



APR vizsgálatok

hőcserélő csövekben



Aleksandar Hiršl, Erdei Réka

Áttekintés

APR (Acoustic Pulse Reflectometry) vizsgálat célja

Fizikai alapjai

Csövek hibáinak kimutatása APR vizsgálattal

Vonatkozó szabványok

Berendezés bemutatása

Előnyök-korlátok

Alkalmazási területek

Vizsgálat menete

A vizsgálat célja

- **Az APR-vizsgálat célja az olyan hibák felderítése, mint például:**
 - a falon áthaladó lyukak,
 - a pitting és/vagy erózió miatti belső falveszteség,
 - a cső teljes vagy részleges eltömődése.
- **Az APR nem feltétlenül hatékony:**
 - a szűk nyitott felülettel rendelkező repedések felderítésében,
 - külső repedések felderítésére.



Mire van szükség?

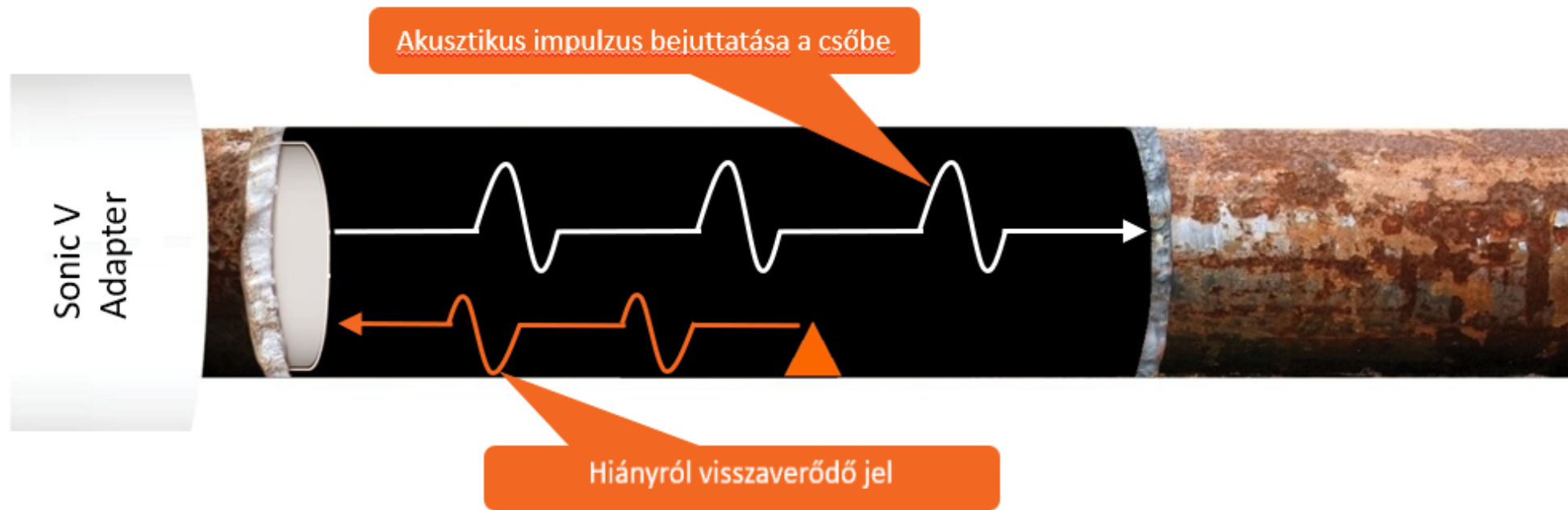
**Az akusztikus
impulzusok
forrására (adó)**

