



## Focused in every situation

I.R.I.S. Tube Inspection System



Tecson Inspections B.V.  
Distriboulevard 13  
4761 RZ Moerdijk  
Nederland  
Tel. : +31 168 35 77 40  
Fax.: +31 168 35 77 41  
E-mail: [info@tecsonmjo.nl](mailto:info@tecsonmjo.nl)

## Inhoud

<b>1. VOORWOORD</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCTIE</b>	<b>4</b>
<b>3. WERKPRINCIPE VAN IRIS</b>	<b>5</b>
<b>4. DE ULTRASONNE PROBE</b>	<b>7</b>
<b>5. DE ELEKTRONISCHE WEERGAVE</b>	<b>8</b>
<b>6. CONCLUSIES.</b>	<b>9</b>
<b>7. INSPECTIE PROCEDURE.</b>	<b>11</b>
<b>8. SPECIFICATIES</b>	<b>12</b>

## 1. VOORWOORD

In 1979 ontwikkelde en bouwde Shell Development Company, Westhollow Research Center, Houston, Texas, een ultrasoon systeem voor het inspecteren van warmtewisselaar-tubes.

B.I.X. (America), Inc., dat later Pan American Industries werd, kocht het apparaat van Shell om het te gebruiken en verder te ontwikkelen. De naam, IRIS (Internal Rotary Inspection System), die zij aan het toestel gaven is nu de algemene naam voor elk apparaat dat onderworpen is aan het patent van Shell.

Over de jaren is Pan American specialist geworden in inspecties van tubes. Zij waren zich bewust van de problemen en beperkingen van het originele systeem. Pan American heeft dan zijn kennis, die het heeft vergaard door de dienstverlening, gebruikt voor research en ontwikkeling om zo een efficiënter IRIS systeem te bouwen.

Onder de licentie van Shell heeft Pan American een meer compacte versie van het IRIS systeem ontwikkeld en heeft de inspectiemogelijkheden ervan vergroot. Het huidige model, Serie IV, is een erg betrouwbaar en gebruiksvriendelijk systeem.

Na vele aanvragen uit de chemische en petrochemische sector heeft Tecson Inspections, in de loop van '95 besloten om dit uitzonderlijk meetapparaat in hun service op te nemen.

In 1997 heeft Pan American Industries een digitaal IRIS systeem ontwikkeld. Met het nieuwe systeem is mogelijk om al de metingen in de computer op te slaan en de meetresultaten te visualiseren aan de hand van een C-scan.

## 2. INTRODUCTIE

Warmtewisselaars en stoomketels bevatten veel tubes, die elk op hun beurt onderhevig zijn aan een zekere graad van corrosie.

De wanddikte, op de plaats waar de tube het dunst is, bepaalt of hij nog geschikt is voor verder gebruik. Als de wanddikte is afgenomen, zodat de tube kan gaan lekken of scheuren door de inwendige druk, of indien kan voorspeld worden dat de wanddikte zover verminderd zal zijn tegen de volgende geplande inspectie, dan is de tube niet verder geschikt voor productie.

Immers een ongeplande stilstand door het uitvallen van een warmtewisselaar of stoomketel brengt een enorme meerkost met zich mee.

Hoewel het algemeen wanddikteverlies van de tube verwijst naar de gehele schade door corrosie, is dat alleen geen betrouwbare factor om de conditie van de tube te bepalen. Een paar kleine putjes daar waar de wand zeer dun is, bepalen dat de tube ongeschikt is voor verder gebruik, zelfs wanneer er in het algemeen weinig corrosie aanwezig is. Om dergelijke pitting te vinden en om de wanddikte te meten heeft men een apparaat nodig dat de wanddikte kan meten over het gehele oppervlak en dit met een goede resolutie.

Tecson Inspections beschikt over dergelijk apparaat, nl. het IRIS-systeem. Na tien jaar van intensief gebruik, is het systeem ontwikkeld tot een gebruiksvriendelijk inspectie middel, dat nu gebruikt wordt in vele bedrijven.

