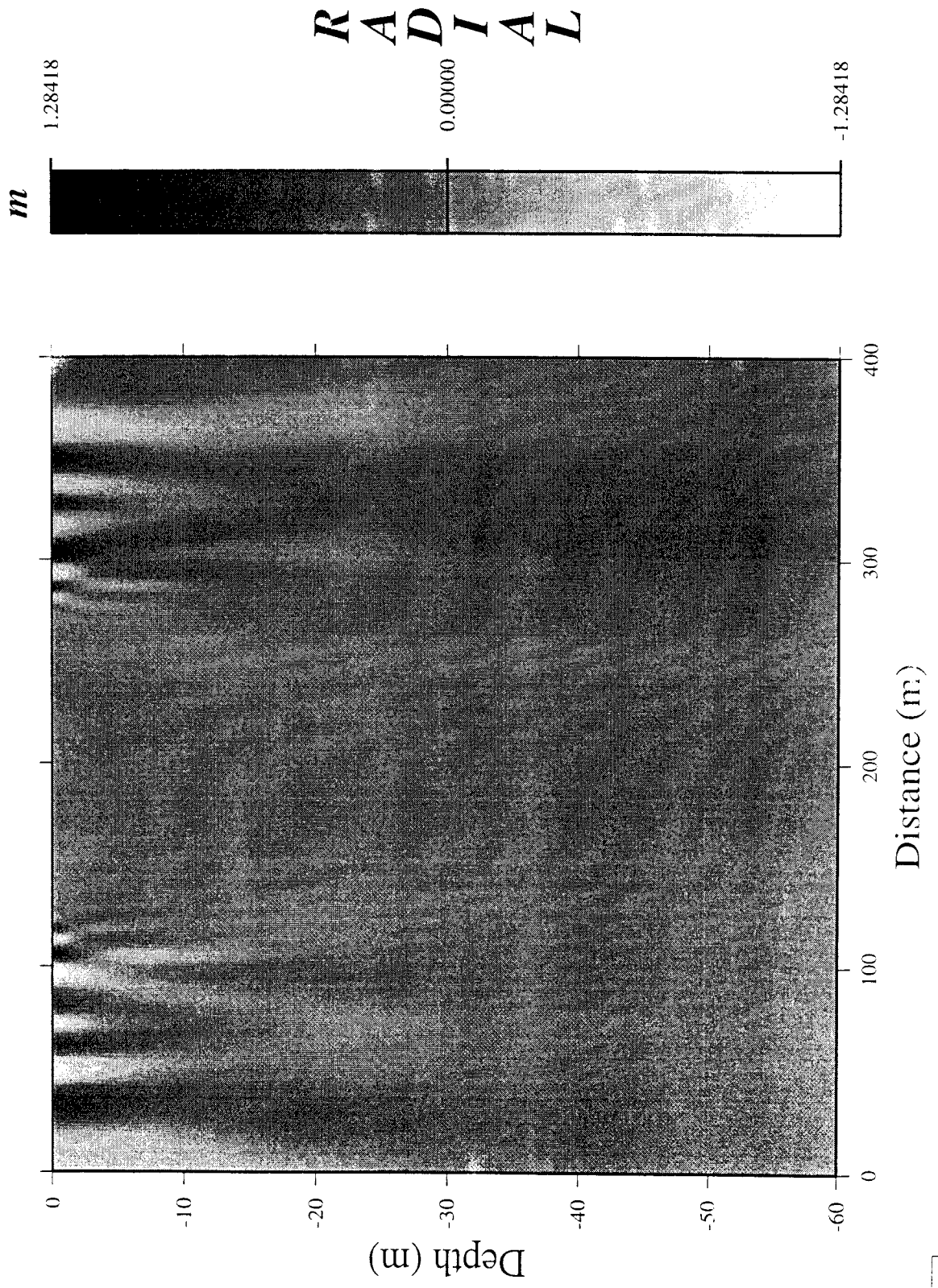
Snapshot at $t=0.400s$.



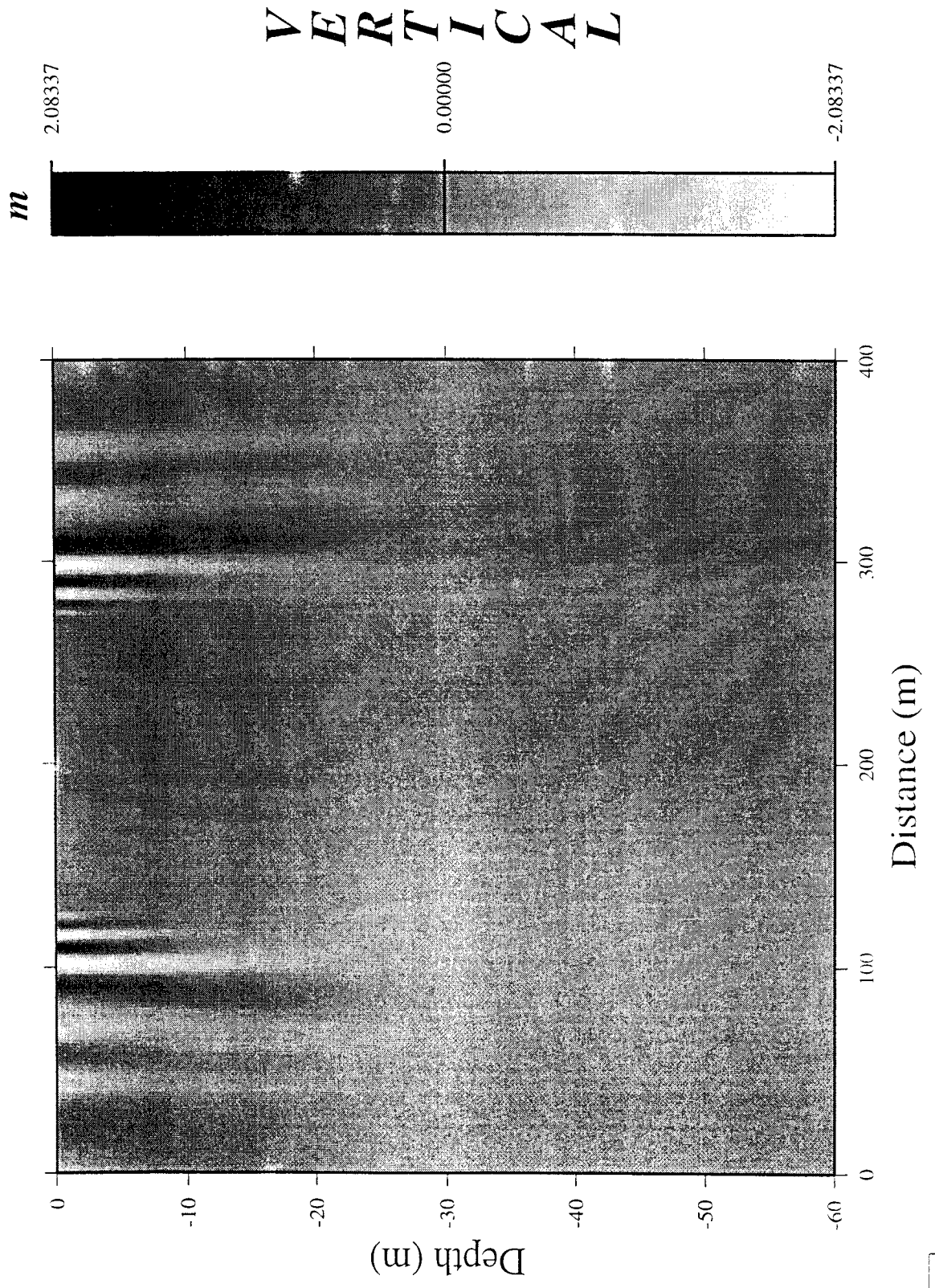
Snapshot at $t=0.400s$.



