

ETS-Lindgren: eksperymentuje i testuje przed Toba, następnie dzieli się przepisem



**Testy urządzeń bezprzewodowych Wireless, wstęp do badań, metoda rewerberacyjna, przenośne obiekty/komory pomiarowe**

**WAT, 19.02.2013**

Łukasz Wilk, Regional Sales Manager  
(Europa Środkowo-Wschodnia),  
ETS-Lindgren EMEA  
[Lukasz.wilk@ets-lindgren.com](mailto:Lukasz.wilk@ets-lindgren.com)



- **...Lider w zakresie rozwoju metod pomiarowych, budowie urządzeń i całych systemów pomiarowych: własny hardware i software z zewnętrznymi elementami tylko od najlepszych: Agilent, AR, NSI – tak by każde laboratorium działało perfekcyjnie.**

 **ETS·LINDGREN**<sup>™</sup>  
An ESCO Technologies Company



EMC TEST SYSTEMS, L.P. – An ESCO Company

**RAY PROOF**

EUROSHIELD 



 **LINDGREN**  
RF ENCLOSURES, INC.

 **ACOUSTIC  
SYSTEMS**



 **ETS**<sup>™</sup>

EMC TEST SYSTEMS, L.P. – An ESCO Company

# Ten stół ma 4 wyjątkowe nogi



# Dla kogo chcemy pracować ?

- **ETS-Lindgren dostarcza rozwiązania dla 4 grup:**
  - **Testy & Pomiary**
    - Testy urządzeń bezprzewodowych Wireless
    - Testy EMC Compliance & Pre-Compliance
    - RF / Microwave
  - **Obiekty Rządowe / Ekranowanie w przemyśle**
    - Bezpieczeństwo danych i systemów
    - Izolacja elektromagnetyczna
  - **Medycyna i diagnostyka medyczna**
    - MRI
    - Inne metody diagnostyczne
  - **Akustyka**
    - Pomiary akustyczne
    - Przemysłowe rozwiązania ochronne
    - Profesjonalne rozwiązania dla obiektów zapisu muzycznego (Studio nagrań)

◆ ~ok. 1000 Pracowników

★ Siedziba Główna: CP, Texas, USA

● Oddziały

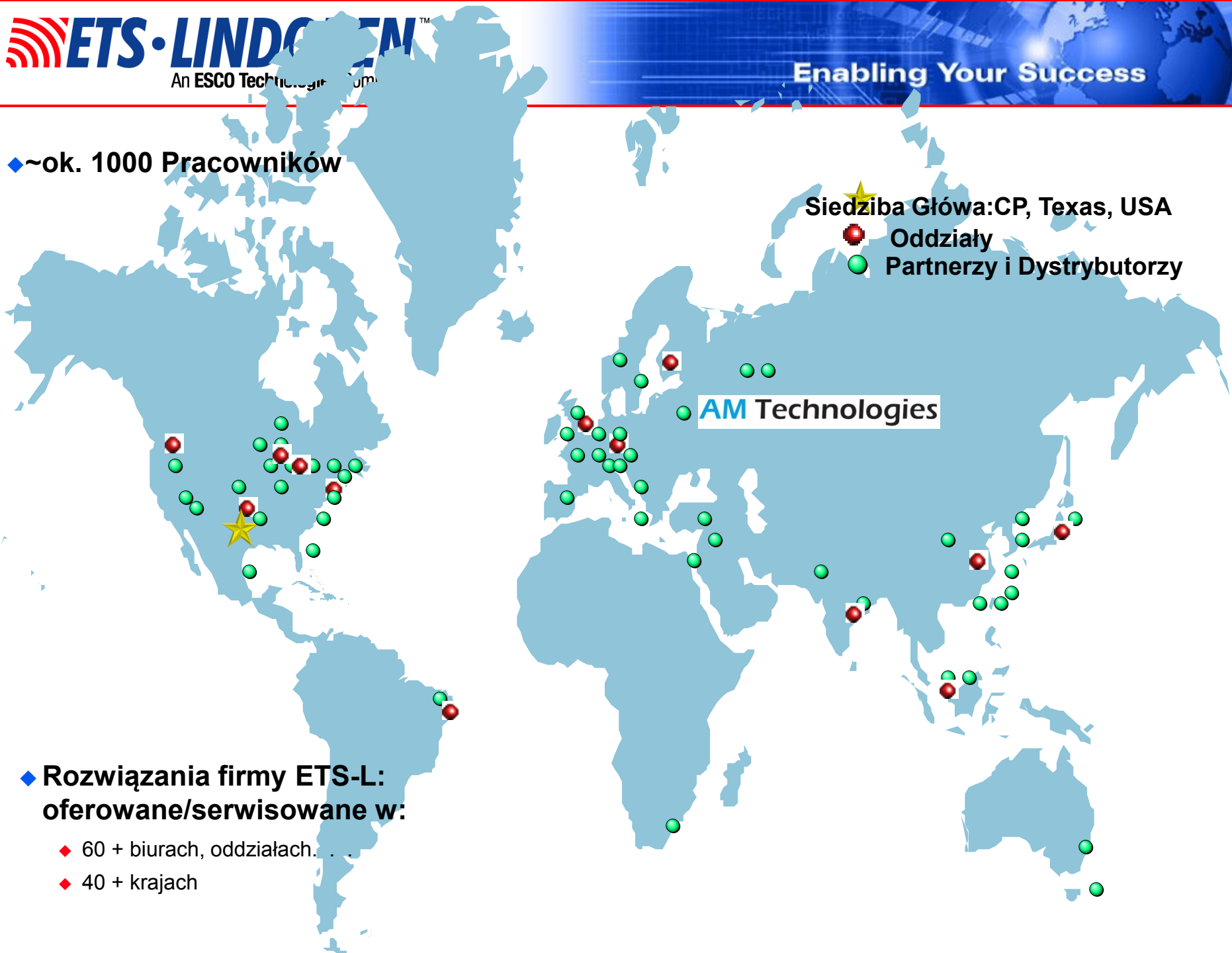
● Partnerzy i Dystrybutorzy

AM Technologies

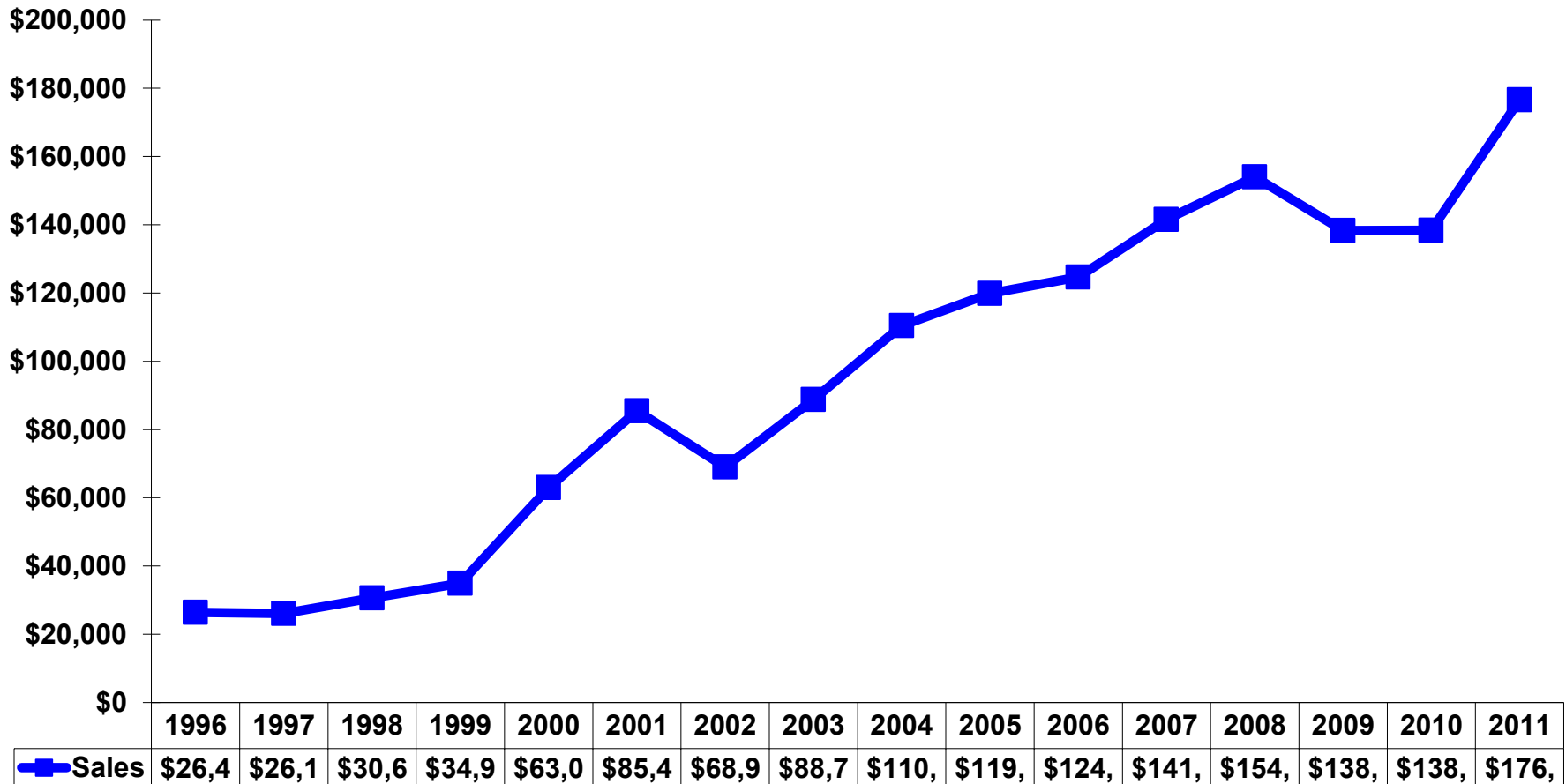
◆ Rozwiązania firmy ETS-L:  
oferowane/serwisowane w:

◆ 60 + biurach, oddziałach

◆ 40 + krajach



# Poziom sprzedaży (200 MLN USD)



# Wstęp do badań urządzeń wireless





## Digital Cellular Phones / Data

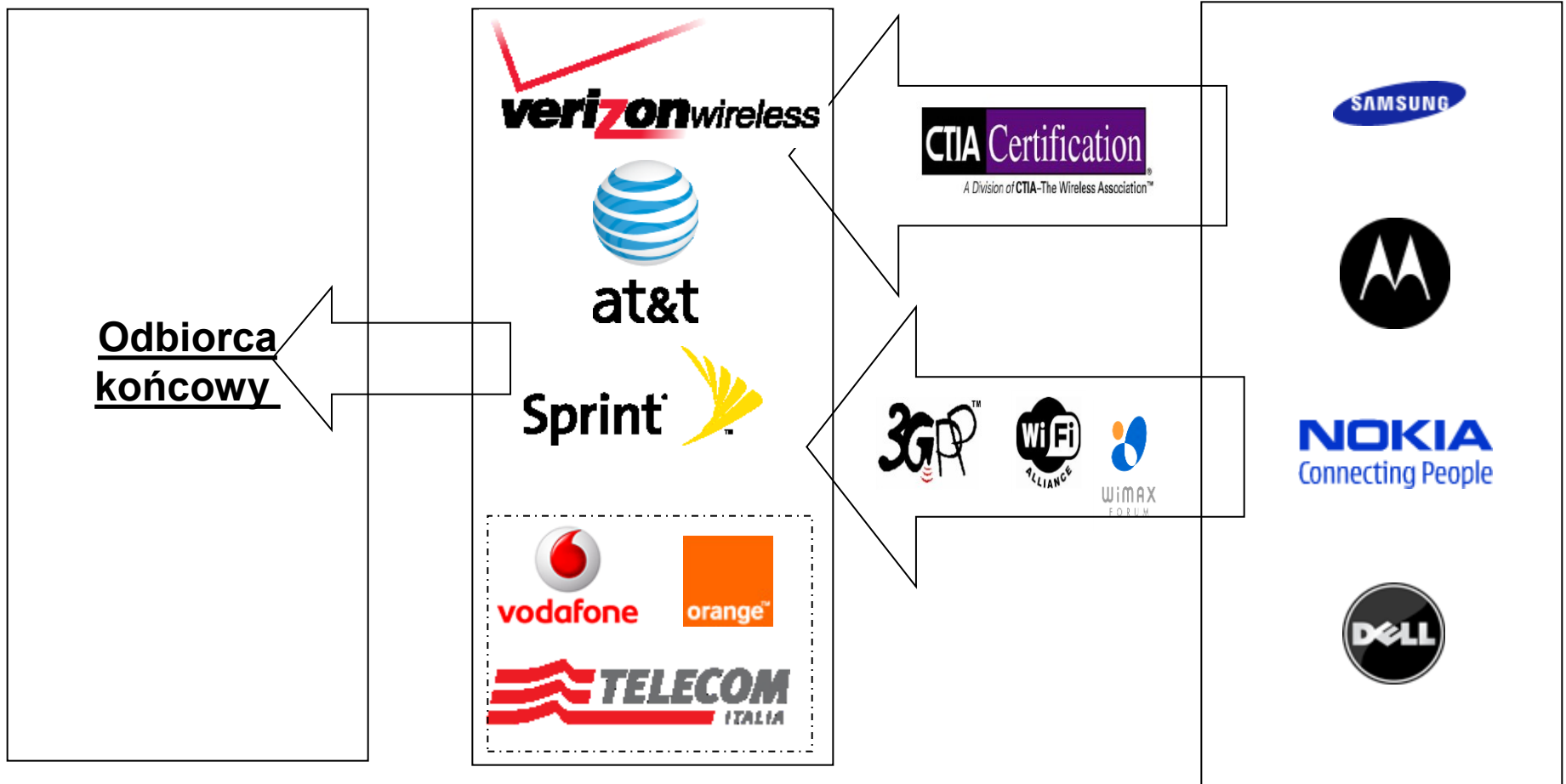
International	Japan	America			International			China
<b>GSM</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GSM 850</li> <li>• GSM 900</li> <li>• E-GSM</li> <li>• R-GSM</li> <li>• GSM 1800</li> <li>• GSM 1900</li> </ul>	PDC	TDMA	D-AMPS	cdma-one	1 x EV-DV	WCDMA 3GPP/FDD	TD-SCDMA	
				cdma-2000	1 x EV-DO	WCDMA 3GPP/TDD		
							HSDPA	
							HSUPA	

