

Radarmåling ved Avaldsnes

**Pål-Aanund Sandnes og Egil Eide
3d-Radar AS**

Dato: 13. september 2004

Oppdragsgiver: Avaldsnesprosjektet, v/Marit Synnøve Vea



1. Innledning

Denne rapporten inneholder data fra georadarmålinger foretatt på Avaldsnes, Karmøy.

Hensikten med oppmålingen var å kartlegge toppen av Kongshaugen for å identifisere mulig beliggenhet av forhistoriske bygninger samt å kartlegge lønnganger under parkeringsplassen utenfor kirken. I tillegg ble det foretatt målinger på Kuhaugen og inne på kirkegården for å påvise tuftene av en åttekantet kirke.

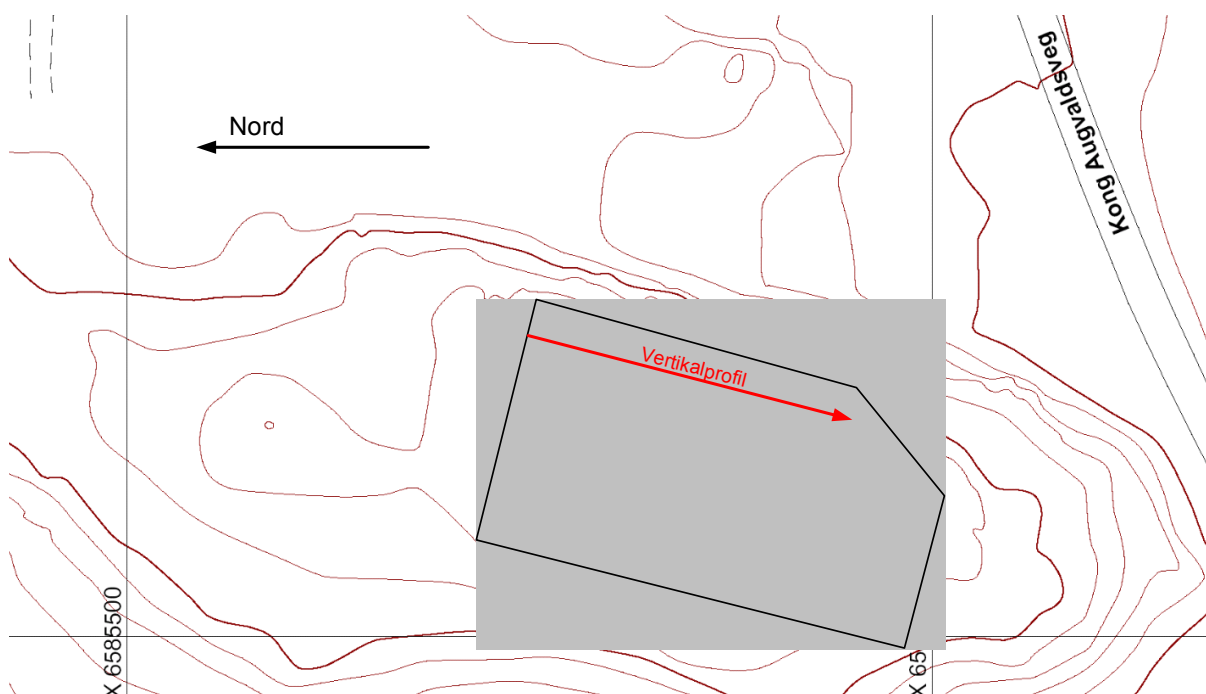
Arbeidet ble utført i området omkring Avaldsnes kirke av 3d-Radar AS med assistanse fra Avaldsnesprosjektet i tidsrommet 24. – 25. august 2004.

2. Beskrivelse av måleområdene

Følgende områder ble målt opp:

Navn	Størrelse	Jordsmonn	Beskrivelse
Kongshaugen	57 x 30 m	matjord	Flatt område på toppen av haugen. Blir benyttet til sauebeite
Parkeringsplass	ca. 80 x 26 m	fyllmasse	Overflate hovedsakelig av grus
Tilførselsvei	ca 80 x 6 m	Steinfylling	Asfaltert vei/parkeringsplass
Kuhaugen	ca 26 x 8 m	matjord	Plen i hagen ved forpakterboligen
Prestegårdshage	ca 50 x 4 m	matjord/leire?	To uavhengige profiler mellom trærne
Kirkegård	ca 15 x 15 m	matjord	Plen mellom gravstøtter

Området på toppen av Kongshaugen var dekket av 10 – 20 cm gress. Figur 1 og 2 viser kartutsknitt over samt foto av det oppmålte området. Mesteparten av målingene på Kongshaugen ble foretatt i oppholdsvær.