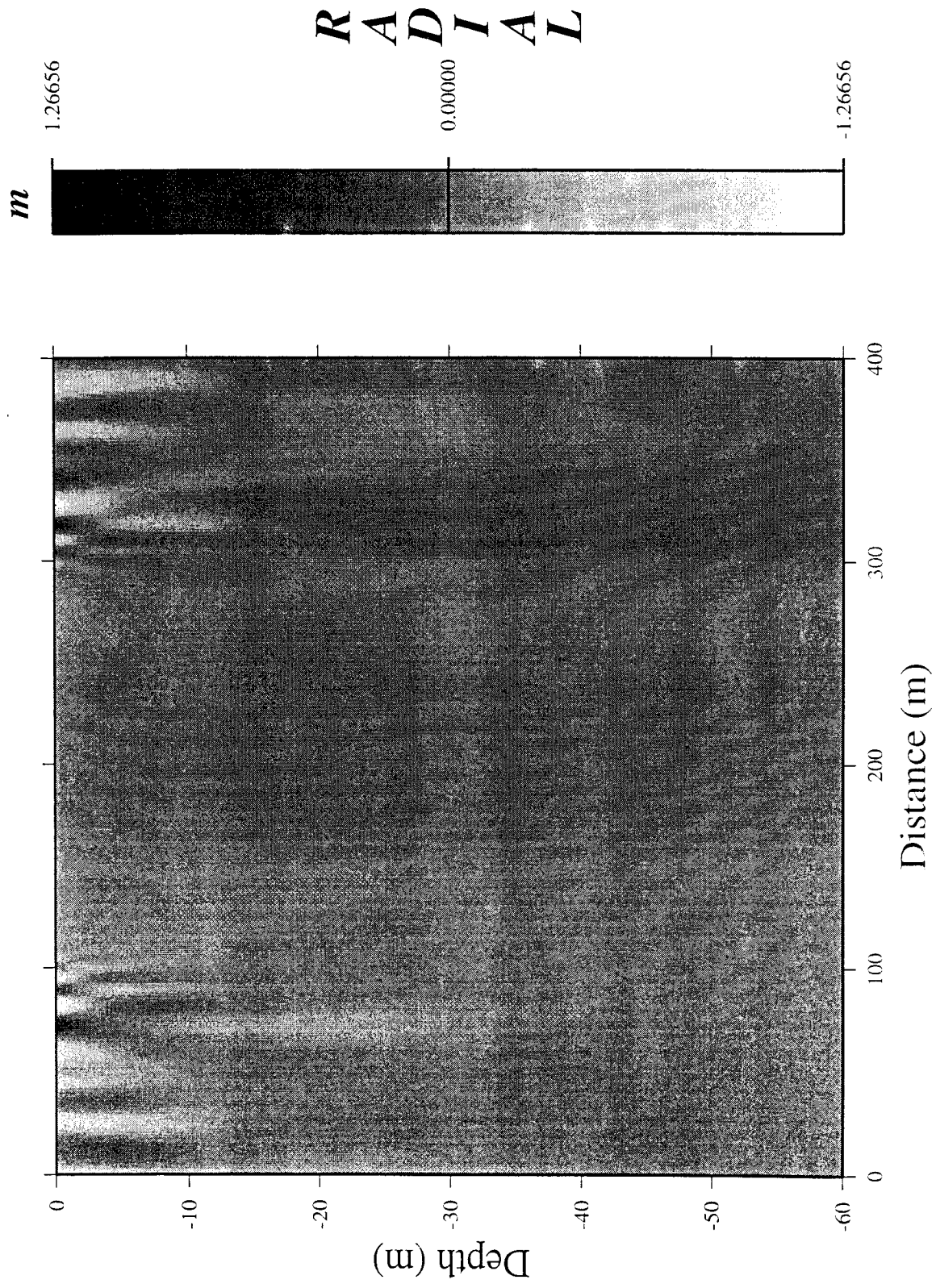
Snapshot at $t=0.500s$.



