

# RAPPORT

## *Geofysisk prospektering Krokek kloster*



Kjell Persson  
Arkeologiska Forskningslaboratoriet  
Stockholms Universitet  
2004-2005

## Rapport

### Geofysisk prospektering vid Krokeks kloster, Östergötland

Kjell Persson, Arkeologiska Forskningslaboratoriet, Stockholms Universitet

#### Introduktion

Under två fältdagar i december 2004 genomfördes en geofysisk prospektering vid Krokeks ödekyrka. Prospekteringen utfördes på uppdrag av Marie Ohlsén, Östergötlands Läns Museum. Undersökningen gjordes för att se om en geofysisk kartering kan ge en indikering om var på platsen för Krokeks ödekyrka eventuella lämningar från Krokeks kloster finns bevarade under markytan.

Den geofysiska prospekteringen tillsammans med kunskapen från äldre kartmaterial och arkiv kan då eventuellt användas som underlag för var eventuella utgrävningar skall förläggas.

Jag redogör här för den elektromagnetiska undersökningen med slingram och georadar. Kompletterande mätningar med samma metodik gjordes sedan under två dagar i april 2005.

#### Metoder

##### 1. Slingram

Slingram är en elektromagnetisk, induktiv metod. Med hjälp av en sändarspole sänds ett elektromagnetiskt primärt fält ut. Om det finns elektriskt ledande och/eller magnetiskt material i jorden inducerar detta primärfält strömmar i marken, som i sin tur ger upphov till sekundära magnetfält, som försöker motverka det pålagda fältet. Med hjälp av en mottagarspole kan det totala fältet, primärfältet och sekundärfälten tillsammans avläsas. Störningen av det primära fältet kan användas för att beräkna markens konduktivitet (elektrisk ledningsförmåga) eller magnetiska susceptibilitet (magnetiseringsbarhet). Avståndet mellan sändarspolen och mottagarspolen avgör hur djupt instrumentet kan detektera ledningsförmågan och vilken upplösning det har, dvs. hur små avvikelser instrumentet kan detektera. Längre avstånd mellan spolarna ger större djupkänning men också sämre upplösning.

Det som påverkar de geofysiska egenskaperna är främst förekomsten av metaller, vilka ger tydliga anomalier. Andra viktiga faktorer är förekomsten av vatten och laddade joner i jorden. Vattenhalten är i hög grad beroende av jordens porositet, och jordens porositet ökar drastiskt om halten organiskt material ökar i jorden. Ett kulturlager består ofta av hög halt av helt eller delvis nedbrutet organiskt material och därmed uppfylls både villkoren hög vattenhalt och förekomst av joner, som kan transportera den elektriska strömmen. Avvikelserna i den elektriska ledningsförmågan orsakade av ändrad vattenhalt är mycket lägre i amplitud än de som är orsakade av metaller, men med val av instrument med hög upplösning kan mycket väl avvikelser orsakade av ett kulturlager detekteras. Om kulturlagret dessutom innehåller metaller tenderar utslagen beroende av dessa att överskugga utslagen beroende av höjd vattenhalt i kulturlagret. Med hjälp av filtrering av signalerna kan man emellertid komma åt även de lägre amplituderna.

Vår undersökning gjordes med en slingram av märket Geonics EM-38 (fig 1). Den är en meter lång och har en maximal djupkänning på 1,5 meter. Vid vår undersökning mätte vi först realkomponenten, vilket innebär att vi registrerar jordens magnetiska egenskaper mätt i ppt (parts per thousand), alltså det sekundära fältets andel av det primära i tusendelar. Dessutom mätte vi den imaginära komponenten med 90° fasförskjutning och registrerade därmed jordens elektriska ledningsförmåga mätt i millisiemens/meter (mS/m)

## Georadar GPR

Georadartechniken innebär att man med en sändarantenn sänder ner elektromagnetiska pulser i marken och mäter tiden tills eventuella reflexer når en mottagarantenn. Vanligtvis används frekvenser mellan 200 och 500 MHz i arkeologiska prospekteringar. Eftersom frekvensen är omvänt proportionell mot våglängden, innebär en sänkning av frekvensen lägre upplösning och samtidigt en ökande djup-penetration. Vågans hastighet är beroende av jordens elektriska och magnetiska egenskaper, fr a jordens dielektricitetskonstant. Den utsända vågen penetrerar först det översta jordlagret, och när vågen når gränsen till nästa lager, med ändrade elektromagnetiska egenskaper, reflekteras en del av vågens energi. Resten av vågen bryts och fortsätter till nästa gränsskikt. Den reflekterade vågens amplitud kan ge oss information om hur stor förändringen mellan lagren är. Försvagningen av vågen, utsläckningen nedåt är beroende av jordens elektriska ledningsförmåga. När radarantennerna flyttas längs en linje, plottas de reflekterade signalerna mot vågens gångtid och flyttad distans. Variationerna av signalerna som kan ses i radargrammen kan sedan utvärderas för att skilja ut de antropogena anomalierna från de naturliga, geologiska variationerna

Traditionell radarteknik ger vertikala markprofiler där man kan se lagerföljder och eventuella strukturer från artefakter som nedgrävningar, grundmurar t ex. Det är inte lätt att i de enskilda profilerna tolka reflexer med låga amplituder.

En ny teknik, som innebär att man mäter parallella profiler på högst 0,5 m avstånd från varandra gör det möjligt att framställa en 3D-modell av marken genom att låta ett datorprogram interpolera mellan de olika profilerna. Därefter kan man se anomaliernas form och utsträckning i en toppvy och om reflexer med lägre amplituder bildar ett geometriskt mönster kan man se även dem tydligt.

Genom att välja reflexer med olika gångtid kan man studera förändringar i toppvyn på olika djup (time-slices) och utföra en digital helt icke-förstörande utgrävning. Detta är den första geofysiska metoden som med hög upplösning låter oss se strukturer på ett specifikt djup, utan att överliggande eller underliggande lager påverkar resultatet.

I undersökningen har vi använt en RAMAC GPR från Malå GeoScience med 500 MHz antenner (se omslaget).



Fig 1. Geonics EM 38



## Undersökningsområdet

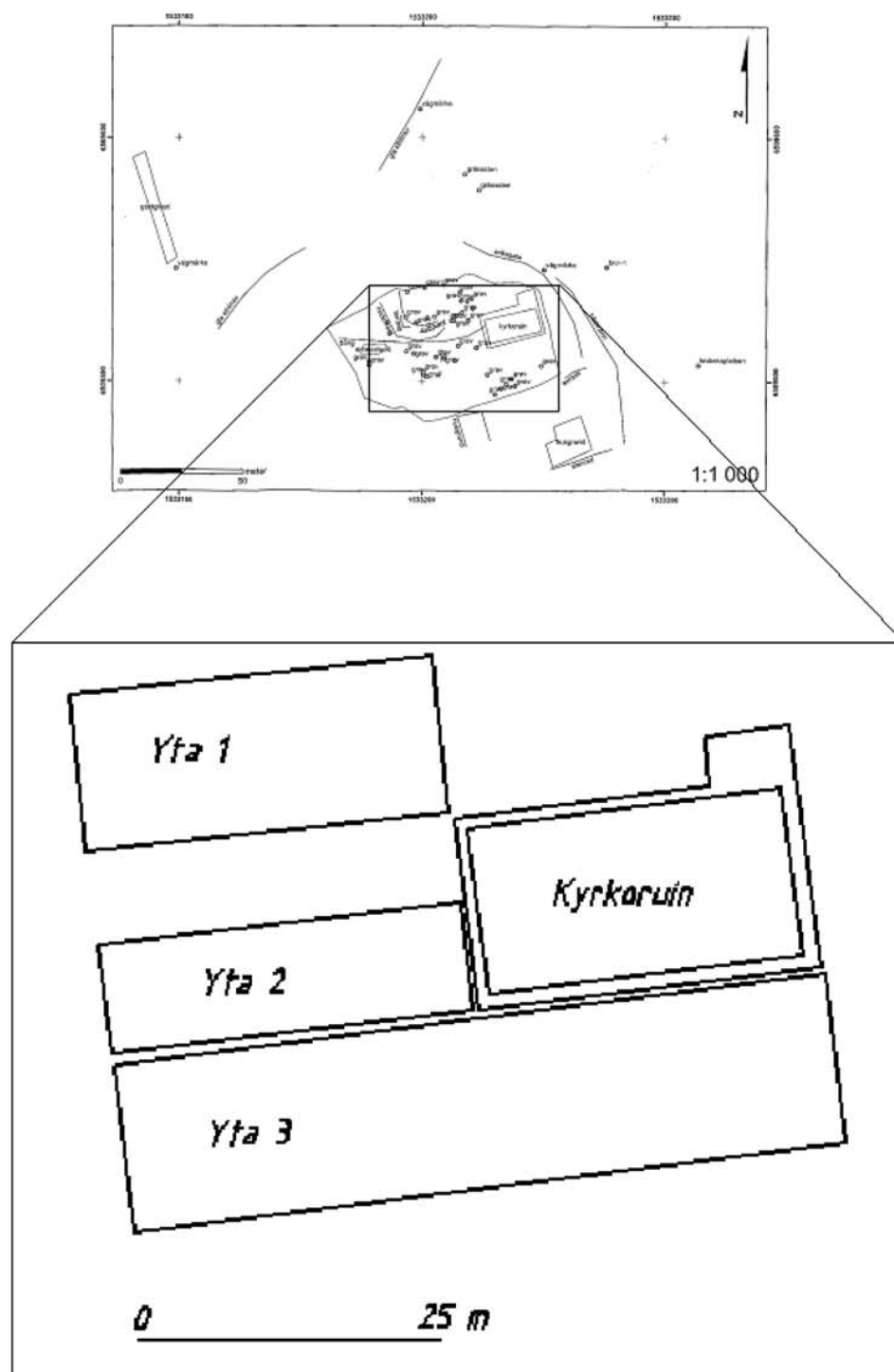


Fig 2. Undersökningsområdet med tre undersökningsytor

## Resultat

Slingram:

Mätdata har statistiskt behandlats i kartprogrammet SURFER och interpolerats med Kriging-metoden. Resultaten redovisas som konturkartor, där avvikelserna, anomalierna blir synliga med hjälp av färgskalan

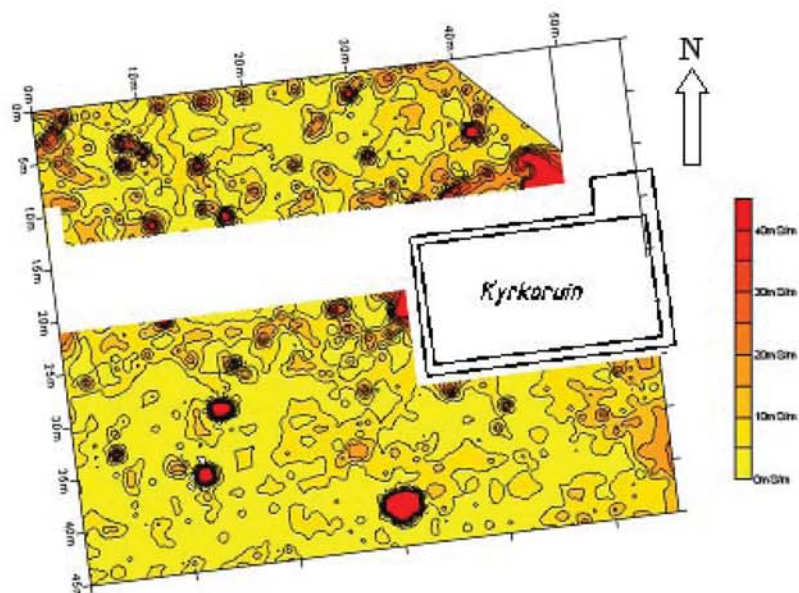


Fig 3. Konturkarta visande fördelningen av markens elektriska ledningsförmåga (mS/m)

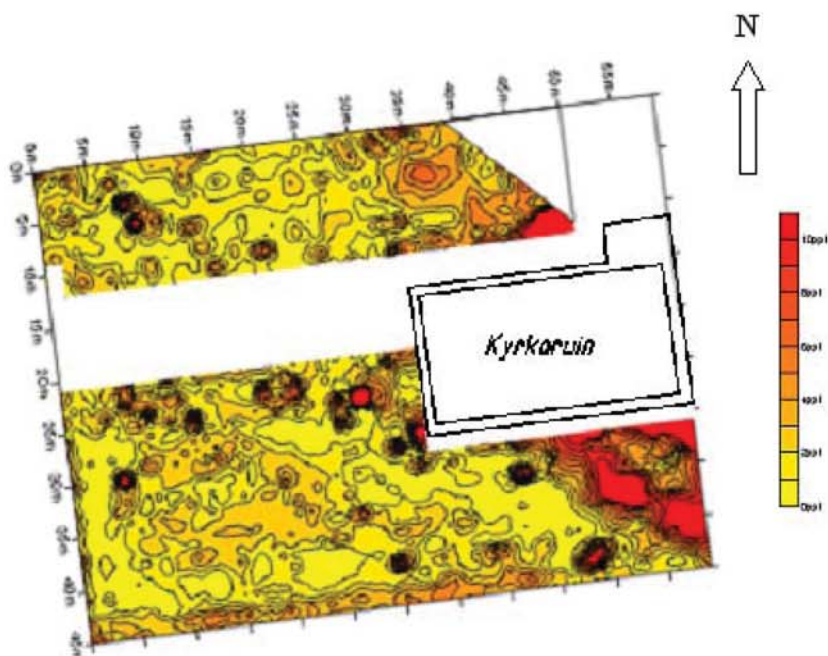


Fig 4. Konturkarta visande fördelningen av markens magnetiska susceptibilitet (ppt, parts per thousand)