**Az akusztikus
hullámok
vevőjére (vevő)**

**Ellenőrizendő
elem (cső)**



Fizikai alapjai



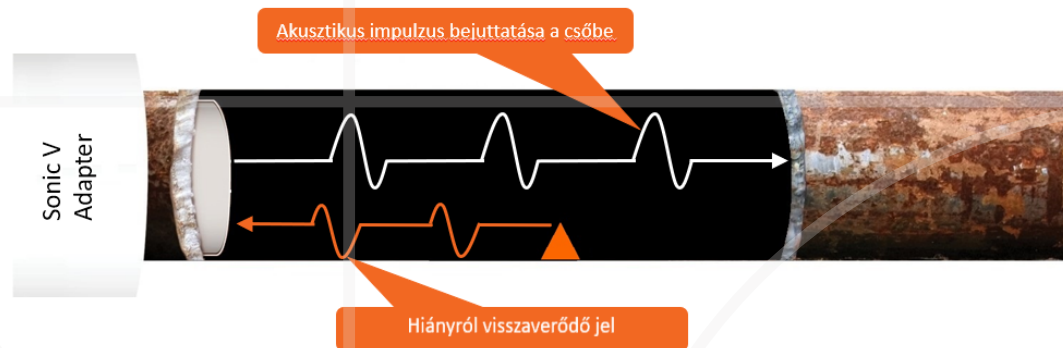
Akusztikus hullám

- longitudinális hullám
- szabadban bármely irányban terjed,
- csőben a cső tengelye mentén.

Határfrekvencia

- Eléréséig síkhullámnak tekinthető → Könnyen mérhető és értelmezhető.
- A cső átmérőjének növelésével egyre alacsonyabb → Gerjesztő jel megválasztása fontos.

APR jelek



Elzáródás

Lerakódás, horpadás,
heganyag



Falvesztés

pitting, erózió



Visszaverődési együttható

$$R = \frac{S1 - S2}{S1 + S2}$$

Áteresztési együttható

$$T = \frac{2 \cdot S1}{S1 + S2}$$

S1 és S2 a keresztmetszetek,
melyen a hullám áthalad

APR előnyei

- Belső hibák észlelése
 - Rendkívül érzékeny a lyukadásra és elzáródásokra
 - A belső falveszteségek (lyukadás, erózió) könnyű felismerése.
- Praktikus
 - Ultragyors, csövenként kevesebb mint 10 másodperc
 - Nincs szükség sok alkatrészre vagy szabványok készletezésére
 - Egyszerű kezelés, minimális betanítással



APR korlátai

- Külső hibák detektálására nem alkalmazható
- Repedések korlátozottan kimutathatók
- Érzékeny a csövek tisztaságára
 - Szivárgás és eltömődés felderítésére ki kell fúvatni a csövet a szennyeződések eltávolítása érdekében
 - Belső-falveszteség vizsgálatához teljesen át kell tisztítani a rendszert és a lerakódást is el kell távolítani
- Nem biztosít kerület irányú felbontást





Alkalmazhatóság

- Bármely csőtípus teljes belső vizsgálatára:
 - Akár U-csövek, spirális csövek,
 - Akár ferromágneses és nem ferromágneses fémből, grafitból vagy műanyagból készült cső esetére,
 - Akár 6 - 50 mm-ig terjedő belső átmérőjű,
 - Akár 20 méter hosszú csőnél is.



Alkalmazhatóság

- Olaj- és gázipar (finomítók, üzemanyaggyártás)
- Energiatermelők (szén-, gáz-, nukleáris erőművek)
- Petrolkémia, vegyipar
- Élelmiszeripar
- Légkondicionálás
- Papíripar
- Csőtisztítás

