

Nils Gustafsson, Gustav Haapalahti, Magnus Herberthson

Mätningar av bistatisk radarmålarea hos en cylinder

TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSIINSTITUT

Sensorteknik
Box 1165
581 11 Linköping

FOI-R--0870--SE

Juni 2003

ISSN 1650-1942

Teknisk rapport

Nils Gustafsson, Gustav Haapalahti, Magnus Herberthson

Mätningar av bistatisk radarmålarea hos en cylinder

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Sensorteknik Box 1165 581 11 Linköping	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0870--SE	Klassificering Teknisk rapport
	Forskningsområde 4. Spaning och ledning	
	Månad, år Juni 2003	Projektnummer E3028
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
Författare/redaktör Nils Gustafsson Gustav Haapalahti Magnus Herberthson	Projektledare Magnus Herberthson	
	Godkänd av Björn Larsson	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning FM	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Magnus Herberthson	
Rapportens titel Mätningar av bistatisk radarmålarea hos en cylinder		
Sammanfattning (högst 200 ord) I denna rapport redovisas mätningar av bistatisk radarmålarea hos en cylinder. Mätningar har skett mot dels en metallcylinder, dels en cylinder klädd med dämpmaterial. Cylinderns längd har varit 1 m och dess diameter 10 cm. Använda frekvenser har legat kring 10 GHz och mätningarna har mätt bistatiska vinklar upp till 170°.		
Nyckelord bistatisk målarea, cylinder		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 41 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Sensor Technology P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	Report number, ISRN FOI-R--0870--SE	Report type Technical report		
	Programme Areas 4. C4ISR			
	Month year June 2003	Project no. E3028		
	General Research Areas 5. Commissioned Research			
	Subcategories 42 Surveillance Sensors			
Author/s (editor/s) Nils Gustafsson Gustav Haapalahti Magnus Herberthson	Project manager Magnus Herberthson			
	Approved by Björn Larsson			
	Sponsoring agency FM			
	Scientifically and technically responsible Magnus Herberthson			
Report title (In translation) Measurements of bistatic radar cross-section of a cylinder				
Abstract (not more than 200 words) In this report, measurements of bistatic radar cross-section are presented. The measurements have been partly on a metal cylinder and partly on a cylinder equipped with a damping material. The length of the cylinder was 1 m and the diameter 10 cm. The frequencies used were around 10 GHz and the measurements have covered bistatic angles up to 170°.				
Keywords bistatic radar cross-section, cylinder				
Further bibliographic information	Language Swedish			
ISSN 1650-1942	Pages 41 p.			
	Price acc. to pricelist			

Innehåll

1 Inledning	9
2 Mätning av bistatisk radarmålarea hos en cylinder	9
2.1 Mätningens uppläggning i stort	9
2.1.1 Val av mål, frekvenser och vinklar	10
2.1.2 Valda dämpmaterial	10
2.1.3 Mätförfarande	11
2.2 Exempel	12
2.2.1 9.5 GHz, monostatisk mätning	12
2.2.2 9.5 GHz, bistatisk mätning, 110°	13
2.2.3 9.5 GHz, bistatisk mätning, 160°	16
3 Redovisning av mätdata	17
3.1 Tolkning av redovisade mätdata	17
3.2 90° bistatisk vinkel, polarisation VV	18
3.2.1 Metallcylinder	18
3.2.2 AN72-cylinder	19
3.2.3 AN73-cylinder	19
3.3 100° bistatisk vinkel, polarisation VV	20
3.3.1 Metallcylinder	20
3.3.2 AN72-cylinder	21
3.3.3 AN73-cylinder	21
3.4 110° bistatisk vinkel, polarisation VV	22
3.4.1 Metallcylinder	22
3.4.2 AN72-cylinder	23
3.4.3 AN73-cylinder	23
3.5 120° bistatisk vinkel, polarisation VV	24
3.5.1 Metallcylinder	24
3.5.2 AN72-cylinder	25
3.5.3 AN73-cylinder	25
3.6 140° bistatisk vinkel, polarisation VV	26
3.6.1 Metallcylinder	26
3.6.2 AN72-cylinder	27
3.6.3 AN73-cylinder	27
3.7 150° bistatisk vinkel, polarisation VV	28
3.7.1 Metallcylinder	28
3.7.2 AN72-cylinder	29
3.7.3 AN73-cylinder	29
3.8 160° bistatisk vinkel, polarisation VV	30
3.8.1 Metallcylinder	30
3.8.2 AN72-cylinder	31
3.8.3 AN73-cylinder	31
3.9 170° bistatisk vinkel, polarisation VV	32
3.9.1 Metallcylinder	32
3.9.2 AN72-cylinder	33
3.9.3 AN73-cylinder	33
3.10 Bakgrundsmätningarnas fasvariation	34
3.10.1 90° bistatisk vinkel, polarisation VV	34
3.10.2 100° bistatisk vinkel, polarisation VV	35
3.10.3 110° bistatisk vinkel, polarisation VV	36
3.10.4 120° bistatisk vinkel, polarisation VV	37
3.10.5 140° bistatisk vinkel, polarisation VV	38
3.10.6 150° bistatisk vinkel, polarisation VV	39
3.10.7 160° bistatisk vinkel, polarisation VV	40

3.10.8 170° bistatisk vinkel, polarisation VV	41
---	----

1 Inledning

Bistatiska radarmålareor har rönt ett ökat intresse under de senaste åren. Man kan se några huvudsaker till detta. Tekniken att smyganpassa objekt (flygplan, fartyg, etc.) har huvudsakligen tillämpats i det monostatiska fallet, dvs man försöker vid designen av nya farkoster begränsa återspridningen av belyst radarstrålning i infallsriktningen. Även om denna begränsning i viss mån kan åstadkommas genom radarabsorberande material, är det vanligaste sättet att tillse att den inkommande energin sprids i andra riktningar än infallsriktningen. Sålunda är det intressant med system som använder bistatiska detektioner. Ett annat skäl är att ett spår i den allmänna radartekniken är utvecklandet av distribuerade radarsystem. Dessa kan vara såväl markbundna, luftburna eller en kombination därav. System med separerade sändare och mottagare kan få allehanda egenskaper, men gemensamt är att de nyttjar bistatiska mätningar. Noterbart är också att ett objekt med 'perfekt' radarabsorption ändå kan upptäckas genom radarbelysning på grund av de ofrånkomliga diffractionsfenomen som uppstår kring objektet (Babinets princip). Denna diffraction är praktiskt användbar först vid stora bistatiska vinklar.

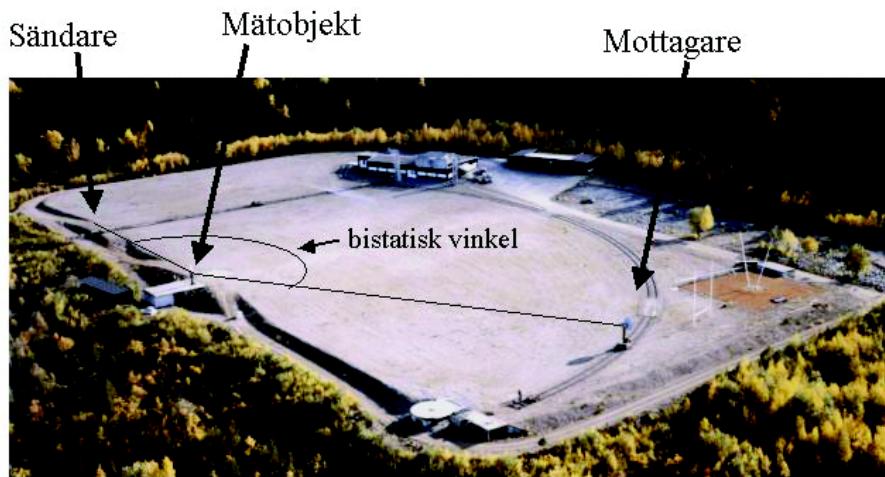
Sammantaget finns det all anledning att skaffa sig en god kunskap av bistatiska radarmålareor. Naturligtvis är radarmålareor av realistiska objekt det eftersträvansvärda, men också objekt med enkel geometri är intressanta eftersom de dels ger fenomenologisk förståelse dels ger möjlighet till förhållandevis enkel jämförelse med numeriska beräkningar eller i vissa fall till och med analytiska lösningar.

2 Mätning av bistatisk radarmålarea hos en cylinder

I denna rapport redogörs för mätningar av bistatisk radarmålarea hos en cylinder. Mätningarna har utförts vid FOI:s mätanläggning Lilla Gåra, och de skall tjäna som underlag för jämförelse med motsvarande målareor erhållna med numeriska beräkningar. Sålunda är innehållet i denna rapport i första hand redovisande.

2.1 Mätningens uppläggning i stort

I figur 1 nedan syns en översiktsbild av mätuppställningen på mätplatsen Lilla Gåra. Sändaren är fixt placerad i en mast, mottagaren är placerad på en rälsbunden vagn och mätobjektet sitter på ett höj- och sänkbart vridbord.



Figur 1: Mätuppställningen på Lilla Gåra

2.1.1 Val av mål, frekvenser och vinklar

Som nämnts valdes till denna mätning ett mål med enkel geometri; en cylinder. Med tanke på mätapparatur och mätönskemål befanns en lämplig storlek (längd) på cylindern vara omkring en meter. Eftersom en cylinder kan ses som en enkel nedskalad modell av en kryssningsrobot bör valet av frekvens skalas på samma sätt. Från en tänkt situation där en kryssningsrobot med längd upp till 10m belyses av radarstålning med frekvenser på uppemot 1 GHz, valdes för mätningarna frekvenser kring 10 GHz. Som bistatiska vinklar valdes vinklarna $90^\circ, 100^\circ, 110^\circ, 120^\circ, 140^\circ, 150^\circ, 160^\circ, 170^\circ$, samt även 0° , dvs en monostatisk mätning.

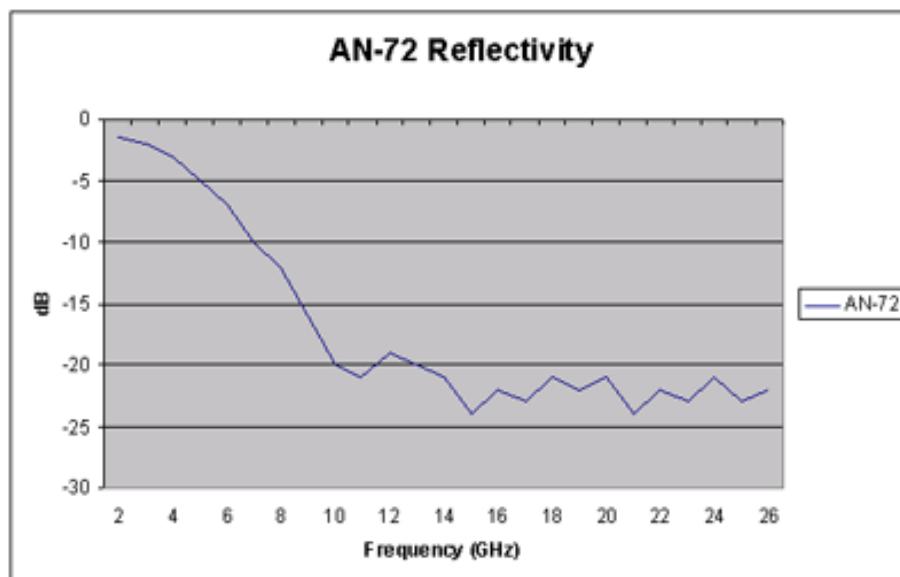
Yttligare en tanke med mätningarna var att undersöka olika dämpmaterials inverkan, återigen speciellt i fallet stora bistatiska vinklar. Mätningarna skedde därför mot en metallcylinder samt motsvarande cylinder klädd med två olika dämpmaterial. Slutligen skedde mätningarna mestadels i polarisation VV.