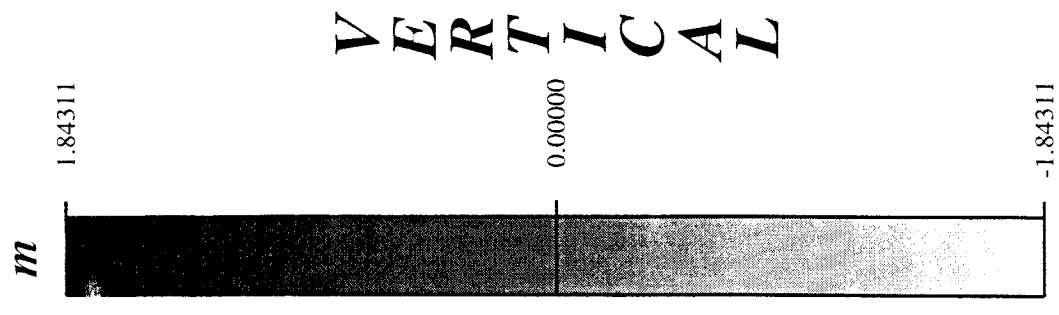
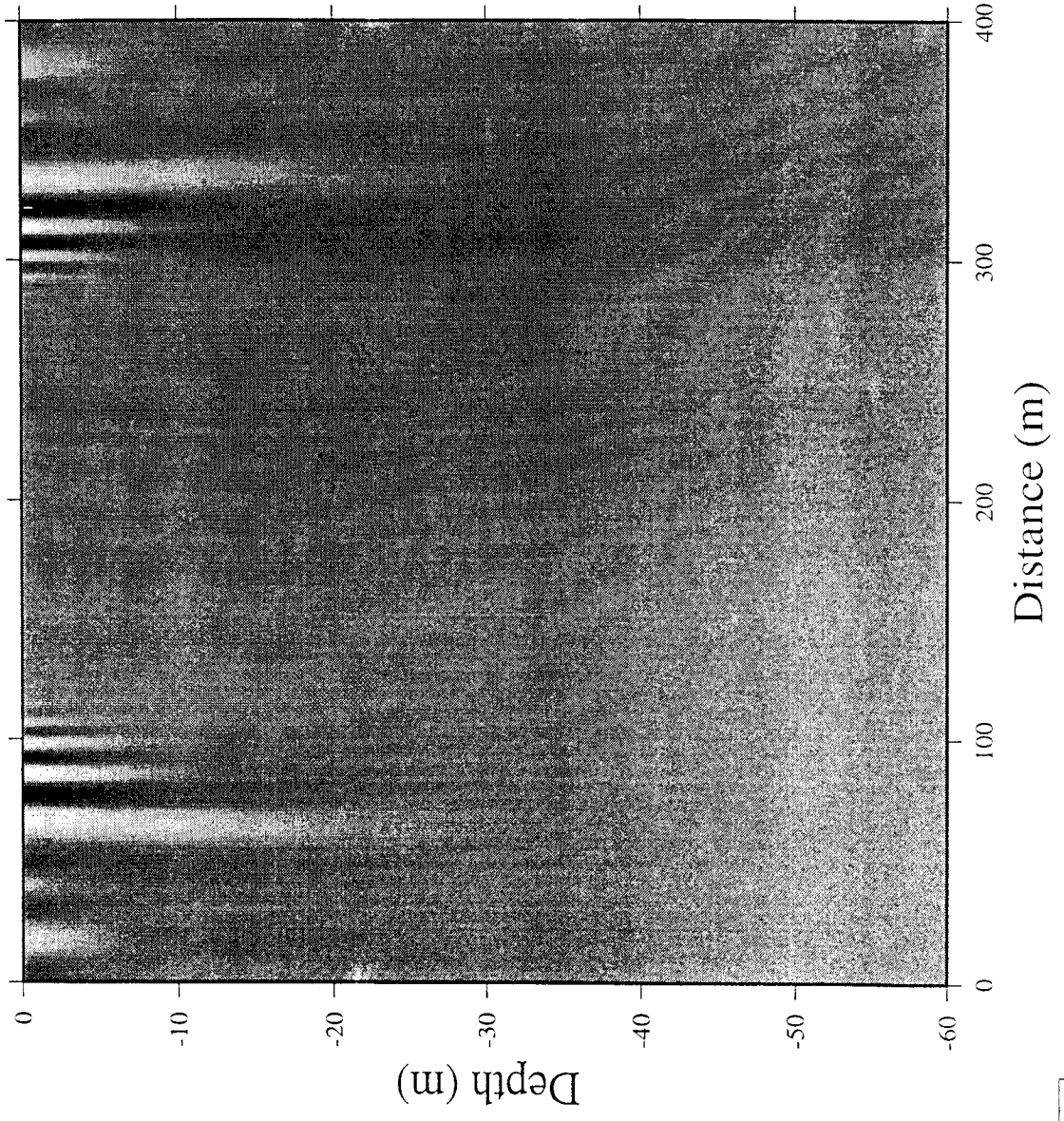
Snapshot at $t=0.500s$.