SONIC V bemutatása

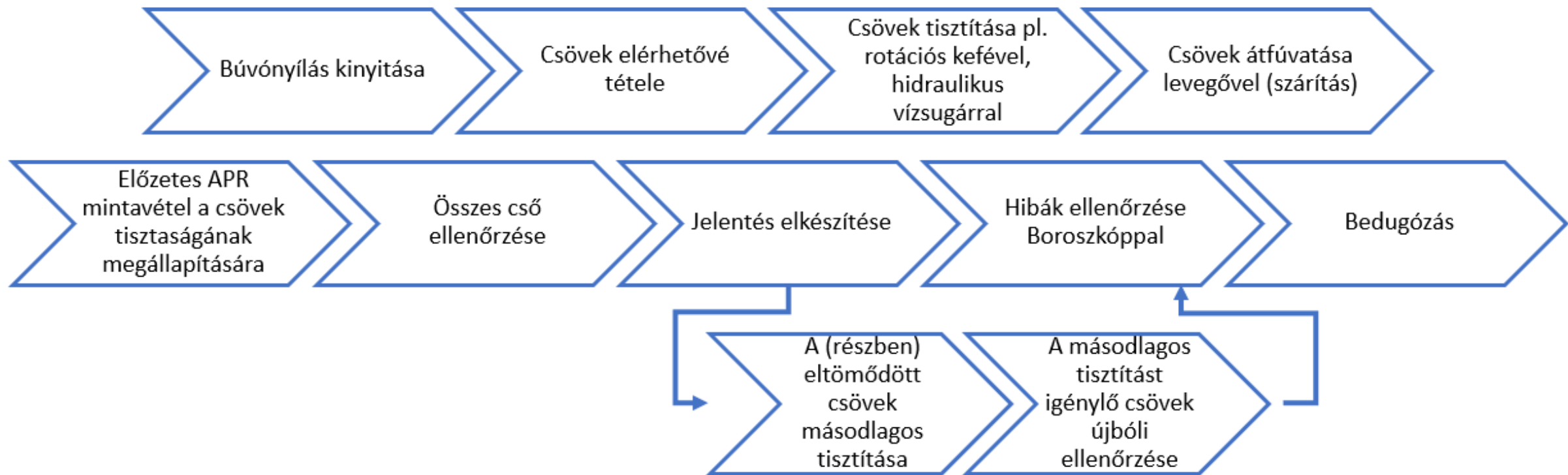


Komplett szett



Különböző átmérőjű adapterek

Vizsgálat menete az előkészítéstől a végső jelentésig



Vizsgálat menete

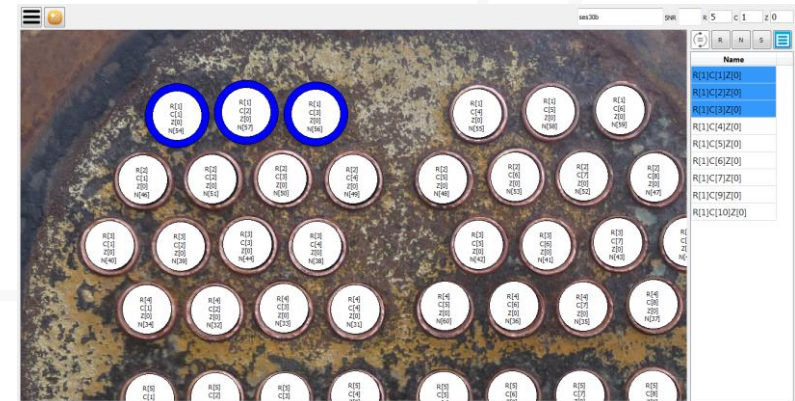
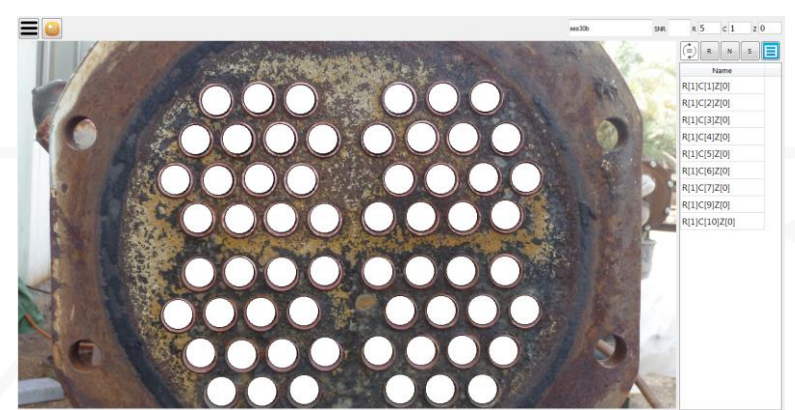
Munkamenet paramétereinek megadása