Sälunda har mätningarna utförts under följande omständigheter:

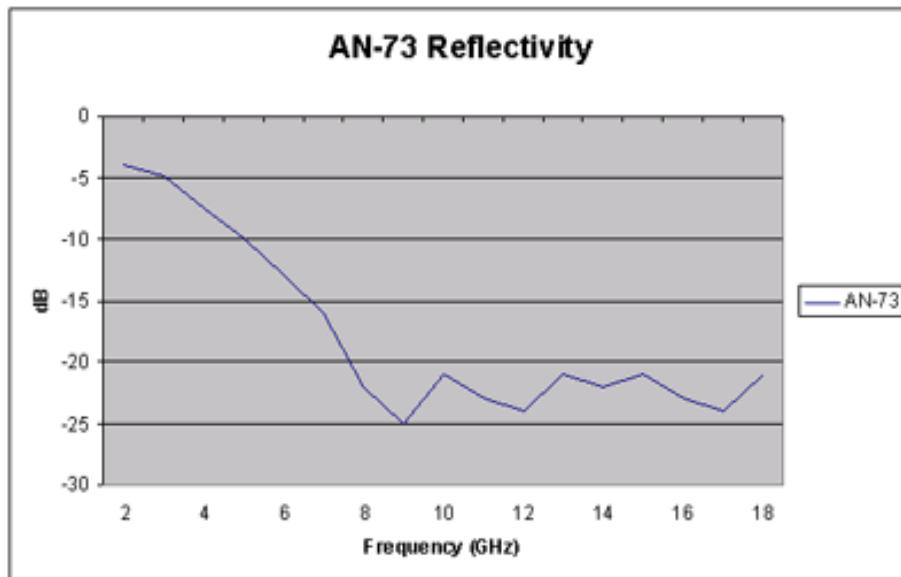
- Bistatiska vinklar: $(0^\circ,)90^\circ, 100^\circ, 110^\circ, 120^\circ, 140^\circ, 150^\circ, 160^\circ, 170^\circ$.
- Frekvenser: 8.0, 8.5, 9.0, ... 11.0 GHz.
- Polarisationer: VV (samt HH på den monostatiska mätningen)
- Aspektvinklar hos mätobjektet: $0^\circ - 180^\circ$, i steg om $360^\circ / 2^{14} \sim 0.022^\circ$.
- Utgående från en metallcylinder med längd 1m och diameter 10cm undersöktes radarmålarenan för cylindern i tre fall:
 - i enbart metallcylindern
 - ii metallcylindern klädd med dämpmaterial 'AN72'
 - iii metallcylindern klädd med dämpmaterial 'AN73' (se nedan)

2.1.2 Valda dämpmaterial

Dämpmaterialen 'AN72' samt 'AN73' står för motsvarande material hos leverantören Emerson & Cuming:s ECCOSORB-serie. Av leverantören givna data för dessa material är:



Figur 2: Dämpning som funktion av frekvens



Figur 3: Dämpning som funktion av frekvens

2.1.3 Mätförfarande

För en given frekvens, bistatisk vinkel och objektorientering, utförs i princip två mätningar, en bakgrundsmätning samt en mätning med objektet (plus bakgrunden). Radarmålarean för objektet fås sedan genom koherent subtraktion av de bågge signalerna. För att kunna relatera den subtraherade signalen till verklig målarea behövs också en kalibreringssignal som, via ett objekt med känd målarea, relaterar signalstyrkan i mottagaren till målareaen. I detta fallet är kalibringsmålet en metallskiva med diameter 25cm. Observera att även bakgrundsmätningen behöver göras med avseende på aspektvinklar $0^\circ - 360^\circ$ eftersom bakgrunden inkluderar ett i dämpmaterial inklätt vridbord.

Givet att kalibreringssignalen är känd, så att mätdata kan tolkas direkt som komplex radar-målarea, blir sålunda den principiella mätproceduren som följer:

```

för alla bistatiska vinklar
  för alla mål
    för alla frekvenser
      för alla objektvinklar
        mät bakgrunden
        slut
      för alla objektvinklar
        mät objektet
        slut
        subtrahera
        slut
      slut
    slut
  slut

```

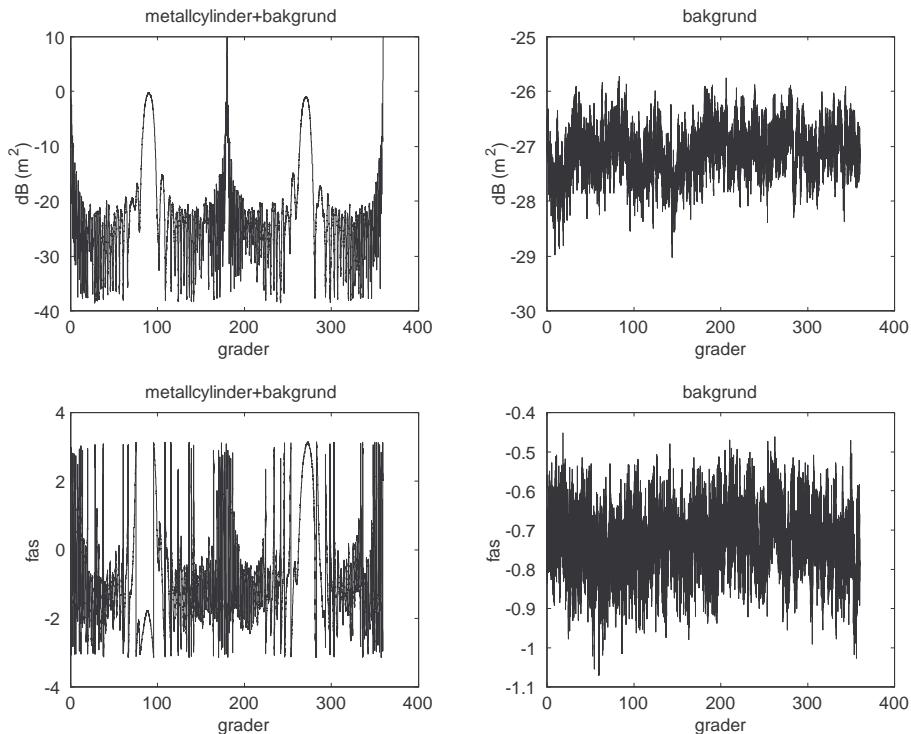
Med 'subtrahera' avses att mätningen av bakgrunden subtraheras från mätningen av mål plus bakgrund.

2.2 Exempel

I detta avsnitt redovisas några mätningar med kommentarer. Vi tittar dels på ett rent monostatiskt fall samt ett par bistatiska. I de senare fallen med samt utan dämpmaterial.

2.2.1 9.5 GHz, monostatisk mätning

Nedan redovisas det monostatiska fallet vid $f = 9.5$ GHz, polarisation VV. För den rena metallcylindern blir mottagen och kalibrerad signal enligt figur 4:



Figur 4: Monostatisk radarmålarea hos metallcylinder (plus bakgrund) samt bakgrund.

I exemplet ovan framgår att i detta fall är mestadels radarmålarean hos metallcylinderen plus bakgrundens avsevärt större än bakgrundens målarea. Det innebär att subtraktionen för att erhålla cylinderns radarmålarea inte blir kritiskt beroende av noggranheten hos bakgrundsmätningen. Bakgrundsmätningen involverar som sagts ovan även det rörliga men dämpmaterialinklädda vridbordet, varför man inte förväntar sig en helt statisk bakgrund. Utan detta vridbord skulle bakgrunden, idealt sett, bli konstant.

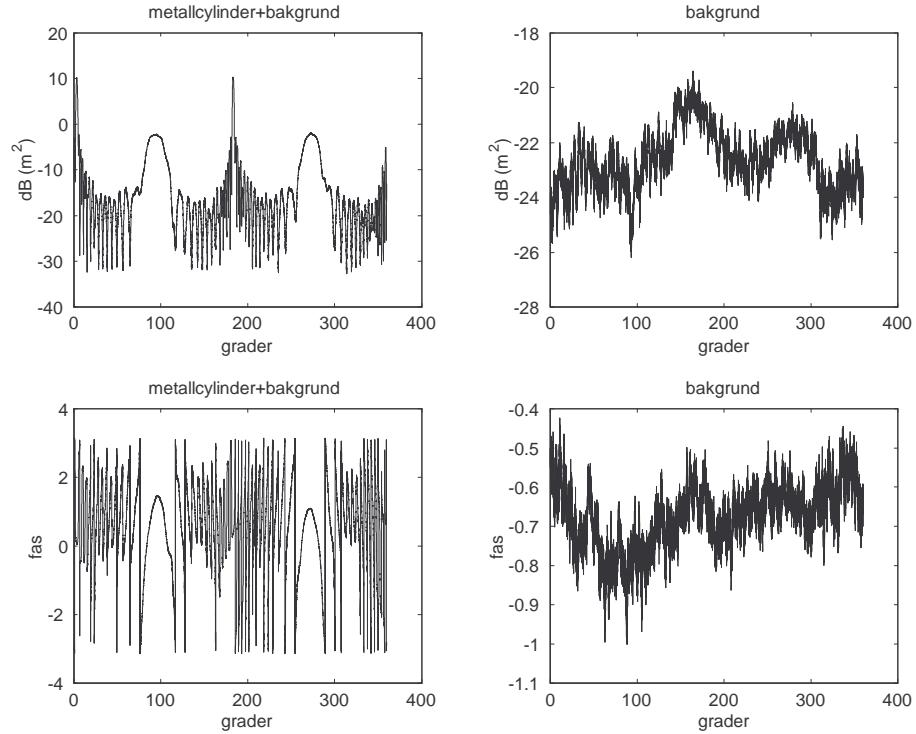
I figuren över radarmålarea för metallcylinderen syns fyra toppar. De motsvarar orienteringarna när cylindern är orienterad med antingen kortsidan (de två lägre topparna) eller längsiden (de två högre topparna) mot sändar/mottagaranten. Eftersom cylinderns längd l är 1 meter och använd våglängd λ ligger kring 3 cm är gäller att $l >> \lambda$. Å andra sidan är cylinderns diameter endast ett par våglängder lång. Hela cylindern kan därför inte sägas vara 'mycket större än våglängden'. Om ändå approximativa uttryck för radarmålarea i fallet 'objekt mycket större än våglängden' används finner vi att motsvarande radarmålareor skall vara ($r=\text{radie}$)

- Kortsida: $\frac{4\pi^3 r^4}{\lambda^2} = 0.86 \text{ m}^2 \quad (-0.7 \text{ dB(m}^2\text{)})$
- Långsida: $\frac{2\pi r l}{\lambda} = 10.5 \text{ m}^2 \quad (10.2 \text{ dB(m}^2\text{)})$

vilket är i god överensstämmelse med figur 4.

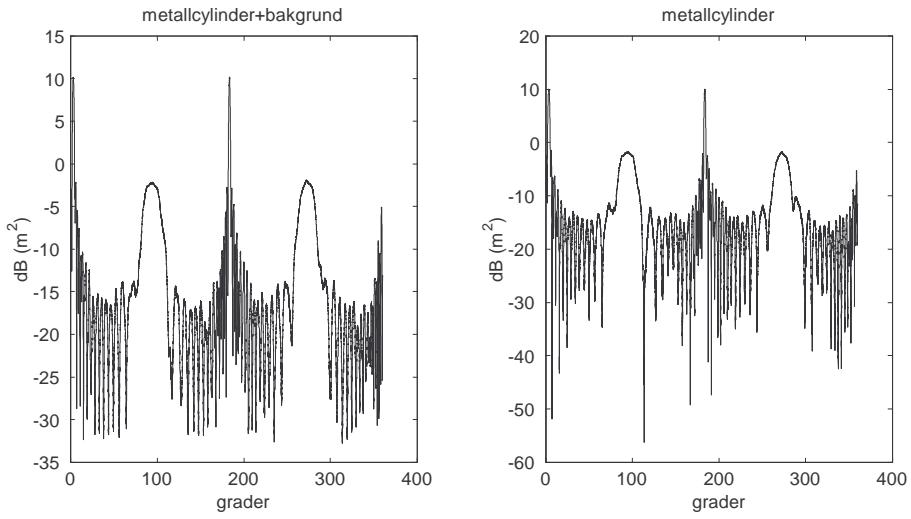
2.2.2 9.5 GHz, bistatisk mätning, 110°

För en bistatisk mätning mot metallcylindern blir mätdata enligt figur 5. Den bistatiska vinkeln är 110° , frekvensen 9.5 GHz och polarisationen VV.