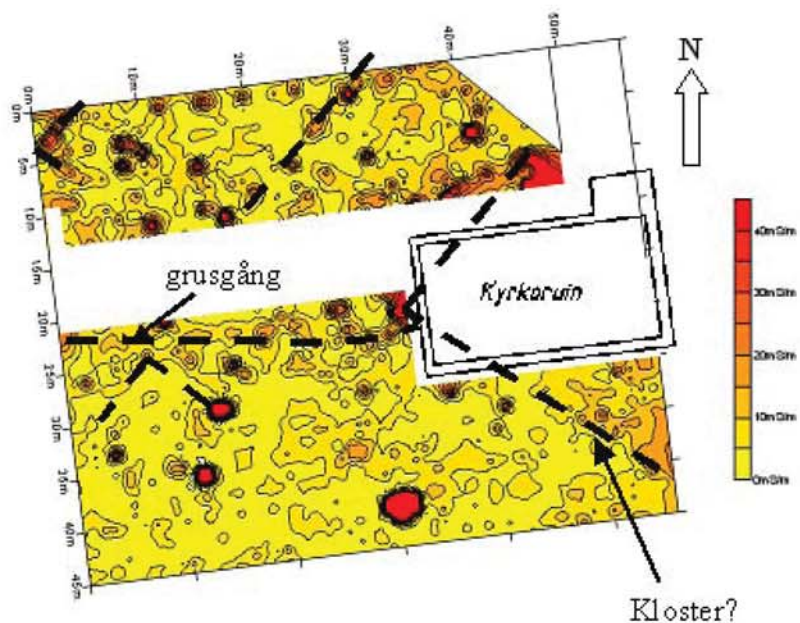


Fig 5. Konturkarta visande fördelningen av markens elektriska ledningsförmåga (mS/m) med tolkning

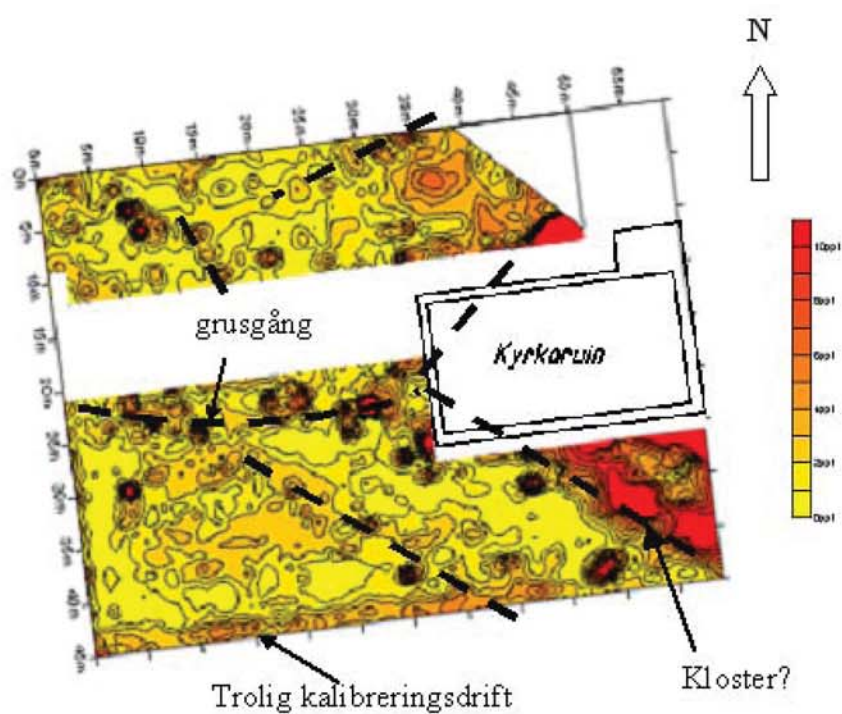


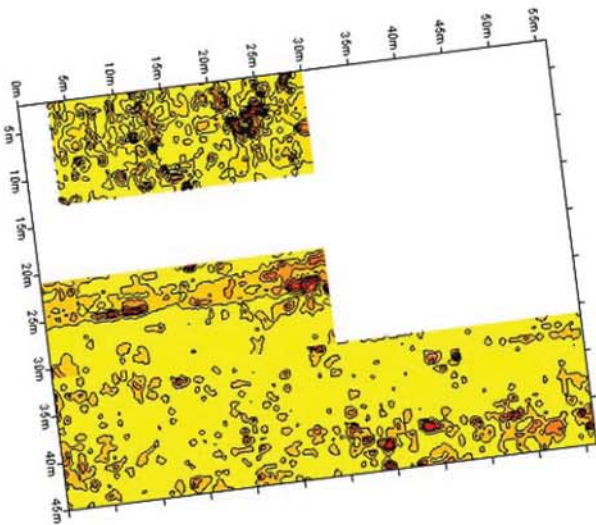
Fig 6. Konturkarta visande fördelningen av markens magnetiska susceptibilitet (ppt, parts per thousand) med tolkning



Georadar:

Time slices:

0 – 0,25 m



0 – 0,25 m

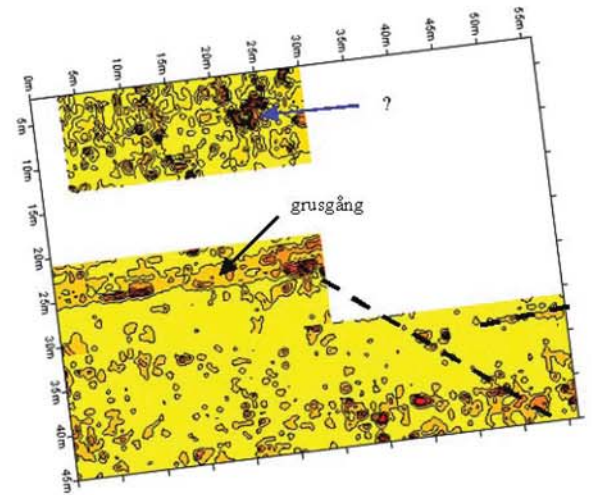
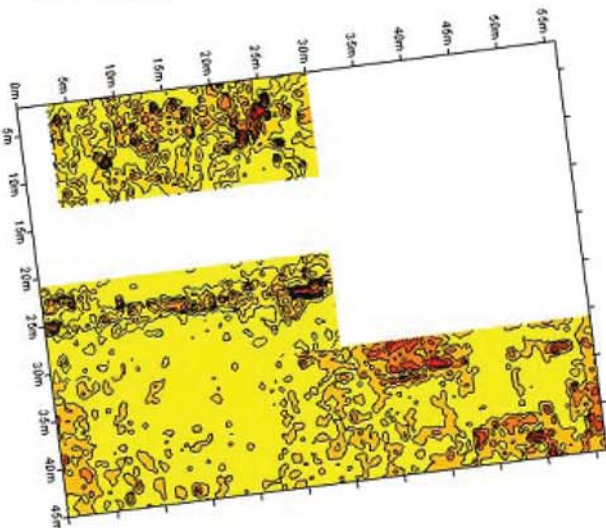