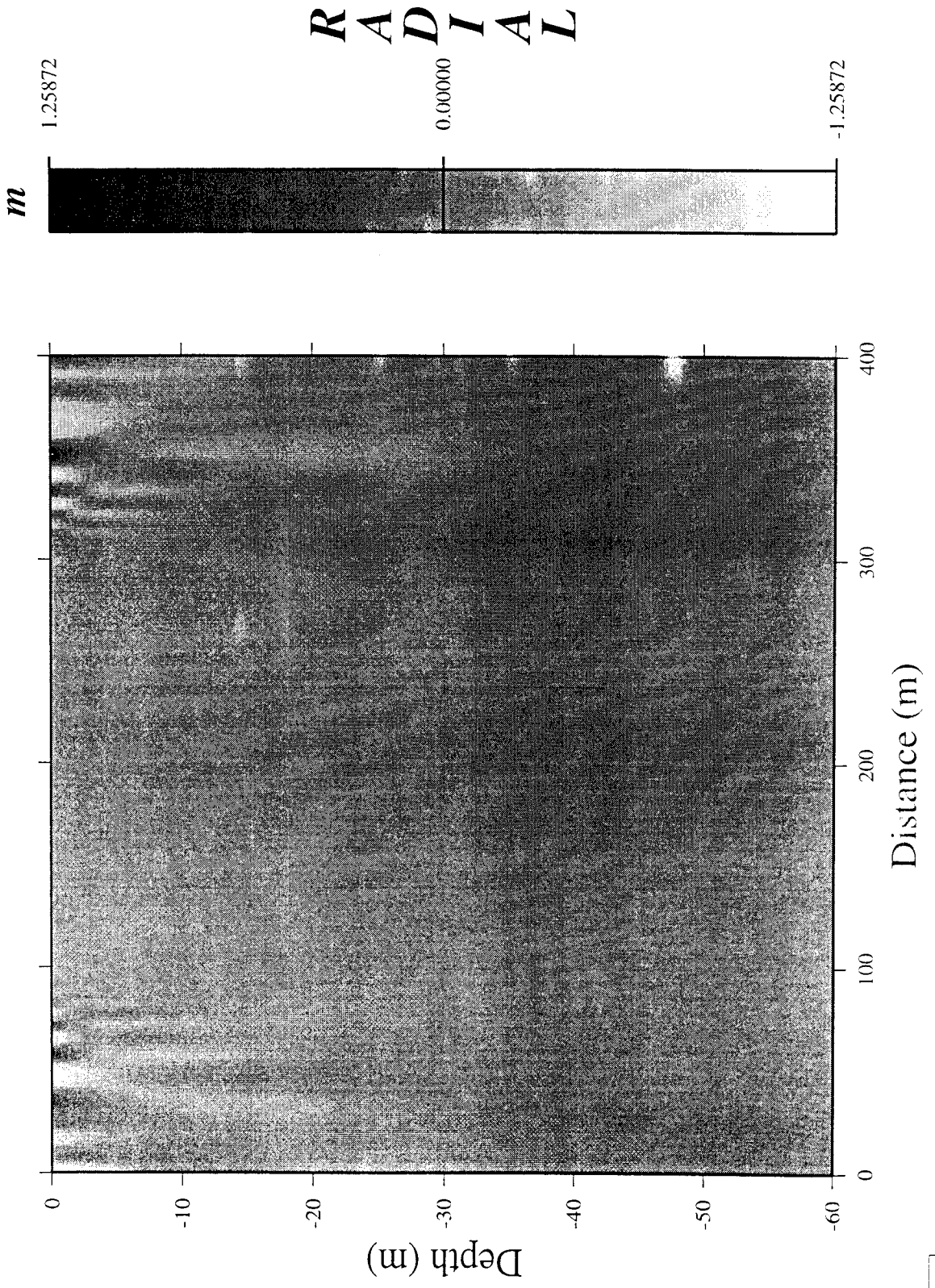
Snapshot at t=0.600s.



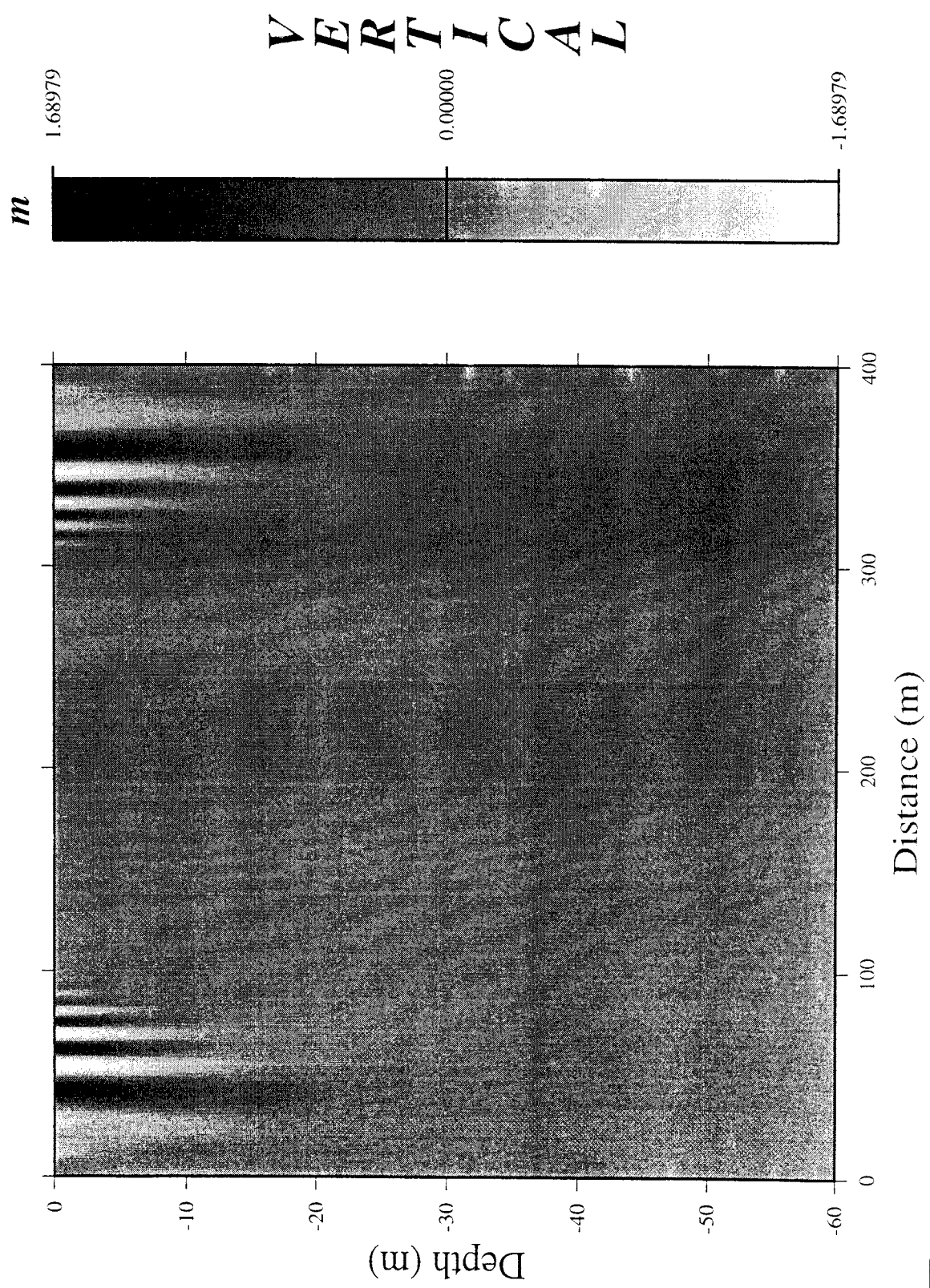
Snapshot at $t=0.600s$.