Figur 5: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder (plus bakgrund) samt bakgrund, 110° . Frekvens 9.5 GHz, polarisation VV

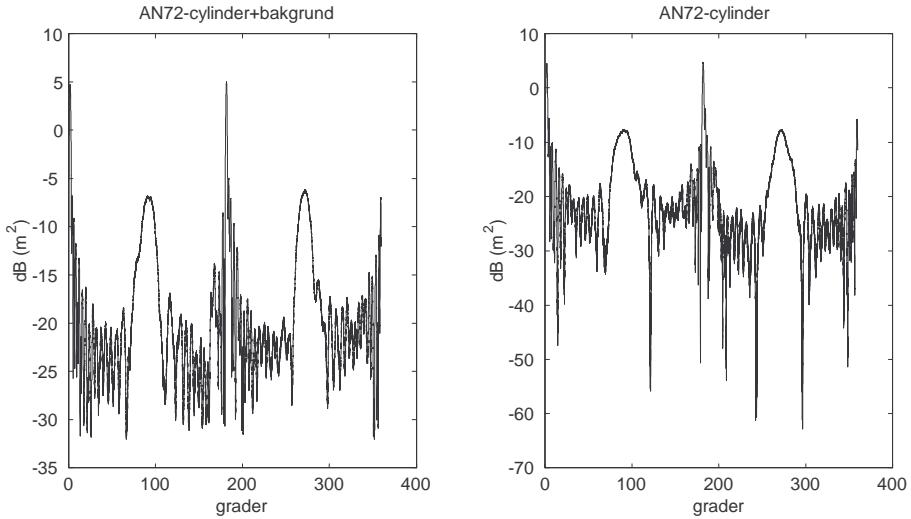
Situationen är snarlik det monostatiska fallet. Efter subtraktion av bakgrunden blir en jämförelse mellan mätningen cylinder+bakgrund samt densamma med bakgrunden subtraherad enligt figur 6 nedan.



Figur 6: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder (plus bakgrund) samt metallcylinder, 110° . Frekvens 9.5 GHz, polarisation VV

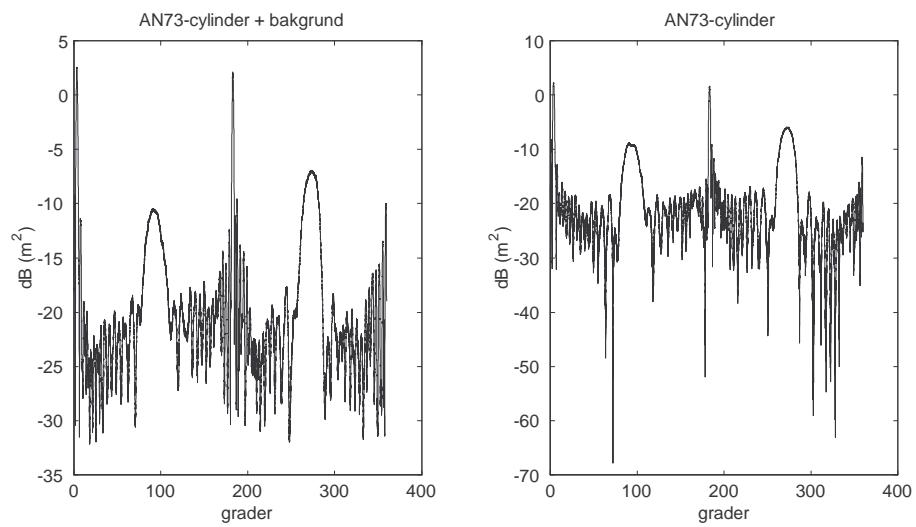
Som väntat påverkas skattningen av målarea endast där bakgrundens målarea är av samma storleksordning som (eller större än) målareaen hos cylinder+bakgrund. Vidare ser vi att radarmålareaen hos cylinderns kortssida, som väntat, sjunker mer än radarmålareaen hos cylinderns längssida vid övergång från monostatisk mätning till bistatisk mätning 110° .

Samma bistatiska vinkel, frekvens och polarisation, men metallcylindern ersatt med en dämpförsedd cylinder ger mätdata enligt figur 7 nedan.



Figur 7: Bistatisk radarmålarea hos dämpad AN72-cylinder (plus bakgrund) samt AN72-cylinder, 110° . Frekvens 9.5 GHz, polarisation VV

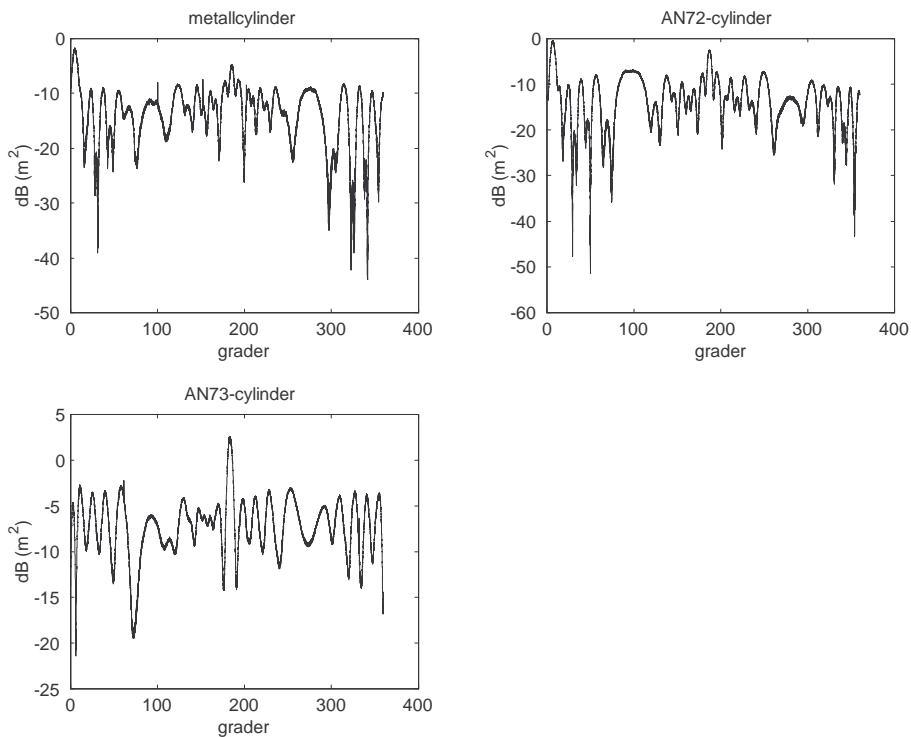
Dämpningen ligger kring 5 dB, att jämföra med tillverkarens angivna dämpning i det monostatiska fallet: 20 dB. För det andra dämpmaterialet, AN73, anges ungefär samma dämpning. Mätresultaten framgår av figur 8.



Figur 8: Bistatisk radarmålarea hos dämpad AN73-cylinder (plus bakgrund) samt AN73-cylinder, 110° . Frekvens 9.5 GHz, polarisation VV

2.2.3 9.5 GHz, bistatisk mätning, 160°

Som ett avslutande exempel tittar vi på det bistatiska fallet med 160° bistatisk vinkel. Återigen väljer vi 9.5 GHz (och polarisation VV). Även här är bakgrundsnivåerna överlag avsevärt lägre än nivåerna för objekt+bakgrund. Av den anledningen redovisas de subtraherade mätningarna direkt för de tre fallen metallcylinder, AN72-cylinder samt AN73-cylinder. Se figur 9.



Figur 9: Bistatisk radarmålarea hos odämpad och dämpad cylinder, 160° . Frekvens 9.5 GHz, polarisation VV

Noterbart är att dämpmaterialet inte har någon tydlig dämpande verkan. Vidare noteras radarmålareans mer långsamma beroende av aspektvinkeln (jämfört med tidigare figurer), vilket är en följd av den större bistatiska vinkeln.

3 Redovisning av mätdata

I detta avsnitt redovisas de mätningar som har utförts enligt beskrivningen ovan. Denna rapport är en teknisk rapport, varför mätningarna finns sammanställda men ej analyserade. För en framtida analys pågår bland annat (i skrivande stund) teoretiska beräkningar av motsvarande mätsituationer.

3.1 Tolkning av redovisade mätdata

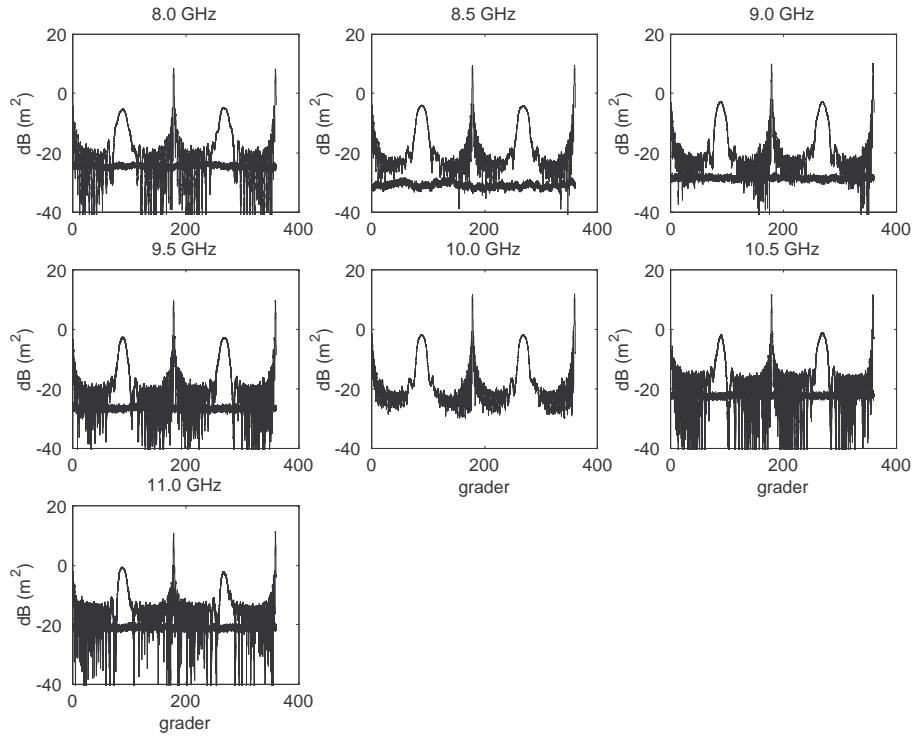
För varje bistatisk vinkel och mätobjekt (metallcylinder, AN72-cylinder, AN73-cylinder) redovisas mätdata över angivna frekvenser (med polarisation VV). I varje bild syns uppmätt radarmålarea hos objektet som funktion av aspektvinkeln, dvs radarmålarea hos differensen av mätningen 'objekt+bakgrund' och mätningen 'bakgrund'. Då fasläget hos bakgrundsmätningen i en del fall var osäkert, finns även bakgrundens signallivåer redovisade (i samma bild).

I några fall var data korrupta. Det syns genom att objektsdata saknas eller att bakgrundsdata saknas (i vilket fall ingen subtraktion har skett).

Efter (bakgrundssubtraherade) mätdata redovisas också bakgrundsdatats fasinformation som funktion av objektvinkeln. Eftersom objekt saknas bör denna mätning idealt sett ha konstant fasläge, men scenen är inte riktigt statisk eftersom den dämpade konen på vilket objektet placeras vrider. Dock bör de cylindermätningar till vilka bakgrundsmätningarnas fasvariation är oväntat stor tolkas med försiktighet när de bågge signallivåernas styrkor är jämförbara.

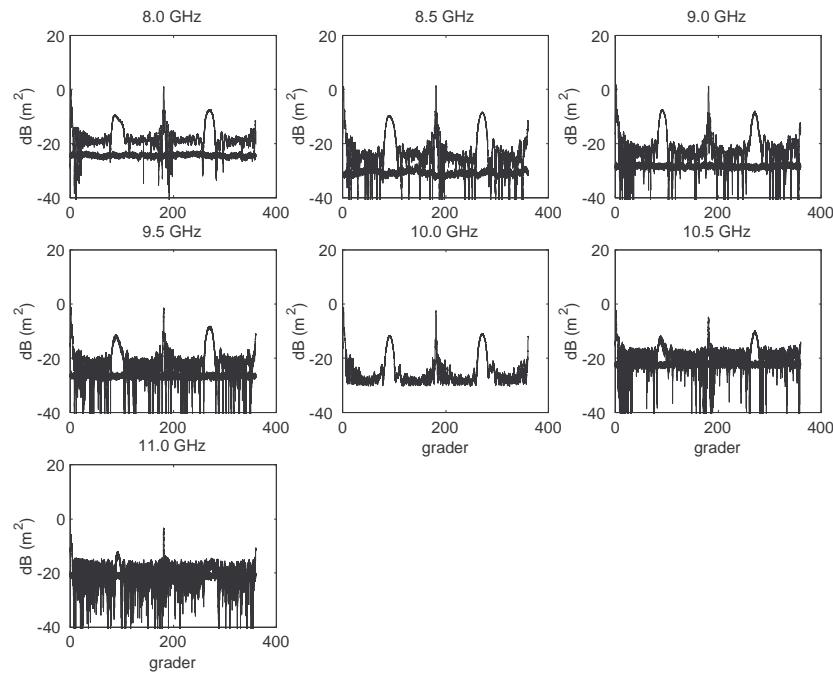
3.2 90° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.2.1 Metallcylinder