Fig 7. Reflektormönstret på 0 – 0,25m djup med tolkningar till höger

0,25 – 0,5 m



0,25 – 0,5 m

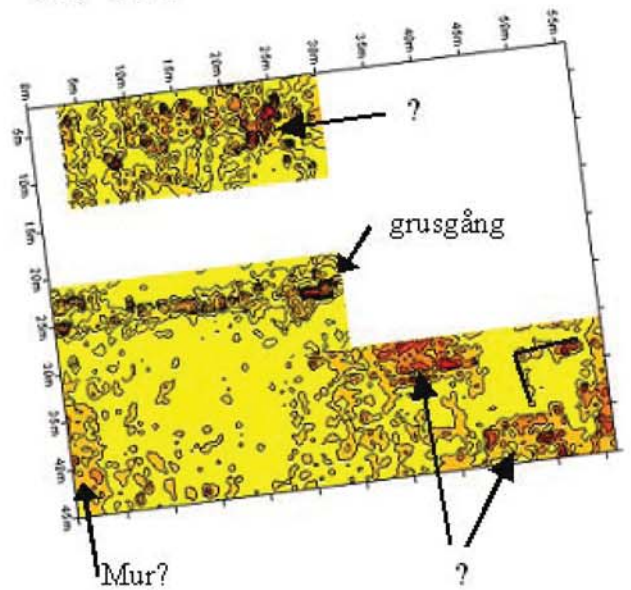


Fig 8. Reflektormönstret på 0,25 – 0,5m djup med tolkningar till höger

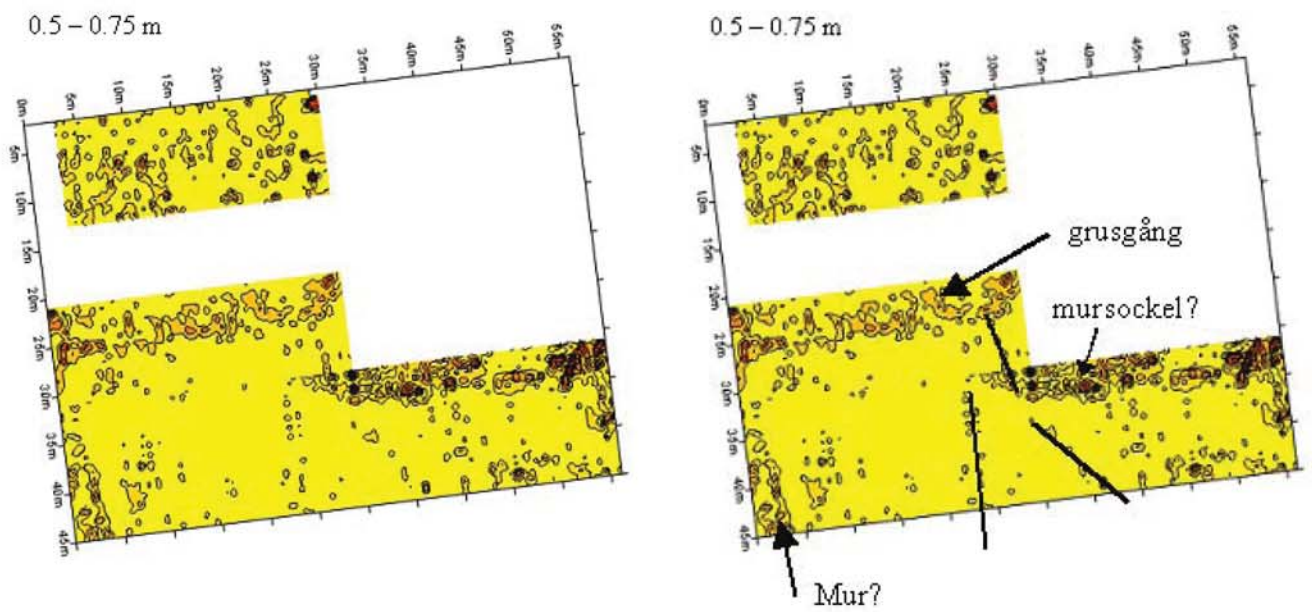


Fig 9. Reflektormönstret på 0.5 – 0,75m djup med tolkningar till höger

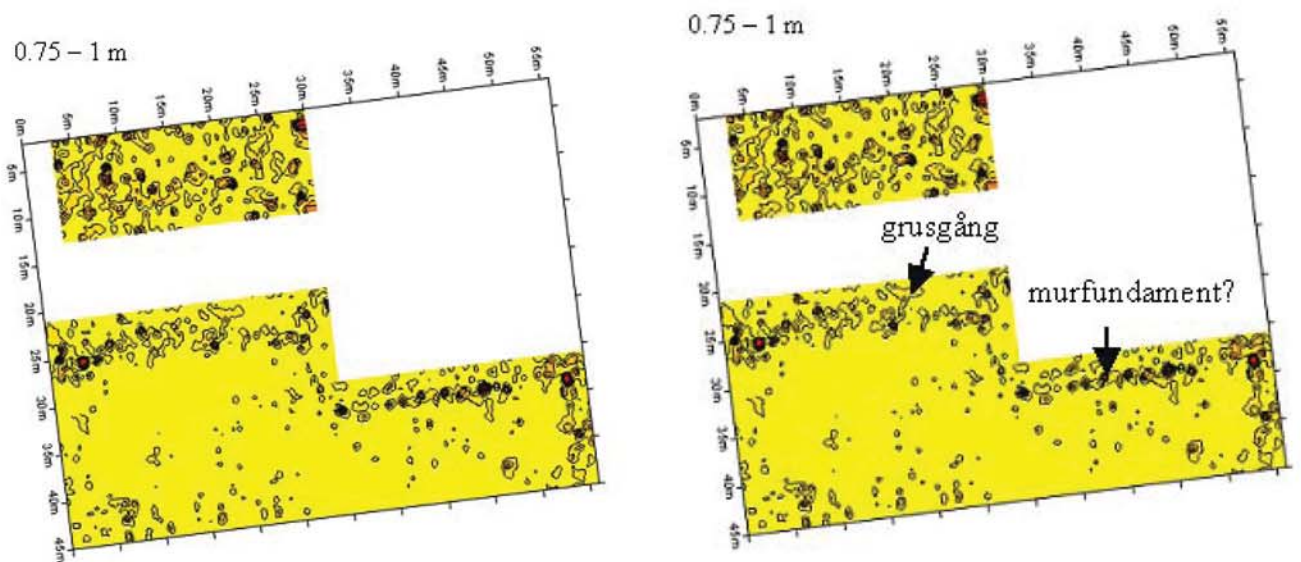
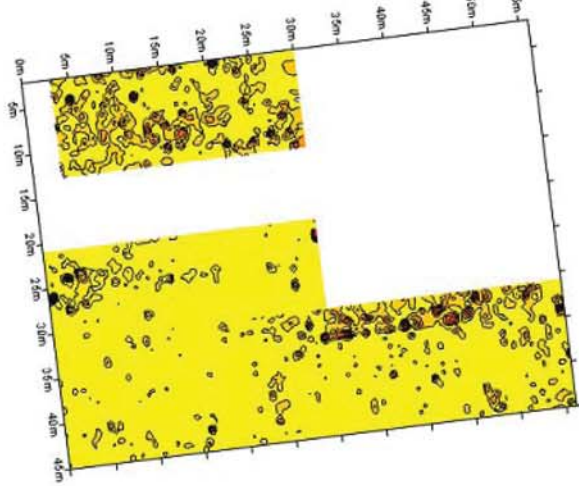


Fig 10. Reflektormönstret på 0.75 – 1 m djup med tolkningar till höger



1 – 1.25 m



1 – 1.25 m

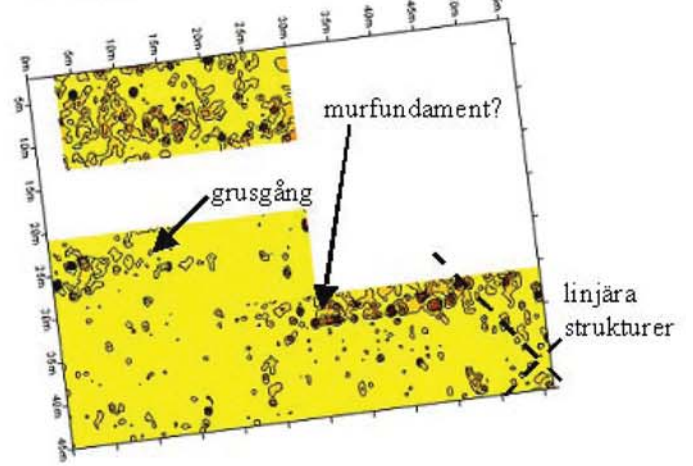
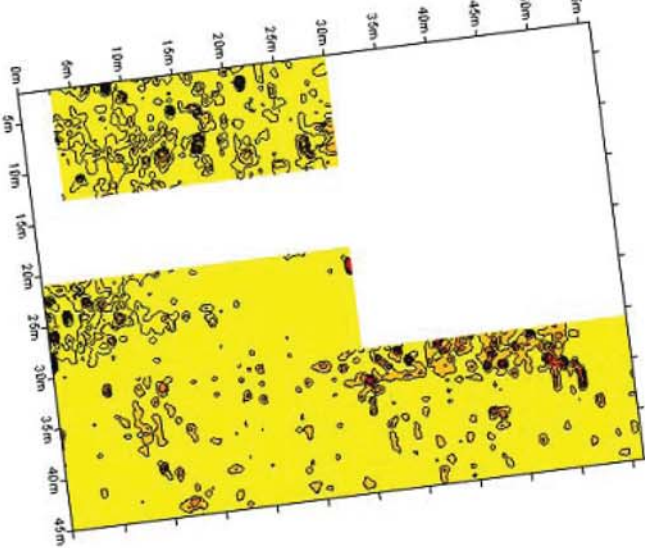


Fig 11. Reflektormönstret på 1 – 1.25 m djup med tolkningar till höger

1.25 – 1.5 m



1.25 – 1.5 m

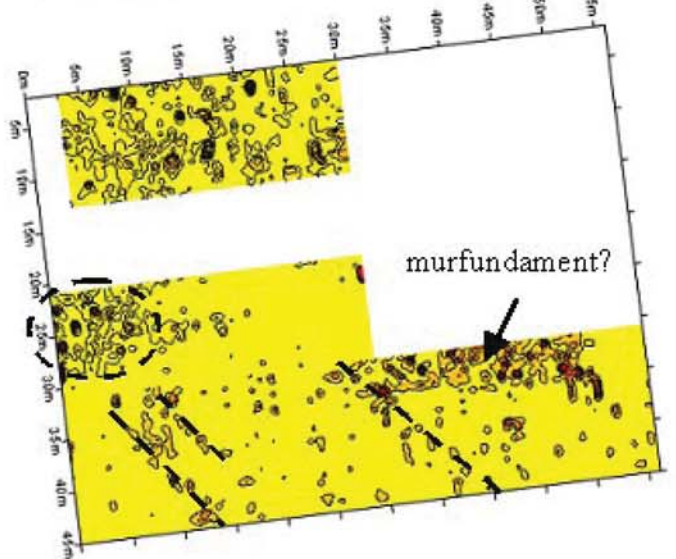


Fig 12. Reflektormönstret på 1.25 – 1.5 m djup med tolkning till höger

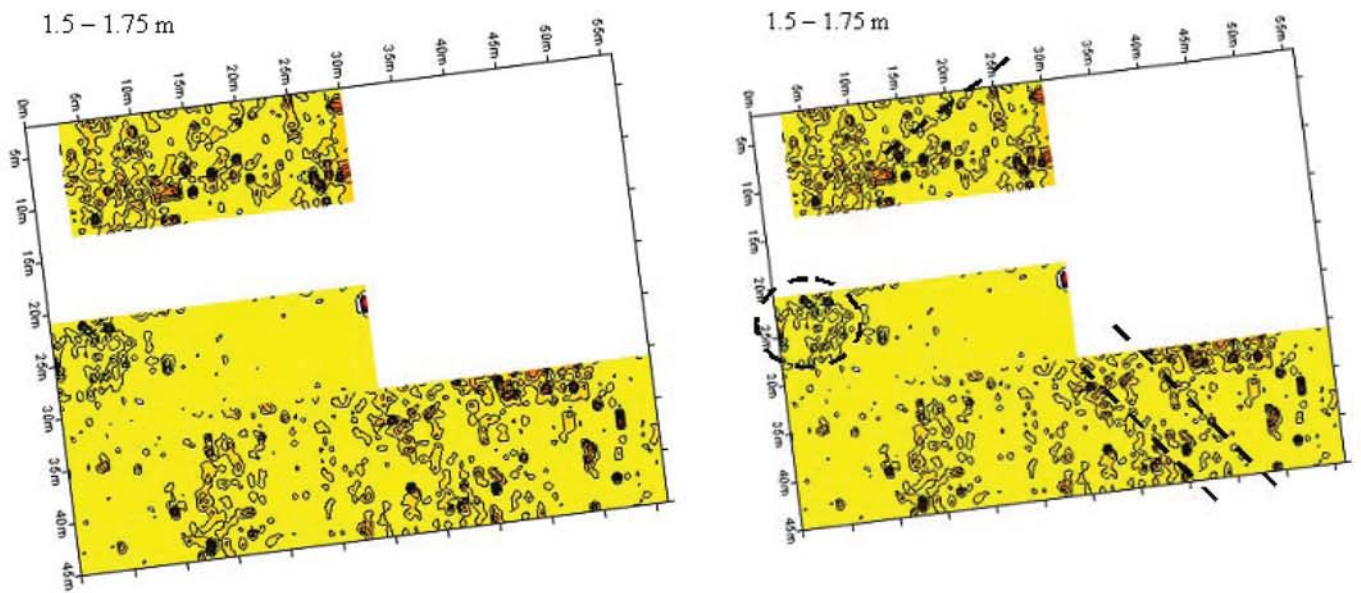


Fig 13. Reflektormönstret på 1.5 – 1.75 m djup med tolkningar till höger

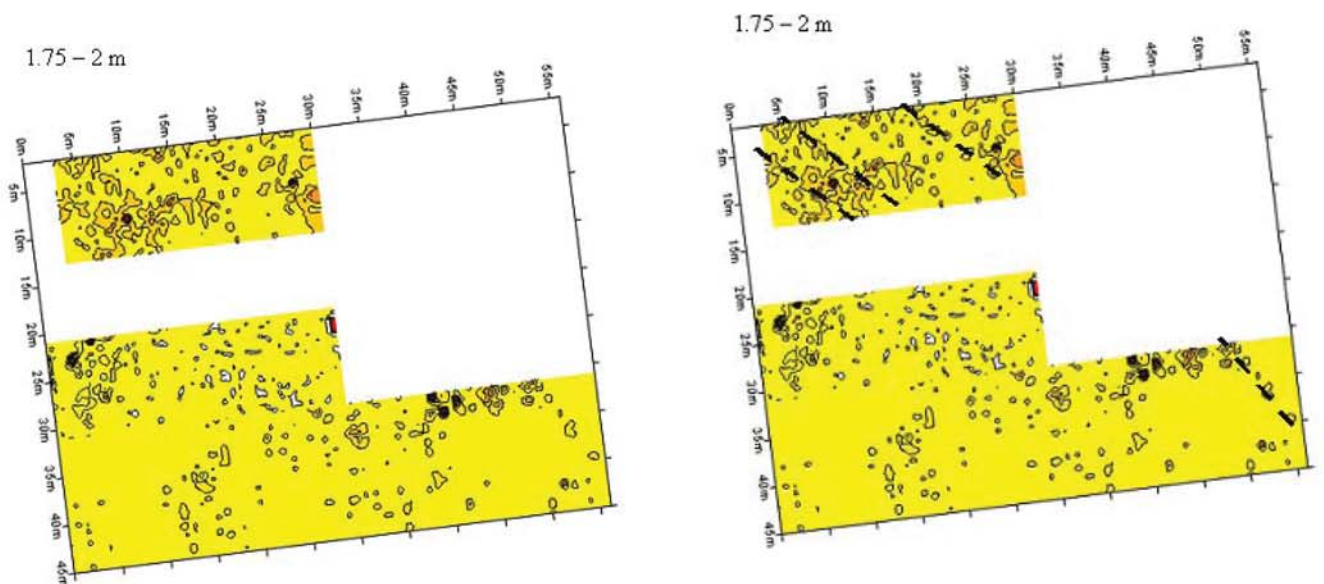


Fig 14. Reflektormönstret på 1.75 – 2 m djup med tolkningar till höger

Radargram:

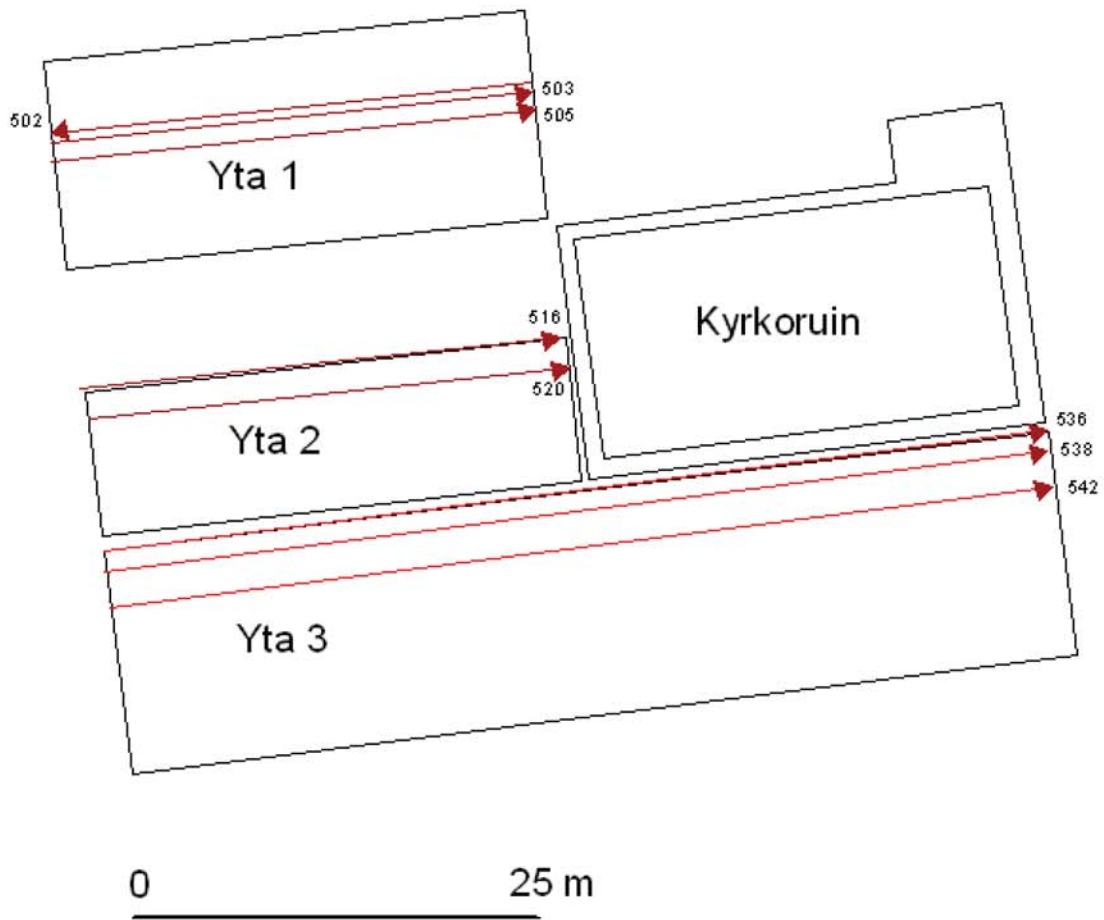


Fig 15. Placeringen av några av radarprofilerna med indikationer

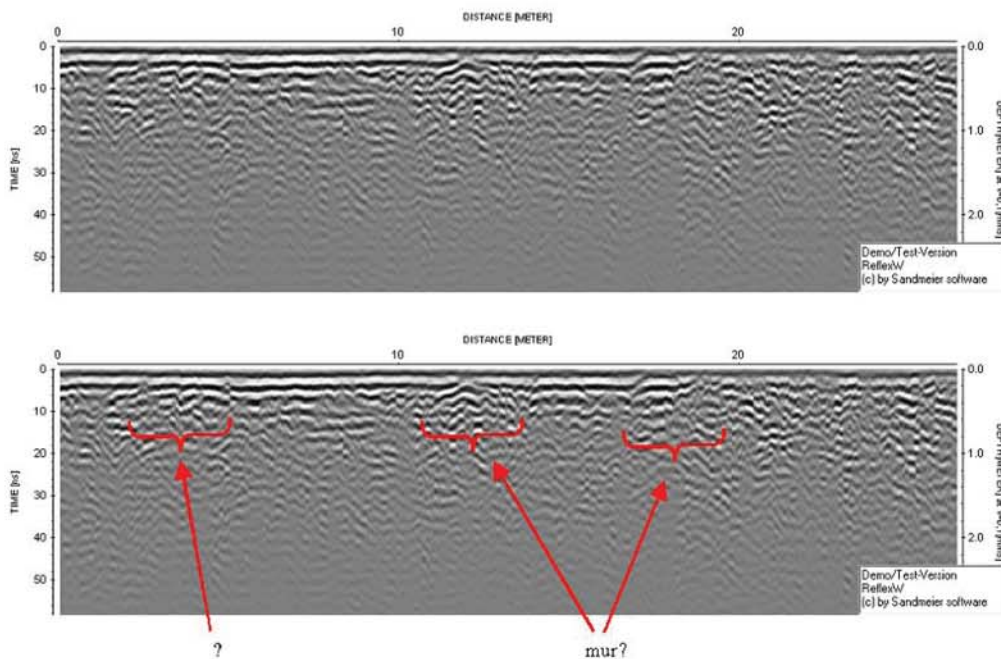


Fig 16. Profil 502 med tolkningar



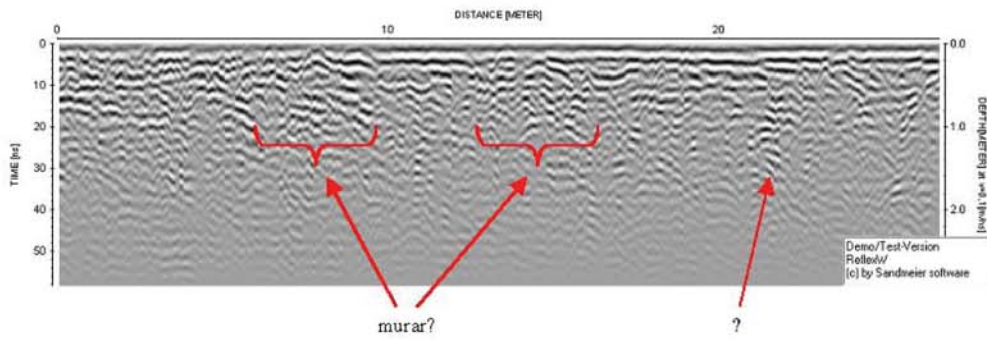
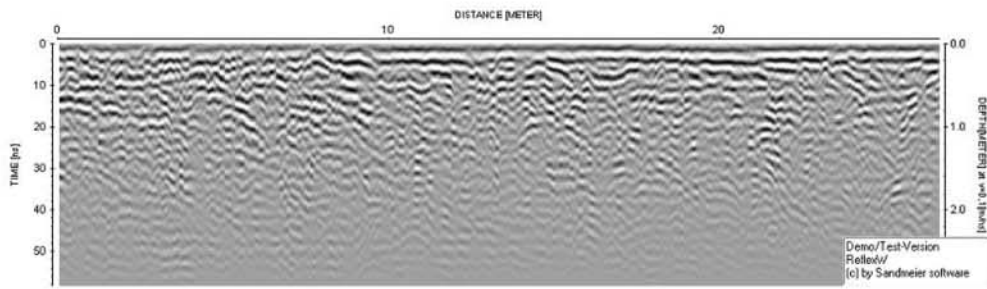


Fig 17. Profil 503 med tolkningar

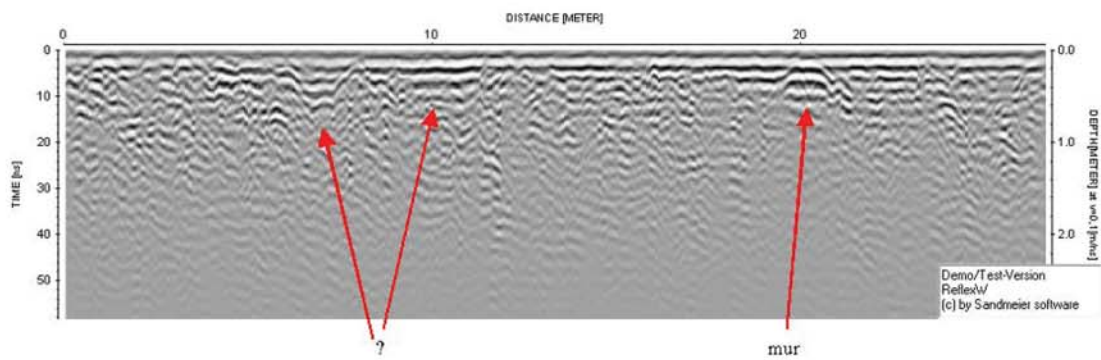
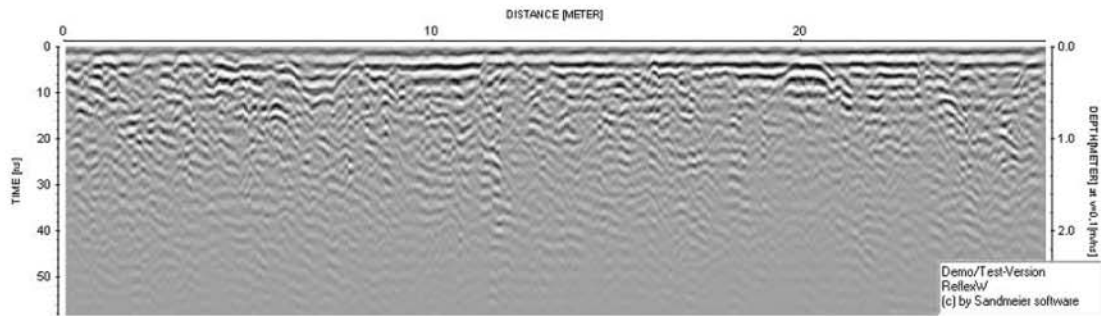


Fig 18. Profil 505 med tolkningar

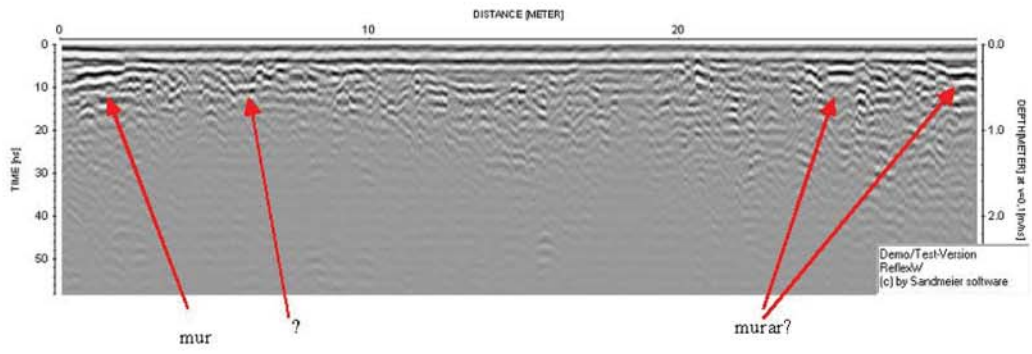
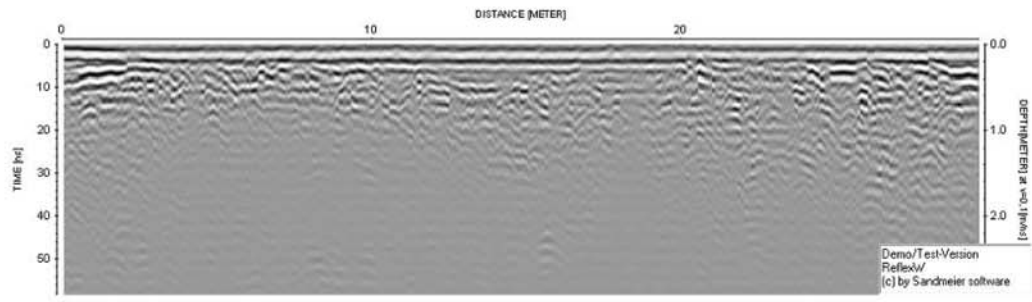


Fig 19. Profil 516 med tolkningar

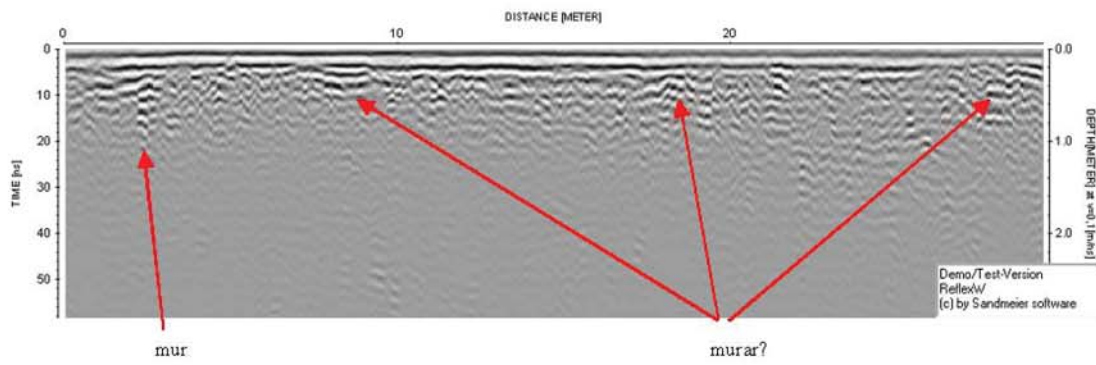
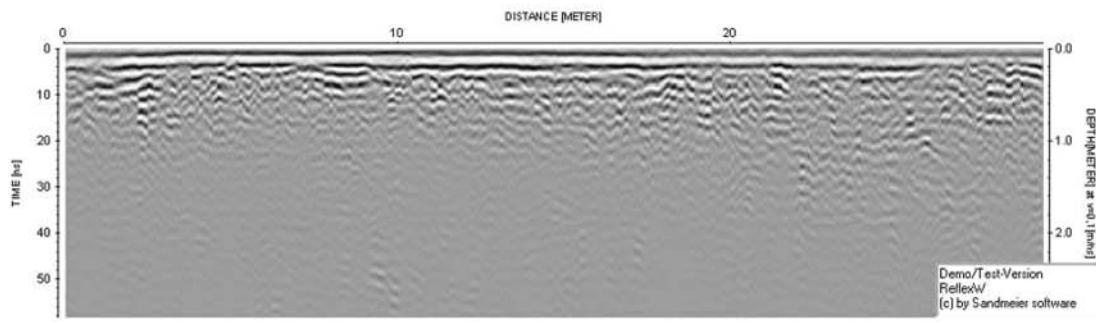