De oorspronkelijke bedoeling van het systeem was om de wanddikte te meten van luchtgekoelde warmtewisselaar-tubes. IRIS wordt op dit moment echter ingezet voor preventief onderzoek in vele verschillende types van warmtewisselaars en stoomketels, in elektrische en nucleaire centrales, petrochemische en chemische bedrijven, offshore installaties, scheepvaart en voedingsindustrie, enz...

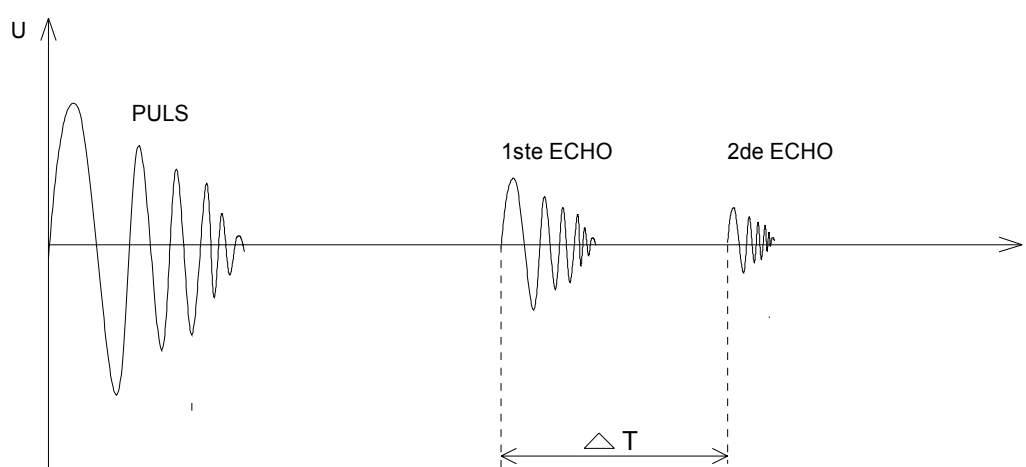
IRIS maakt gebruik van de conventionele puls echo methode om de wanddikte te meten, maar gebruikt een nieuwe methode om de meetresultaten op scherm te brengen. Alle metingen gemaakt gedurende één scan van de omtrek van de tube, worden in beeld gebracht op het scherm van een computer. Het beeld is een stationaire rechtlijnige doorsnede van de omtrek van de tube.

Deze nieuwe wijze van voorstellen heeft het mogelijk gemaakt om de wanddikte van gecorrodeerde tubes te meten en dit tot een minimale wanddikte van 0,5 mm. IRIS kan de resterende wanddikte meten ongeacht of het metaalverlies intern of extern is, of het om egale wanddikte afname of lokale pitting gaat.

### 3. WERKPRINCIPE VAN IRIS

#### PRINCIPE

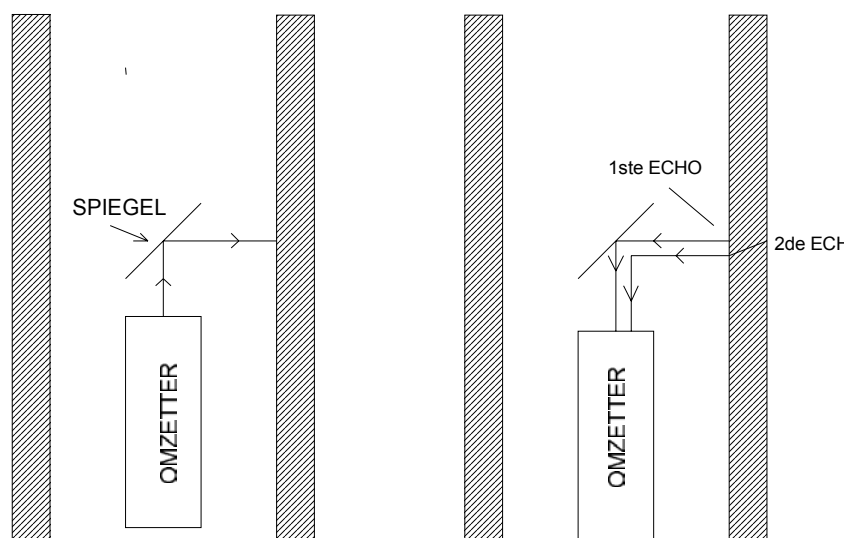
De werking van IRIS is gebaseerd op de ultrasoon puls-echo techniek voor het meten van wanddikten. De essentiële kenmerken van deze methode zijn geïllustreerd in figuur 1a.