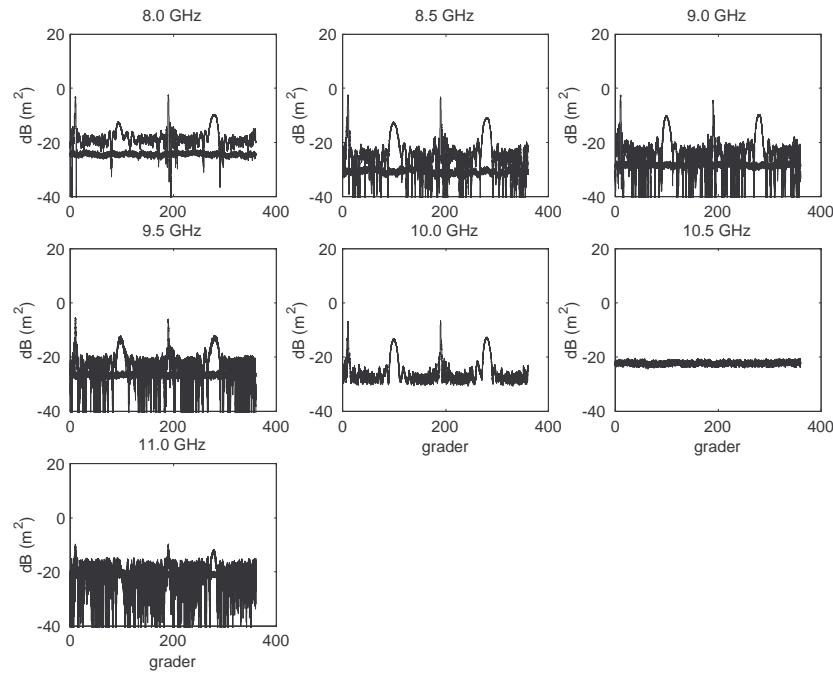
Figur 10: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 90° , polarisation VV

3.2.2 AN72-cylinder



Figur 11: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 90° , polarisation VV

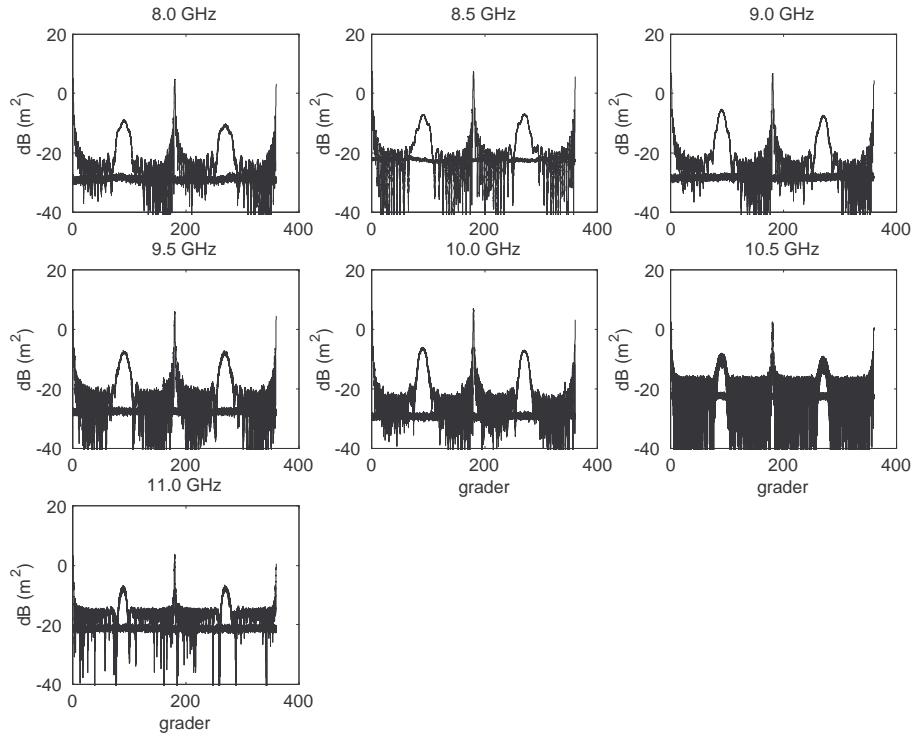
3.2.3 AN73-cylinder



Figur 12: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 90° , polarisation VV

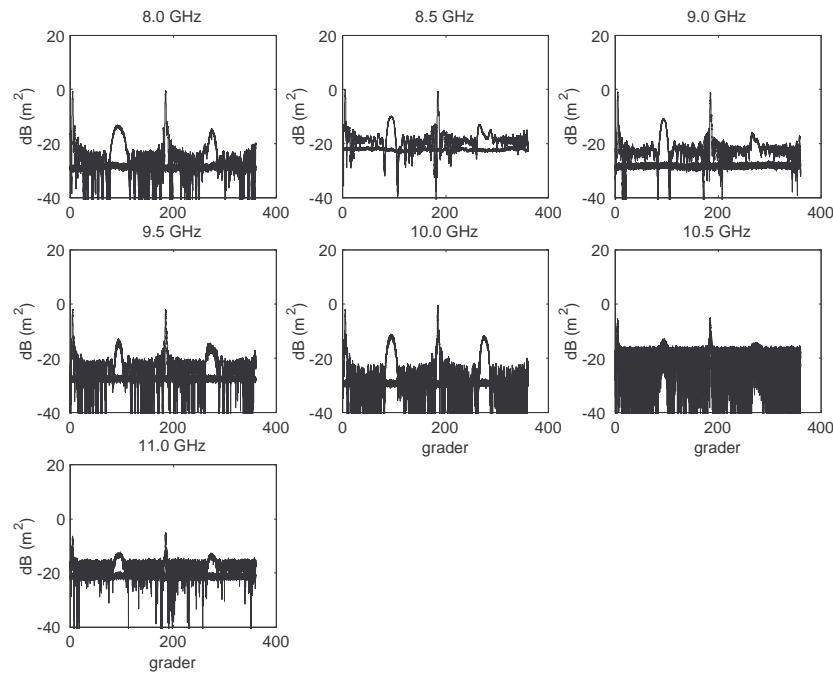
3.3 100° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.3.1 Metallcylinder



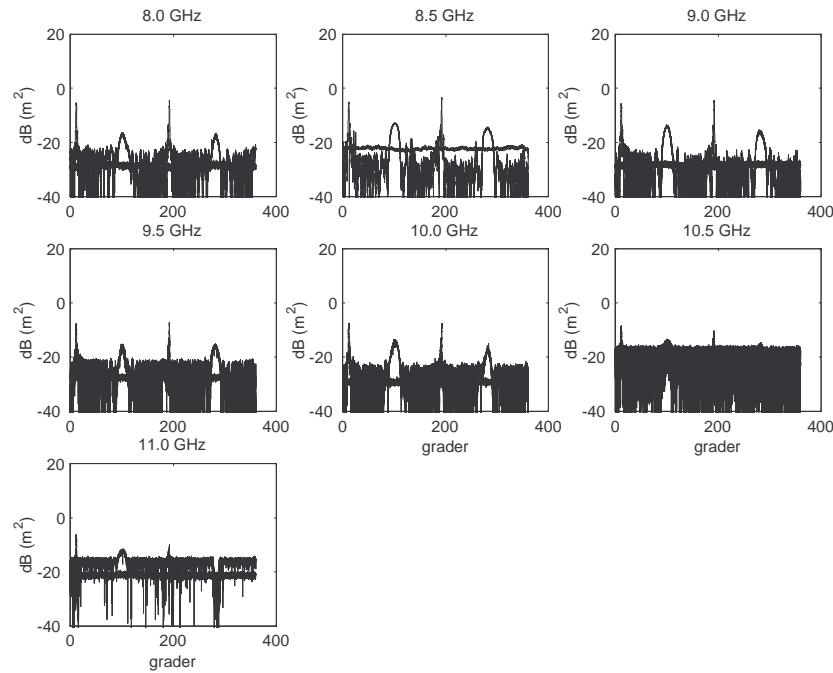
Figur 13: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 100° , polarisation VV

3.3.2 AN72-cylinder



Figur 14: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 100° , polarisation VV

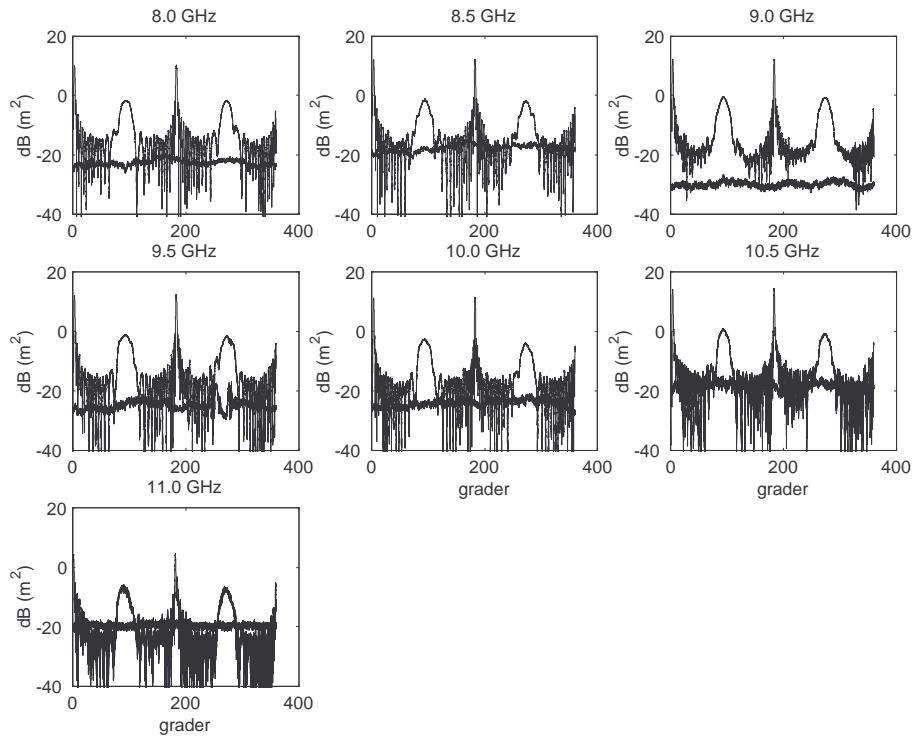
3.3.3 AN73-cylinder



Figur 15: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 100° , polarisation VV

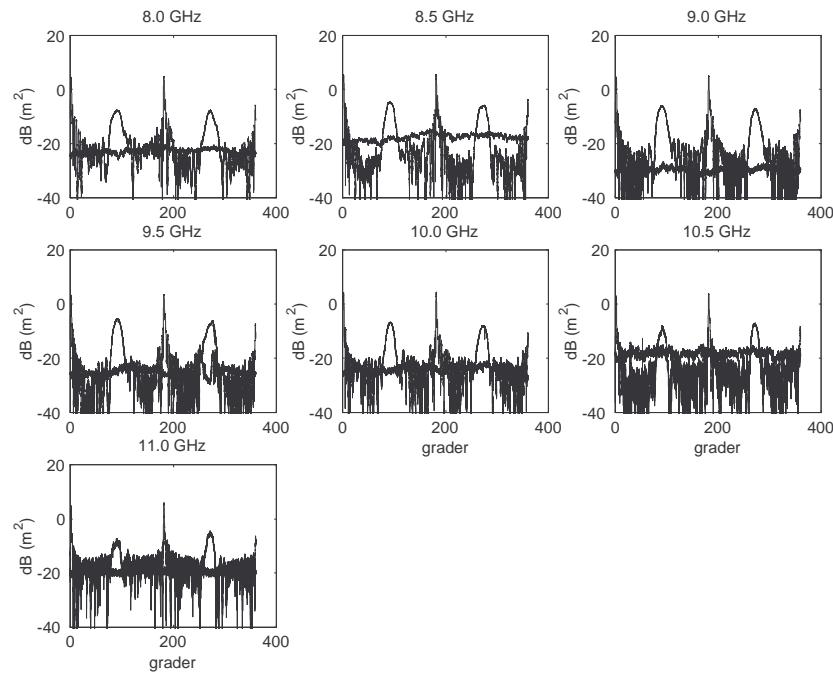
3.4 110° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.4.1 Metallcylinder