Fig 20. Profil 520 med tolkningar

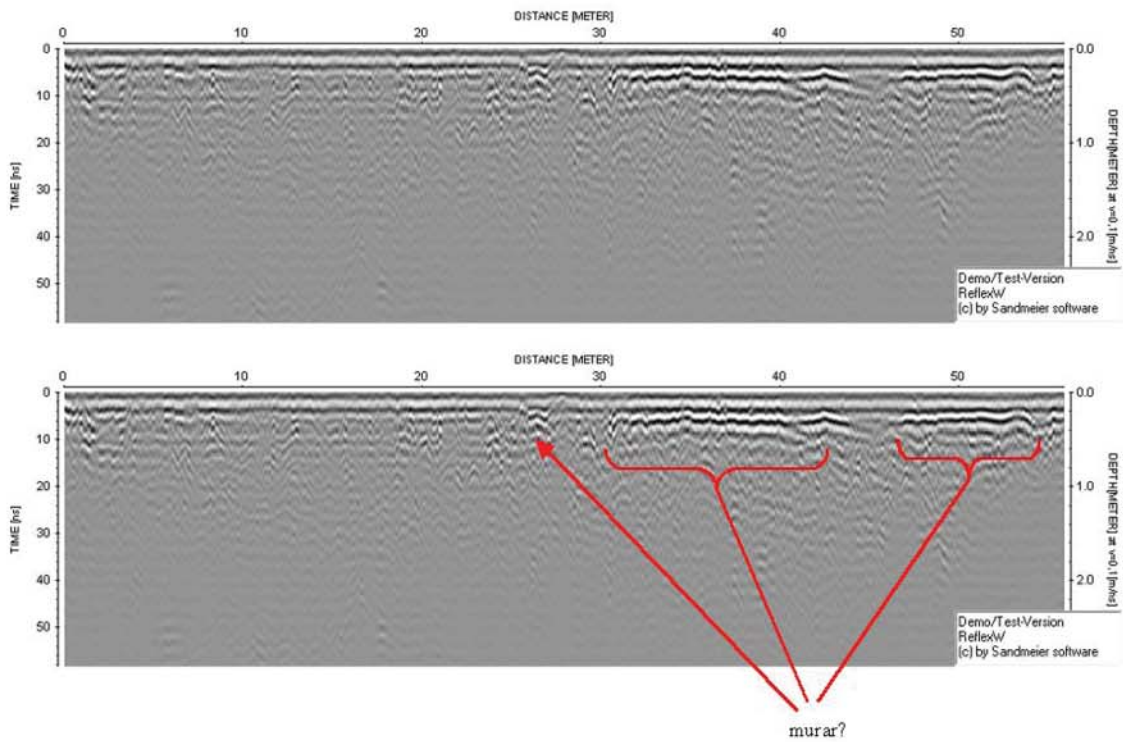


Fig 21. Profil 536 med tolkningar

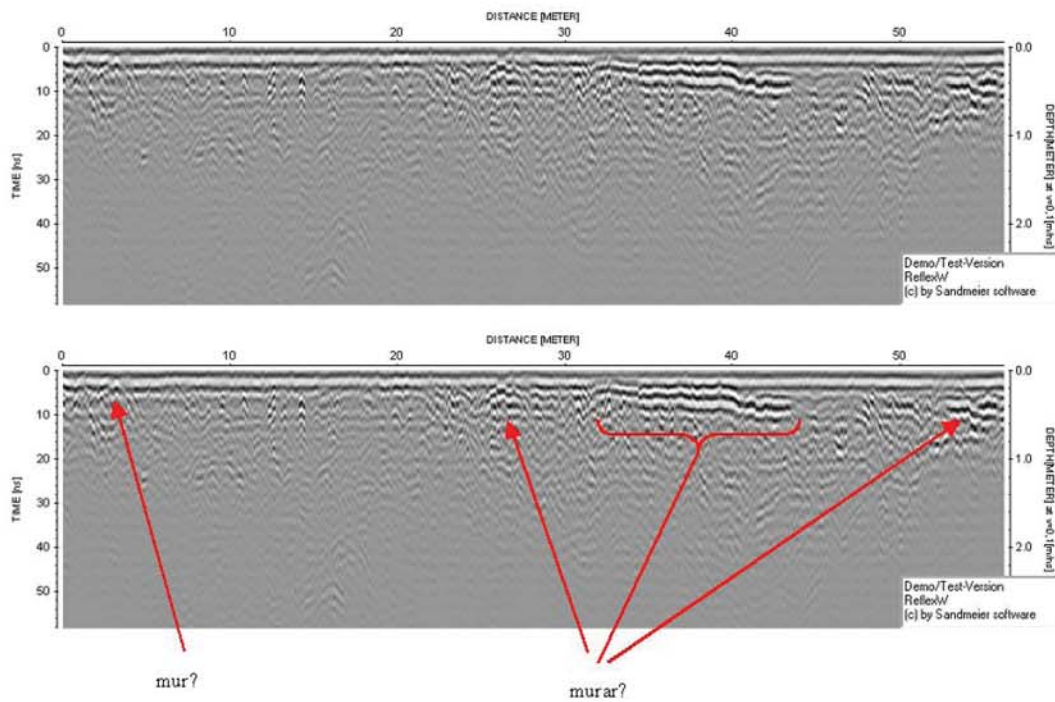


Fig 22. Profil 538 med tolkningar



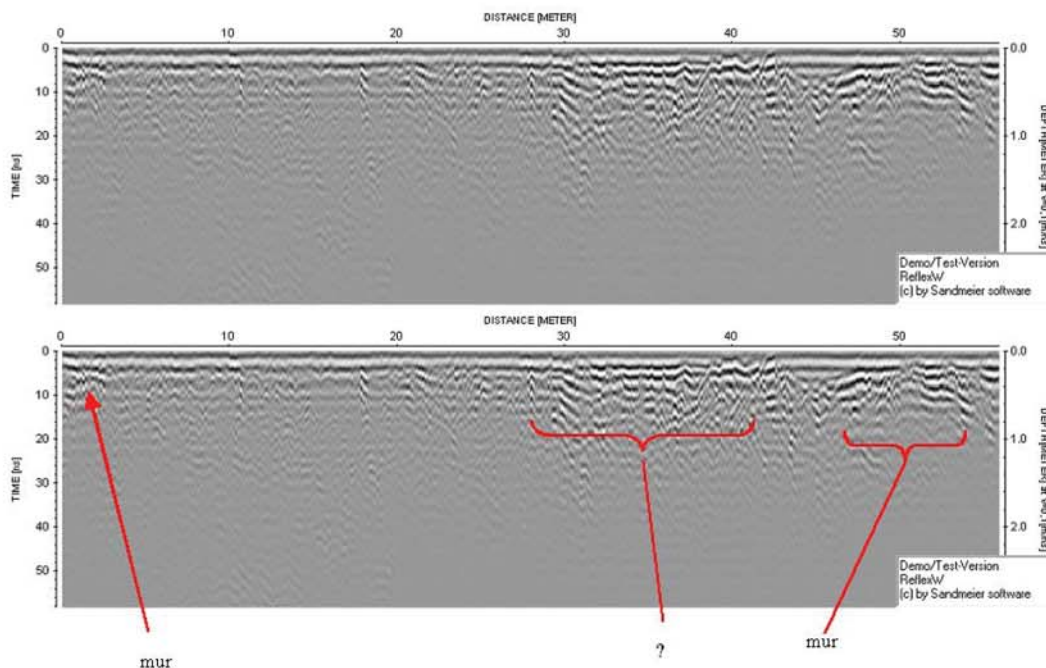


Fig 23. Profil 542 med tolkningar

#### Sammanfattning:

Resultaten från slingramskarteringen visar framför allt med den magnetiska susceptibiliteten förutom den recenta grusgången ett antal linjära strukturer och några rätvinkliga. Nära kyrkoruinen syns mycket starka linjära magnetiska anomalier, som kan vara orsakade av rester från klostret.

Radarundersökningen visar med 3D-metodiken också på ett antal linjära och rätvinkliga strukturer. Även här finns starka anomalier vid kyrkoruinen, som kan orsakas av fundament för kyrkomurarna, men också av murrester från klostret.

I de enskilda radarprofilerna syns en del tydliga reflexer som är typiska för murar.

Ett stort antal möjliga strukturer har detekterats av den kombinerade karteringen. Fortsatt tolkning och diskussion bör ske tillsammans med arkeologerna som känner platsen.

För att få en säkrare tolkning av de starka anomalierna vid kyrkoruinen bör undersökningen kompletteras med en kartering av ytan innanför kyrkomurarna.

Stockholm 2004- 12 -22

Kjell Persson, geolog  
Arkeologiska Forskningslaboratoriet  
Stockholms Universitet

[kjell.persson@arklab.su.se](mailto:kjell.persson@arklab.su.se)

[kjell@geofysica.se](mailto:kjell@geofysica.se)

tel: 070-6039957

## Kompletterade prospektering april 2005

Under två dagar i april gjordes en kompletterande prospektering med slingram och GPR inom kyrkoruinen och utanför nuvarande bogårdsmur.

### Undersökningsområdet

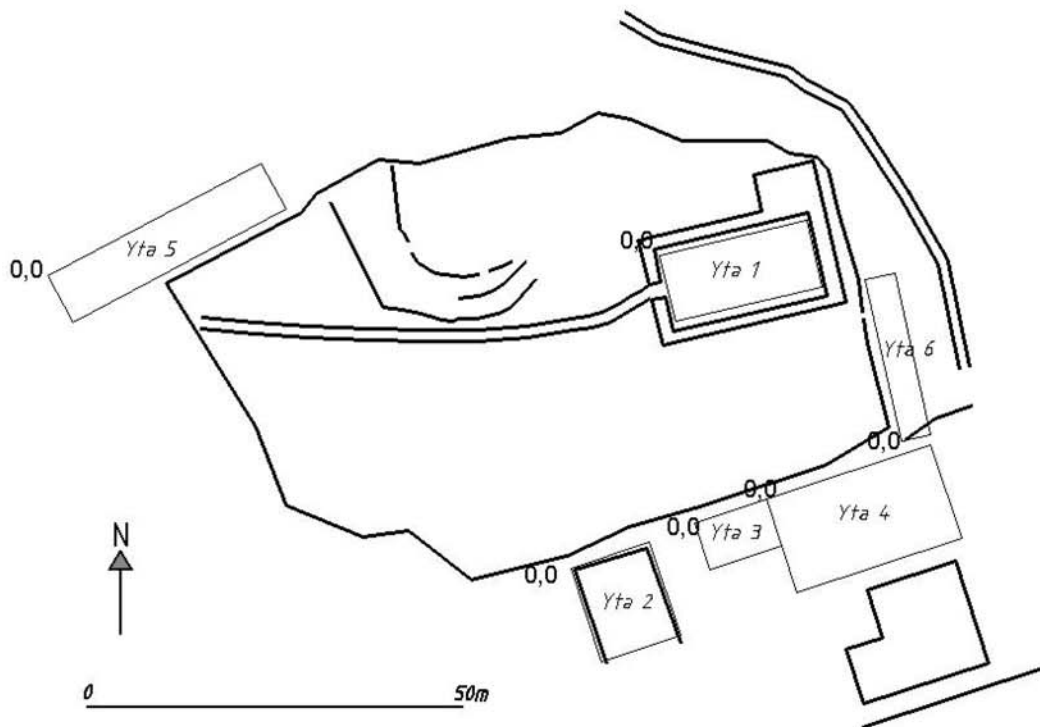


Fig 24. Karta över klosterområdet med undersökningssytorna 2005 markerade

## Resultat

### Slingram

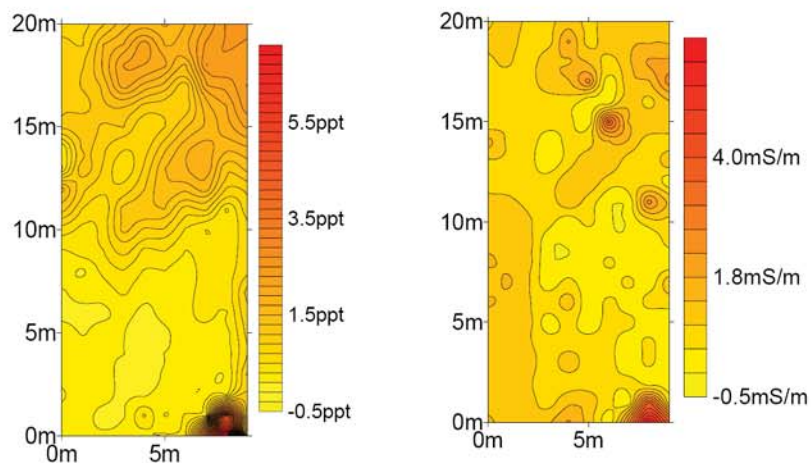


Fig 25. Yta 1, spridningskarta för magnetisk susceptibilitet (ppt) och elektrisk ledningsförmåga (S/m)