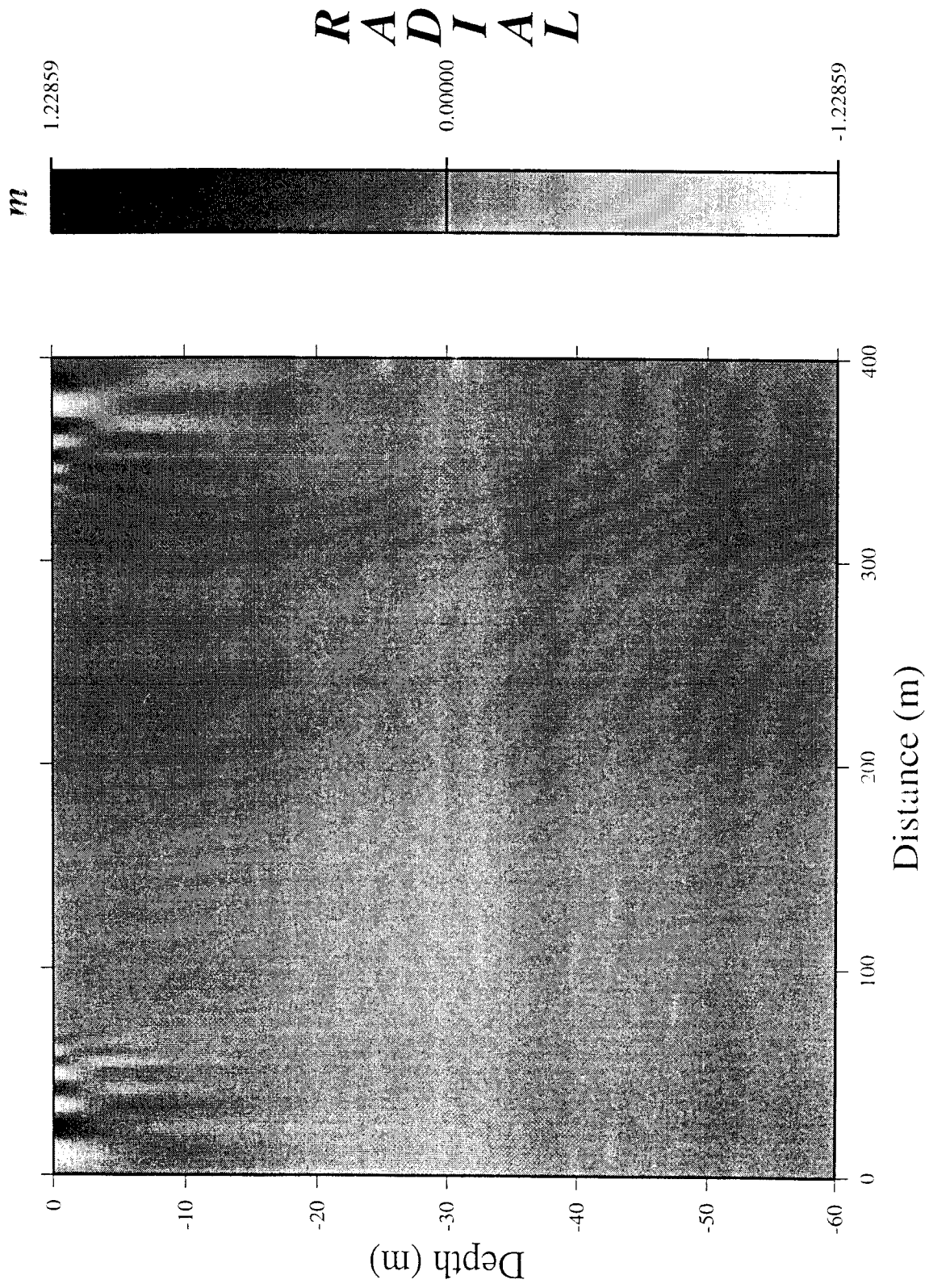
Snapshot at $t=0.700$ s.



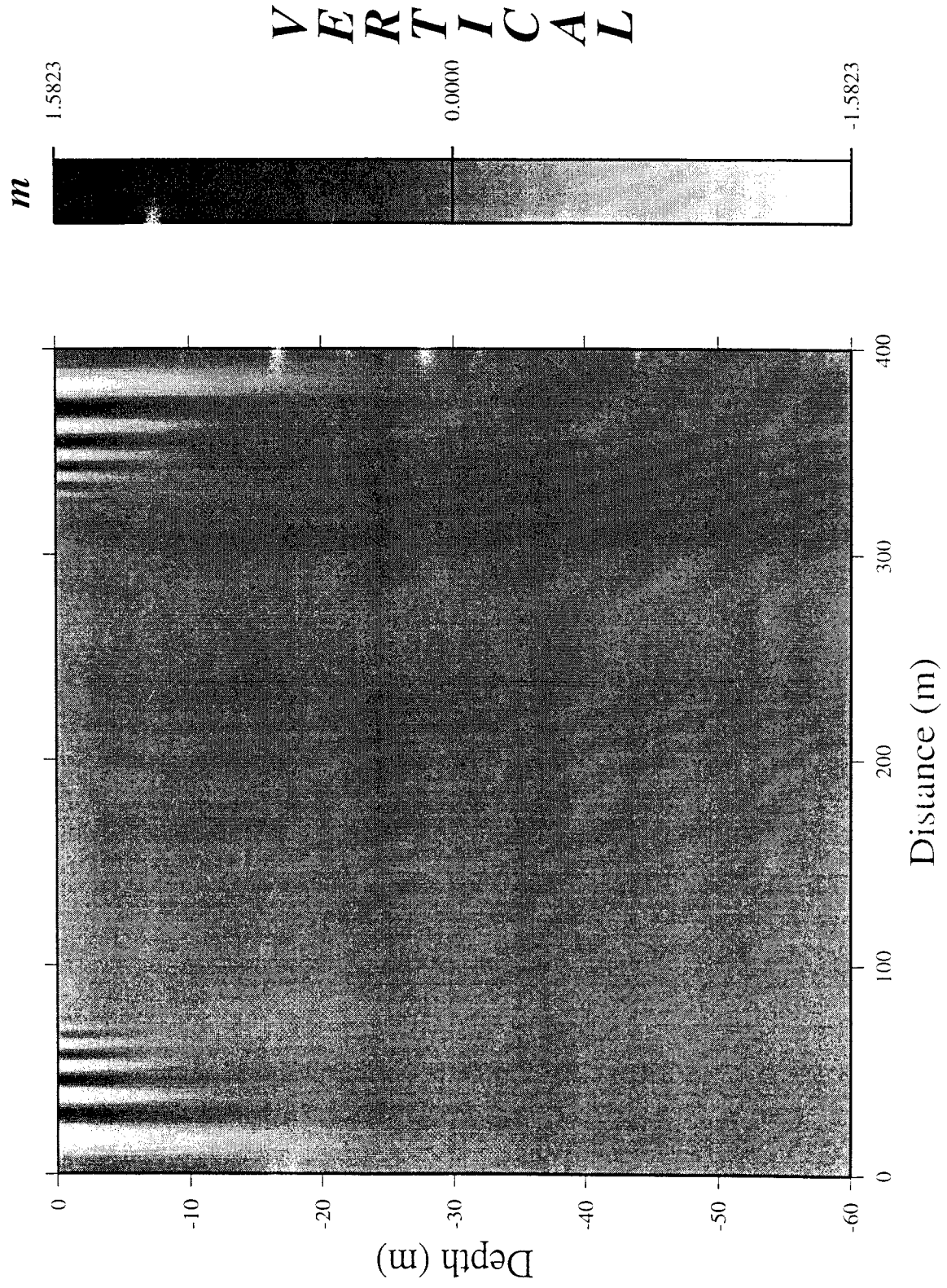
Snapshot at t=0.700s.