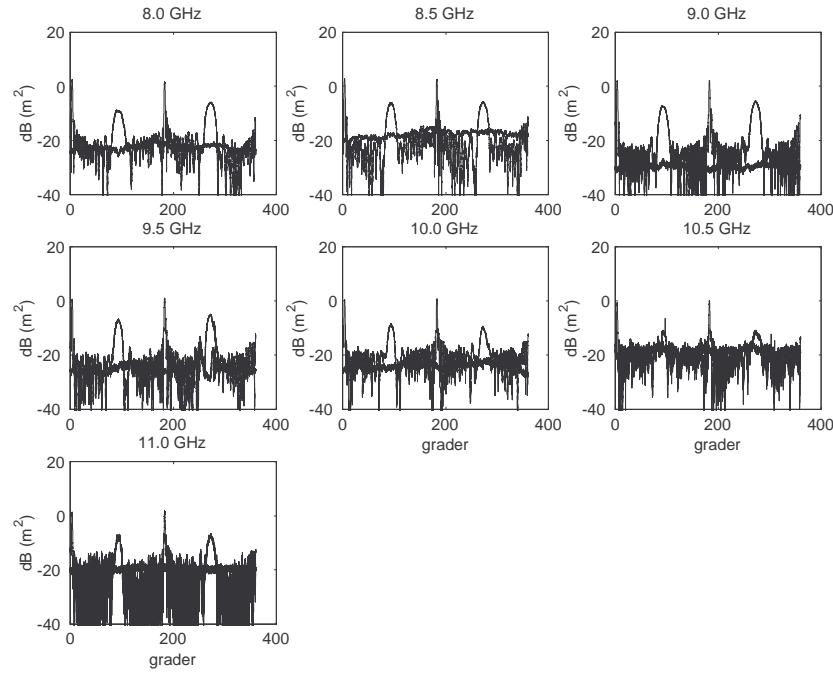
Figur 16: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 110° , polarisation VV

3.4.2 AN72-cylinder



Figur 17: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 110° , polarisation VV

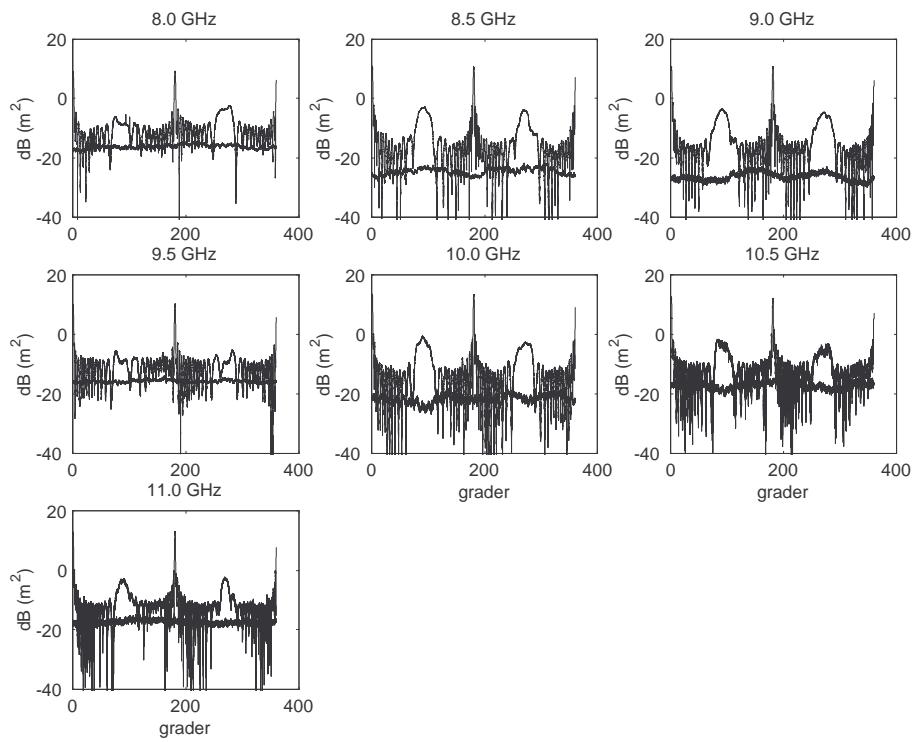
3.4.3 AN73-cylinder



Figur 18: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 110° , polarisation VV

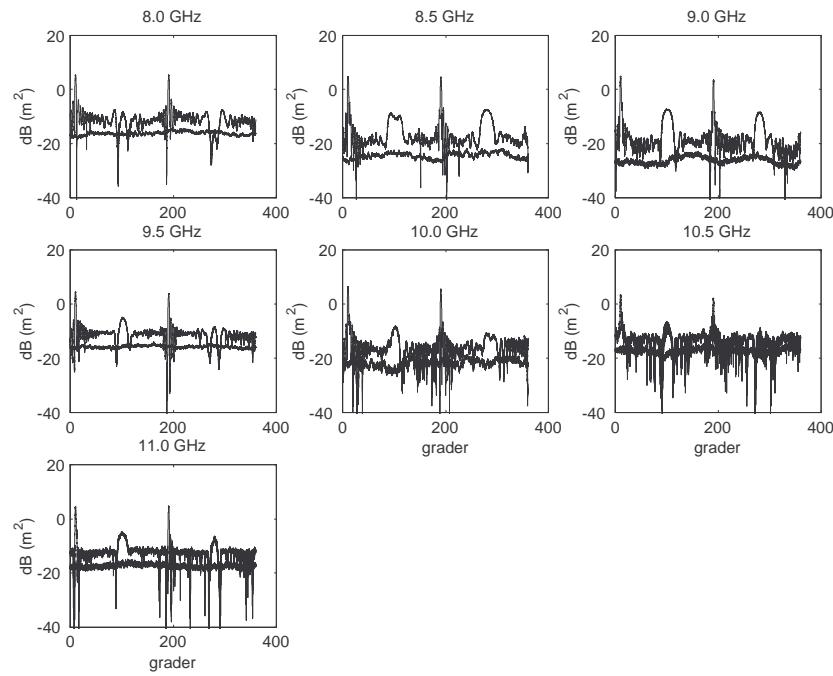
3.5 120° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.5.1 Metallcylinder



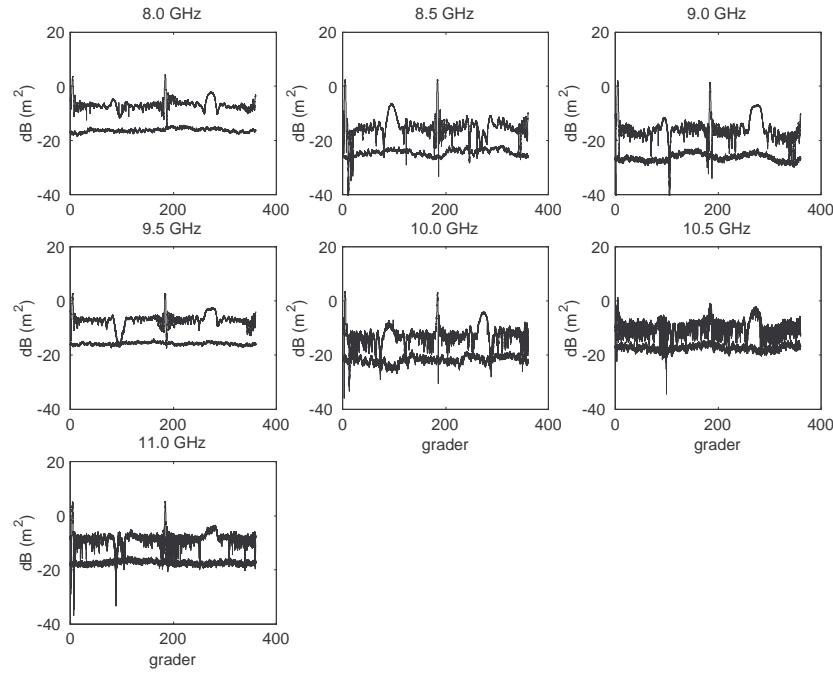
Figur 19: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 120° , polarisation VV

3.5.2 AN72-cylinder



Figur 20: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 120° , polarisation VV

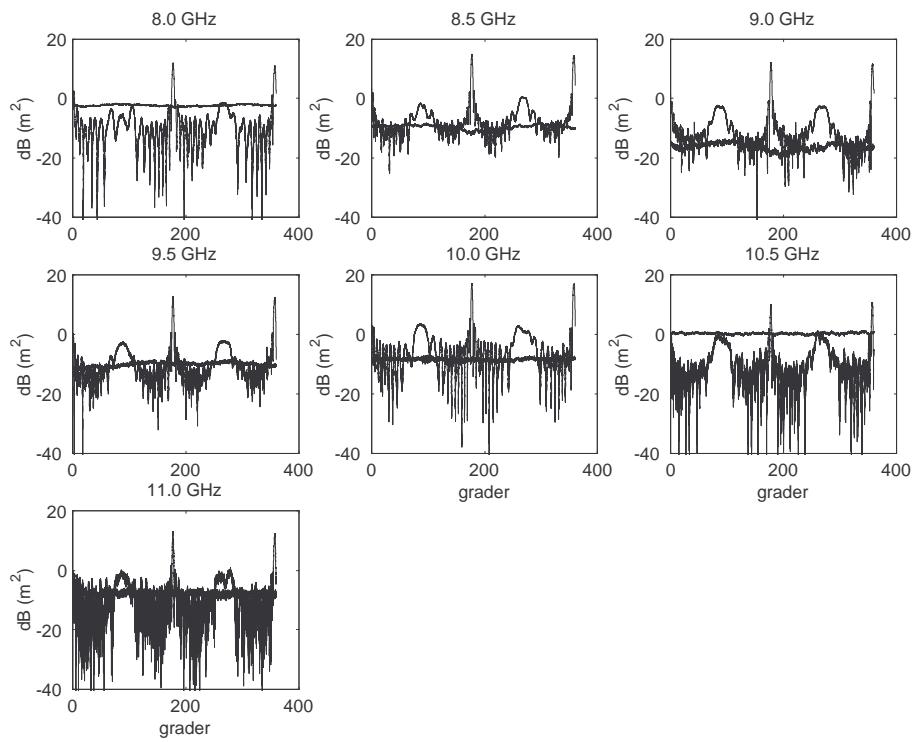
3.5.3 AN73-cylinder



Figur 21: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 120° , polarisation VV

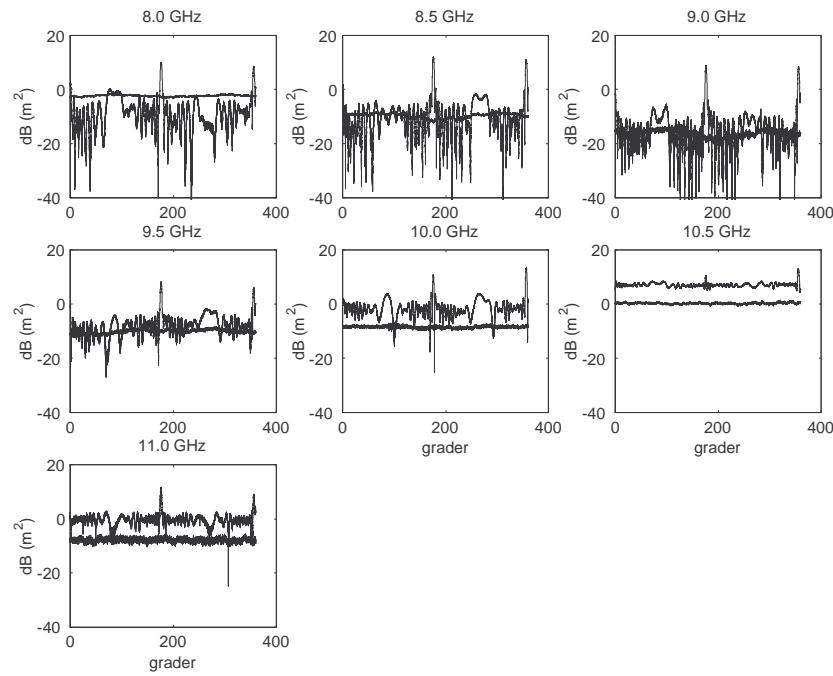
3.6 140° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.6.1 Metallcylinder