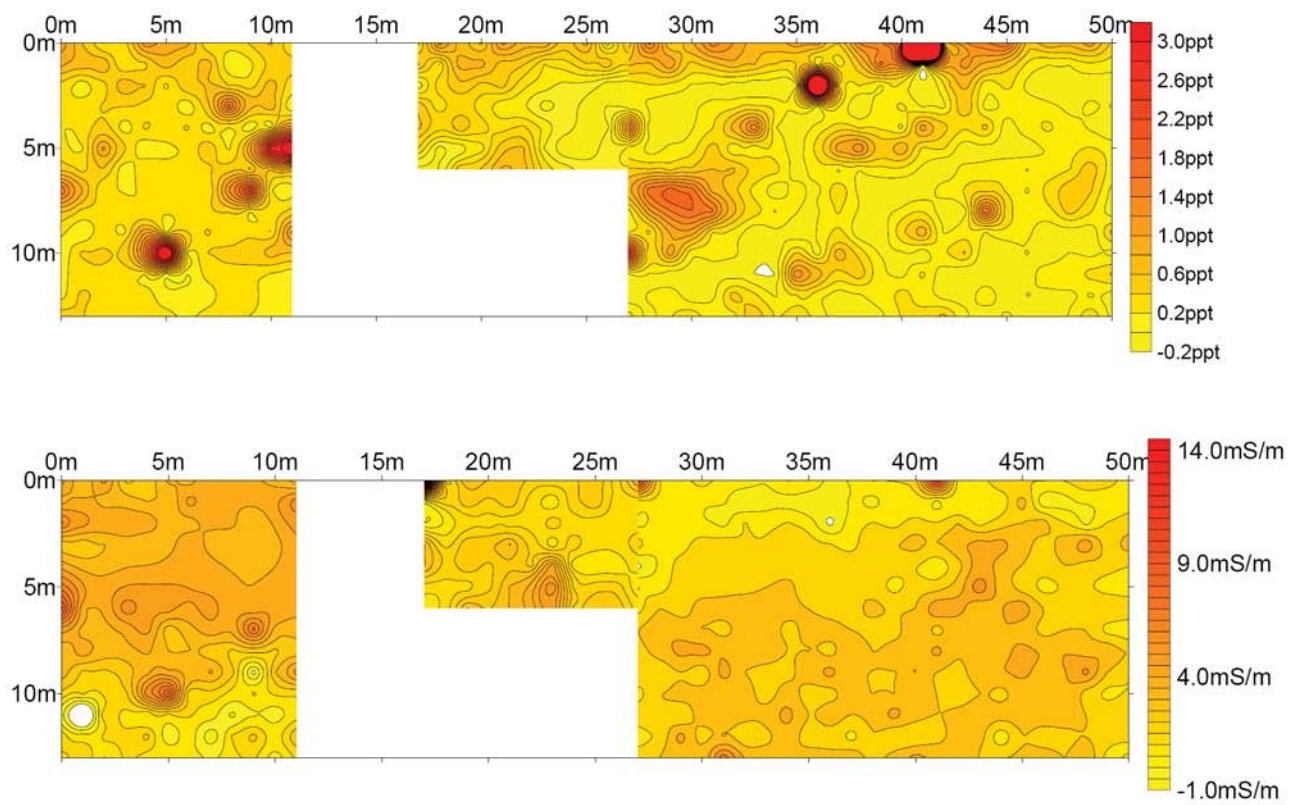


Fig 26. Yta 2-4, spridningskarta för magnetisk susceptibilitet (ppt) och elektrisk ledningsförmåga (S/m)

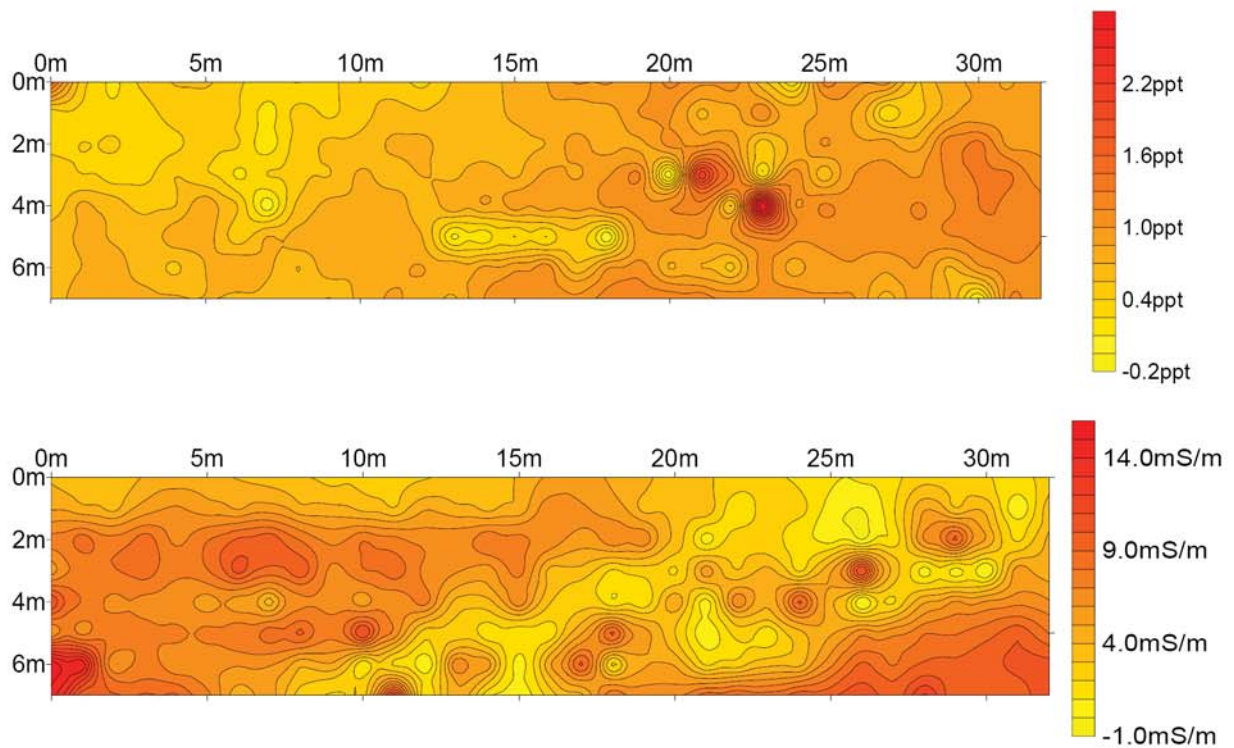


Fig 27. Yta 5, spridningskarta för magnetisk susceptibilitet (ppt) och elektrisk ledningsförmåga (S/m)



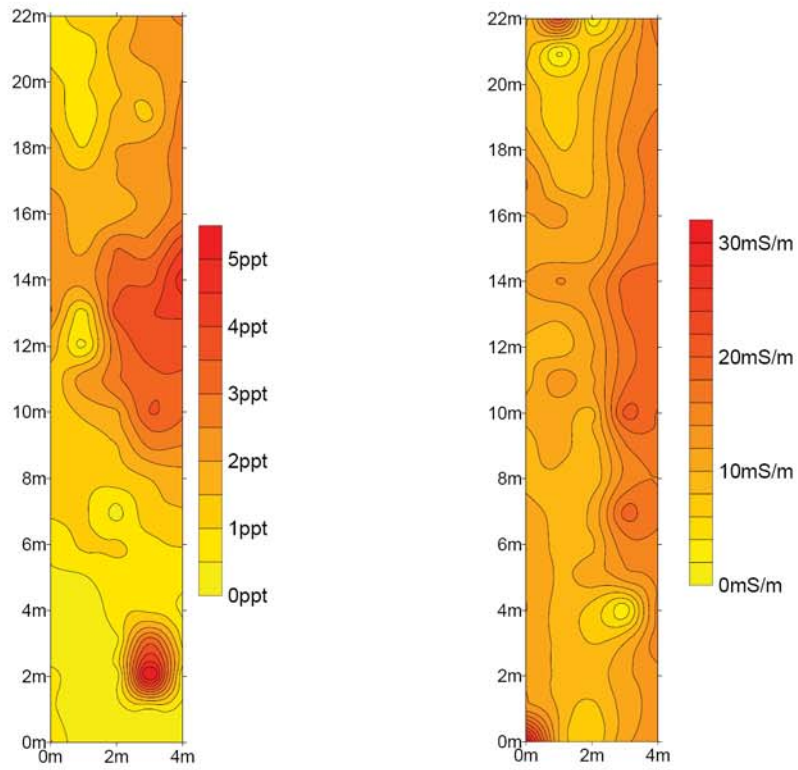


Fig 28. Yta 6, spridningskarta för magnetisk susceptibilitet (ppt) och elektrisk ledningsförmåga (S/m)

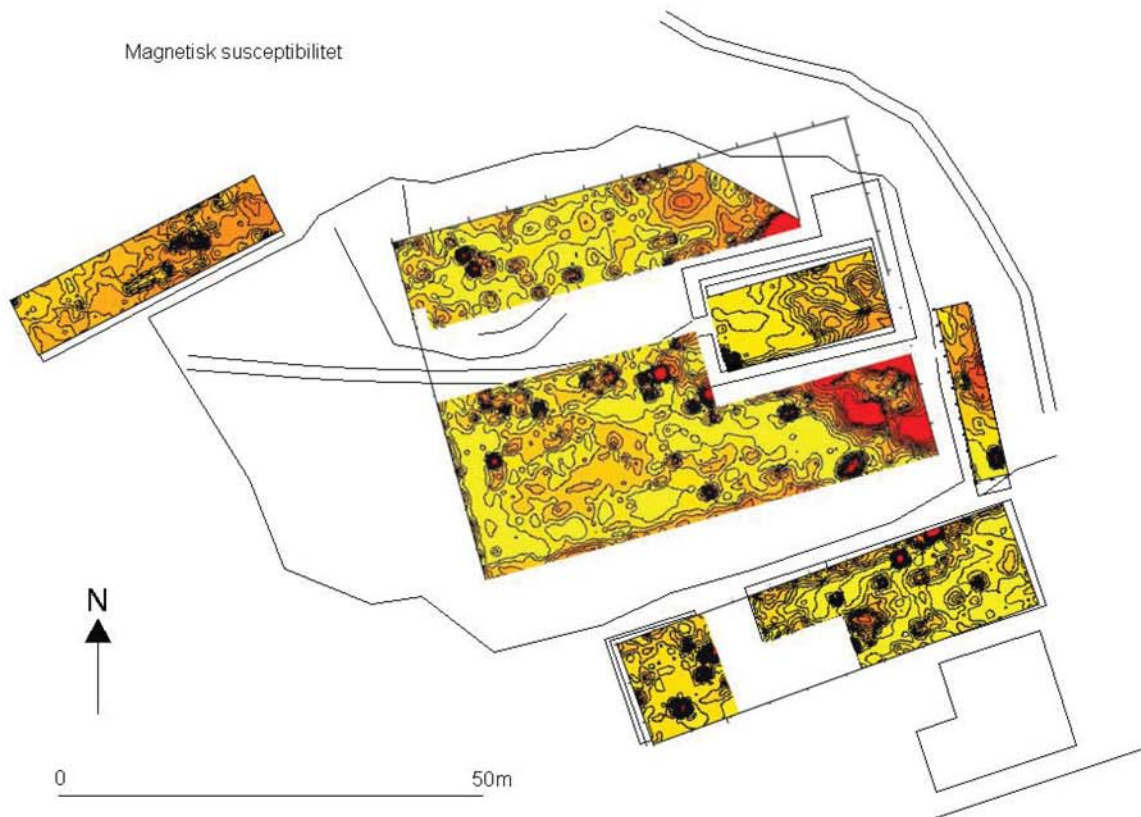


Fig 28. Konturkartor med markens magnetiska susceptibilitet från mätningarna 2004-2005