Figuur 1a.

Een omzetter converteert een elektrische puls in een ultrasone geluidstrilling. Omdat het rendement van de energieoverdracht tussen een vloeistof en een vaste stof hoger is dan tussen een gas en een vaste stof, maakt men bij IRIS gebruik van een vloeistof, nl. water, om de golven te geleiden.

De ultrasonische puls gaat door het water naar de wand van de tube. Daar wordt het grootste deel van de energie van de puls terug gereflecteerd naar de omzetter. Een klein deel, ongeveer één tiende, plant zich voort in de tubewand naar de buitenwand waar op zijn beurt de tweede reflectie ontstaat. Een klein deel van deze tweede reflectie, ongeveer één tiende gaat opnieuw door de tube door het water naar de omzetter.

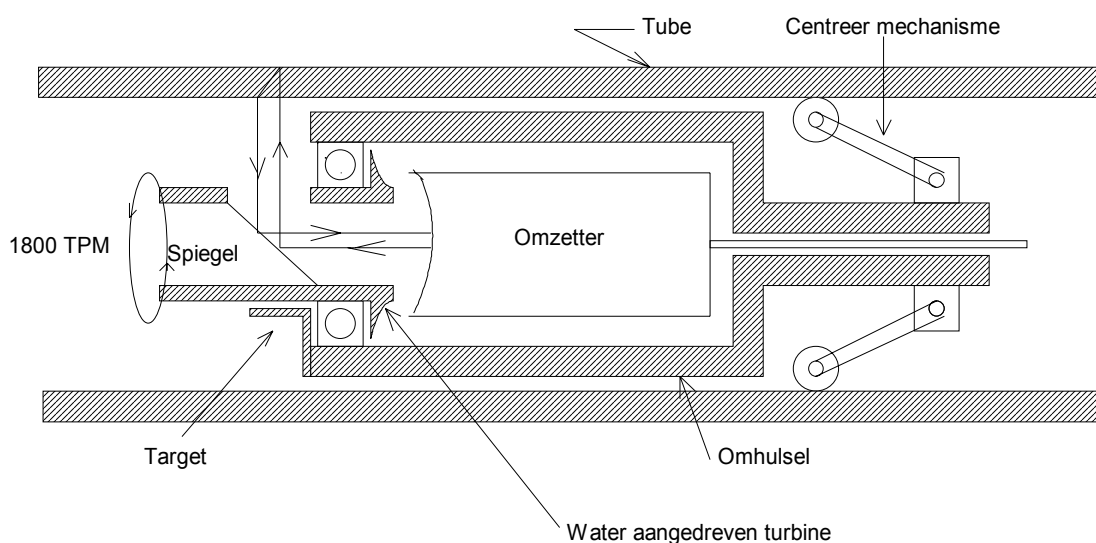


Figuur 1b.

De twee echo's volgen dezelfde weg terug, als de originele puls. In de omzetter genereren zij elektrische pulsen, die gescheiden zijn door de tijd, nodig om zich voort te planten door de volledige wand van de tube. Vermits deze tijd proportioneel is met de wanddikte, kan ze berekend worden door het meten van het tijdsverschil tussen de echo's van de binnenwand en de buitenwand. Dit wordt elektronisch verwezenlijkt.

#### 4. DE ULTRASONISCHE PROBE

De manier waarop de puls-echo methode gebruikt wordt om warmtewisselaar en stoomketel-tubes te onderzoeken is voorgesteld in figuur 2. De ultrasone omzetter is bevestigd in de probe, welke gecentreerd wordt in een tube.



Figuur 2.

De ultrasone pulsen worden geëmitteerd parallel met de as van de probe. Deze pulsen worden gereflecteerd op een spiegel die 45° gedraaid is, zodat zij loodrecht invallen op de wand van de tube (Fig. 1b).