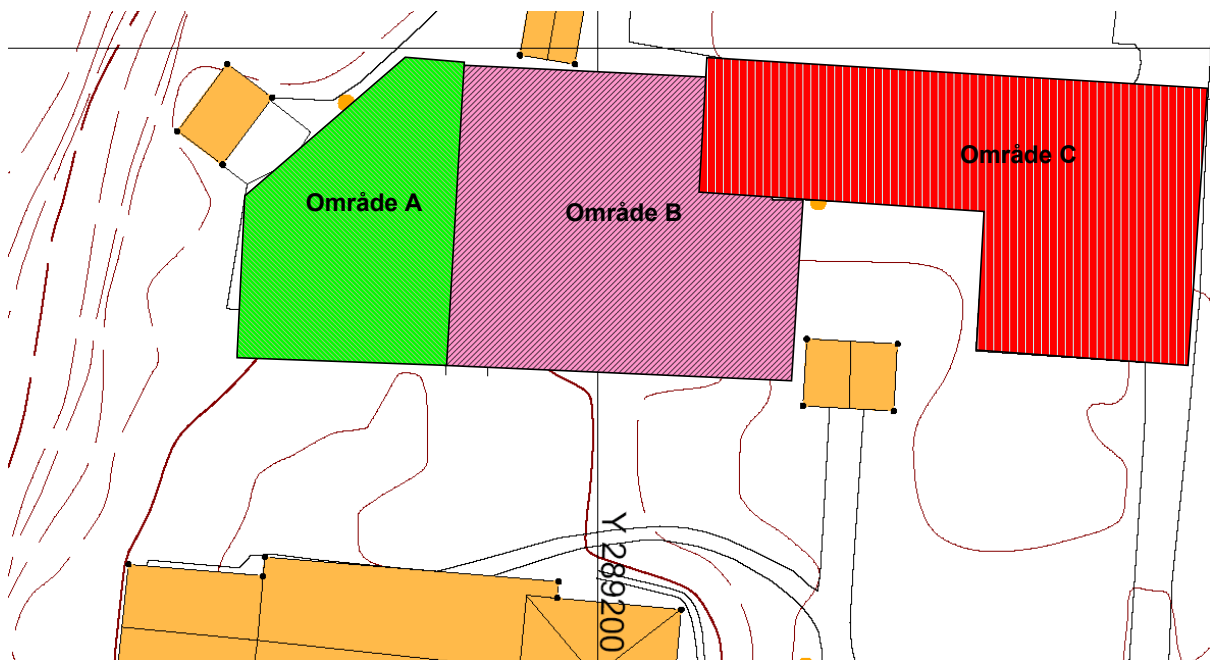


Figur 1. Skisse over oppmålt område på Kongshaugen.



Figur 2. Foto fra måling på Kongshaugen.

Oppmålingen av parkeringsplassen måtte utføres i flere omganger i løpet av dagen på grunn av anleggstrafikk og parkerte biler. Det var tildels mye regn i måleperioden, og dette gav fuktig jord samt overflatevann som påvirket radardataene. Figur 3 og 4 viser en skisse og foto av det oppmålte området.