## Wireless LAN & Broadband Wireless Access

### International

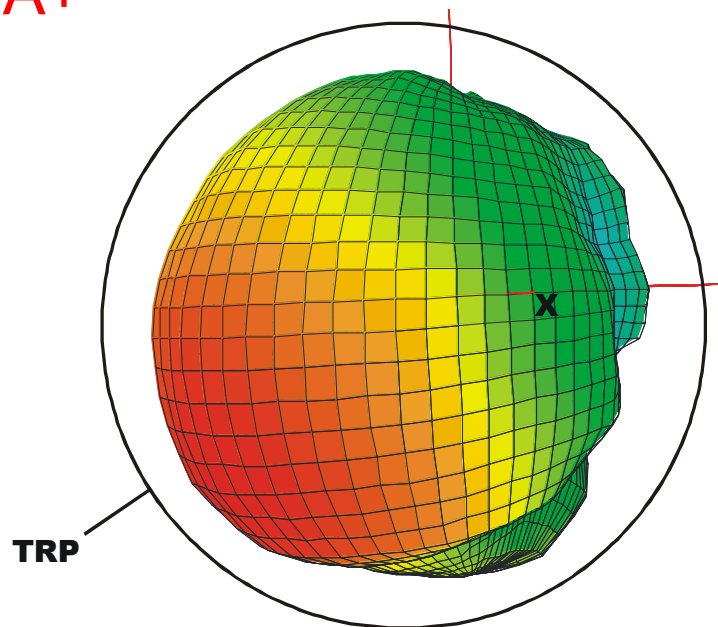
Bluetooth	IEEE 802.11a/e/h/i	IEEE 802.11b/e/i	IEEE 802.11g	IEEE 802.15.3a UWB	IEEE 802.15.4 [ZIGBEE]	IEEE 802.16 [Wi-MAN]	IEEE 802.16a [WIMAX]
-----------	--------------------	------------------	--------------	--------------------	------------------------	----------------------	----------------------

# Kierunek standaryzacji



# Czy to jeszcze EMC ? (Gdzie Burst, Surge, zaburzenia z falownika, pole magn. 50Hz)

- GSM, GPRS EGPRS (EDGE)
- WCDMA, HSDPA HSUPA, HSPA+
- LTE
- CDMA, 1xEV-DO
- TDMA
- TD-SCDMA
- AMPS
- Wi-Fi
- WiMAX
- Bluetooth



# Tradycyjna kompatybilność EMC a Wireless

- Równie ważna: ekonomia, bezpieczeństwo
- Rozważmy 3 przykładowe technologie:
  - OTA (Over the Air)
  - MIMO (Multiple input/Multiple Output)
  - A-GPS (Assisted GPS)
- Jak to testować

# Wprowadzenie do testów wireless (np. OTA)

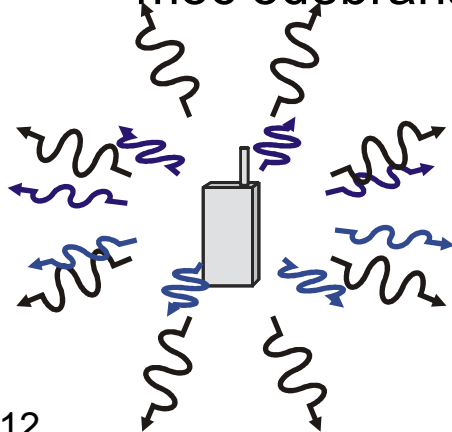
- **Operatorzy sieci korzystają z określenia “link budget” przy planowanie topologii sieci/gęstości.**
- **Komunikacja dwóch urządzeń wireless jest funkcją promieniowanej mocy (nadajnik) i czułości odbiorczej (odbiornik) gdzie może wystąpić zamiana ról.**
  - Np. Jak głośny może być obiekt 1 kiedy nadaje i jak dobrze ten sygnał jest słyszalny przez drugi obiekt 2 (transmisja audio a przepływ danych).
  - Komunikacja może być przerwana zarówno dlatego, że jedno urządzenie zbyt słabo wysyła sygnał („zbyt cicho mówi”) lub drugie nie może wszystkiego usłyszeć („zbyt mało wrażliwy słuch”).
  - Czyli w testach OTA urządzeń wireless określamy charakterystykę transmisji i odbioru obiektów w warunkach ustalonych (zawartość transmisji).

# Wprowadzenie do testów wireless (np. OTA)

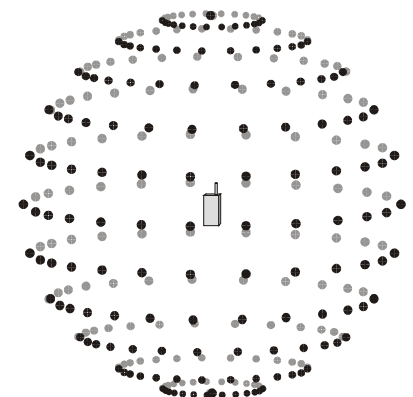
- ❏ “Czy mnie słyszysz?” ta metoda nie jest skuteczna w określaniu poprawności RF dla komponentów/systemu over-the-air (OTA).
  - ❏ Poprawny test daje odp. na pytanie czy urządzenie nadaje się do wykorzystania w sieci OTA.
  - ❏ *Mólgby wskazywać czy jedno urządzenie jest lepsze od drugiego.*
  - ❏ Ale nie wskazuje o ile (wartość) jest lepsze !!!
  - ❏ Ale nie dostarczy informacji ilościowej o tym z jakim współczynnikiem poprawić sieć.
- ❏ Operatorzy, projektanci sieci oraz nadzór wewnętrzny i certyfikujący potrzebują innych narzędzi do weryfikacji obiektów wprowadzanych w obszar sieci.

# Typowy test działania OTA

- **Dwie wielkości określają graniczne wartości dla połączenia:**
  - Total Radiated Power (TRP) – Całkowita moc promieniowana przez „obiekt nadający”.
  - Total Isotropic Sensitivity (TIS) – Całkowita czułość izotropowa dla „objektu odbierającego”.
- **Technika pomiarów charakterystyki promieniowania anteny jest wykorzystywana do określania nadawczej i odbiorczej charakterystyki anteny badanej - w celu przyjęcia wartości granicznych.**
  - Charakterystyka promieniowania i odbioru wskazuje siłę transmisji lub moc odebraną w funkcji kierunku propagacji.



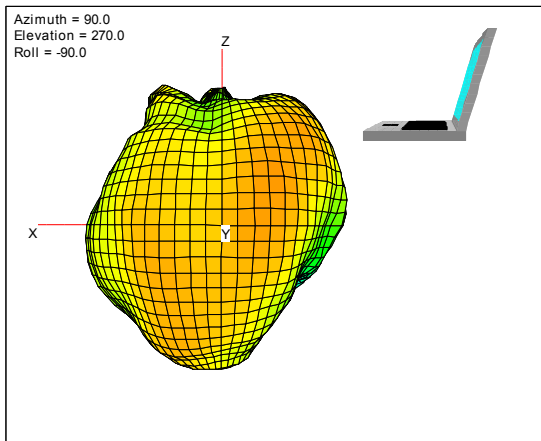
- Moc (nadajnik) lub czułość (odbiornik) to zestaw danych zapisanych jako punkty na powierzchni sfery dookoła badanej anteny.
- Prezentowane w układzie 3D