De spiegel is gemonteerd op een water-aangedreven turbine die ronddraait op een as parallel met de probe-as. Als de spiegel draait, tasten de opeenvolgende ultrasone pulsen de omtrek van de tubewand af, zodat de gehele omtrek wordt gescand gedurende één omwenteling van de spiegel.

Met een puls-herhalingsfrequentie van 10 KHz en een spiegelomwentelingssnelheid van 1800 tpm, wordt de volledige wand afgetast, en zal geen enkel deel van de tube-wand omtrek gemist worden.

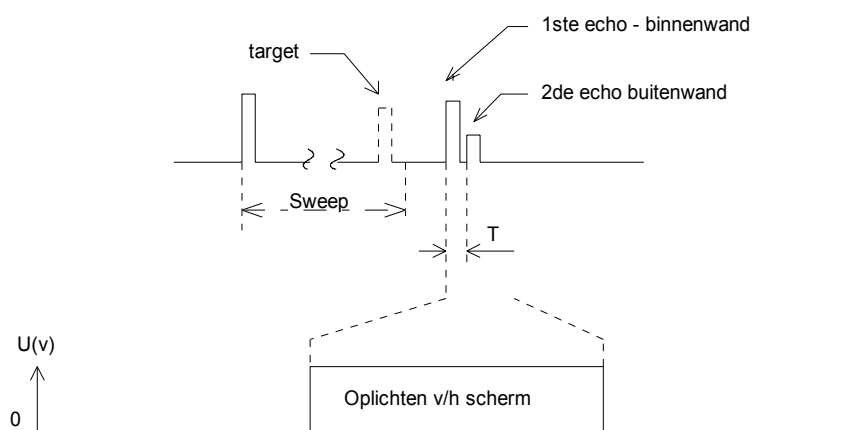
## 5. DE ELEKTRONISCHE WEERGAVE

Wat dit systeem zo uniek maakt is de manier waarop de puls-echo wanddiktemetingen in beeld worden gebracht.

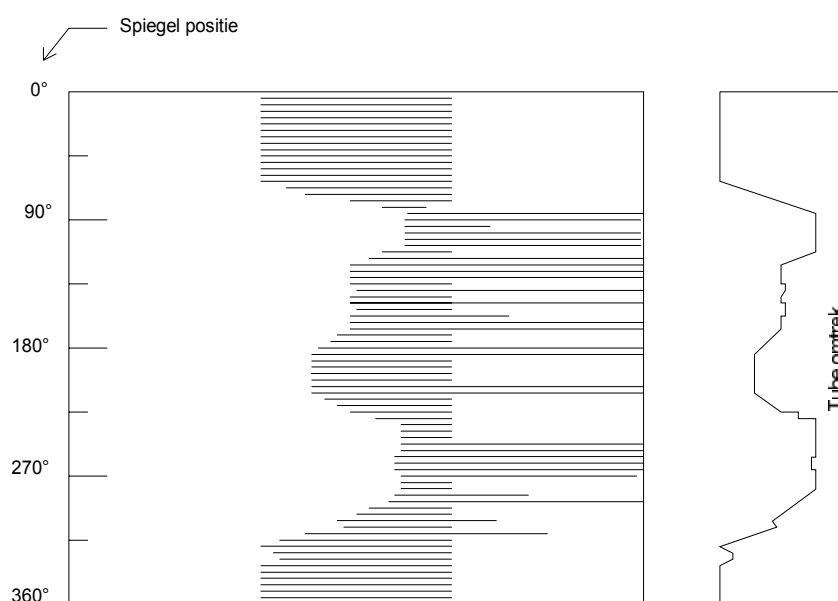
De tijd tussen binnen- en buitenwand reflectie en de tijd proportioneel met de afstand tussen de spiegel-as en de tube wand worden gemeten. Deze metingen worden elektronisch verwerkt. Al de metingen die gedurende één rotatie van de spiegel worden genomen, geeft men weer op een oscilloscoop, waarop een stationair, rechthoekig beeld van de doorsnede van de wand wordt weergegeven.