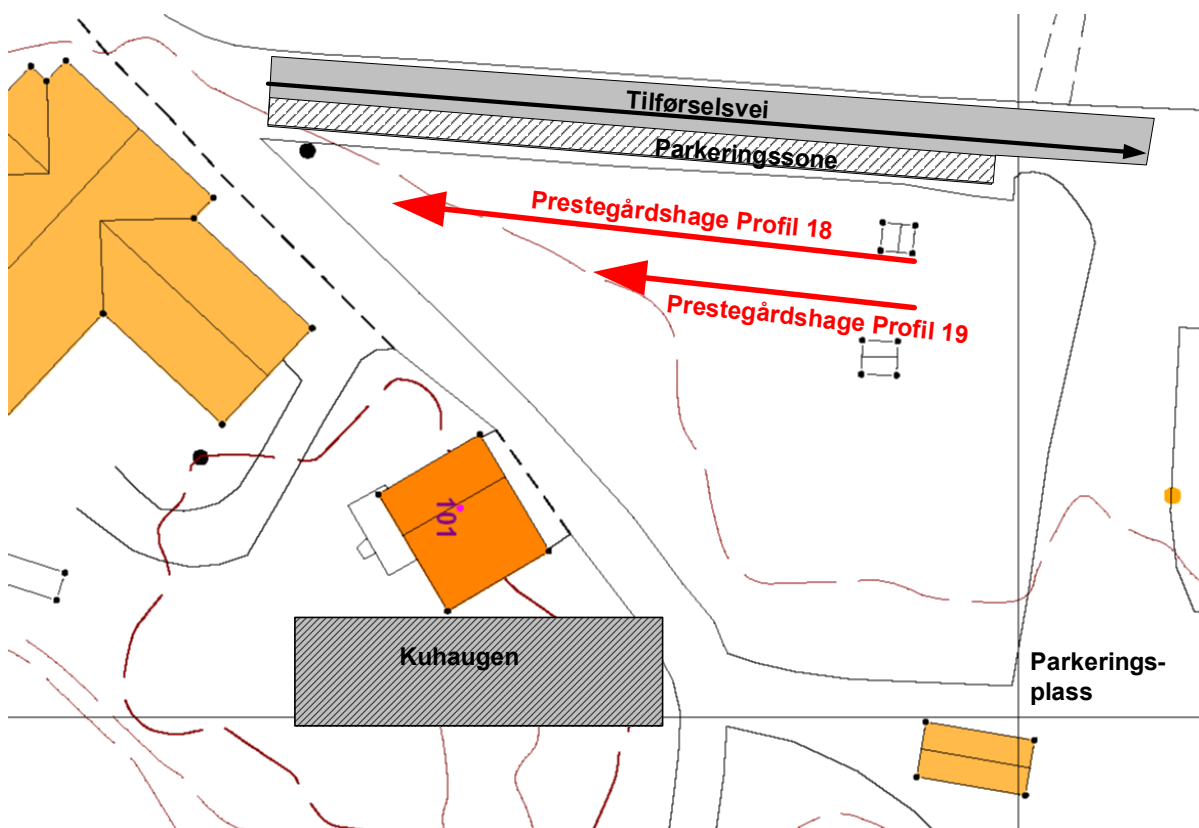


Figur 3. Skisse av oppmålte områder på parkeringsplassen.



Figur 4. Foto fra målinger på parkeringsplassen.

Kuhaugen bestod av nyklipt plen, men på grunn av regnvær var denne meget fuktig. Figur 5 og 6 viser en skisse og foto fra de oppmålte områdene.



Figur 5. Skisse over målingene på Kuhaugen, Prestegårdshagen og tilførselsveien.



Figur 6. Foto fra målinger fra Kuhaugen.

Området inne på kirkegården bestod også av plen, men det var mer kupert enn de andre områdene. En måtte også ta hensyn til gravstøttene som var plassert i området. Figur 7 viser skisse og foto fra det oppmålte området.



Figur 7. Foto og skisse av målingene på kirkegården.

Det ble samlet data fra 2 profiler mellom trærne inne i selve hagen til den gamle prestegårdshagen som vist i kartskissen i figur 5. Foto av målingene er vist i figur 8. Dette området ligger lavt i terrenget og består trolig av matjord/leire.



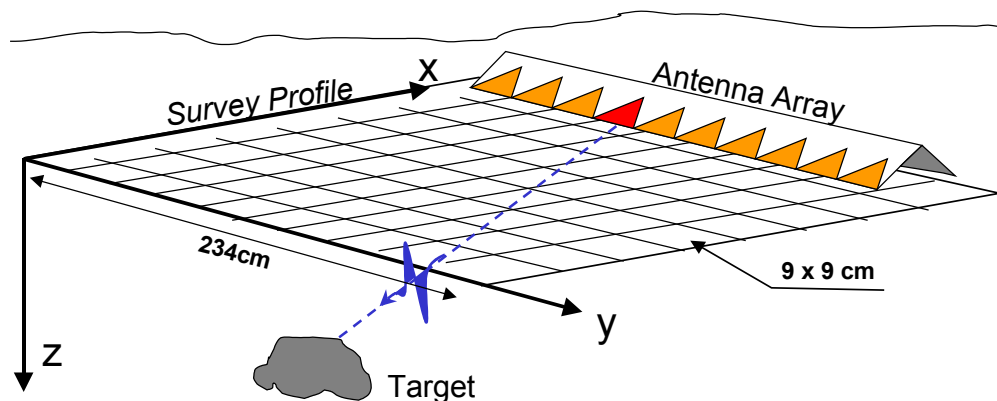
Figur 8. Foto av målingene i prestegårdshagen.

Tilførselsveien inn til parkeringsplassen er nylig oppgradert med pukkfylting og ny asfalt. På siden av veien er det asfaltert en langsgående parkeringsplass for biler. Denne parkeringsplassen er anlagt på eksisterende underlag uten pukkfylting.