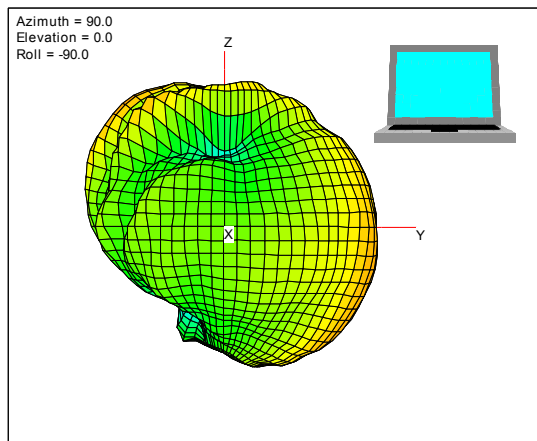
# Przykłady charakterystyk DUT

## WiMAX (TRP)

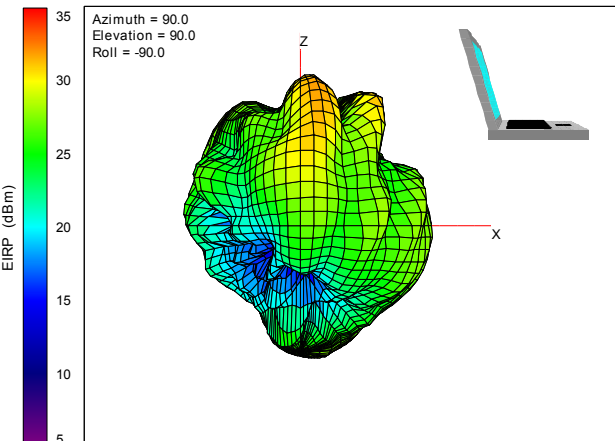
Total Radiated Power



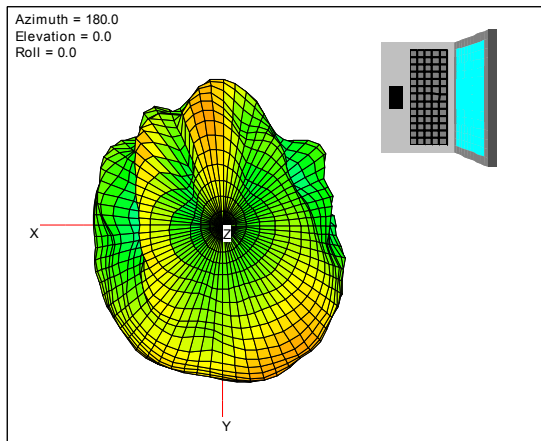
Total Radiated Power



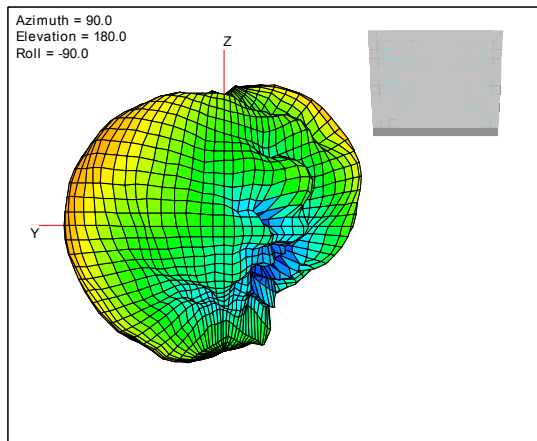
Total Radiated Power



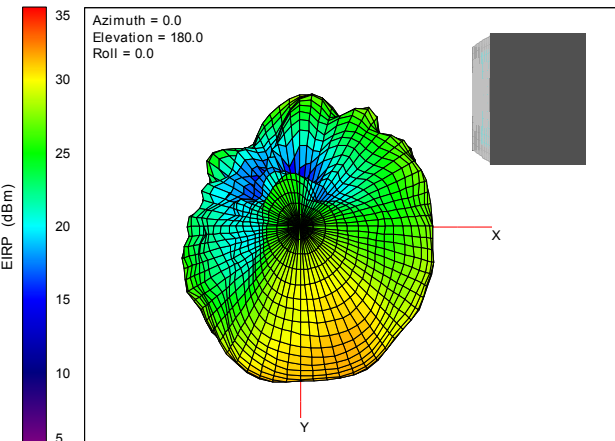
Total Radiated Power



Total Radiated Power



Total Radiated Power

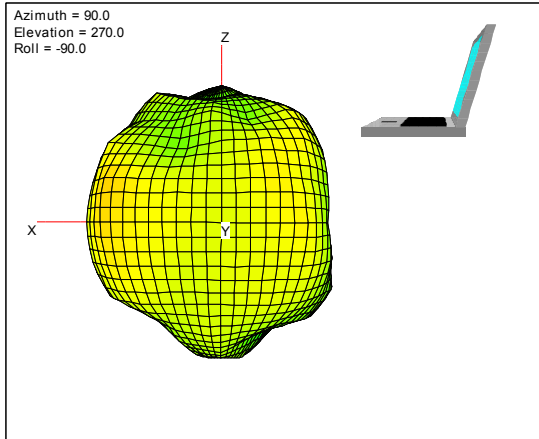




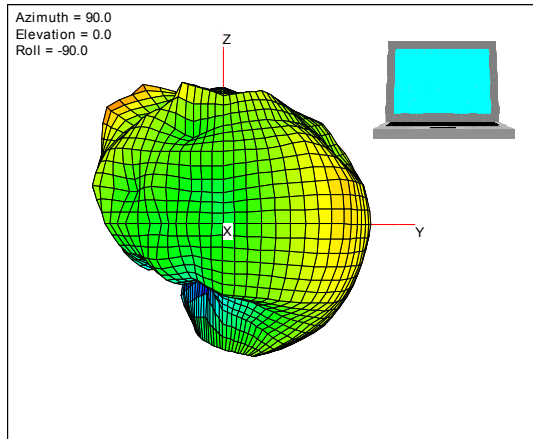
# Przykłady charakterystyk DUT

## WiMAX (TIS)

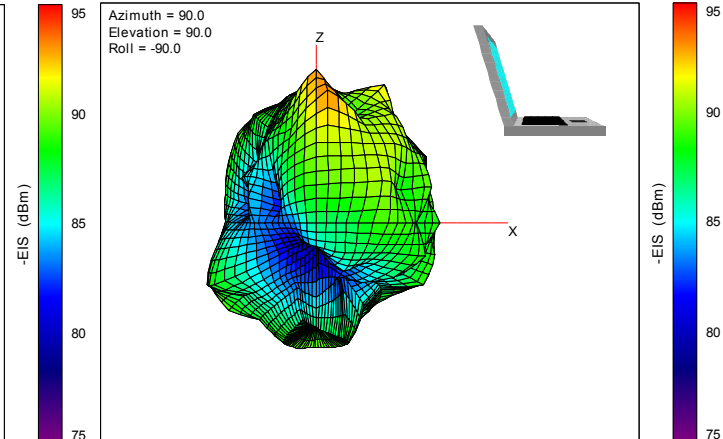
Total Isotropic Sensitivity



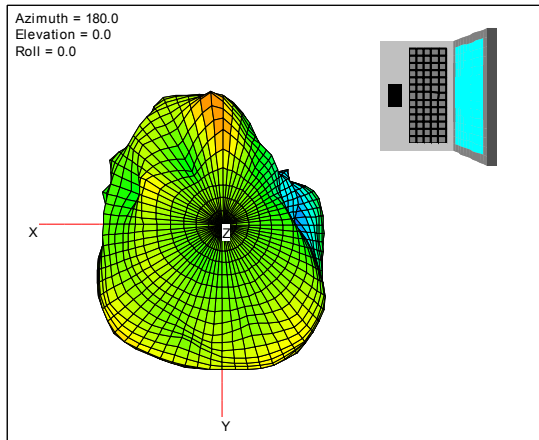
Total Isotropic Sensitivity



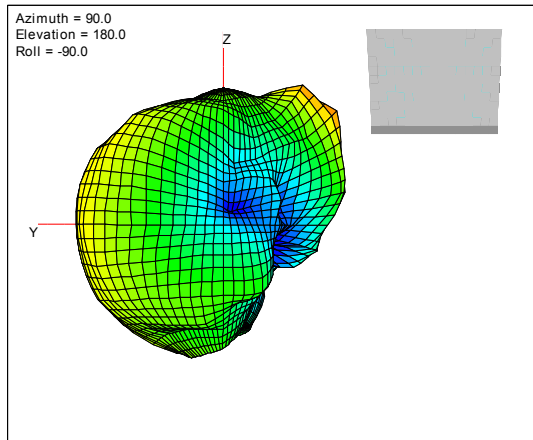
Total Isotropic Sensitivity



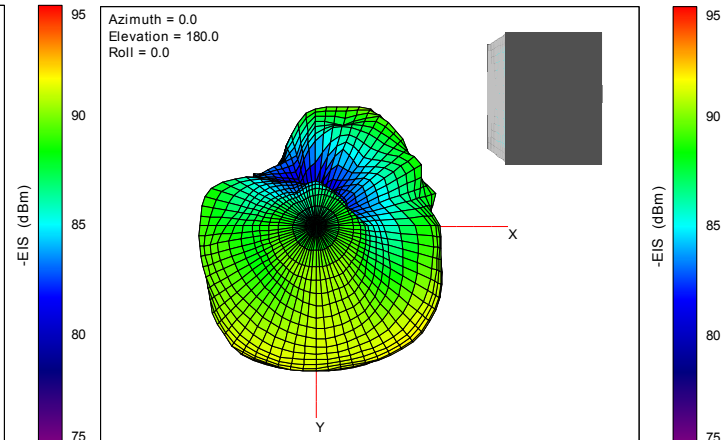
Total Isotropic Sensitivity



Total Isotropic Sensitivity



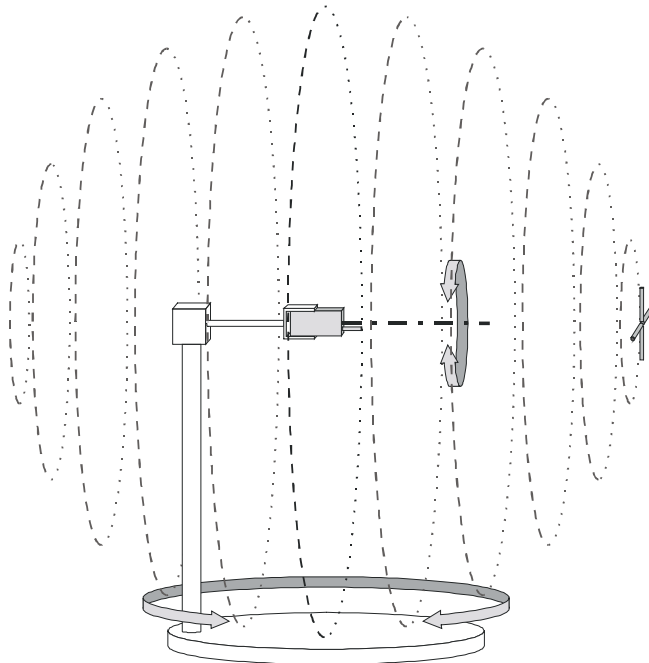
Total Isotropic Sensitivity



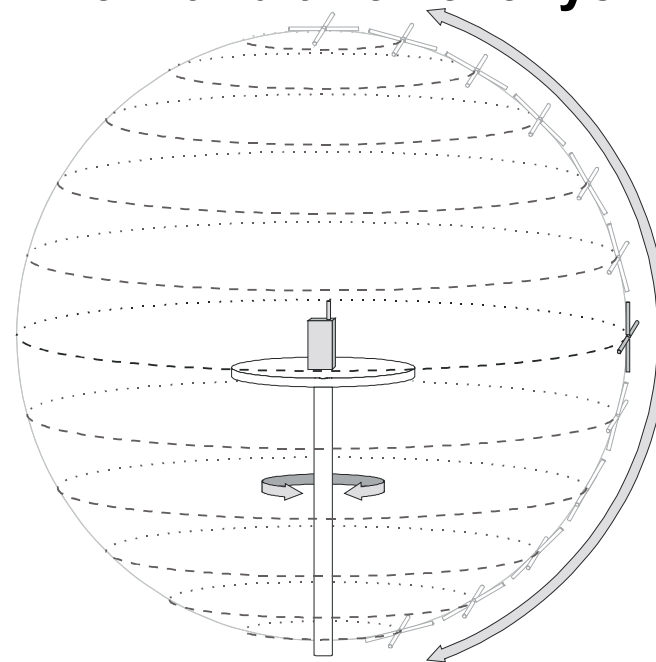
## Typowy test działania OTA

- Testy wykonywane są w komorze bezodbiciowej tak by tylko sygnały z/do urządzenia były mierzone.
- Żeby zmierzyć każdy punkt z płaszczyzny sfery system pozycjonujący porusza obiekt w stosunku do anteny pomiarowej (1..n).

Pomiar dla osi skojarzonych



Pomiar dla rozłożonych anten



# Czy można wydzielić obiekt ze środowiska?



## Mamy wyniki (zapis sfery) i co dalej

- **Wewnątrz sfery wszystko jest jak było, mimo że na zewnątrz mamy już symulację środowiska – to jedyna akceptowana powszechnie metoda (dzisiaj)**



## Czym jest wynik?

- **Gdzie są ograniczenia: czas (automotive), ilość zebranych danych (rozdzielczość)**
- **Rola symulacji wielowątkowych**

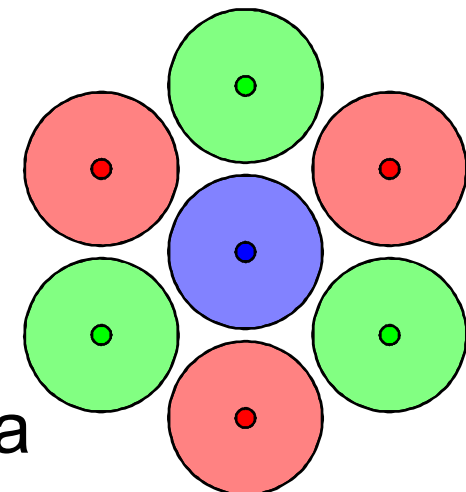
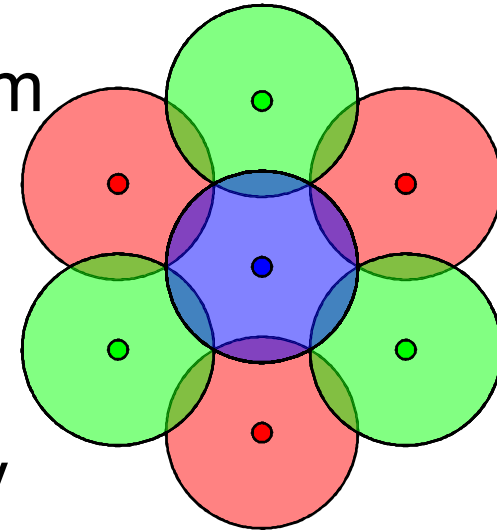


## Ile wart jest 1dB /koszty i nie tylko/?

- W przestrzeni spadek natężenia pola opisany jest zależnością:  $1/r$ , gdzie  $r$  to odległość od nadajnika.
  - Gdzie w skali dB można to zapisać zależnością  $20 \log_{10}(r)$ .
- Utrata sygnału o 1dB w link budget ogranicza zakres działania o 11% (środowisko idealne).
- Typowe środowisko (budynki, drzewa, instalacje), to utrata zakresu o **25% (czyli o tyle więcej należy zbudować stacji przekaźnikowych lub punktów dostępowych aby utrzymać pełne pokrycie!**

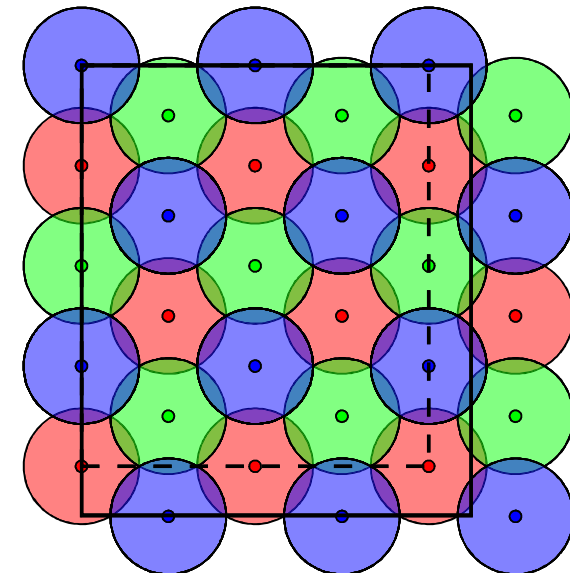
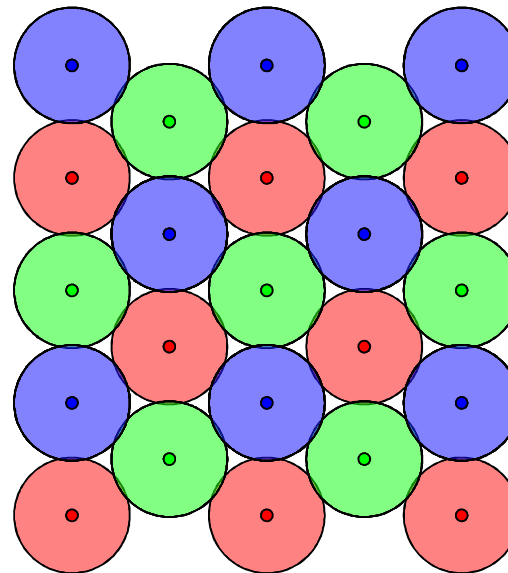
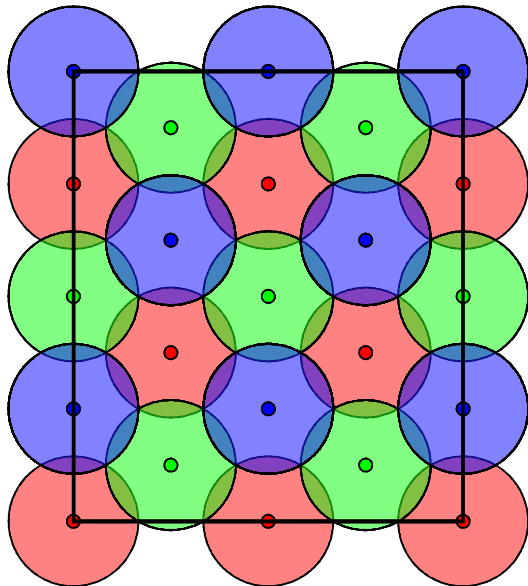
# Wartość jednego lub dwóch dB

- ❏ Sieci są typowo projektowane ze stałym odstępem od poszczególnych anten/punktów dostepowych – tak jak wynika to z przyjętych wartości "link budget" i marginesu bezpieczeństwa. Oddalając się od jednej stacji jesteśmy „przechwytywani przez następną.
- ❏ Ponieważ sieci są projektowane z pewnym skończonym zapasem to zawsze trafimy na miejsca gdzie zbliżamy się do granicy łączności. Wtedy jakikolwiek spadek jakości systemu skutkuje zerwaniem połączenia



# Wartość jednego lub dwóch dB

- Ilustracja efektu obniżenia zasięgu o 11% (z powodu utraty 1 dB w wolnej przestrzeni).
- Kiedyś 23 stacje bazowe były konieczne do pokrycia obszaru – aktualnie potrzeba 30.