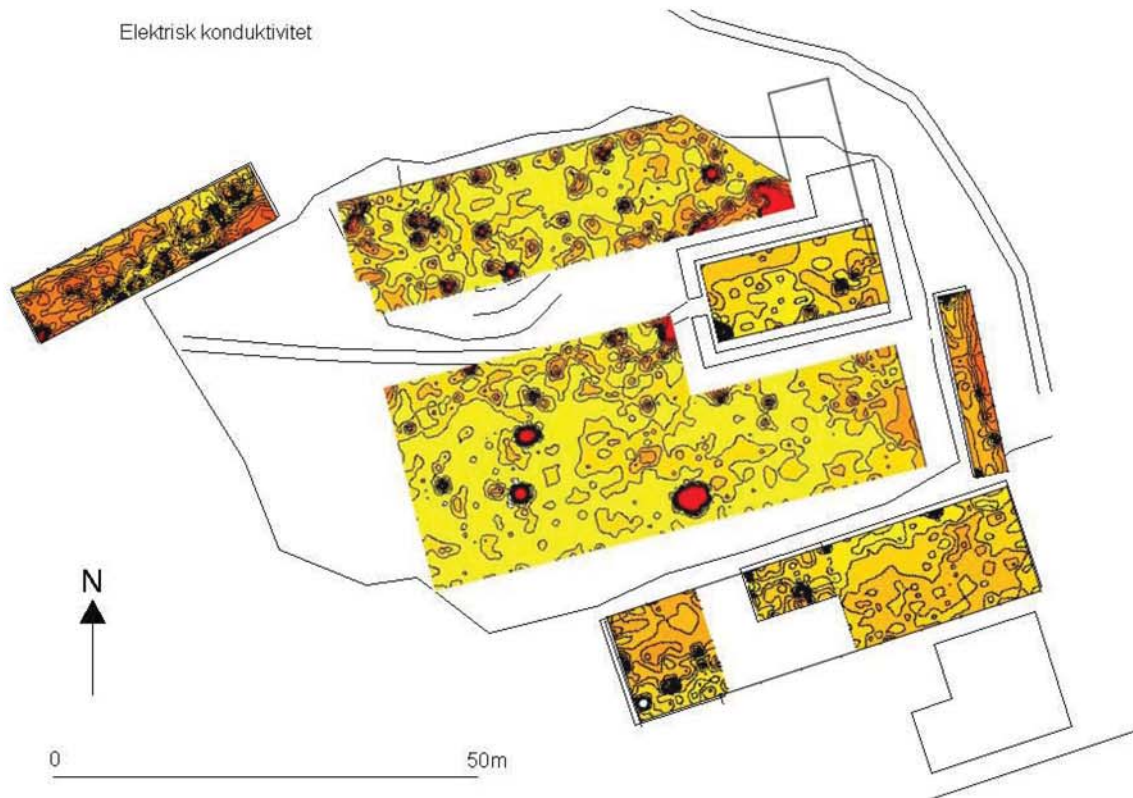


Fig 29. Konturkartor med markens elektriska konduktivitet från mätningarna 2004-2005

### GPR

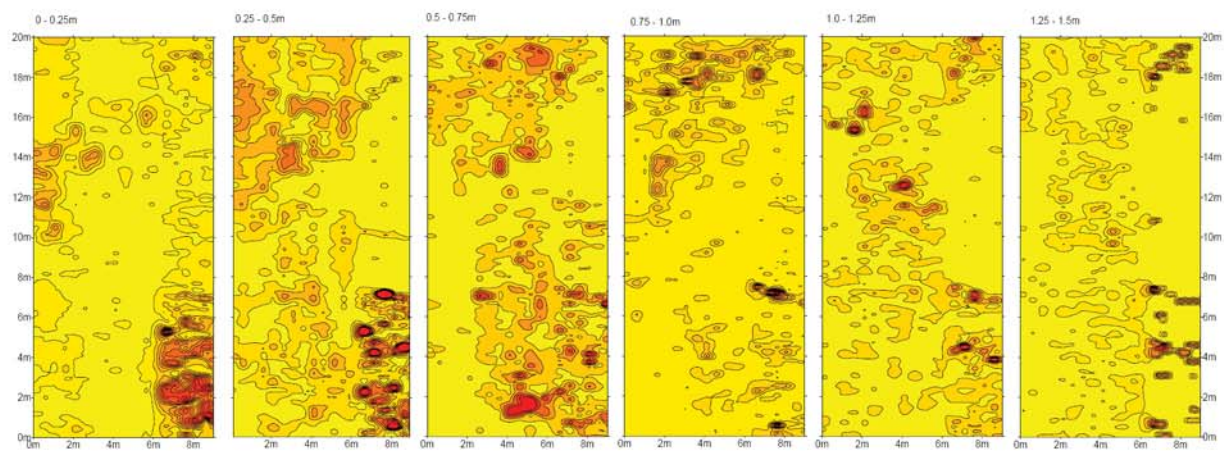


Fig 30. Yta 1, time slices (amplitud-anomalier)



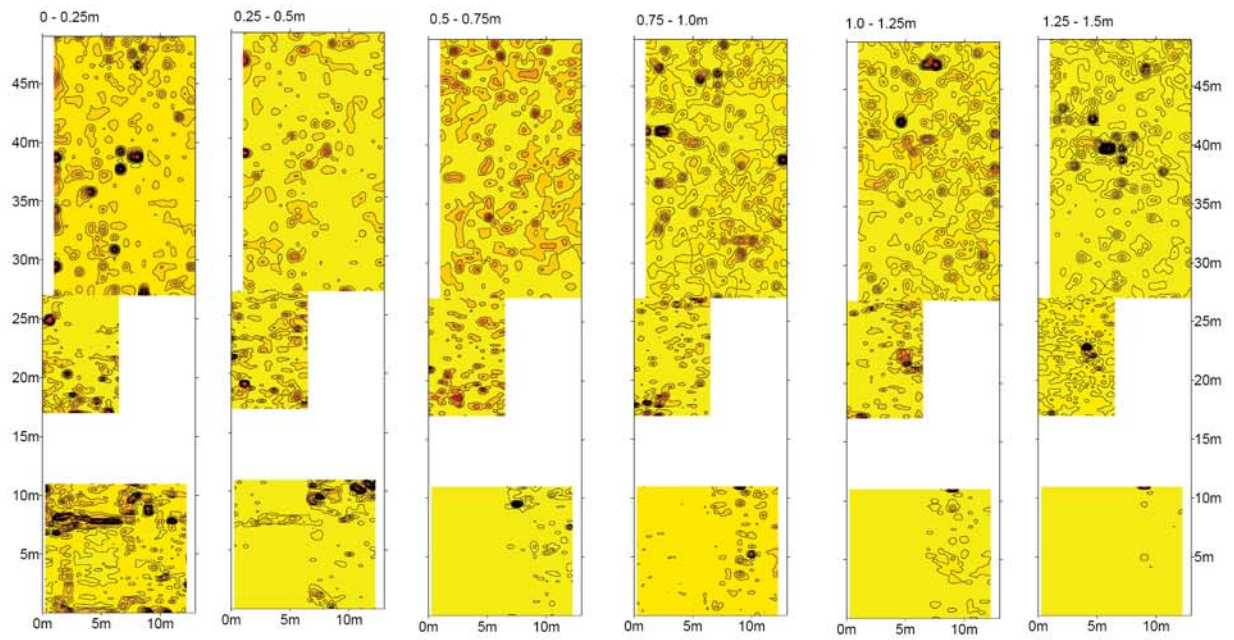


Fig 31. Yta 2 - 4, time slices (amplitud-anomalier)

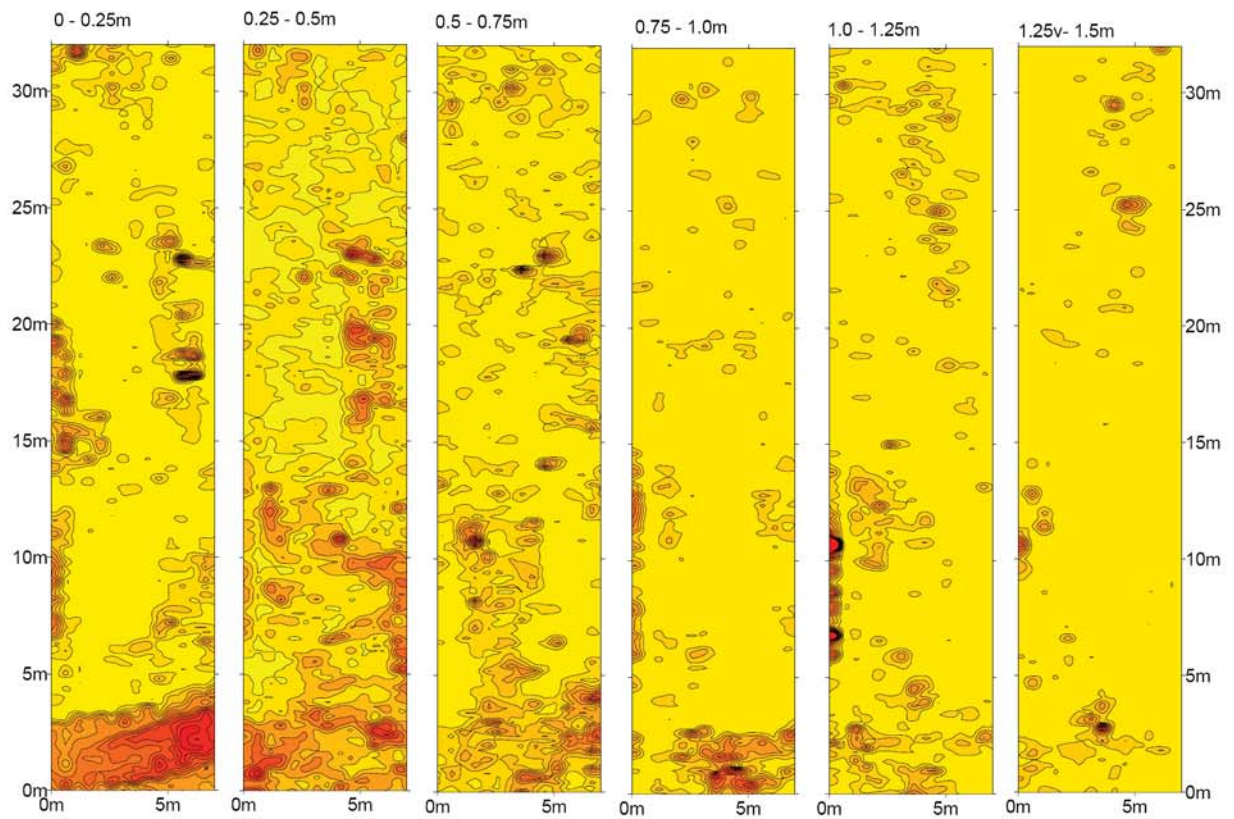


Fig 33. Yta 5, time slices (amplitud-anomalier)



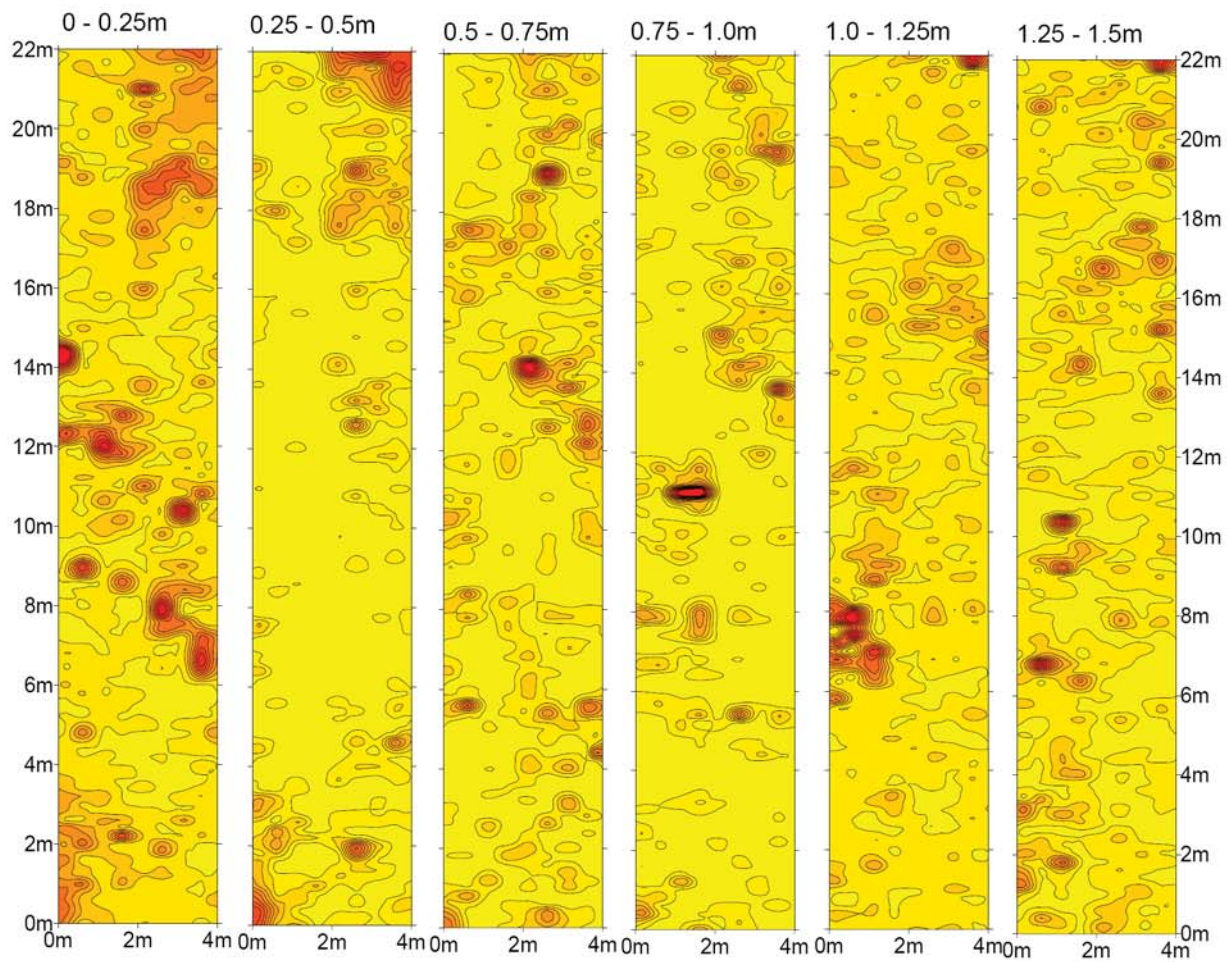


Fig 34. Yta 6, time slices (amplitud-anomalier)