3. Målemetode

Målingene ble utført ved hjelp av en 3-dimensjonal georadar som er utviklet av 3d-Radar AS. Antennene var montert på en vogn som ble trukket for hånd som vist i Figur 2. Georadaren sender ut elektromagnetiske bølger (radiobølger) ned i jorden og måler ekko fra naturlig lagdelinger i jorden og menneskapte gjenstander. Dybden til objektene finnes ved å måle tiden det tar fra utsendt signal til ekko mottas. Ved å multiplisere denne tiden med bølgehastigheten til radiobølgene, får en et mål for dybden. Bølgehastigheten varierer fra $1,73 \cdot 10^8$ m/s for tørr sand til $1,1 \cdot 10^8$ m/s for våt jord. Vi har antatt en bølgehastighet på $1,22 \cdot 10^8$ m/s, og denne hastigheten er brukt i fokuseringen av radarbildene og dybdekonvertering. Det understrekes at denne dybdekonverteringen har en viss usikkerhet og dybdeangivelsen kan inneholde feil på ± 0.2 meter.

Georadaren har 27 antenner som er montert med 9 centimeters intervall slik at en får 27 parallelle måleprofiler i en effektiv bredde på 2.34 meter som vist i Figur 9. Under innsamling av data foretok radaren målinger med 5 centimeters intervall langs kjøreretningen. Ved hjelp av seismisk prosessering av radardata kan en fokusere bildene i 3 dimensjoner for å kunne gjenkjenne nedgravde objekter og strukturer i undergrunnen.



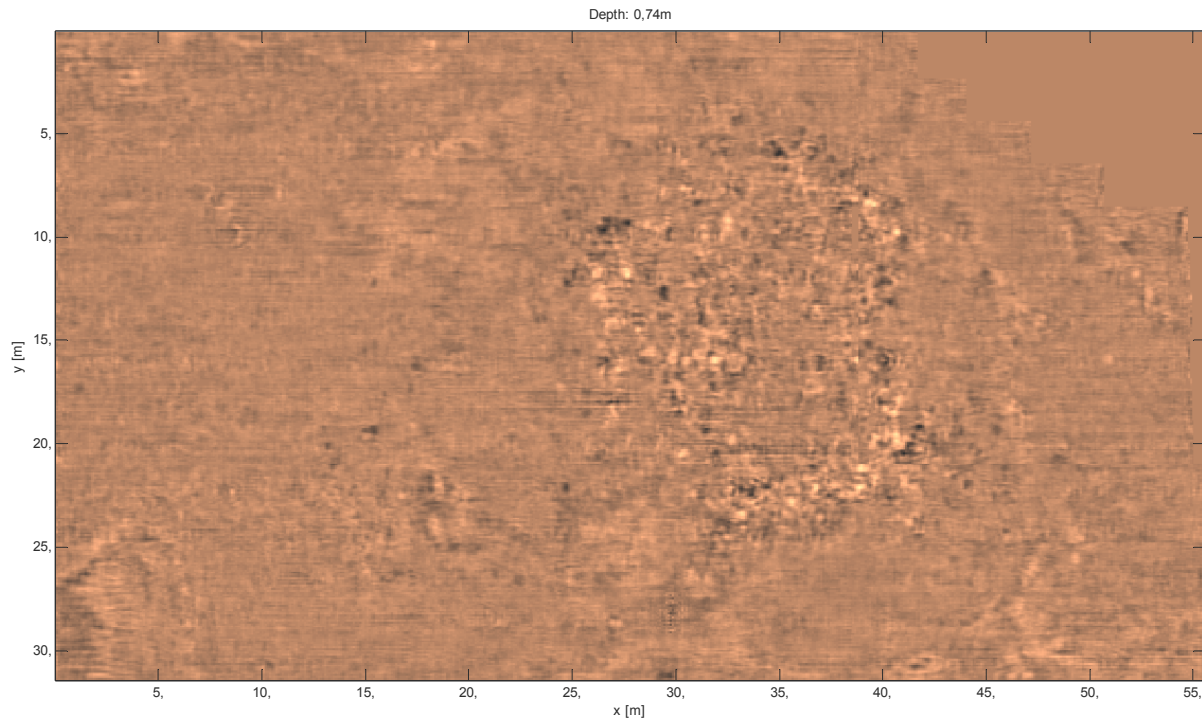
Figur 9. Geometri for 3d radarmålinger.