## ETS-Lindgren – kim jesteśmy

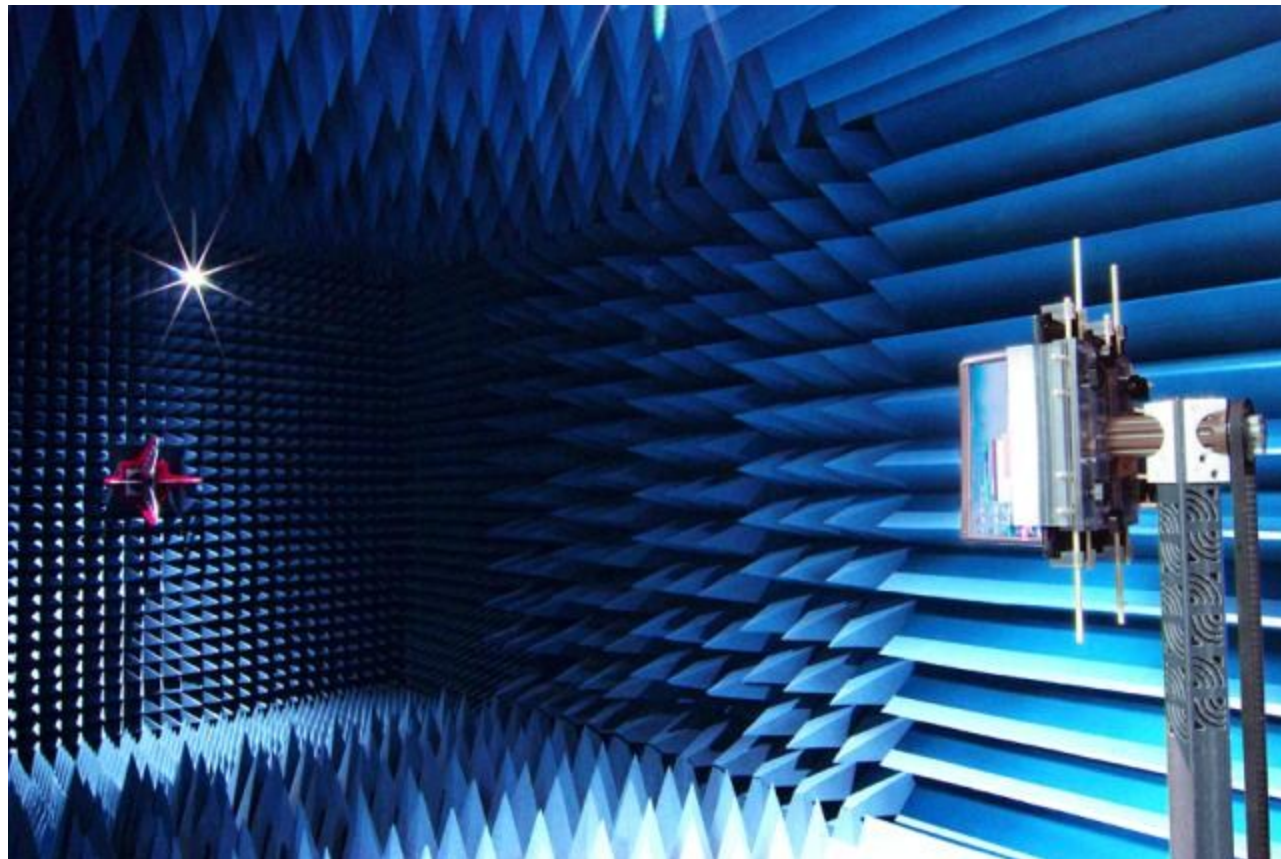
- **ETS-Lindgren to światowy lider testów np. OTA urządzeń wprowadzanych w obszar sieci**
  - Zaprojektowaliśmy i dostarczyliśmy pierwsze na świecie autoryzowane przez CTIA laboratorium
  - Jesteśmy we wszystkich liczących się komitetach CTIA ERP; WiMAX Forum; Wi-Fi Alliance; 3GPP etc.
  - Zbudowaliśmy >80% światowych lab. OTA (CTIA)
  - Zbudowaliśmy 100% światowych lab. WiMAX Forum
  - Jesteśmy właścicielem największej ilości patentów w obszarze testów OTA
  - Aktualnie rozwijamy/projektujemy metody/standardy dla następnych generacji urządzeń MIMO

## ETS-Lindgren – nasze rozwiązania

■ **ETS-Lindgren jako jedyni dostarczamy całą infrastrukturę systemów pomiarowych do badań wireless (w znaczącej części z własnych komponentów)**

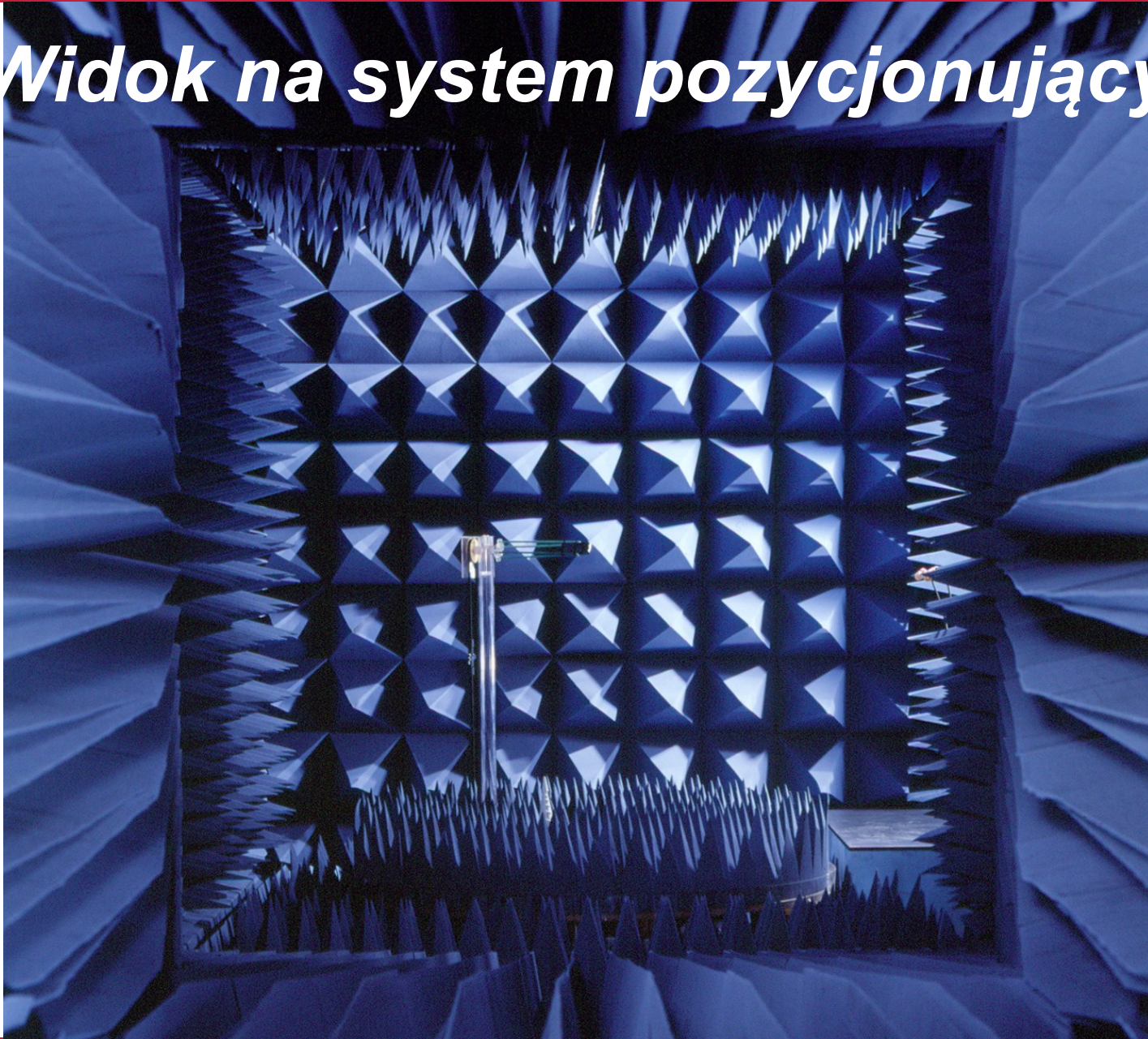
- Komory bezodbiciowe Wireless
- Urządzenia pozycjonujące
- Anteny pomiarowe i kalibracyjne
- Oprogramowanie testujące i funkcjonalne
- Projekt i dobór aparatury pomiarowej
- Instalacja i uruchomienie
- Szkolenie & wsparcie przy audytach

# AMS-8500 Komora Wireless OTA



- Najpopularniejsza w CTIA CATL, WiMAX WFDCL
- Zakres: 700 MHz – 6 GHz (do upgrade'u: 40 GHz z opcjonalnymi antenami)
- 3.7m x 3.7m x 7.3m
- Idealne do większości zastosowań w OTA

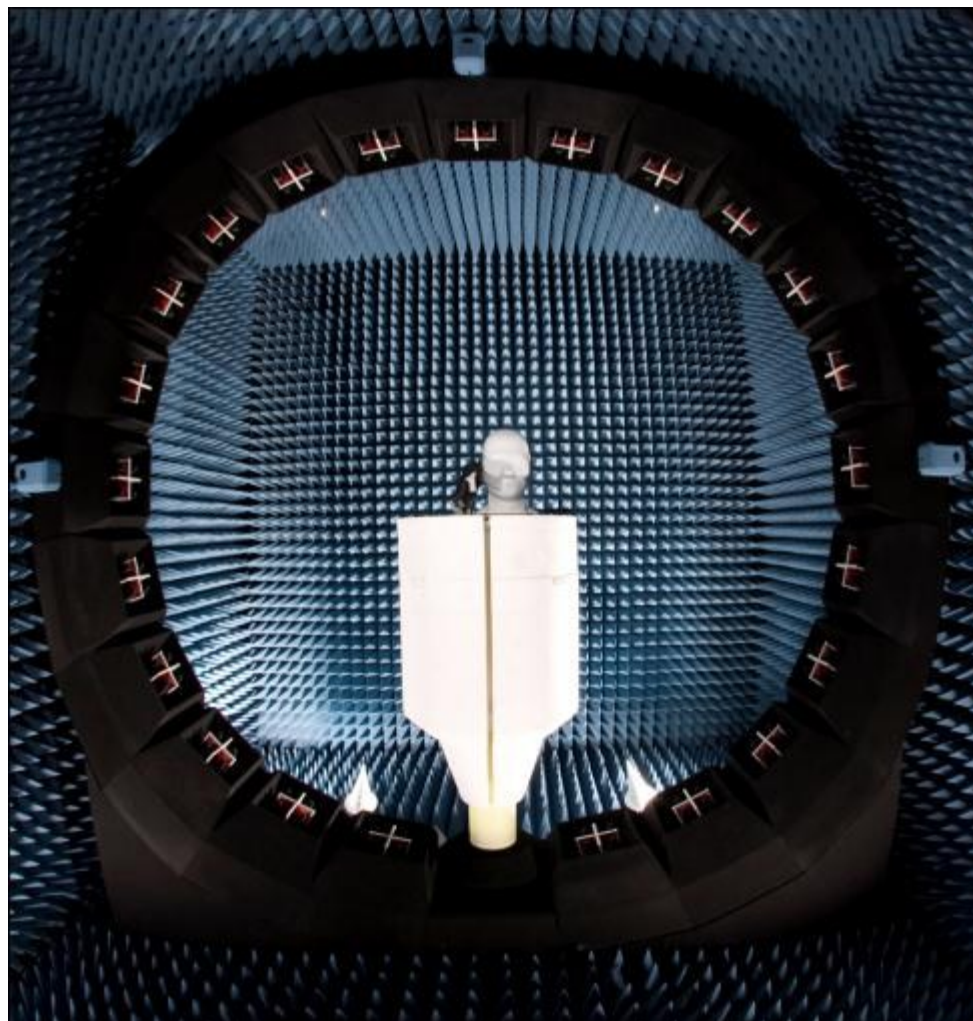
# *Widok na system pozycjonujący*



# AMS-8900

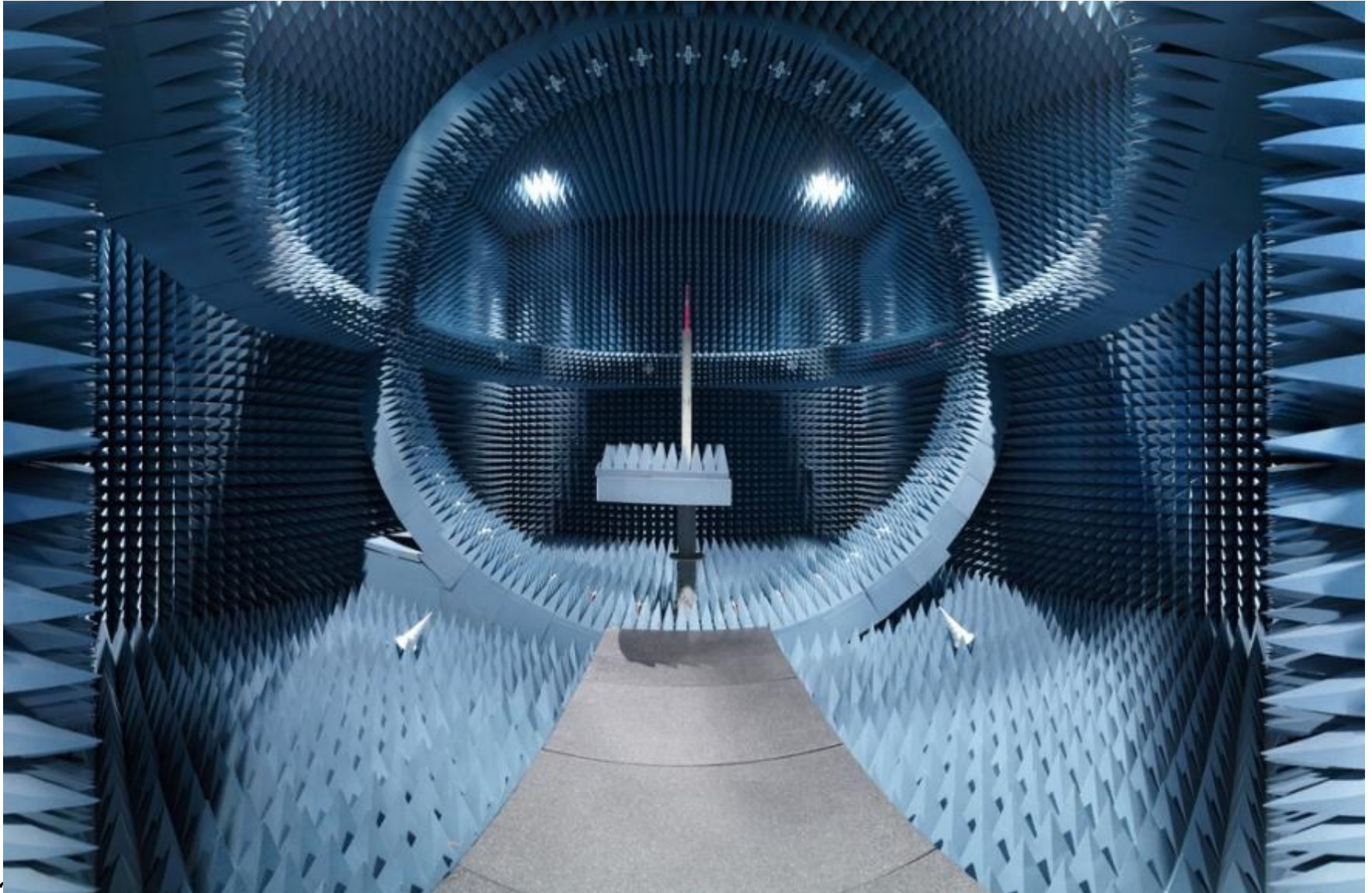
## Rozwiązanie wielo- antenowe

- 700 MHz – 6 GHz
  - 400 MHz – obniżenie dolnej częst.
- 23 & 47 – ilość użytych anten
  - 8923 13' x 13' x 13' (4m x 4m x 4m)
  - 8947 16' x 16' x 18' (5m x 5m x 5.5m)
- Szybki pomiar dla pasywnych i aktywnych DUT
  - Testy anteny pasywnej w czasie <1 min na jeden punkt częstotliwości
  - W pełni zgodne pomiary w 3-kanałach anten aktywnych < 2 min
  - Doskonała korelacja do systemów z jedną anteną