Figuur 3 toont hoe het beeld wordt gegenereerd.

Bovenaan de figuur wordt het tijdsdiagramm getoond van de uitgezonden puls en van de echo's gereflecteerd door de target (triggering), binnen en buitenwand.



Figuur 3a.



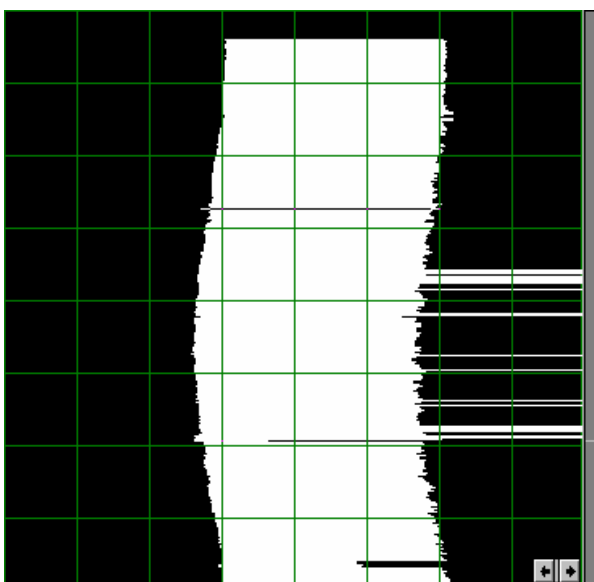
Figuur 3b.

## 6. CONCLUSIES

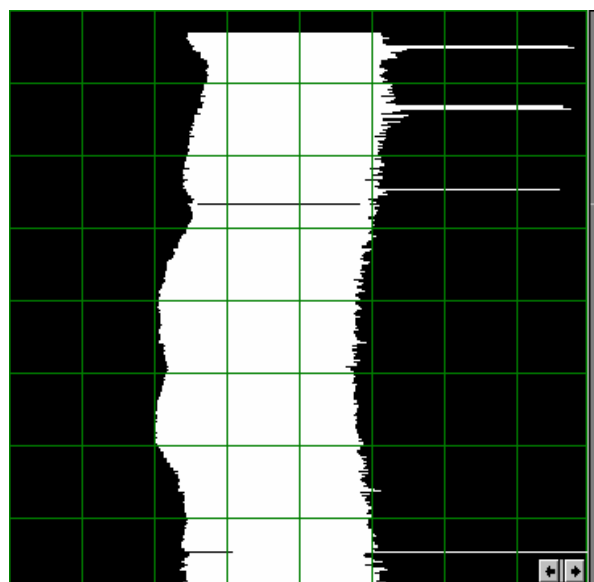
Een ongecorrodeerde tube geeft een verticaal rechthoekig patroon op het scherm van de oscilloscoop.

De breedte van dit patroon is gelijk een meting van de wanddikte, en de hoogte van het patroon komt overeen met de volledige omtrek van de tube.

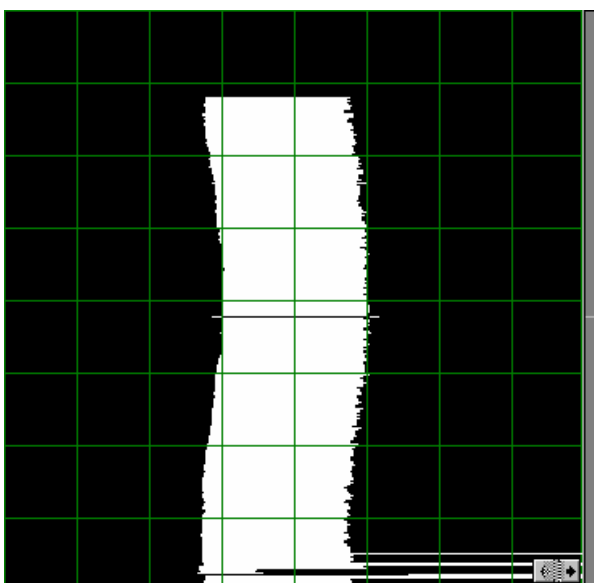
Interne corrosie in een buis is eenvoudig te herkennen als defecten aan de linkse zijde van het rechthoekig patroon.