4. Resultater

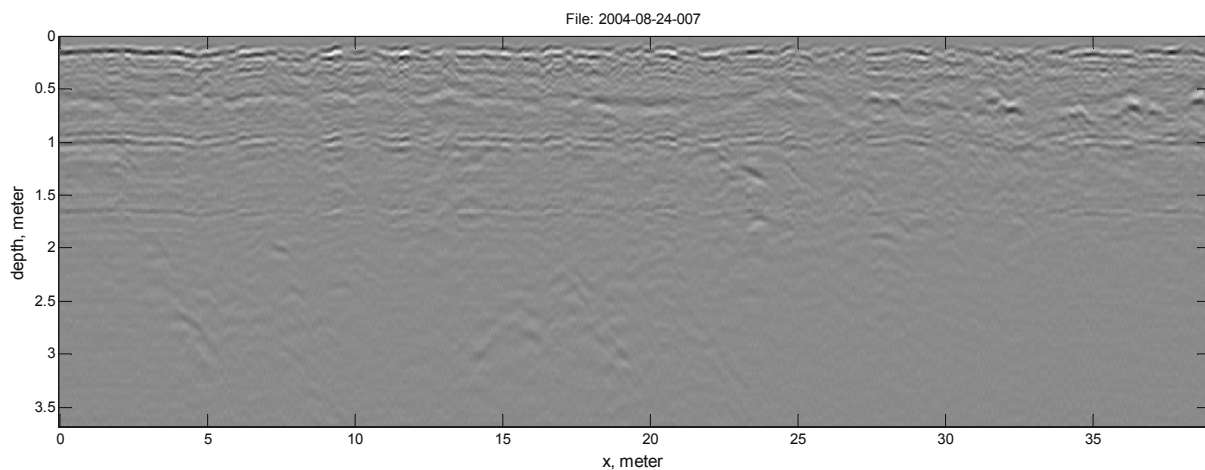
4.1 Kongshaugen

Radardataene fra dette området tyder på middels penetrasjon. Fuktig og langt gress i overflaten gir kraftig radarekko og bidrar til å redusere penetrasjonen. Radardataene i figur 10 viser et tilnærmet rektangulært område på ca 70 cm dyp ved $x = 25 - 40$ meter som kan være steinsetting eller fundament av en gammel bygning. Dette området ligger i det sørøstlige hjørnet av måleområdet. Et vertikalsnitt (Figur 11) langs den østlige delen av Kongshaugen viser en tydelig lagdeling mellom to ulike jordsmonn.

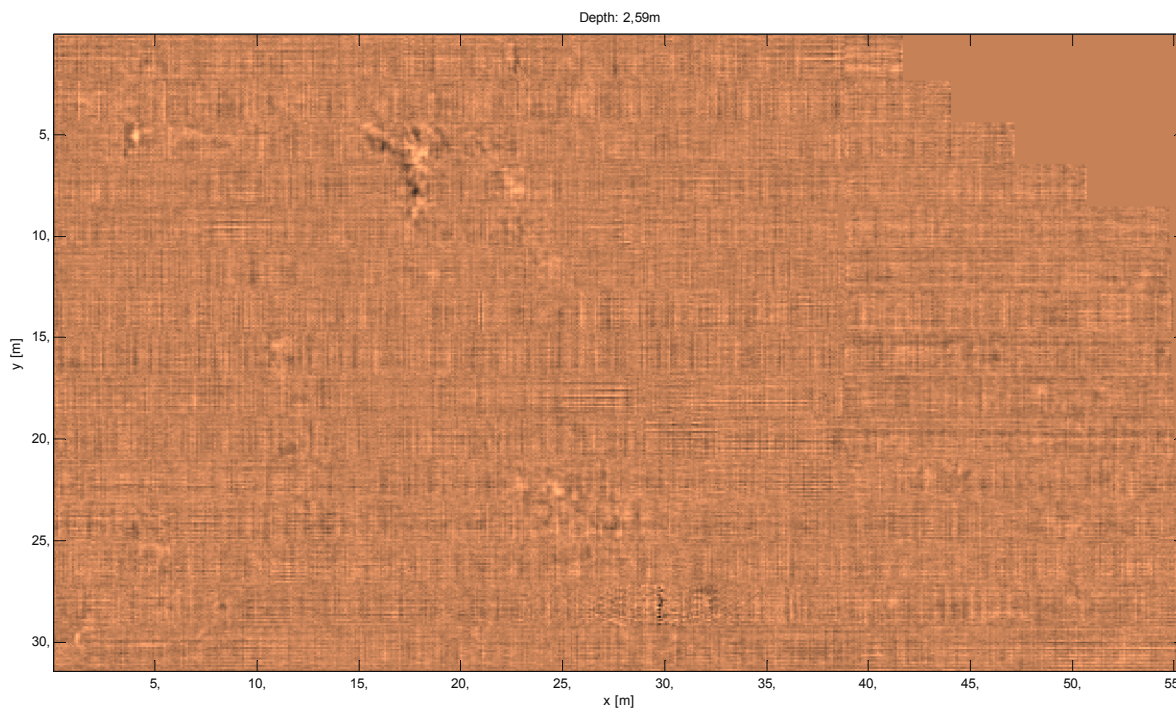
Figur 12 viser radardata ved 2.6 meters dyp. Her observeres et radarekko omkring $x = 18$ meter. Dette kan enten være store steiner eller muligens et hulrom.