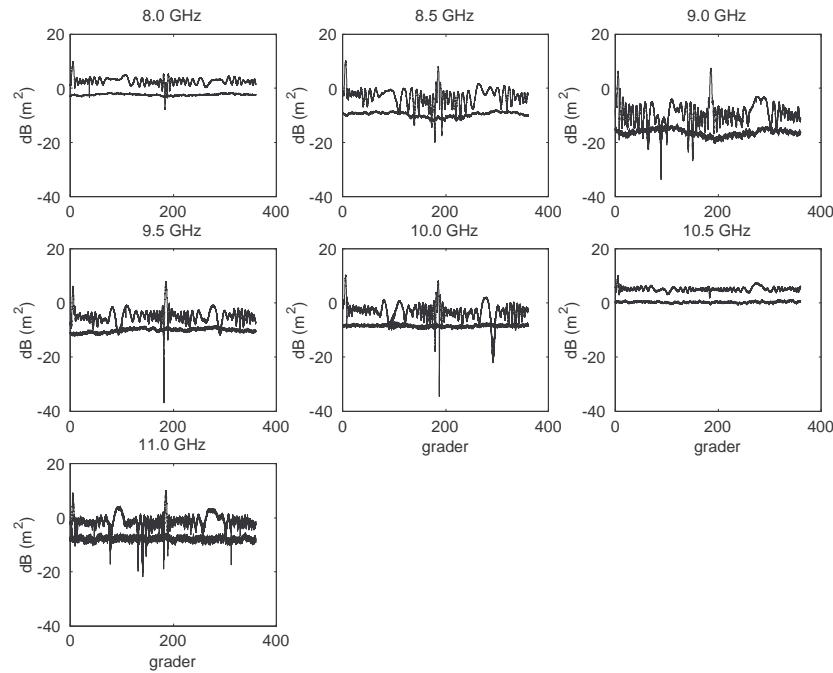
Figur 22: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 140° , polarisation VV

3.6.2 AN72-cylinder



Figur 23: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 140° , polarisation VV

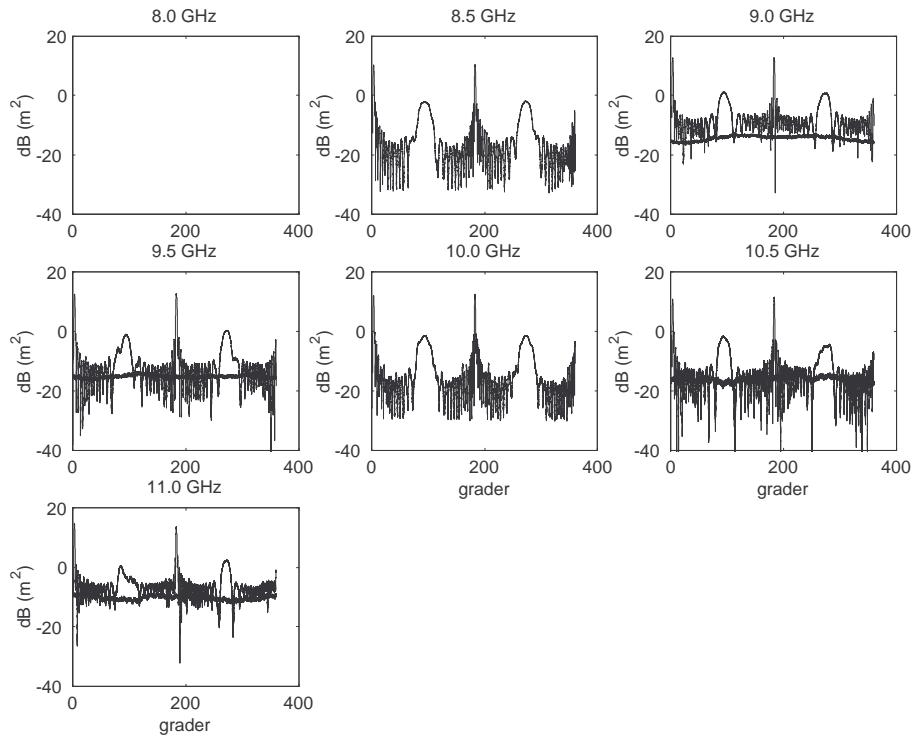
3.6.3 AN73-cylinder



Figur 24: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 140° , polarisation VV

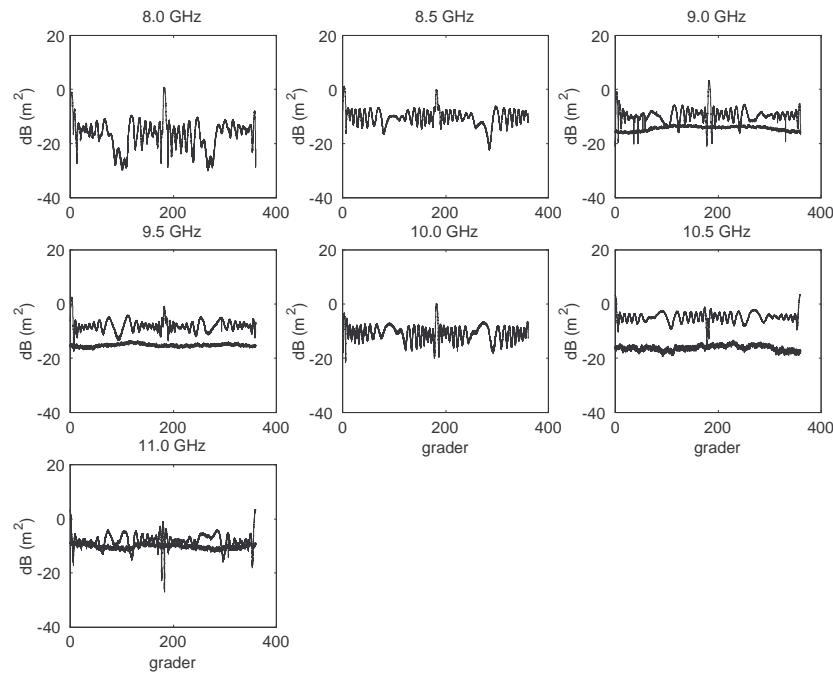
3.7 150° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.7.1 Metallcylinder



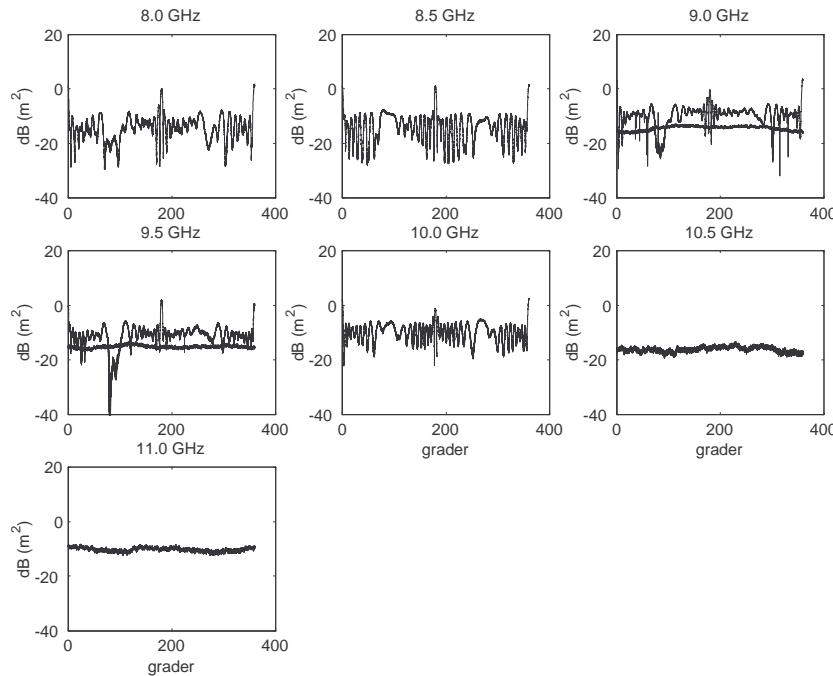
Figur 25: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 150° , polarisation VV

3.7.2 AN72-cylinder



Figur 26: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 150° , polarisation VV

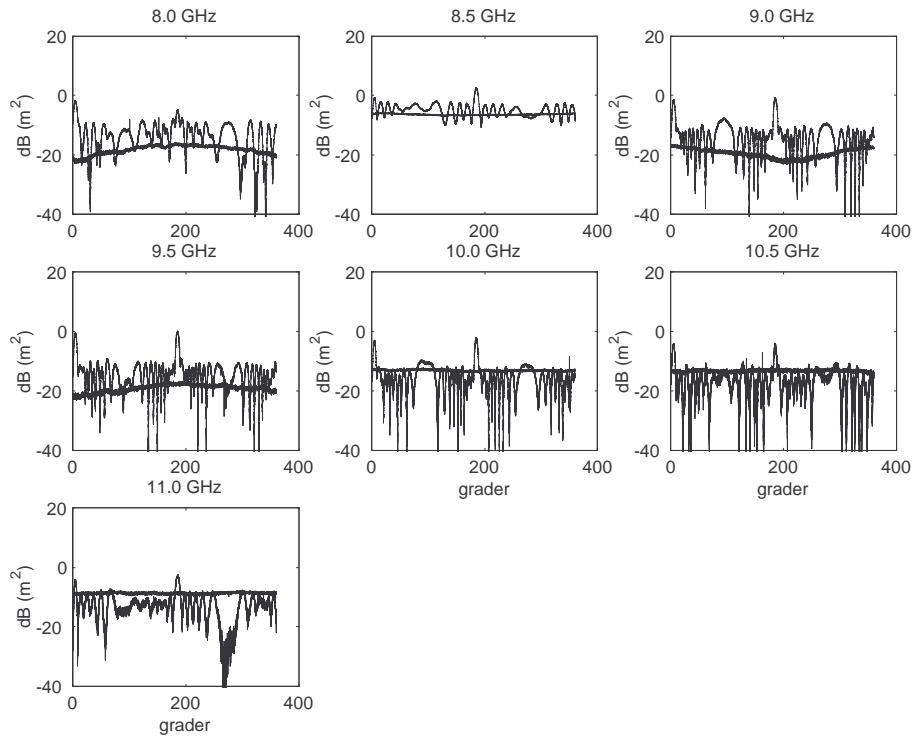
3.7.3 AN73-cylinder



Figur 27: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 150° , polarisation VV

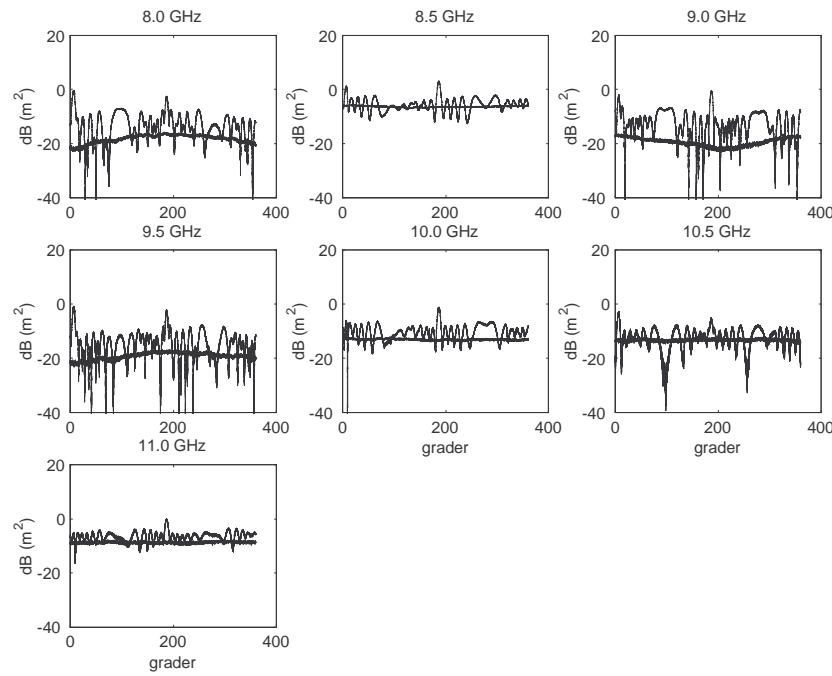
3.8 160° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.8.1 Metallcylinder



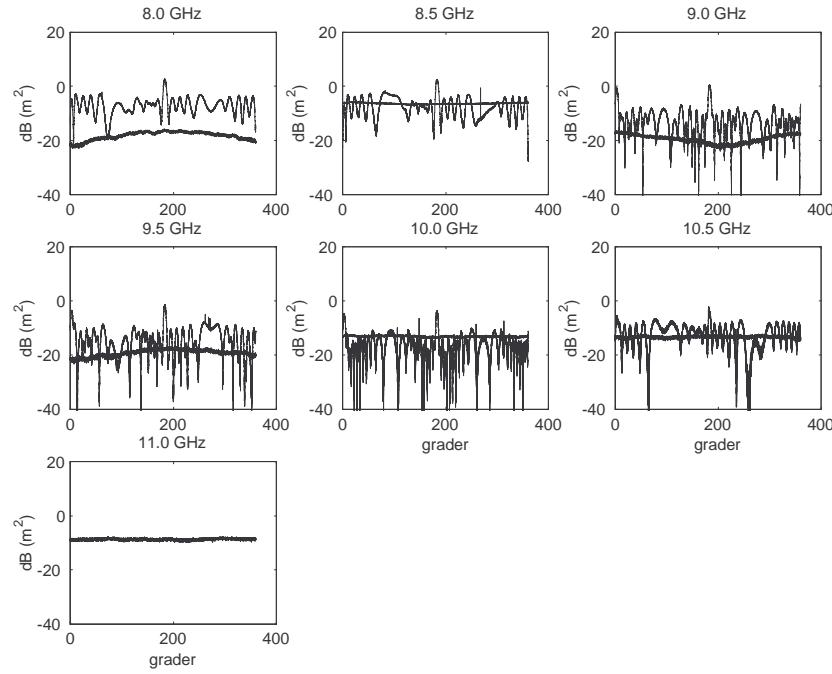
Figur 28: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 160° , polarisation VV