- Idealny dla dużych DUT i rozbudowanych z długimi kablami
- Szybka kalibracja systemu

# Combinations AMS-8947 SISO + MIMO



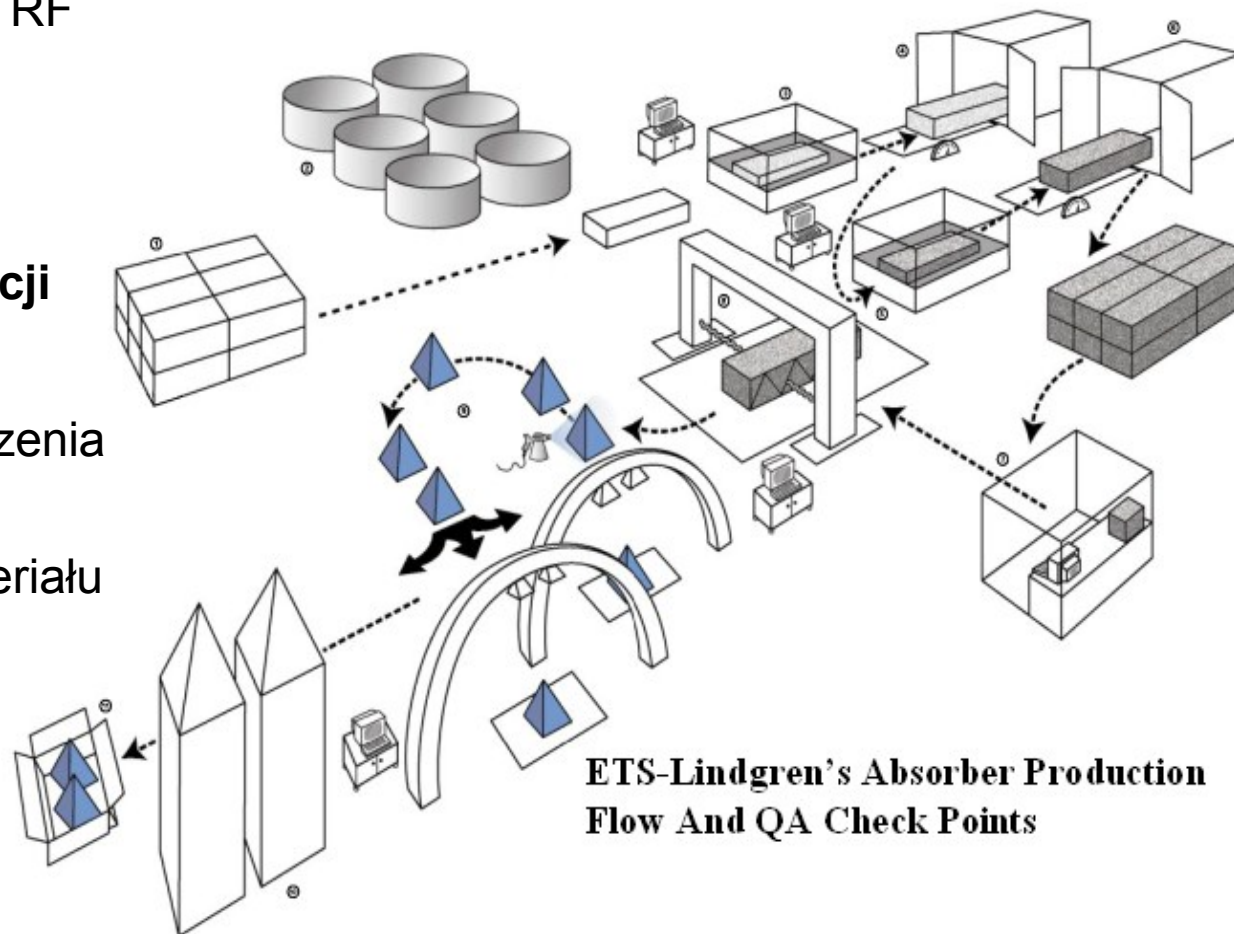
## Produkcja absorberów & kontrola jakości

### ■ Proces dwu-stopniowej impregnacji

- Równomierne pochłanianie RF
- Brak wpływu wilgoci na parametry RF

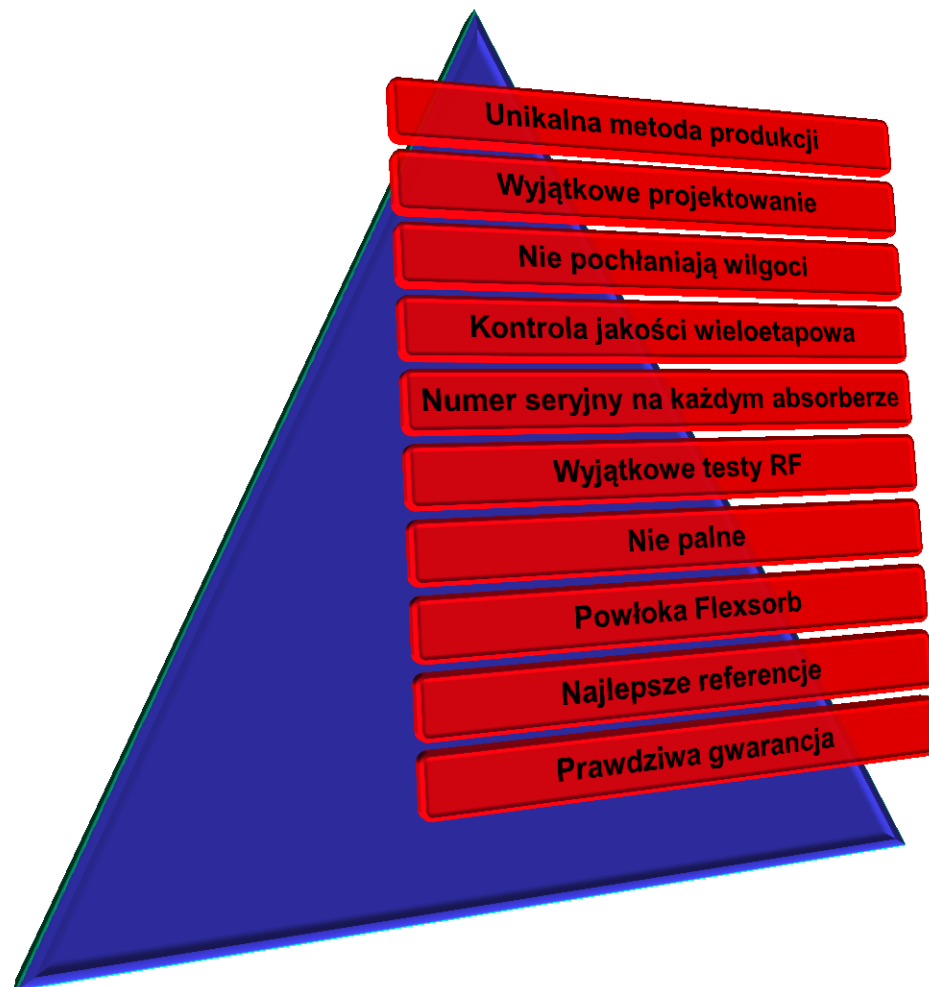
### ■ Metoda cięcia – Proces ponownej impregnacji

- Równomierność kształtu
- Równomierność rozmieszczenia materiału pochłaniającego
- Identyczna niepalność materiału
- Idealne



**ETS-Lindgren's Absorber Production  
Flow And QA Check Points**

# 10 powodów dla których warto wybrać nasze absorbery





## Obiekty nie stacjonarne/przenosne

- Rewerberacyjne (Wireless)
- Bezodbiciowe (Wireless)
- Rewerberacyjne EMC



# AMS-7000

## Rewerb. komora do Wireless OTA

- 700 MHz – 6 GHz
  - W opcji: 80 MHz – 40 GHz
  - Rozmiar ma wpływ na dolną częst. pracy
- Przenośna ponieważ:
  - Zewnętrznie: 2.0m x 1.5m x 1.2m
  - Obszar roboczy: 0.9m x 0.9m x 0.6m
- Szybki pomiar dla anten pasywnych i aktywnych
  - Pomiar anten pasywnych ~1 min na punkt częstotliwości
  - 3-kanalowe anteny aktywne ~ 3 min
  - Pomiar TRP/TIS/ oraz korelacja do tradycyjnej komory bezodbiciowej



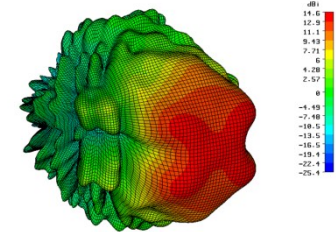
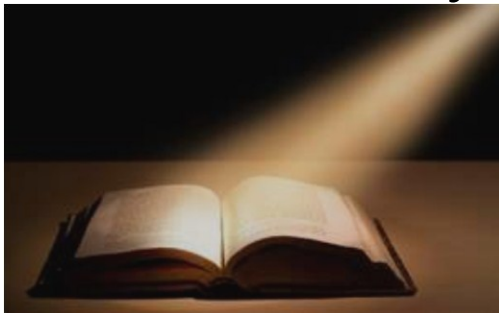
- Wygodne dla dużych DUT i z pakietem towarzyszących kabli
- Szybka kalibracja systemu
- Oprogramowanie EMQuest
- Jako "Pre-Compliant" dla CTIA
- Częściowo dla potrzeb MIMO

# Komory bezodbiciowe a rewerberacyjne

## ■ Typowe pomiary EMC w bezodbiciowych obiektach:

- OATS (Open Area Test Site)
- Komora bezodbiciowa (FACT 3, FACT 5, FACT 10...)
- Obie korzystają z metody bezpośredniego naświetlania /pomiarów.

- Metoda komory rewerberacyjnej jest zupełnie inna...

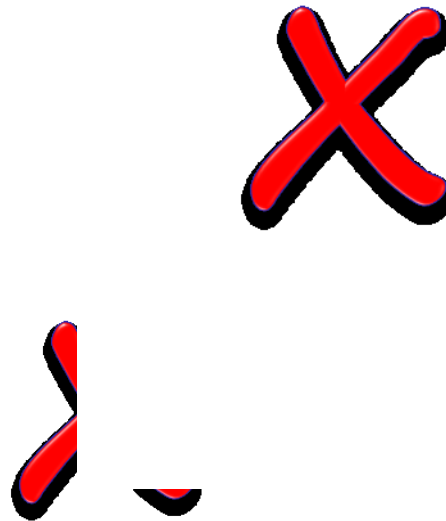
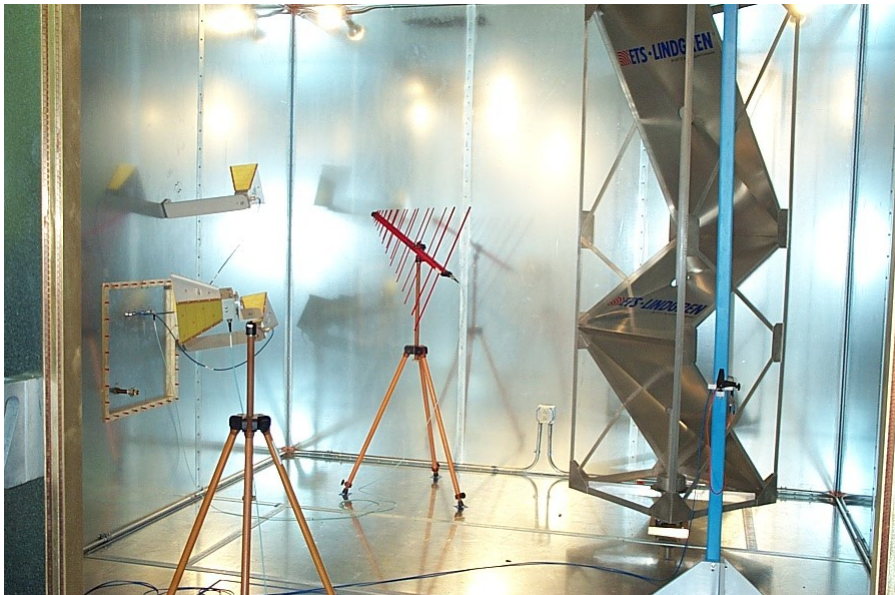


Type = FarField  
Approximation = enabled (SR > 1)  
Monitor = FarField (F+D) 111  
Component = Rms  
Default = Directivity  
Frequency = 18  
Rad. effec. = 0.0271  
Tot. effec. = 0.0077  
Dir. = 14.07 dB