Figur 10. Horisontalsnitt fra Kongshaugen ved 73 cm dybde. Tydelige radarekko ved $x = 25 - 40$ meter har en rektangulær struktur som kan være fundament til bygning.



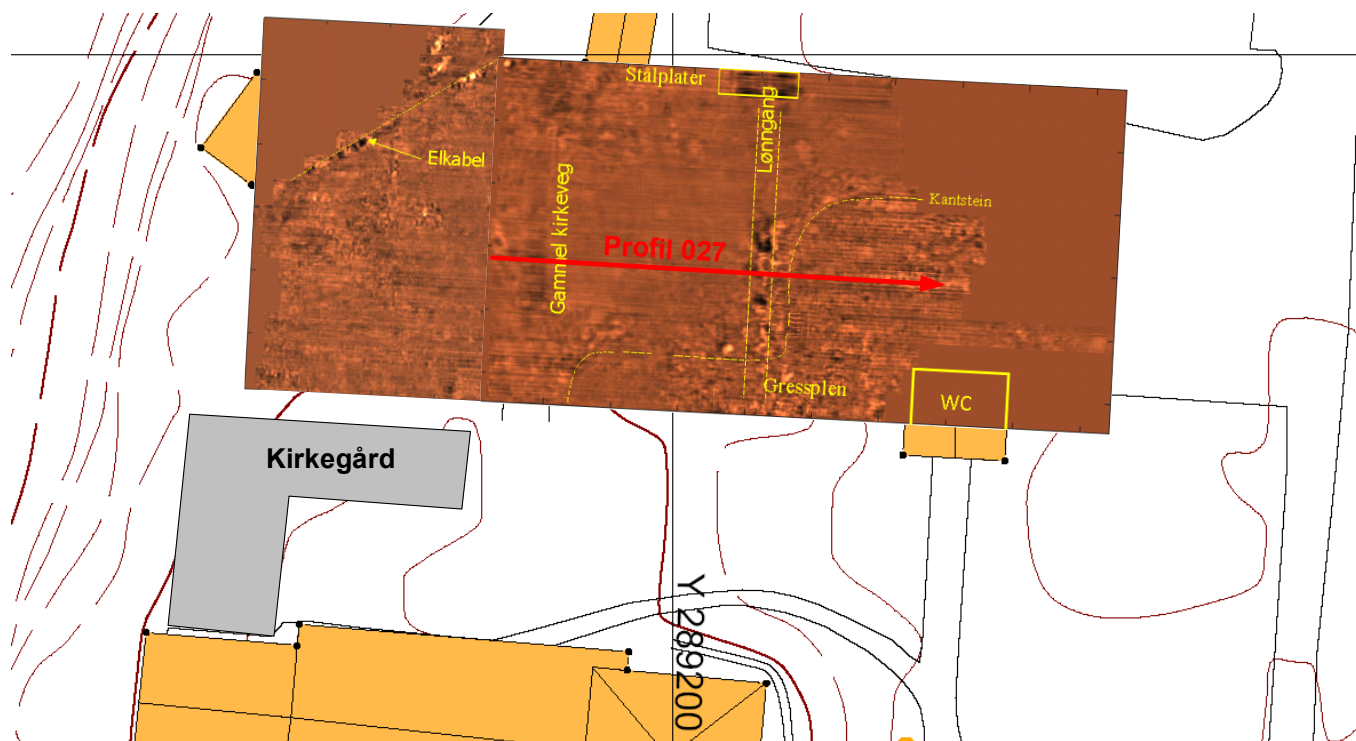
Figur 11. Vertikalsnitt fra Kongshaugens østlige del. Tydelig lagdeling ved 0.5 meters dybde. I tillegg observeres enkelte ekko ved 1.2 meters dyp og omkring 2.5 meters dyp. (Linjene ved 1,0 og 1.6 meters dyp er multiple ekko fra overflaten og representerer derfor ikke lagdelinger i undergrunnen.)