Snapshot at $t=0.800s$.



Snapshot at t=0.800s.



2. feladat

Horizontális réteghatár $z = 40$ m mélységben.

Modell mérete: Horizontálisan 0-400 m, vertikálisan 0-60 m.

Forrás: (200 m, 0 m)

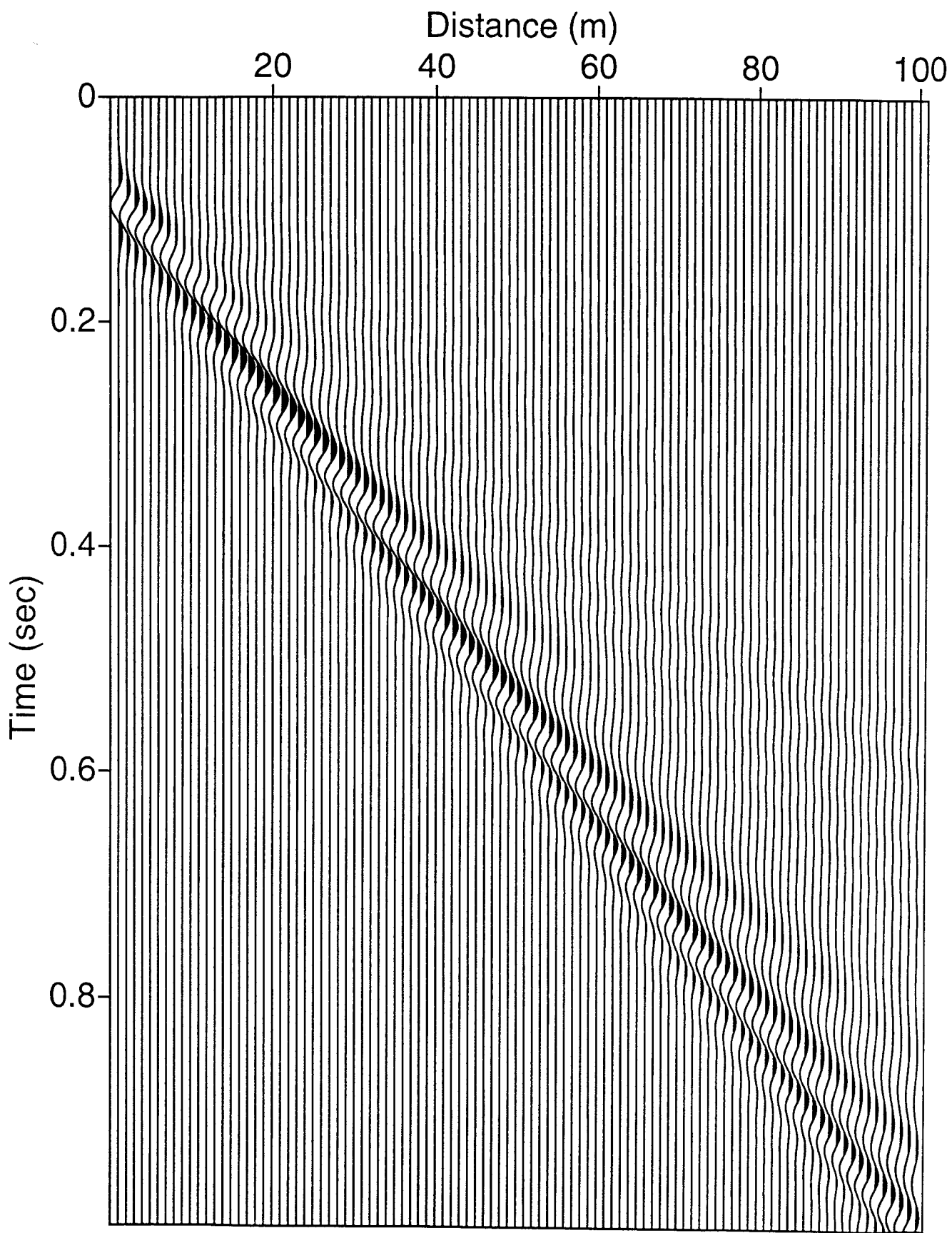
Geofonok: 100 db geofon a felszínen, $x = 201, 300$ m között, 1 m-es geofonközzel.