# Wprowadzenie

## ■ Komory rewerberacyjne :

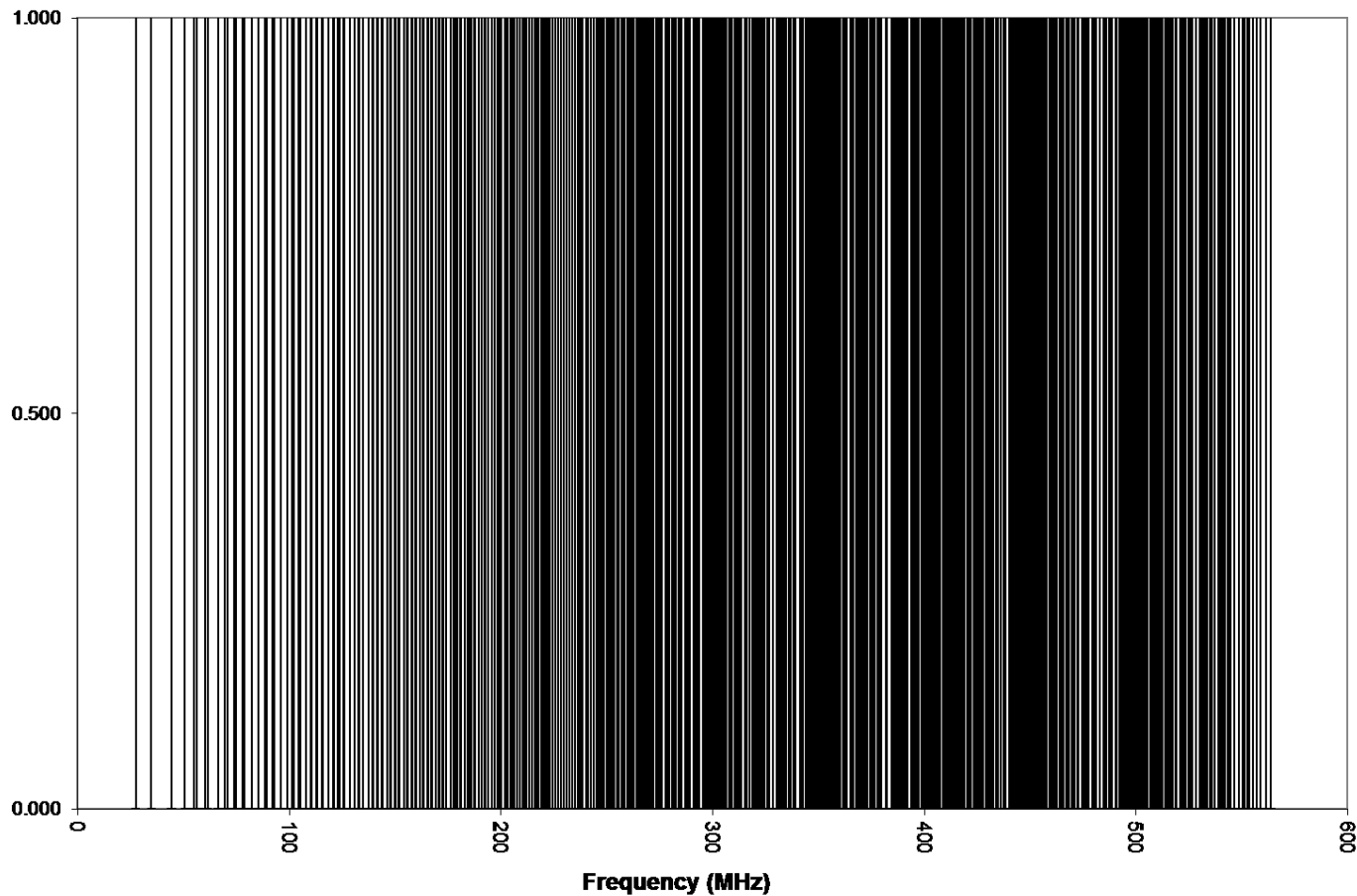
- Mogą być zbudowane w praktycznie dowolnych wymiarach (uwaga) - z zależnością wymiarów i częstotliwości dolnej.
- Nie używane są maszty, stoły, absorbery...



# Wymiary – dowolność nie wskazana

Mode Spacing for Chamber

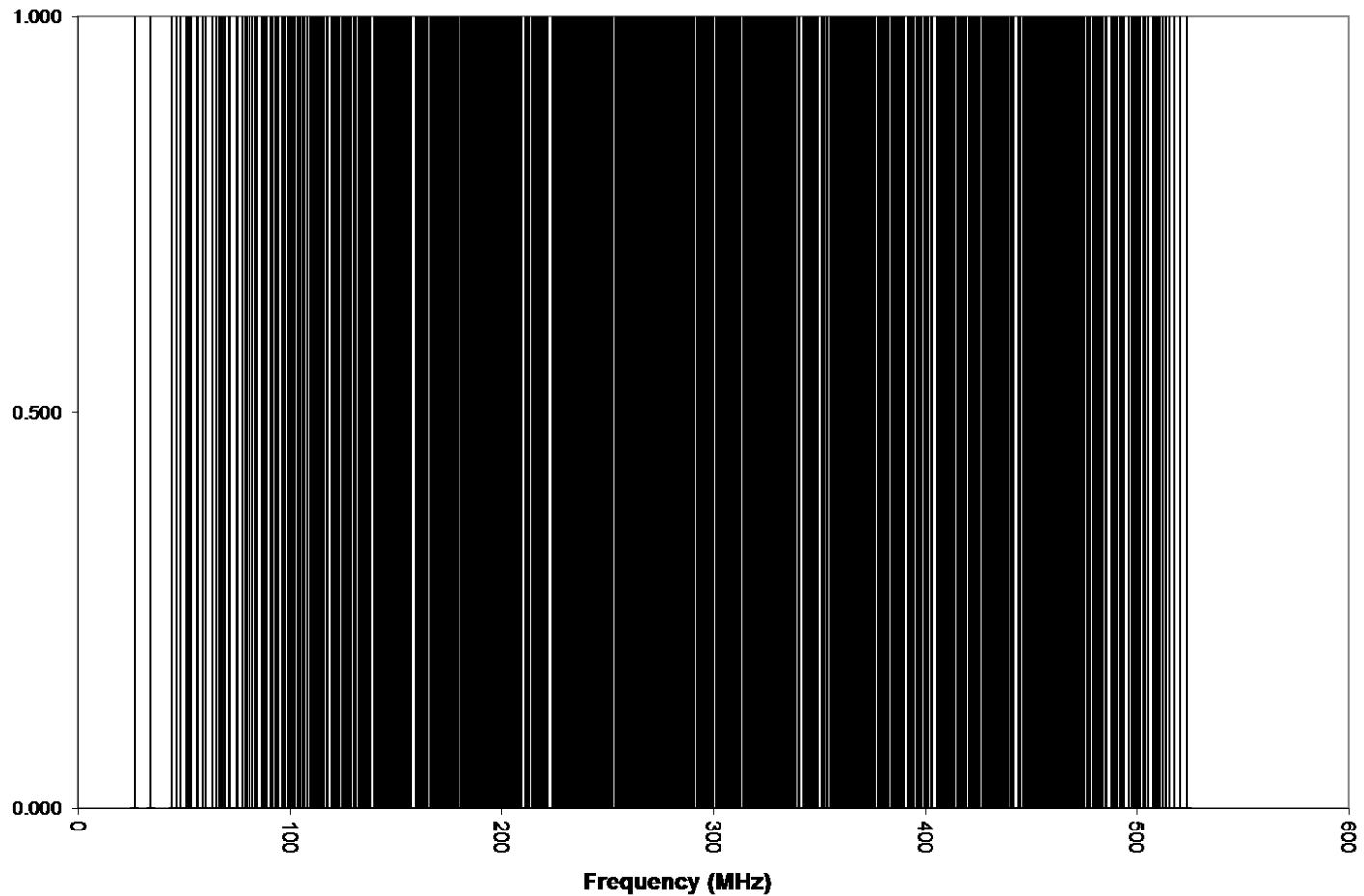
40.00m x 20.00m x 10.00m



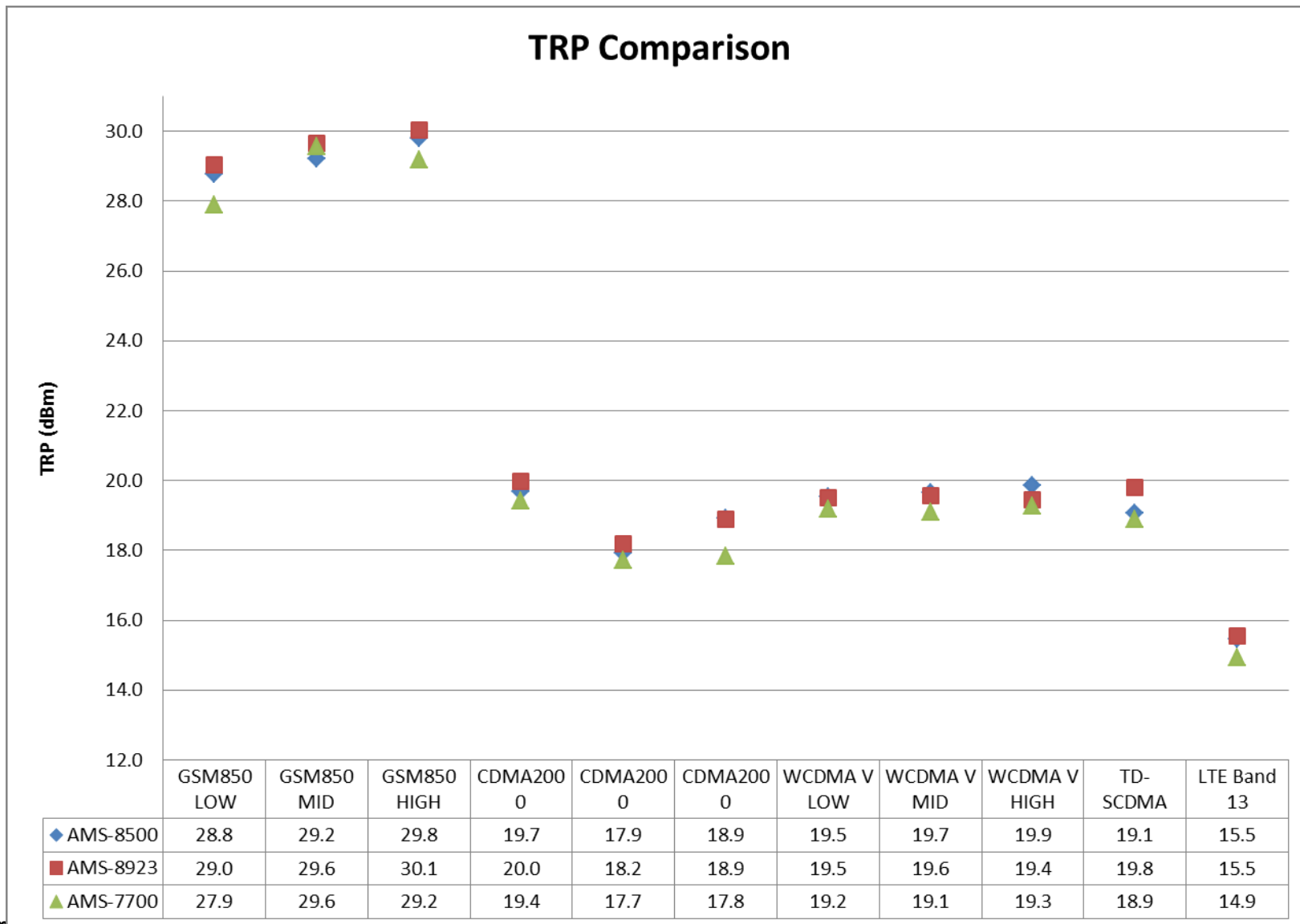
# Mała zmiana a wiele wnosi !!!

Mode Spacing for Chamber

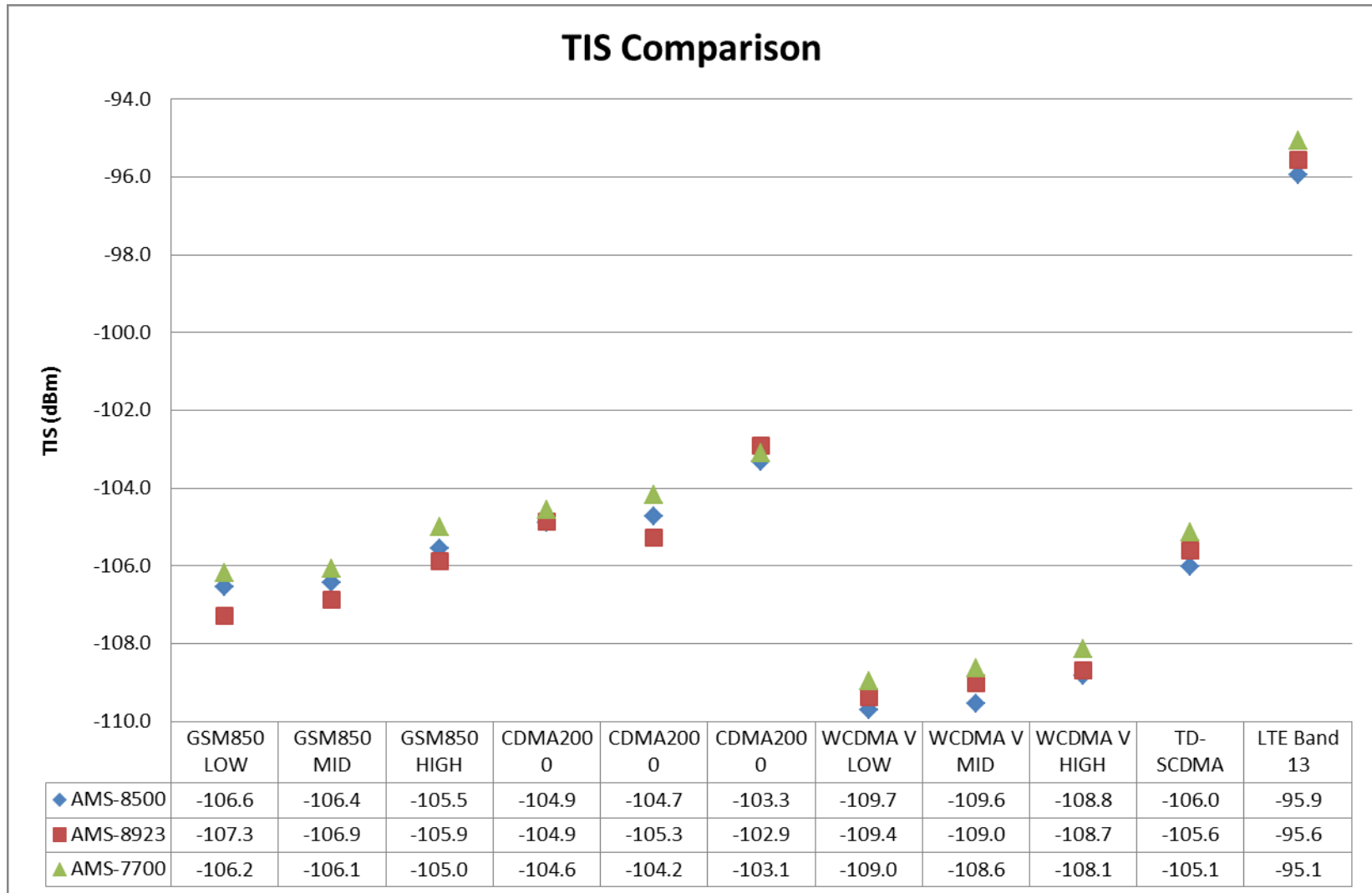
38.98m x 21.00m x 10.92m



# Idealna korelacja wyników



# Idealna korelacja wyników





# Rozwiązania dla SISO TRP/TIS - gotowe

## ■ AMS-7000 kluczowe własności i zalety

- ETS-Lindgren jest liderem w obiektach rewerberac. dla EMC
- Jeden pakiet programowy EMQuest do wszystkich zastosowań
- Możliwość zaprezentowania korelacji do obiektów tradycyjnych
- Doświadczenie w dużych obiektach również 80 MHz
  - Prowadzimy badania nad wpływem organizmów żywych na pomiar ?