3.8.2 AN72-cylinder



Figur 29: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 160° , polarisation VV

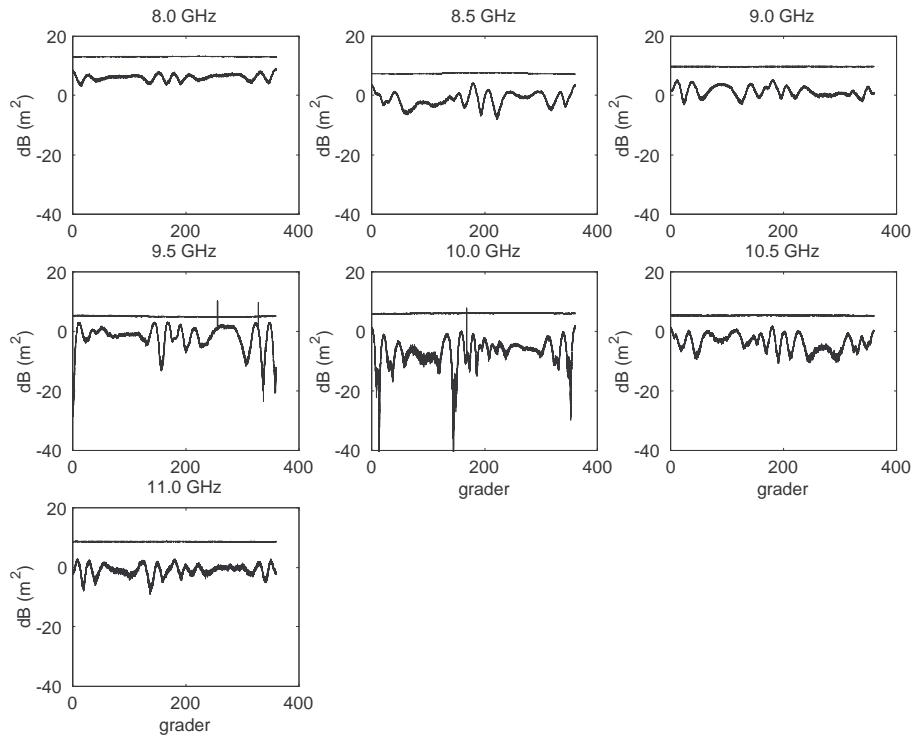
3.8.3 AN73-cylinder



Figur 30: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 160° , polarisation VV

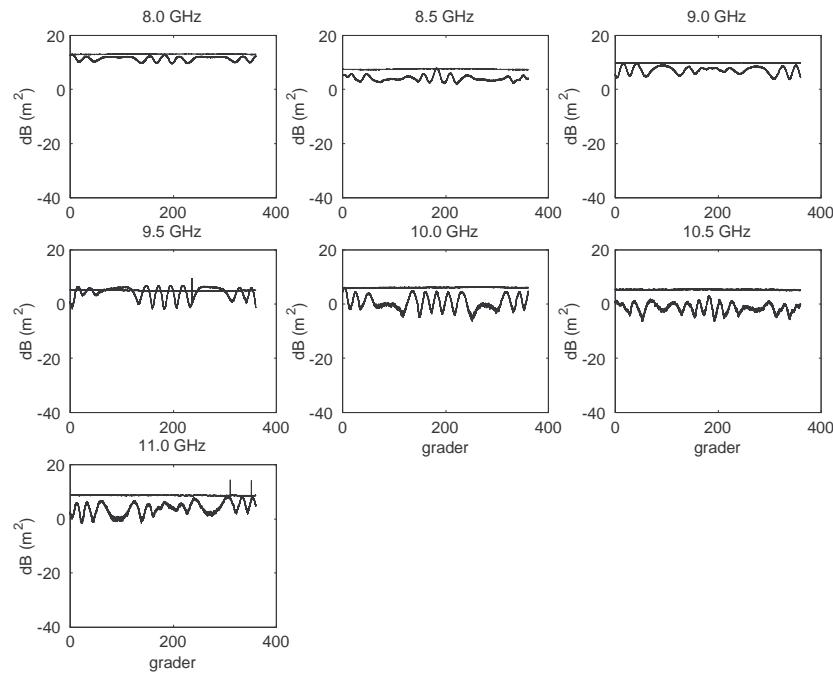
3.9 170° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.9.1 Metallcylinder



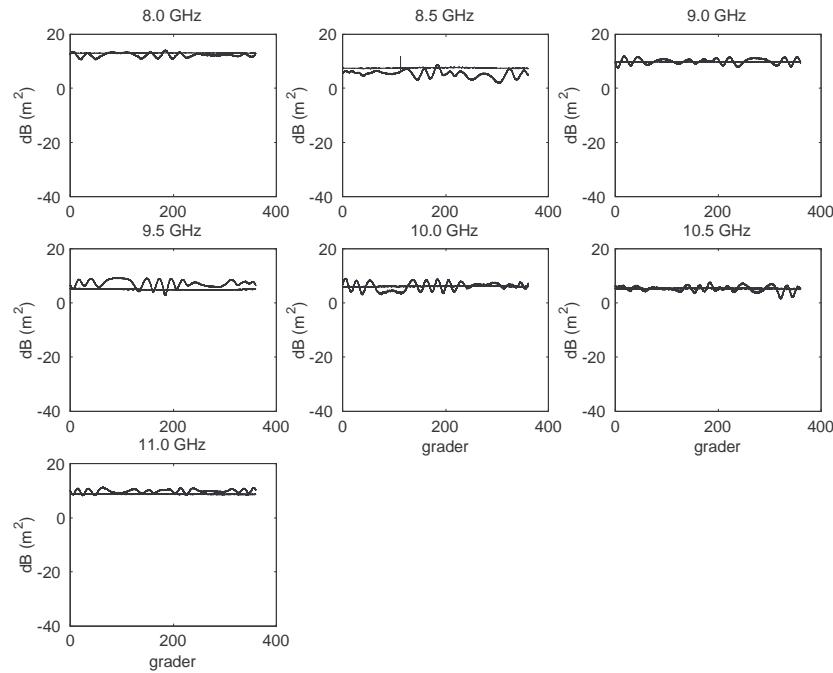
Figur 31: Bistatisk radarmålarea hos metallcylinder, 170° , polarisation VV

3.9.2 AN72-cylinder



Figur 32: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN72, 170° , polarisation VV

3.9.3 AN73-cylinder

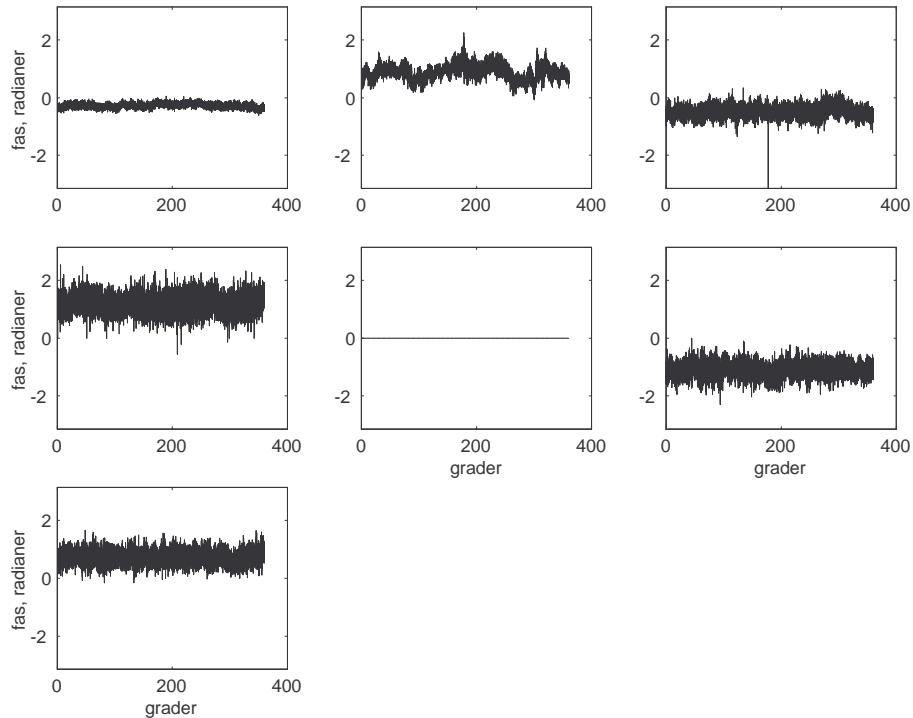


Figur 33: Bistatisk radarmålarea hos dämpad cylinder, dämpmaterial AN73, 170° , polarisation VV

3.10 Bakgrundsmätningarnas fasvariation

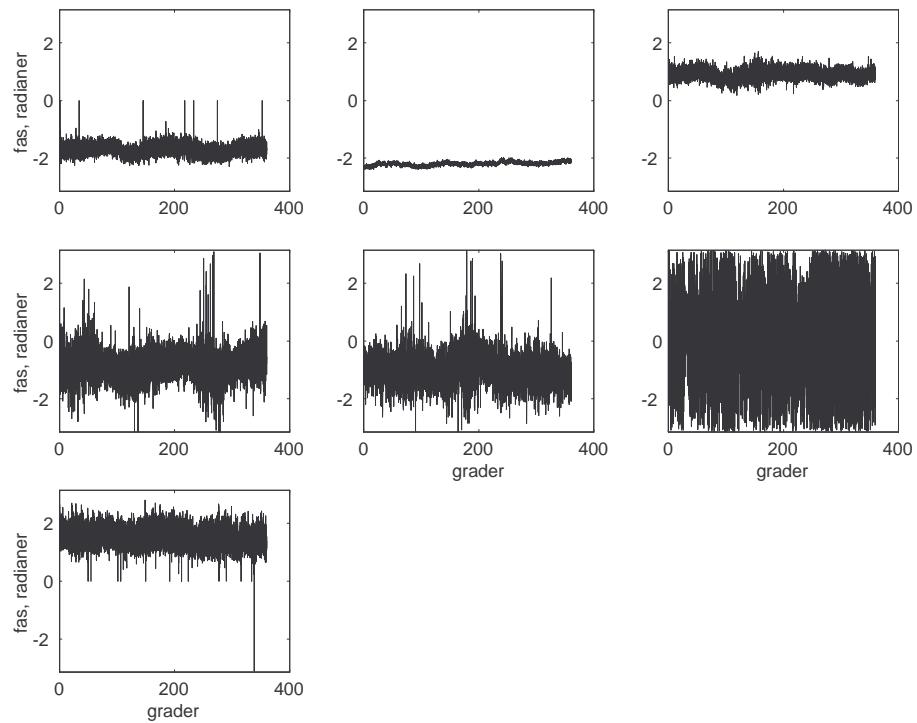
Tidigare har bakgrundsmätningarnas signallnivåer redovisats. Eftersom även fasvariationen som funktion av (ett tänkt måls) aspektvinkel är intressant visas dessa här.