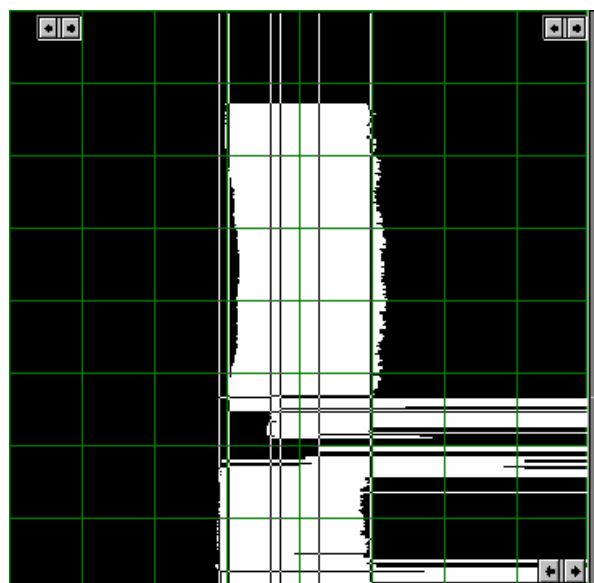
Niet gecorrodeerde buis  
Nominale wanddikte : 6 mm



Interne corrosie.  
Minimum wanddikte : 4,8 mm.

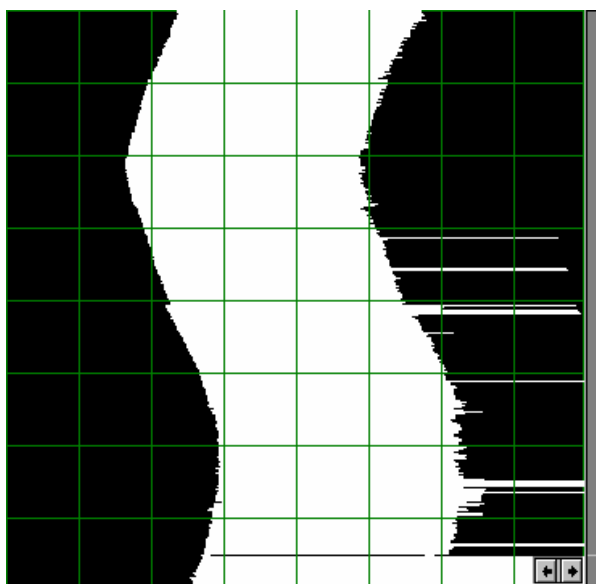


Niet gecorrodeerde buis  
Nominale wanddikte : 2,6 mm

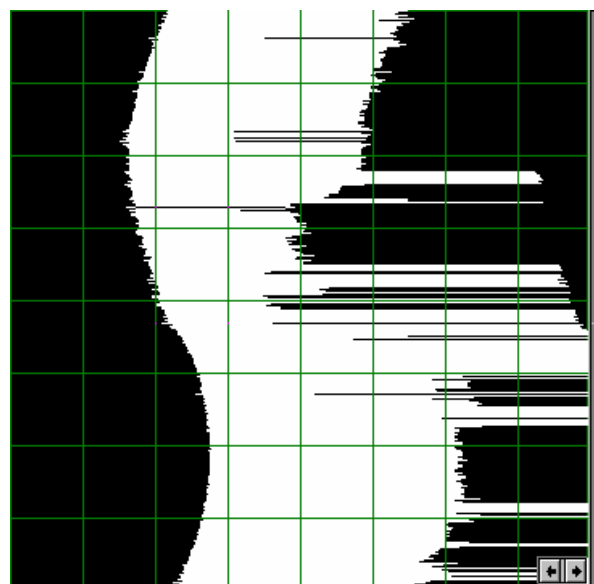


Interne putcorrosie.  
Minimum wanddikte : 0,9 mm.

Externe corrosie in een buis is eenvoudig te herkennen als defecten aan de rechtse zijde van het rechthoekig patroon.