## ■ Możliwość wykonania obiektu do pomiarów wireless i EMC

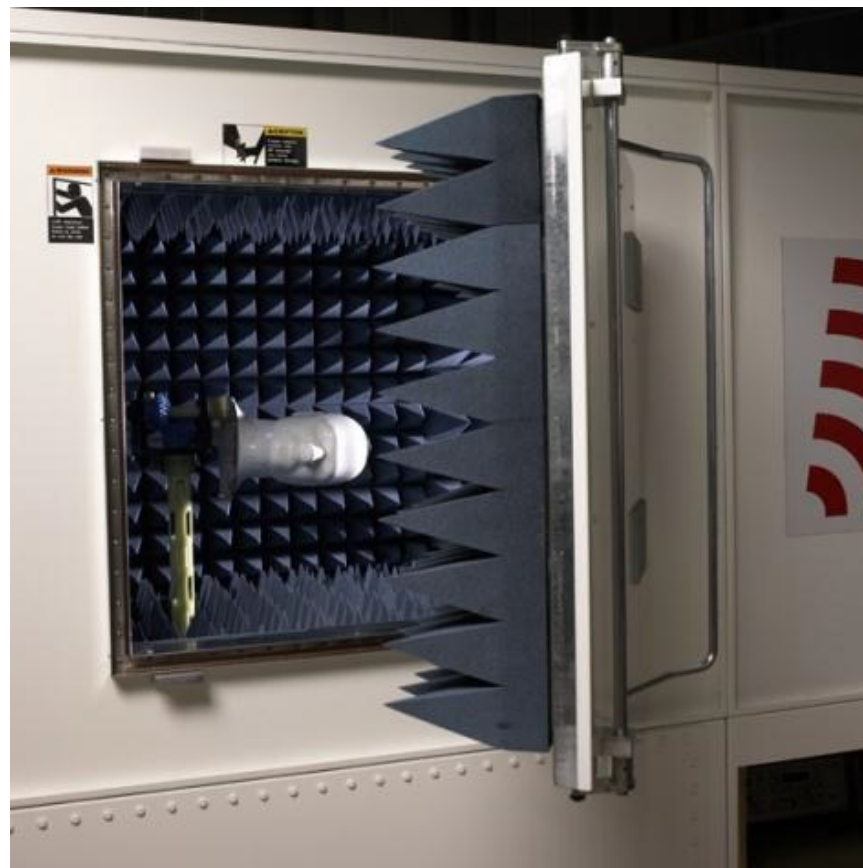
## ■ Rozwiązania dla MIMO

- Rozwój i badania cały czas trwają
- Dopóki wszystkie istotne parametry nie będą w pełni korelowalne do komory bezodbiciowej – wszystko otwarte
- Jednak pewne ograniczenia metody rewerb. dla pomiarów MIMO zauważono

Obiekty przenośne SISO Systems - AMS 8050

❑ AMS 8050

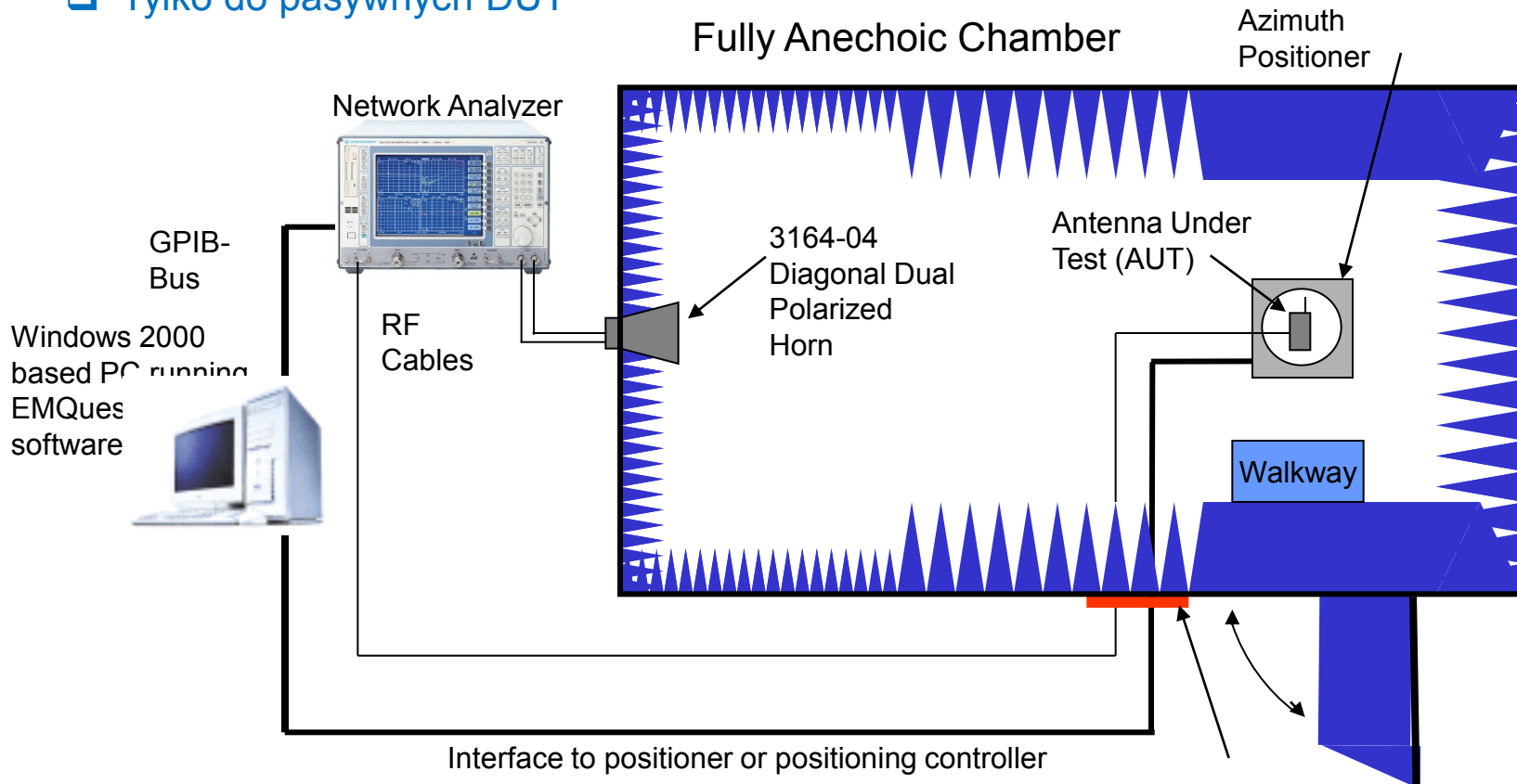
- ❑ Pre-compliance
- ❑ Wymiary (WxLxH, m): 2.5 x 1.4 x 1.9
- ❑ 700MHz .. 6GHz
- ❑ Pozycjoner MAPS
- ❑ Dla aktywnych i pasywnych DUT



SISO Systems - AMS 8100

❑ AMS 8100

- ❑ Pre-compliance
- ❑ Wymiary (WxLxH, m): 4.3 x 2.6 x 2.6
- ❑ 700MHz to 6GHz capability
- ❑ Pozycjoner SAPS : jedno osiowy; można wymienić w przyszłości na
- ❑ Tylko do pasywnych DUT



# SMART 700 Komora rewerberacyjjna EMC



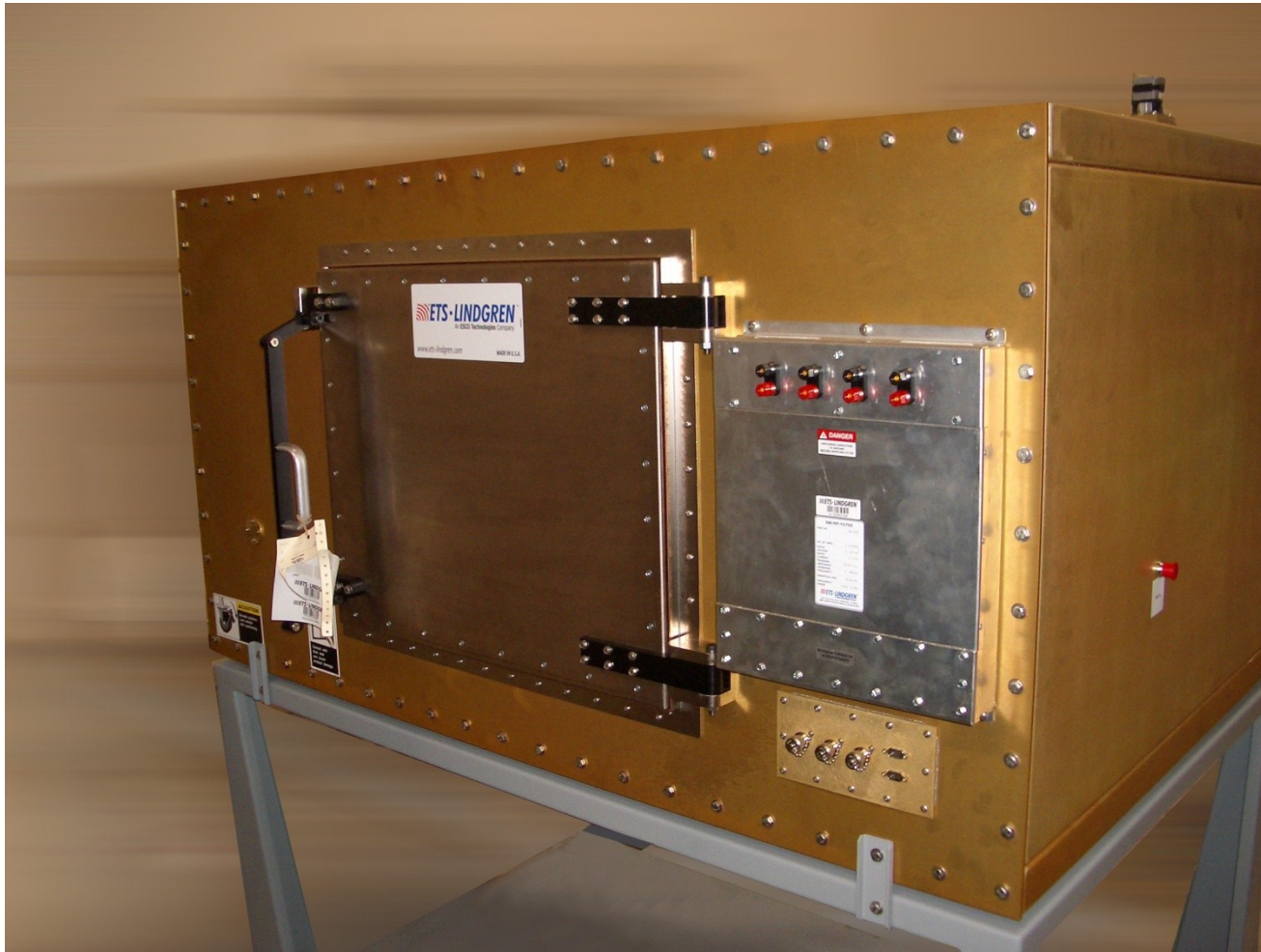
## SMART 700 Omówienie

- Rozwiązanie rozsądne kosztowo dla testów odporności, pomiarów emisji i skuteczności ekranowania.
- Bazuje na statystycznej jednorodności pola w komorze dla ustawień mieszadła
- Spełnia wymagania poniższych norm:
  - MIL-STD (E/F)
  - RTCA/DO160E
  - IEC 6000-4-21
- Wymiary: 2.0m x 1.5m x 1.2m
- Aktualnie modyfikowana do pomiarów OTA MIMO

# SMART 700



# SMART 800



# Czyli co jest lepsze

- Wysokie Q – mniej częstotliwości w obwiedni
- Niskie Q – więcej częstotliwości w obwiedni
- Decyzja to pochodna aplikacji

Mode spacing

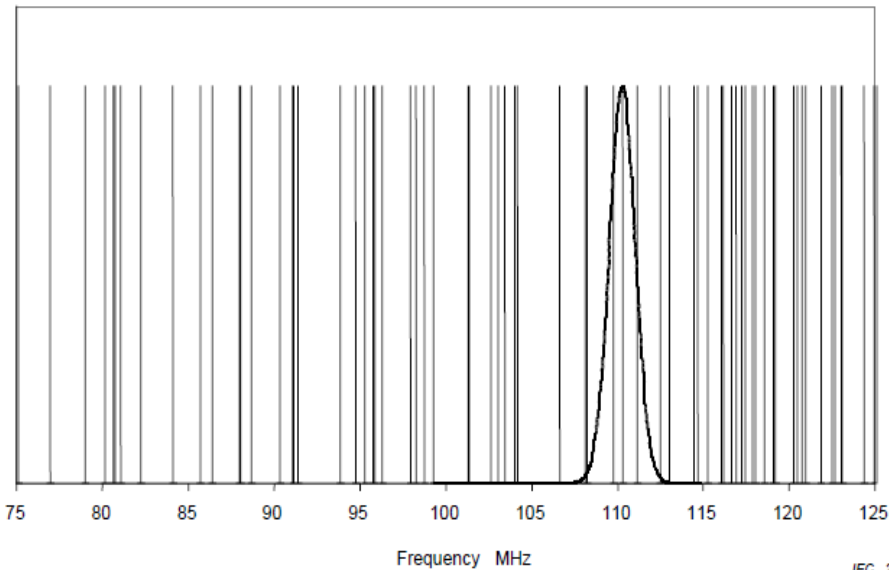


Figure A.3 – Theoretical modal structure with quality factor bandwidth superimposed on 60<sup>th</sup> mode