3.10.1 90° bistatisk vinkel, polarisation VV



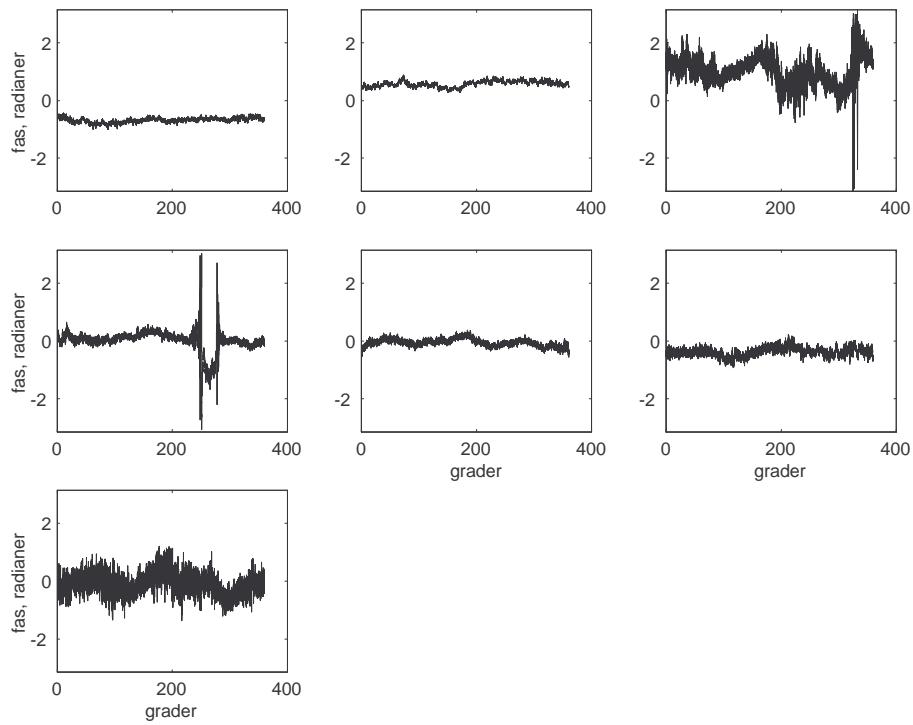
Figur 34: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 90° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.2 100° bistatisk vinkel, polarisation VV



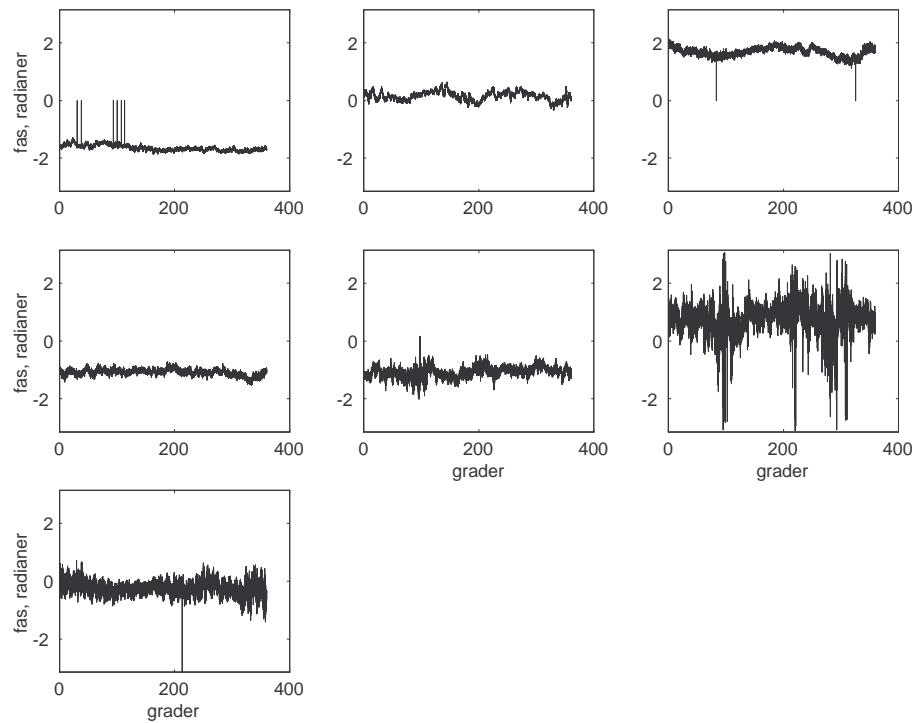
Figur 35: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 100° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.3 110° bistatisk vinkel, polarisation VV



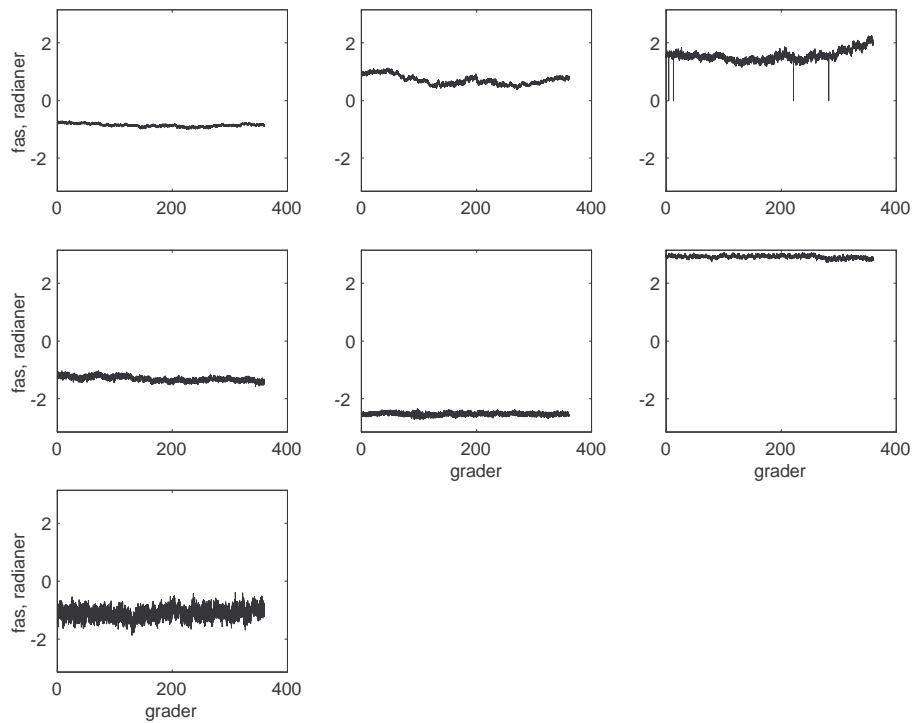
Figur 36: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 110° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.4 120° bistatisk vinkel, polarisation VV



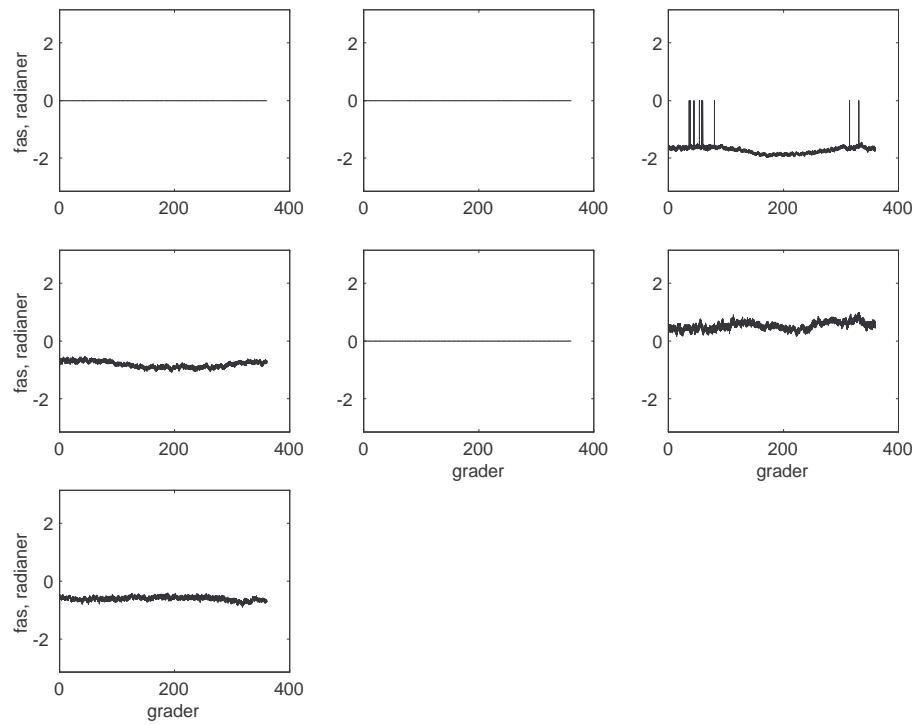
Figur 37: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 120° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.5 140° bistatisk vinkel, polarisation VV



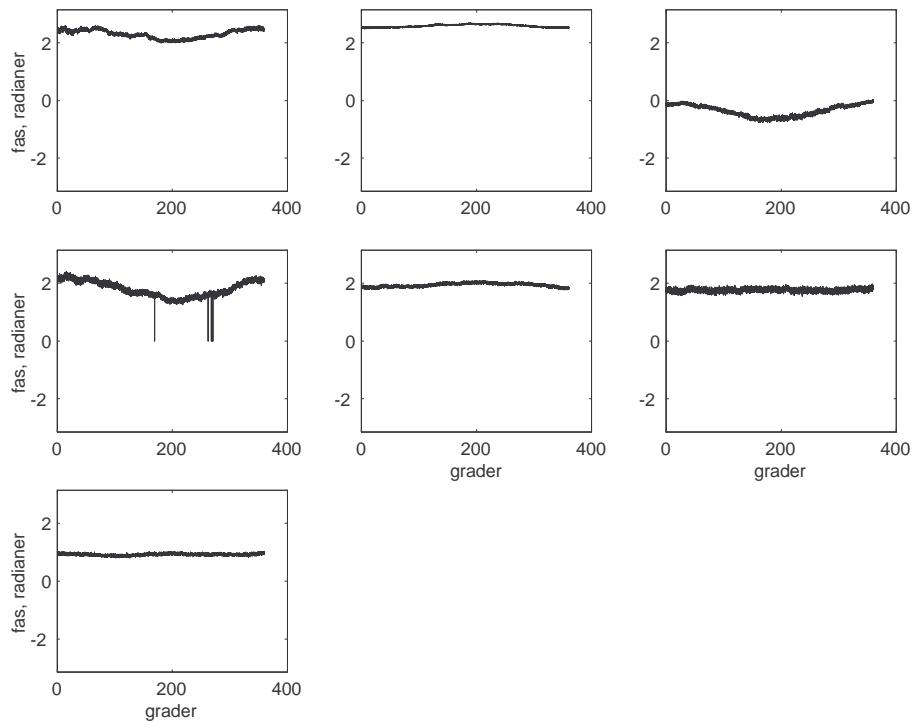
Figur 38: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 140° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.6 150° bistatisk vinkel, polarisation VV



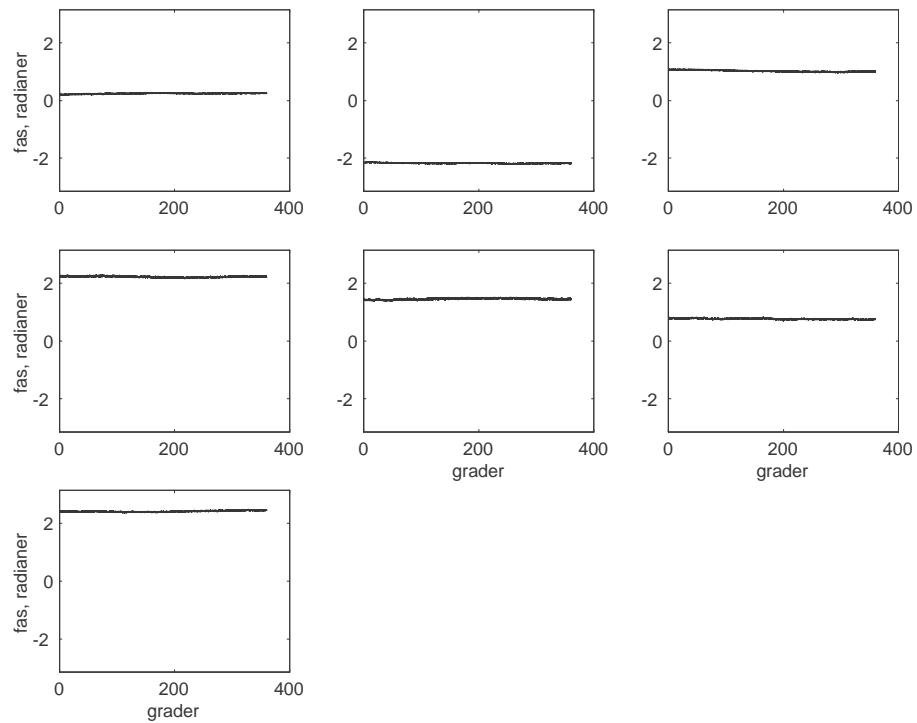
Figur 39: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 150° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.7 160° bistatisk vinkel, polarisation VV



Figur 40: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 160° bistatisk vinkel, polarisation VV

3.10.8 170° bistatisk vinkel, polarisation VV



Figur 41: Fasvariationen hos bakgrundsmätningen, 170° bistatisk vinkel, polarisation VV