Felső réteg paramétere: $v_p = 380z^{1/2.96} \text{ m/s}$, $v_s = 118.7z^{1/3.8} \text{ m/s}$, $\rho = 2 \text{ g/cm}^3$. Egy méternél kisebb mélységekben a $z=1\text{m}$ -ben vett értékek érvényesek.

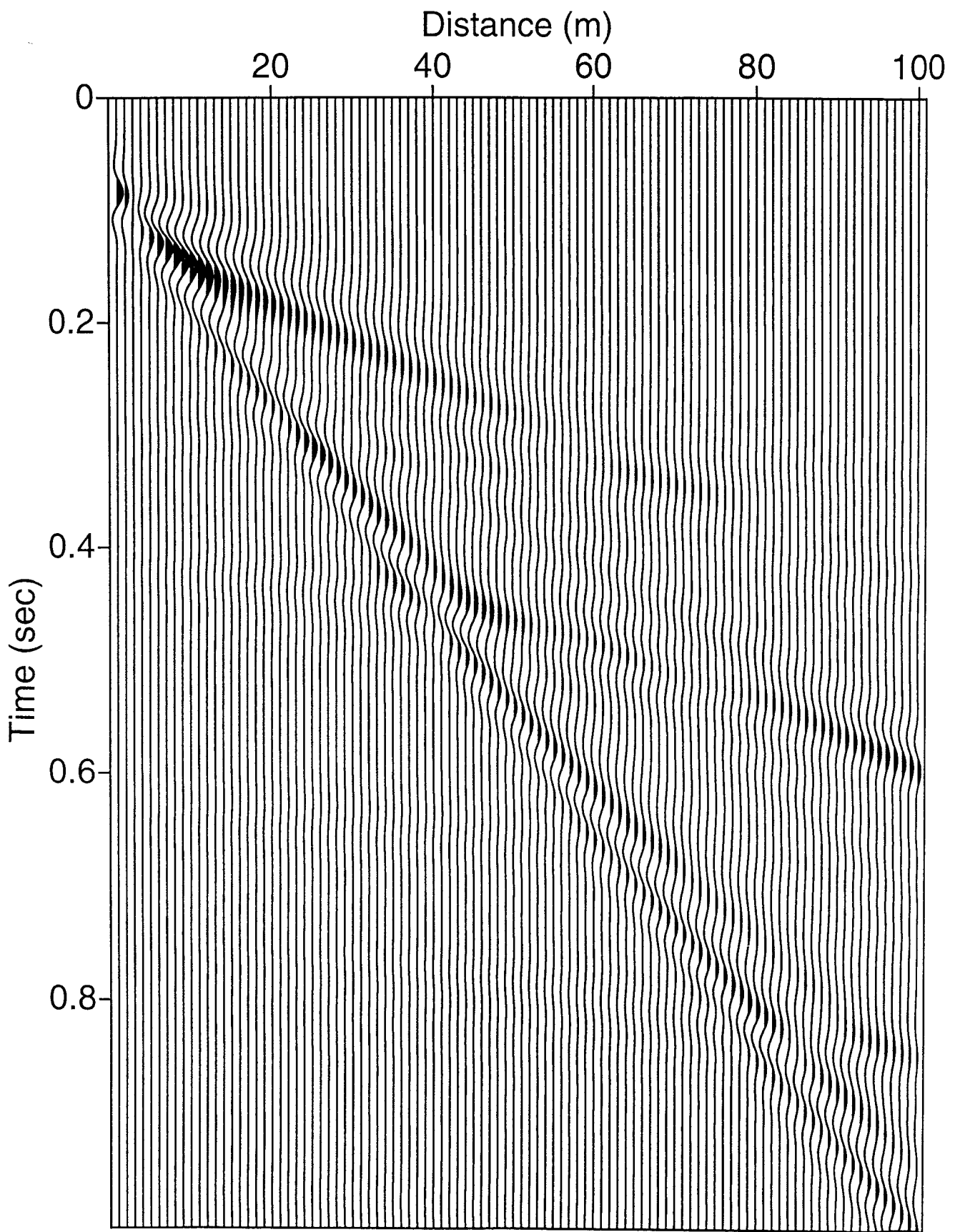
Alsó réteg paramétere: $v_p = 2066 \text{ m/s}$, $v_s = 1377 \text{ m/s}$, $\rho = 2 \text{ kg/m}^3$