Mode spacing

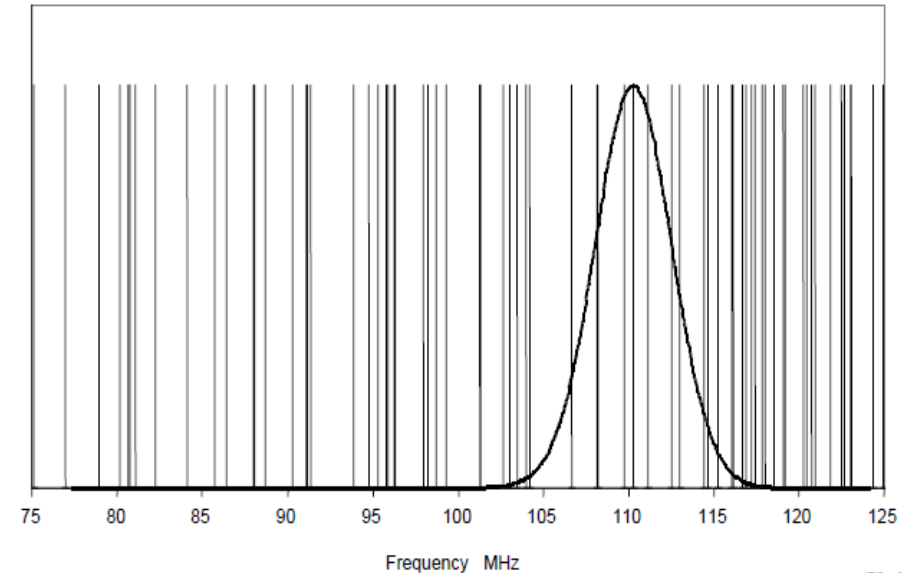
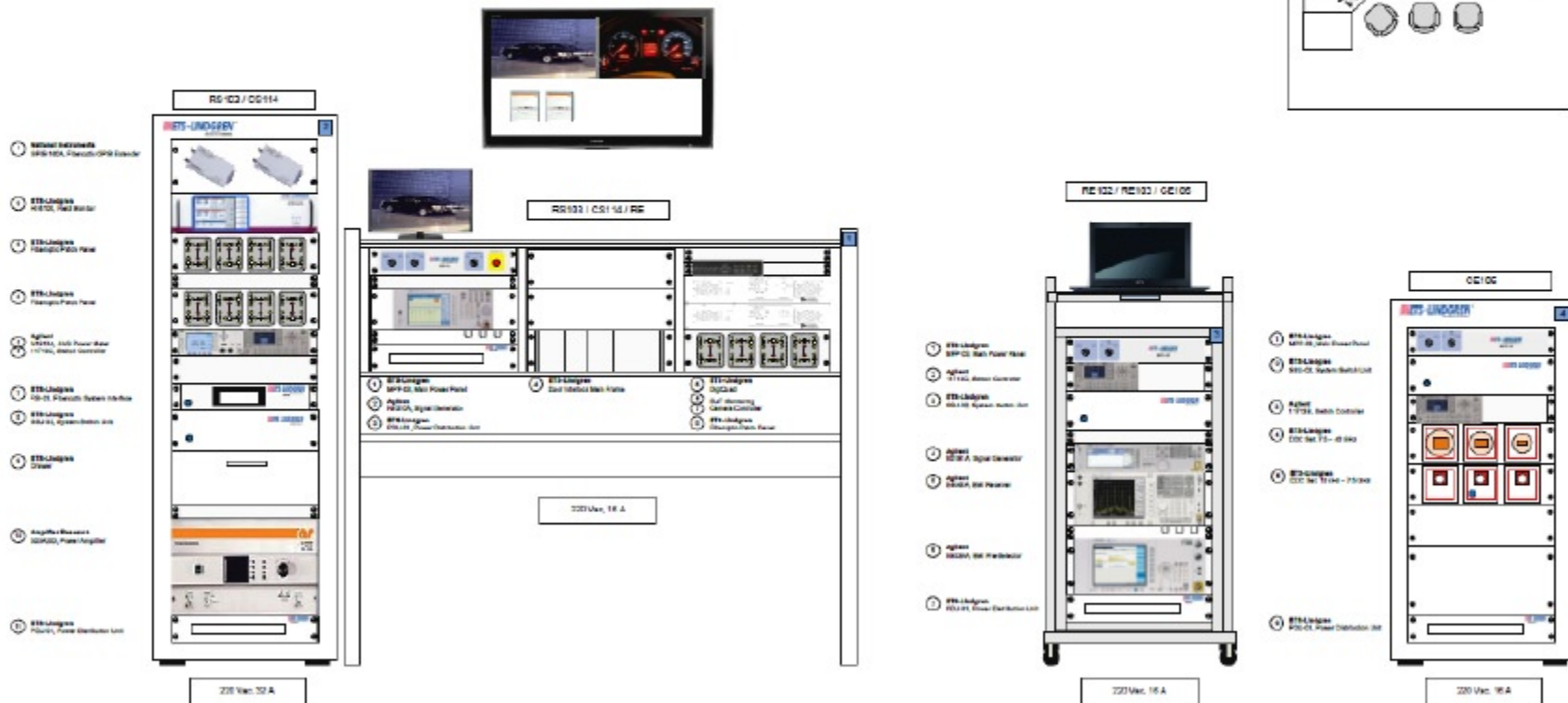


Figure A.4 – Theoretical modal structure with greater quality factor bandwidth (lower Q) superimposed on 60<sup>th</sup> mode





LEGENDS

- WALL/FLOOR PANEL
- RACK MFR-01
- ST FIBER BULKHEAD
- FIBEROPTIC FEEDTHROUGH
- SMF FIBER BULKHEAD
- SMF (20-50GHz) BULKHEAD
- SMF (20-50GHz) BULKHEAD
- RF ADAPTER
- IEEE-485 BULKHEAD
- TYPE-A BULKHEAD
- TYPE-B BULKHEAD
- RS-OUT-0X

CONTROL ROOM RACK LAYOUT

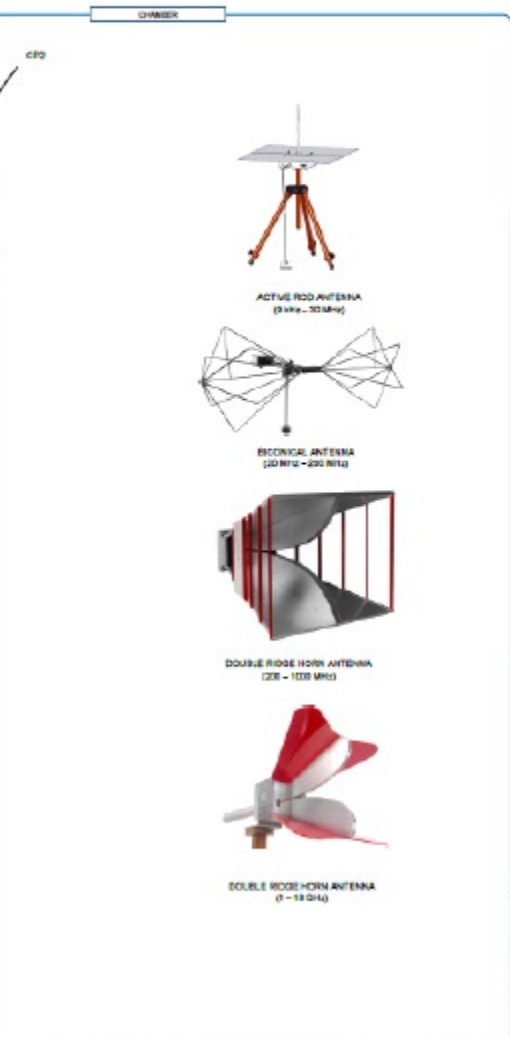
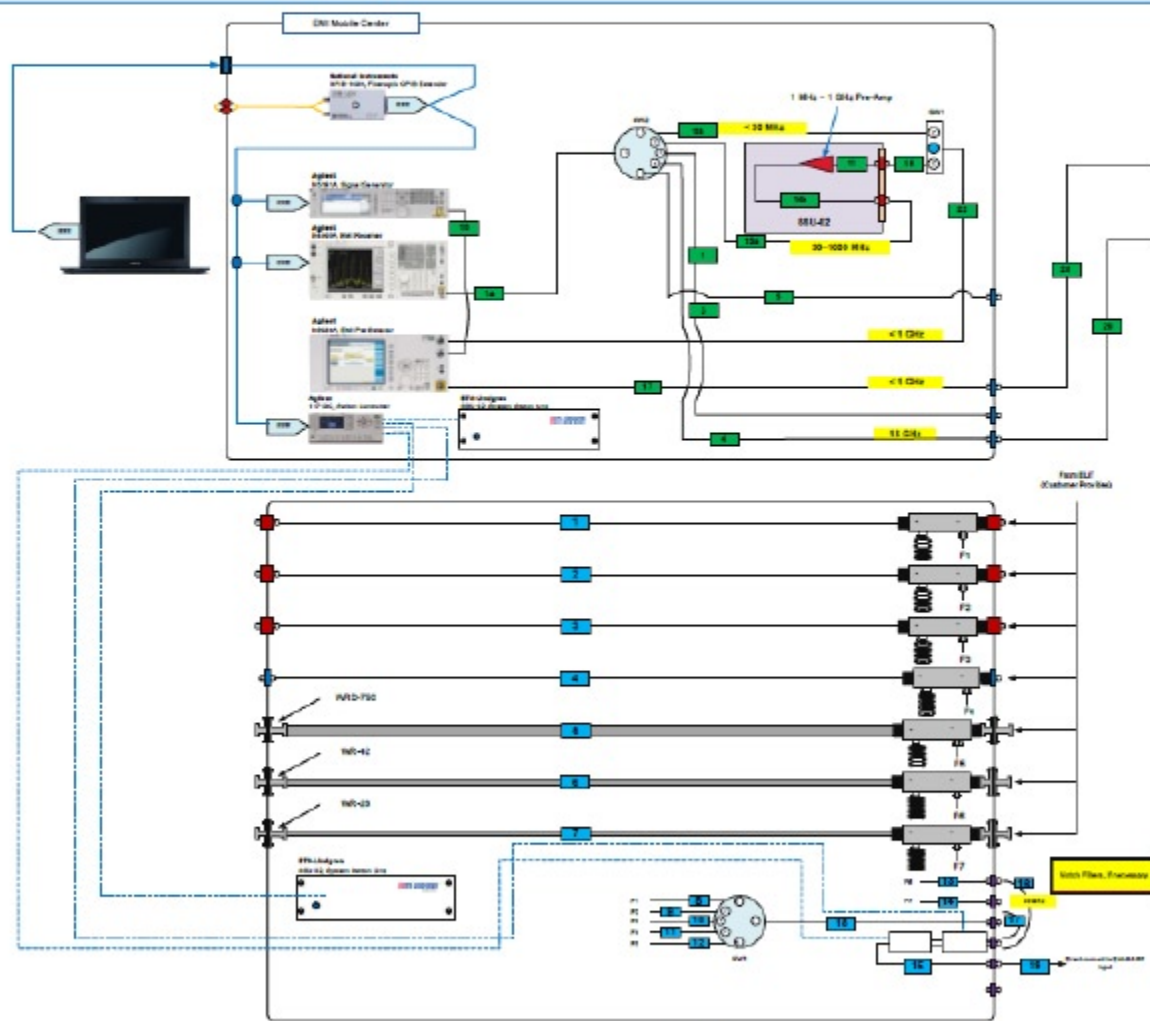
PROPERTY INFORMATION	ROOM	DATE
THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF ETS-LINDGREN. NO PART OF THIS DOCUMENT IS TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF ETS-LINDGREN. REVISED	1001	9/25/2011
	1	1



- LEGENDS**
- WALL/FLOOR PANEL
  - RACK MFR-01
  - ST FIBER BULKHEAD
  - SMA FIBER BULKHEAD
  - ST/FC FIBER BULKHEAD
  - 2-4mm (20 GHz) BULKHEAD
  - RF ADAPTER
  - RF 48V BULKHEAD
  - SMA (28.5 GHz) BULKHEAD
  - K (10 GHz) BULKHEAD
  - TYPE-N BULKHEAD
  - CONTROL CABLE
  - FIBEROPTIC FEEDTHROUGH
  - ST/FC FIBER BULKHEAD
  - 2-4mm (20 GHz) BULKHEAD
  - TYPE-N BULKHEAD
  - FIBER OPTIC CABLE
  - RF COAXIAL CABLE
  - RS-COUPLER

### AMPLIFIER ROOM RACK LAYOUT

<b>PROPERTY INFORMATION</b>		DATE	9/25/2011
ANY DUPLICATION OF THIS DOCUMENT SHALL BE IN WRITING WITHOUT EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF ETS-LINDGREN		SCALE	AS SHOWN
		REV	02



LEGENDS

WALL/FLOOR PANEL	27 FIBER BULK-HEAD	50M FIBER BULK-HEAD	50M (26.5 GHz) BULK-HEAD	RF ADAPTER	CONTROL CABLE
RACK, RFP-01	FIBER OPTIC FEEDTHROUGH	50YFC FIBER BULK-HEAD	1/2 (16 GHz) BULK-HEAD	IEEE-485 BULK-HEAD	FIBER OPTIC CABLE
		2.4mm (56 GHz) BULK-HEAD	TYPE-N BULK-HEAD	ISOLATOR	RF COAXIAL CABLE

RE102 & RE103 & CE106 SYSTEM LAYOUT

PROPERTY INFORMATION	SCALE	5/25/2011
ANY REPLICATION OF THIS DOCUMENT, WHOLE OR IN PART, WITHOUT EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF ETS·LINDGREN IS PROHIBITED.	100%	1

# 10 powodów dla których wart postawić na ETS-Lindgren

1. **Lider w przemyśle od 1930's** i udział w posiedzeniach najważniejszych komitetów normalizacyjnych/branżowych
2. **Stabilność finansowa** i potęga poprzez całkowitą przynależność do grupy ESCO Technologies, wieloletni plan na rozwój i wypracowanie zysku. **Dostawca bez ryzyka**
3. **Ponad 800 Pracowników na świecie, w tym, w Europie >100**, Ogromne możliwości przez kompetencje/zasoby światowe.
4. **Światowy gracz**, z lokalnym wsparciem w Polsce: AM Technologies
5. Wyjątkowe **możliwości projektowe** dla wyjątkowych rozwiązań

# 10 powodów dla których wart postawić na ETS-Lindgren

6. Idealnie w projektach złożonych i nie dokońca odkrytych (project management + Ludzie)
7. Własne działy **R&D, projektowania, produkcji, montażu testów:**
8. Doświadczenia w dostawie: największych obiektów na świecie – bez pomyłek i przypadkowości, organizacja i doświadczenie
9. Wszystkie absorbery produkowane we własnym zakładzie, **100% testowane**, z inowacyjnymi rozwiązaniami (nie chłonna wilgoci, wielowarstwowe, numerowane, z powłoką FlexSorb<sup>™</sup>, ...)
- 10. Integralność i zgodność** (wszystko z jednej stajni)