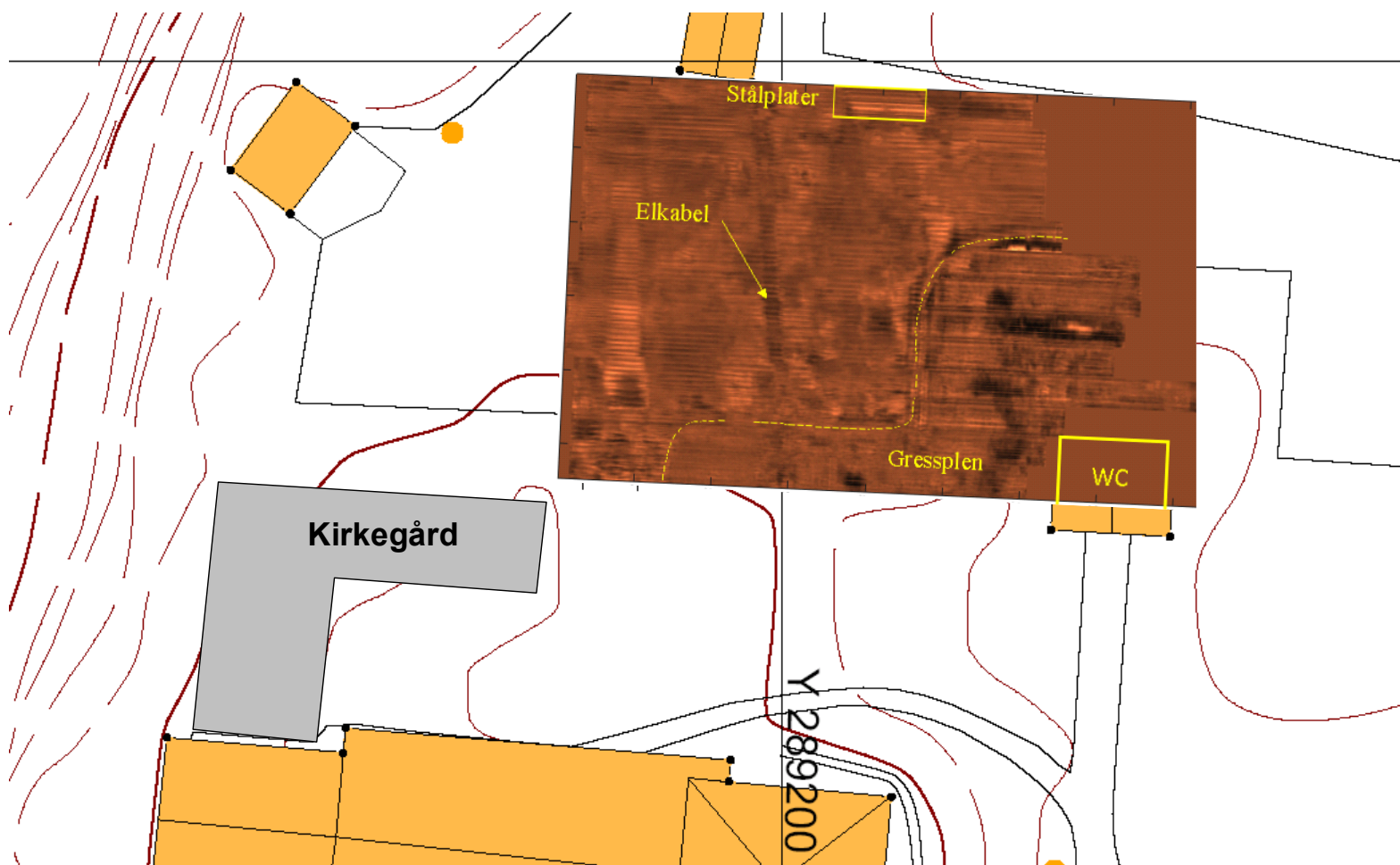
Figur 12. Horisontalsnitt fra Kongshaugen ved 2.6 meters dyp. Radarekko ved $x = 18$ meter.