- Cső hossza
- Cső külső átmérője
- Falvastagság
- Környezeti hőmérséklet

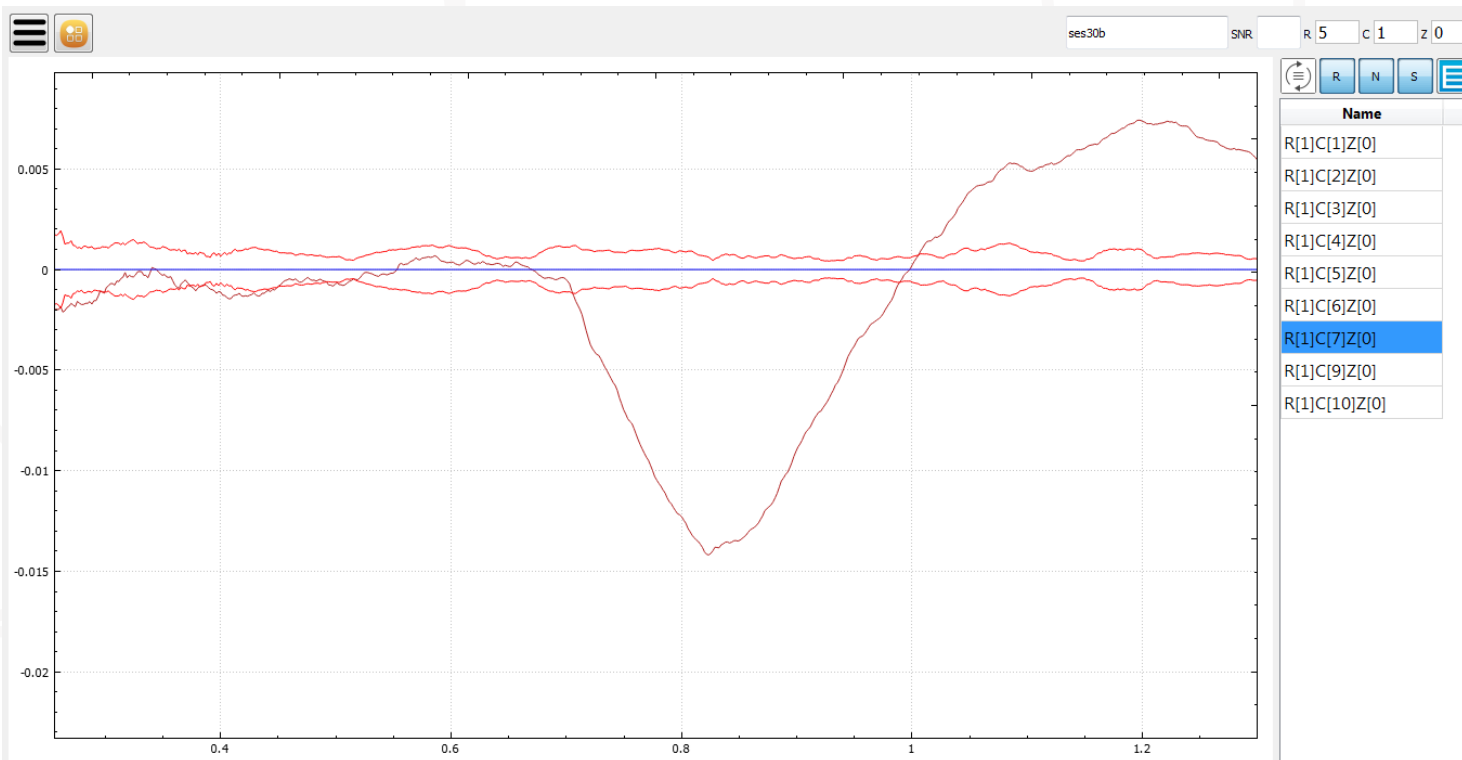
Feltérképezés