Fig 35. Time slices (amplitud-anomalier) med de tydligaste strukturerna

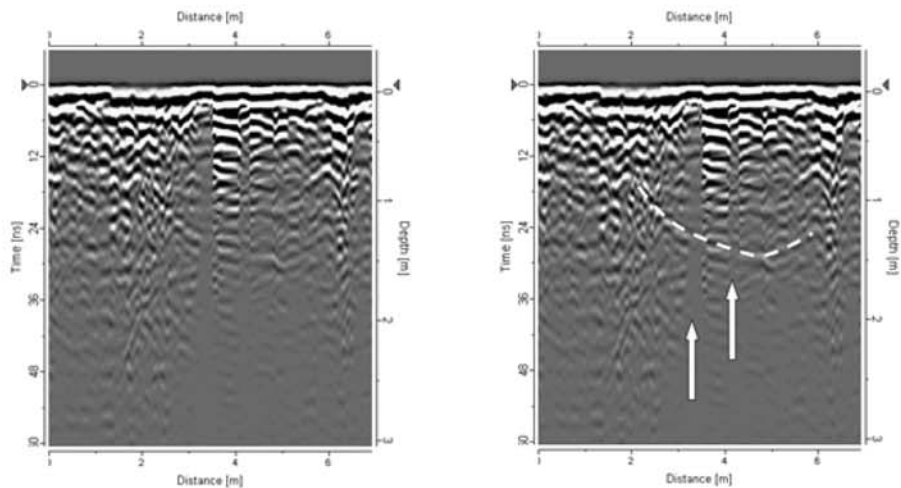


Fig 36. Radarprofil 113 över möjlig brunn med tolkning

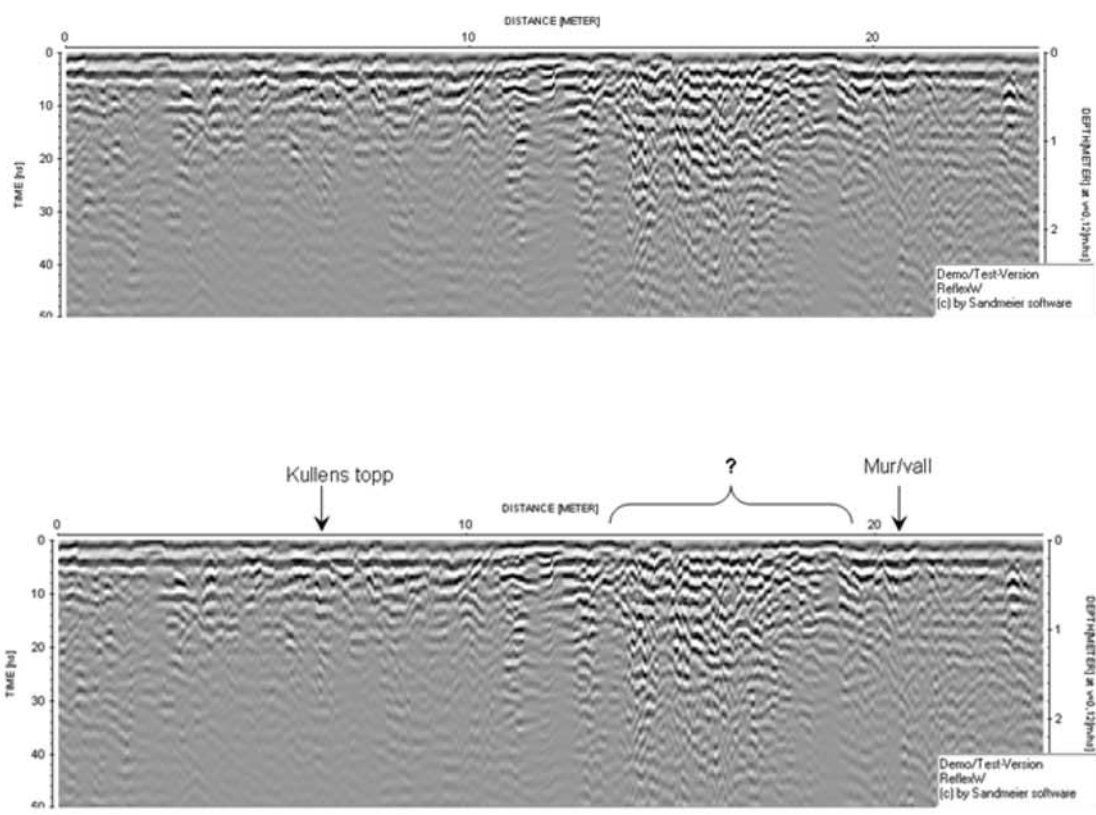


Fig 37. Radarprofil 114 över synlig kulle med tolkning

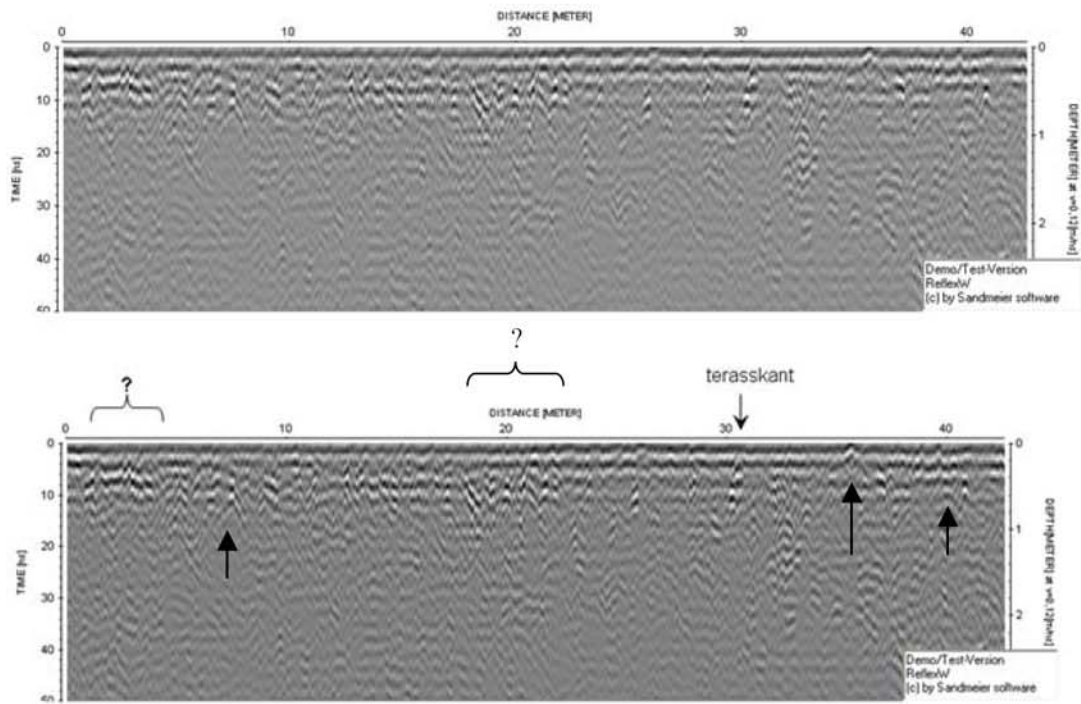


Fig 38. Radarprofil 115 med markering av några anomalier

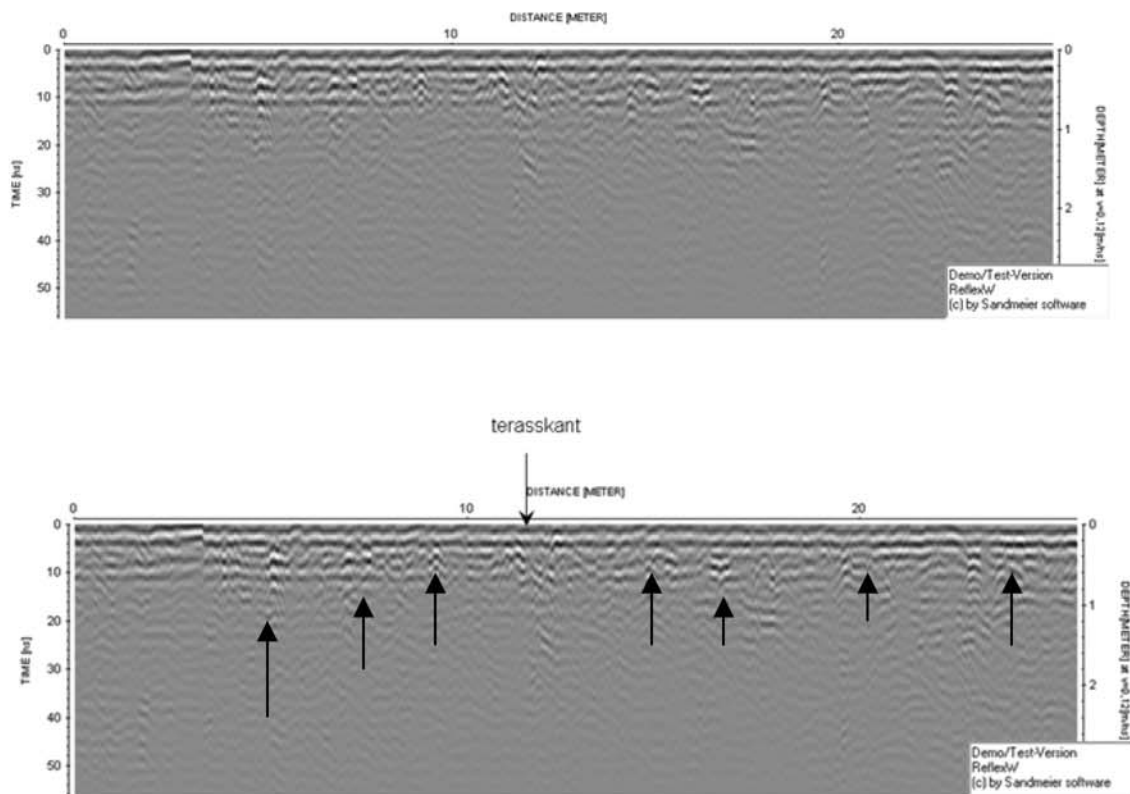


Fig 39. Radarprofil 116 med markering av några anomalier



## Sammanfattning:

Resultaten från den sammanlagda slingramskarteringen visar att de tidigare starka magnetiska anomalier norr och söder om kyrkoruinen sammanbinds av en tydlig linjär struktur inne i ruinen. Även yta 6 öster om nuvarande bogårdsmuren har en linjär förlängning i samma riktning som dessa strukturer. De är sannolikt orsakade av ett antal äldre murrester under markytan. Även karteringen av konduktiviteten stöder denna tolkning, liksom time slices från GPR-karteringen.

Testmätningen vid den synliga husgrunden vid yta 2 söder om nuvarande bogårdsmuren visade att magnetisk kartering med slingram och GPR, time-slice metodik kunde någorlunda detektera formen.

Vid yta 5 norr om muren syns i time slices mellan 0.25 och 0.75 m djup en linjär anomali mellan Y= ca 5-10m med räta vinklar. Den kan vara orsakad av rester av en äldre husgrund. I de enskilda radarprofilerna söder om uo visar profil 113 över en grop på möjlig bottenreflex från en nedgrävning. Profil 114 över synlig kulle visar många svårtolkade reflexer, fr a efter toppen ned mot terrasskanten.

Längprofilerna 115 och 116 visar många svårtolkade hyperbelanomalier från troliga stenar.

Stockholm 2005- 04 -31

Kjell Persson, geolog Arkeologiska Forskningslaboratoriet  
Stockholms Universitet

[kjell.persson@arklab.su.se](mailto:kjell.persson@arklab.su.se)

[kjell@geofysica.setel](mailto:kjell@geofysica.setel): 070-6039957