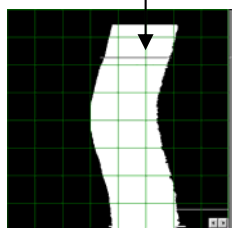
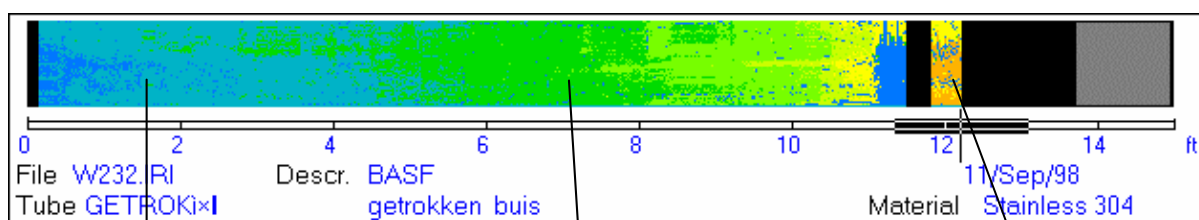
Niet gecorrodeerde buis  
 Nominale wanddikte. : 3,4 mm



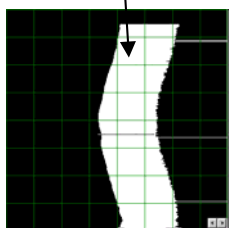
Externe corrosie.  
 Minimum wanddikte : 1,5 mm.

### C-scan.

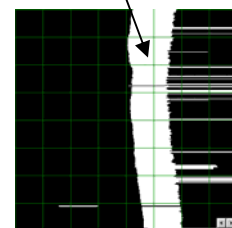
Met het nieuwe digitale IRIS systeem is het mogelijk om de lengte van de buis te visualiseren aan de hand van een C-scan.



Min. Wd : 3,0 mm.



Min. Wd : 2,5mm.



Min. Wd : 1,5mm.

Opmerking : Al de getoonde foto's zijn voorbeelden uit de praktijk.

## 7. INSPECTIE PROCEDURE.

De warmtewisselaar en stoomketel-tubes **MOETEN gereinigd** worden voordat ze geïnspecteerd kunnen worden. Er mogen geen schilfers of ander vuil meer aanwezig zijn in de tubes. Reiniging onder hoge druk wordt aangeraden (min. 1000 bar). In uitzonderlijke gevallen wordt chemische reiniging aanbevolen.

Voor de inspectie kan gestart worden moeten alle gegevens van de bundel gekend zijn voor de kallibratie en rapportering: tekening van de buizenplaat, afmetingen en materiaal, alsook de correcte geluidssnelheid van de buizen.

In een relatief goede tube zal het patroon op de scoop niet veel veranderen, en kan de probe aan maximale snelheid voortgeduwd worden. Als de tube ernstig gecorrodeerd is, moet de inspectie snelheid verlaagd worden, willen we het steeds veranderende patroon op de scoop met succes interpreteren.

De maximale inspectiesnelheid is 2,6m per minuut als we corrosie-putjes met een diameter van 1,5mm willen detecteren. Hogere snelheden zijn mogelijk als er geen putjes verwacht worden.

## 8. SPECIFICATIES

Het kleinste putje dat we kunnen detecteren heeft een diameter van 1,5mm voor een tube met een buitendiameter van 2,5cm.

Model	Serie IV Digitale IRIS
Voeding	110 V, 220 V a.c.
Verbruik	Max. 120W
Watervoorziening	Min. 3 bar. <b><u>Schoon water</u></b> vrij van luchtbelletjes.
Temperatuur bereik	2°C tot 48°C
Mogelijke diameters	9mm ID tot 100mm
Centreer stukken	Size 1- 17mm tot 26mm ID Size 2- 23mm tot 43mm ID Size 3- 34mm tot 76mm ID Size 4- 70mm tot 100mmID Size 5- Flexibel voor pijpen stoomketel.
Probe diameters	Size 1- 9mm OD Size 2- 11mm OD Size 3- 12mm OD Size 4- 17mm OD
Transducers	10 MHz, 15MHz
Lengte van de sondes	15m en 30m