„Point and click” művelet

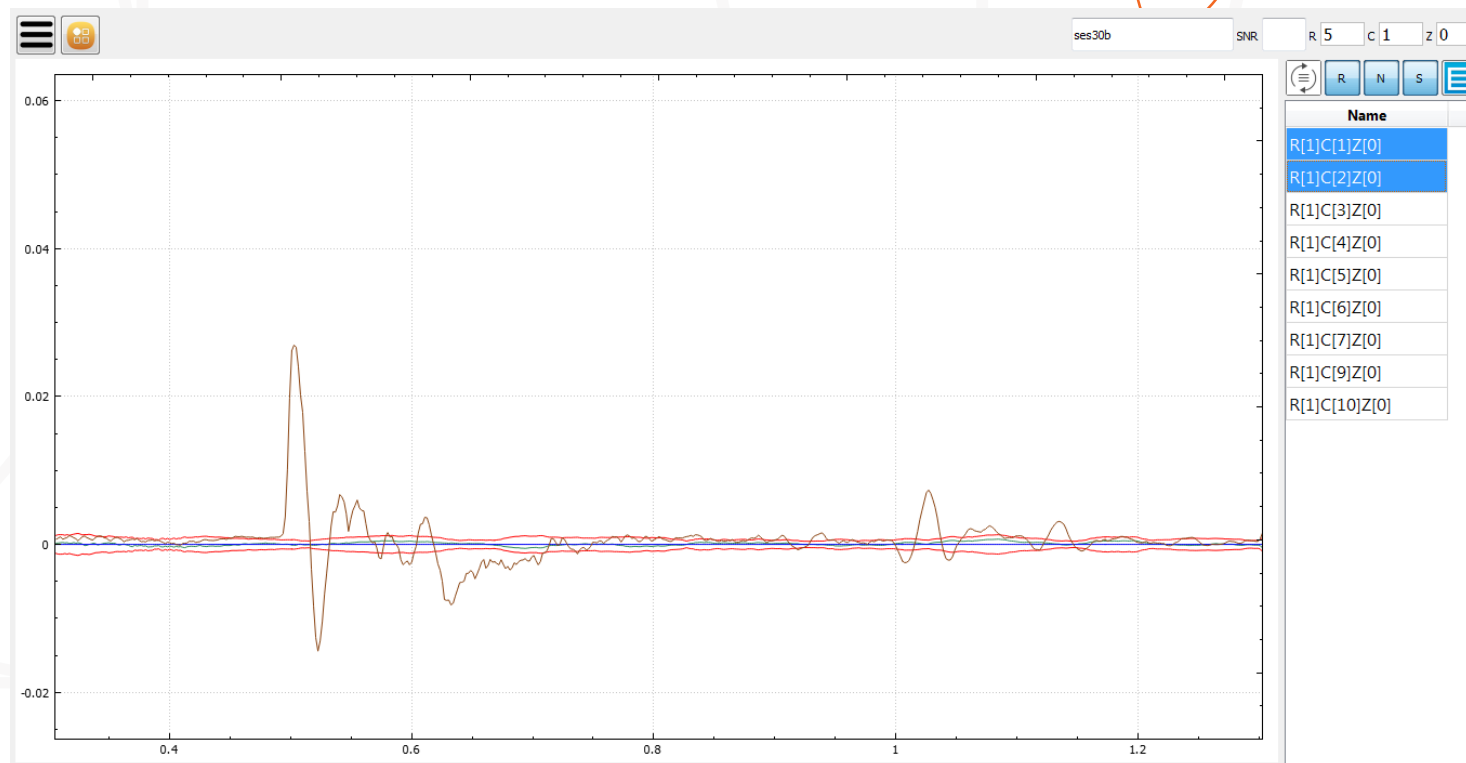
Munkamenet feltöltése közvetlenül a mérőeszköztől