Rácsháló mérete: 0.25 m

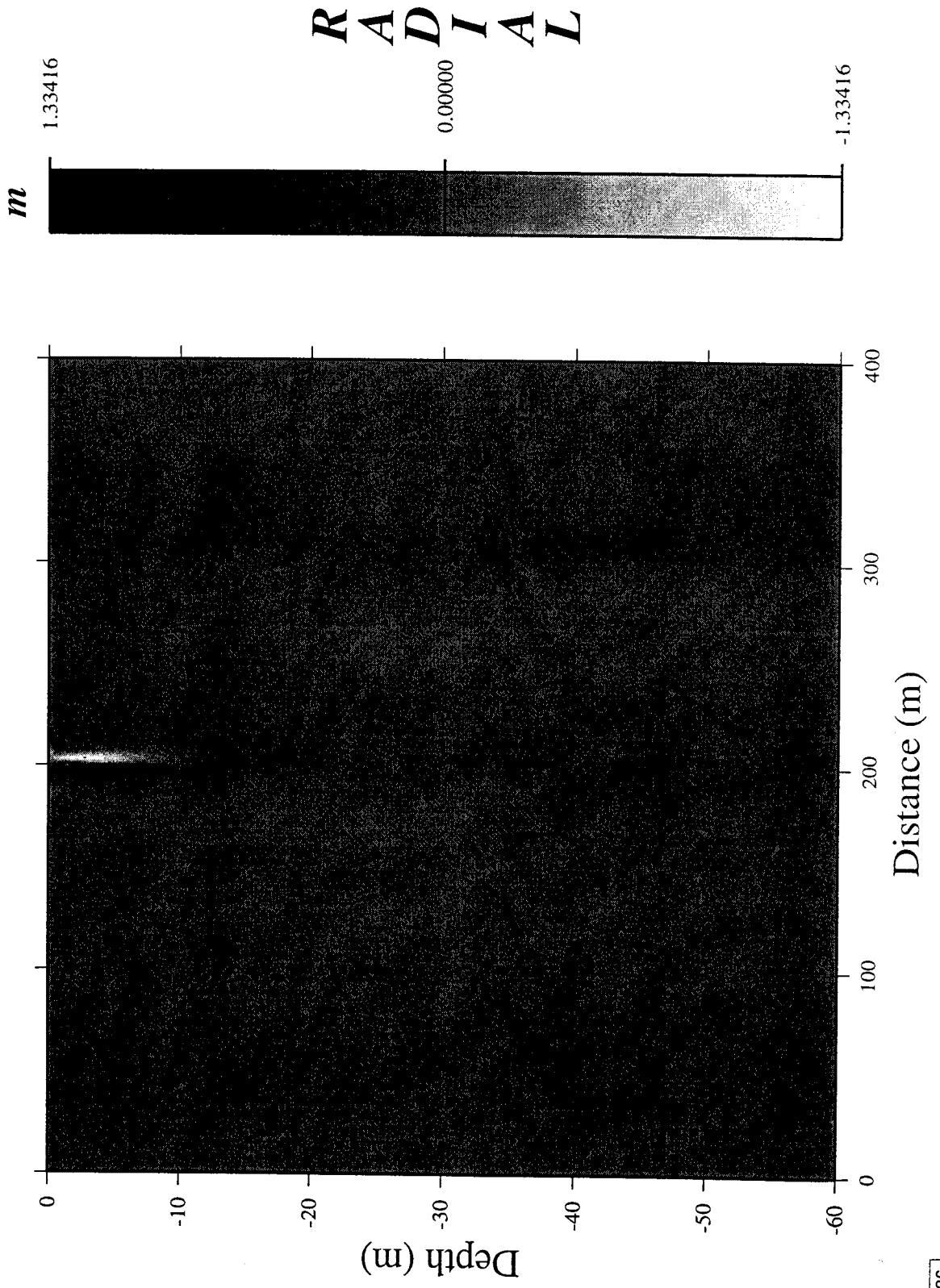
Időbeli lépésköz: 0.05 msec



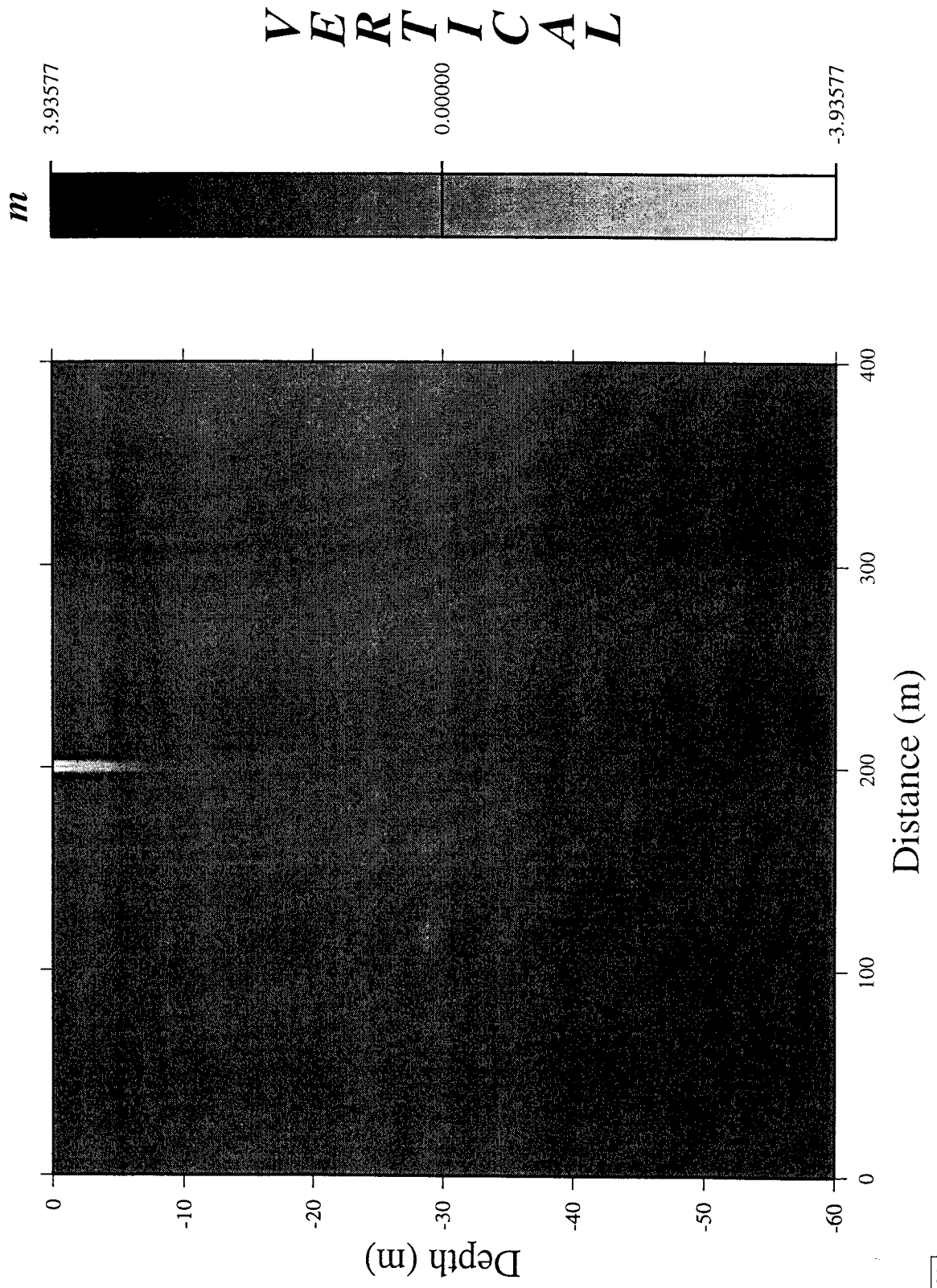
W component



Snapshot at t=0.100s.



Snapshot at t=0.100s.



Snapshot at $t=0.200s$.