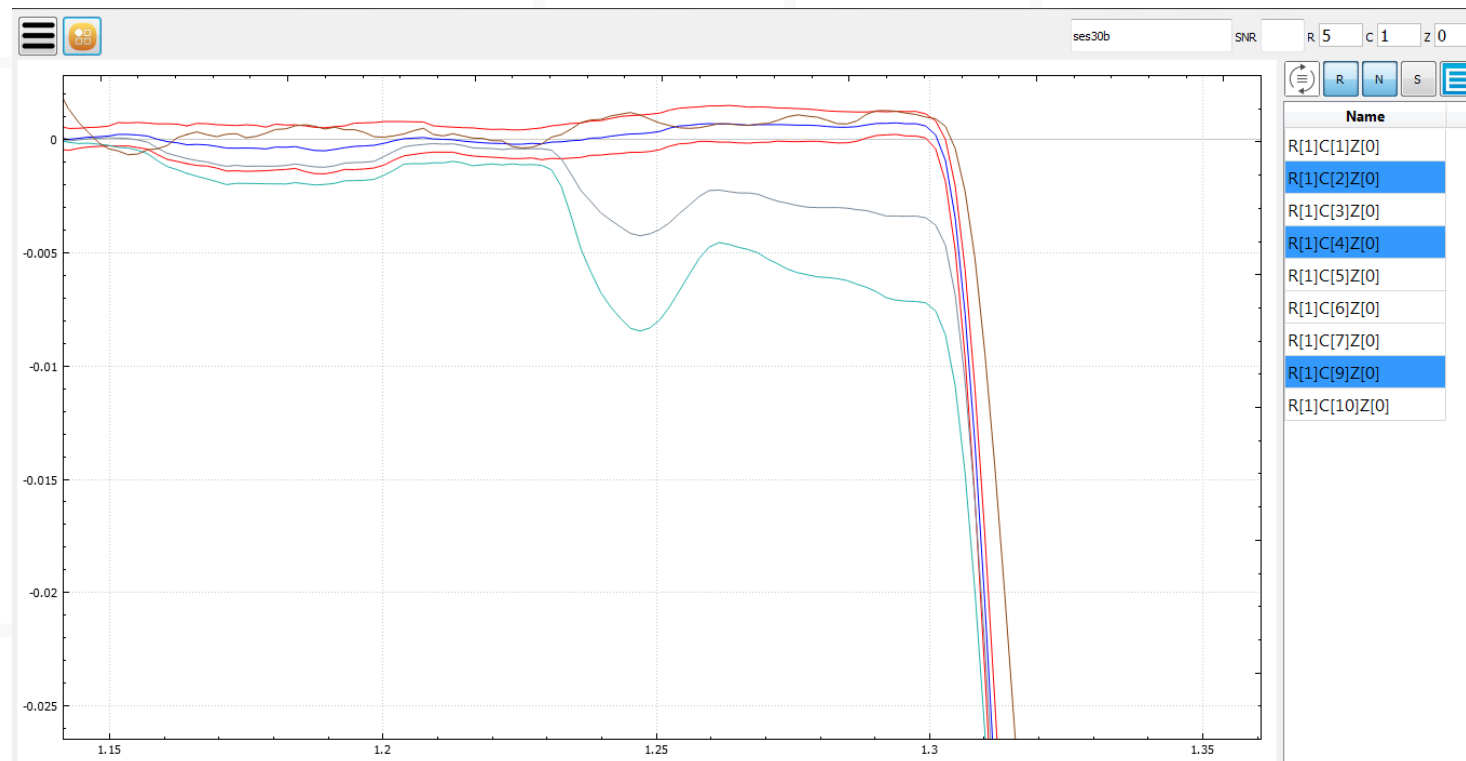
Elemzés (lyukadás)



Elemzés (eltömődés)



Elemzés (falvesztés)



Szabványok

- **ASTM** nemzetközileg jóváhagyott szabvány ASTM E2906 / E2906M – 13
 - Standard Practice for Acoustic Pulse Reflectometry Examination of Tube Bundles
- **ASME szabvány**
 - 2015 Boiler & Pressure Vessel codebook article 18, book V (five)



Összegzés

Ultragyors sebesség

- Jelentősen gyorsabb, mint a hagyományos vizsgálati technikák
- Kevesebb mint 10 másodperc csövenként

Könnyű használat

- Egyszemélyes ellenőrzés
- Következetes, megismételhető eredmények
- Akkumulátorral működtethető
- Hordozhatóság, az egész rendszer elfér egy kis hátizsákban

Teljes lefedettség

- Bármilyen alakú cső (u-alakú, "S" alakú, spirál)
- Bármilyen anyag (ferromágneses, nem ferromágneses ...)
- Akár 50 mm-es belső átmérőig és 20 m hosszúságig



Köszönöm a figyelmet!



További kérdések felmerülése esetén keresse **Aleksandar Hiršl** kollégát vagy a forgalmazót.

Honlap: <https://www.swis.ltd/>
e-mail: info@swis.ltd

SWIS
www.swis.ltd