4.2 Parkeringsplass ved kirken

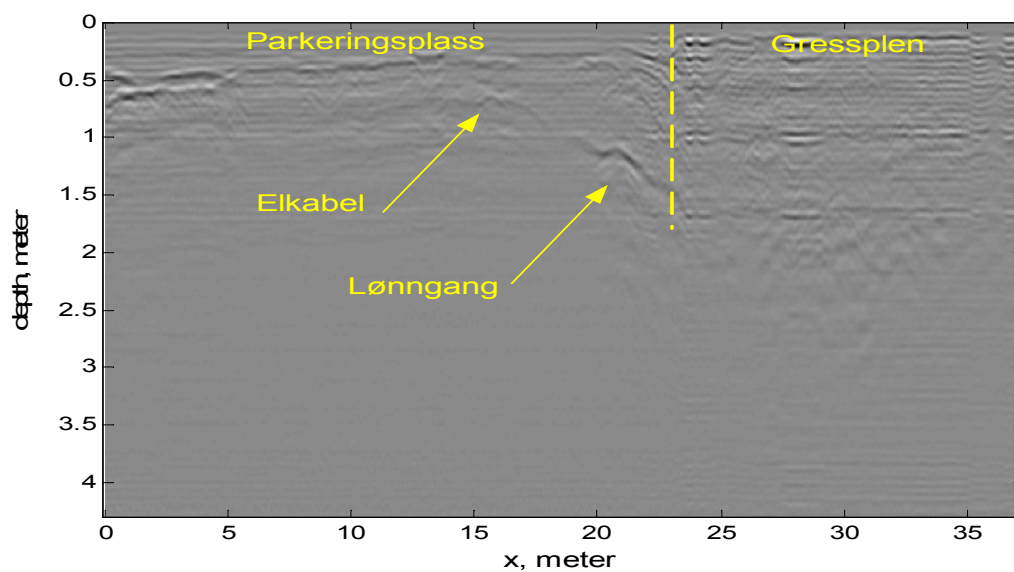
Som vist i figur 4 regnet det så kraftig under oppmålingen på parkeringsplassen at det stedvis dannet seg vannspeil i overflaten. Dette gav kraftige radarekko fra overflaten med påfølgende sterk dempning av singalene. Figur 13 – 14 viser horisontalsnitt fra de ulike delene av parkeringsplassen. På den vestlige delen ble det ikke observert spesielle strukturer under bakken. Vi observerer kabelgrøft for strømkabel i henhold til eksisterende kartskisse, men i tillegg er det også spor etter den gamle kirkevegen som går rett mot inngangsporten til kirkegården. I området like ved kantsteinen mot fordypningen ned til toalettbygningen kan en observere radarekko fra noe som kan være en lønngang. Figur 15 viser en vertikalprofil av dette ekkoet. Dette stemmer godt overens med retningen til forgreningen som ble funnet under tidligere utgravning. Radardataene viser ingen sammenhengende lønngang inn mot det kjente forgreningspunktet under stålplatene, men det kan skyldes at gangen har rast sammen enkelte steder.



Figur 13. Parkeringsplass del A og B ved 1.17 meters dyp. Elkabel, gammel kirkeveg og ekko fra mulig lønnang observeres.

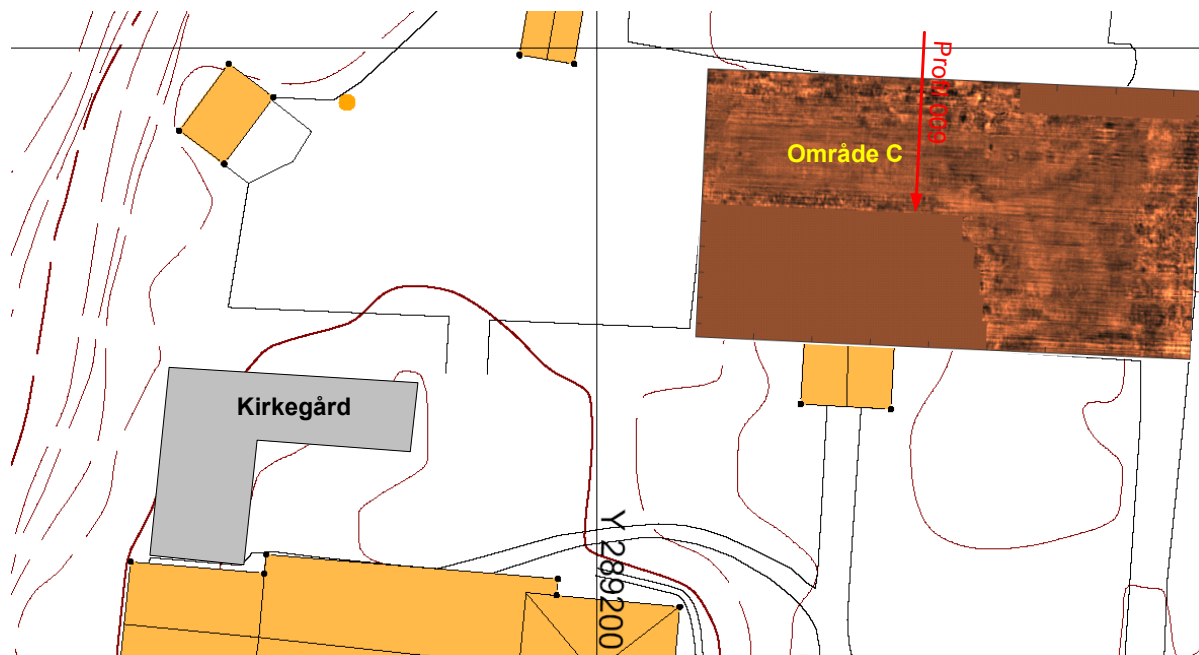


Figur 14, Horisontalsnitt ved 35 cm dyp fra parkeringsplass del B. Gammel kirkeveg og elkabel vises.

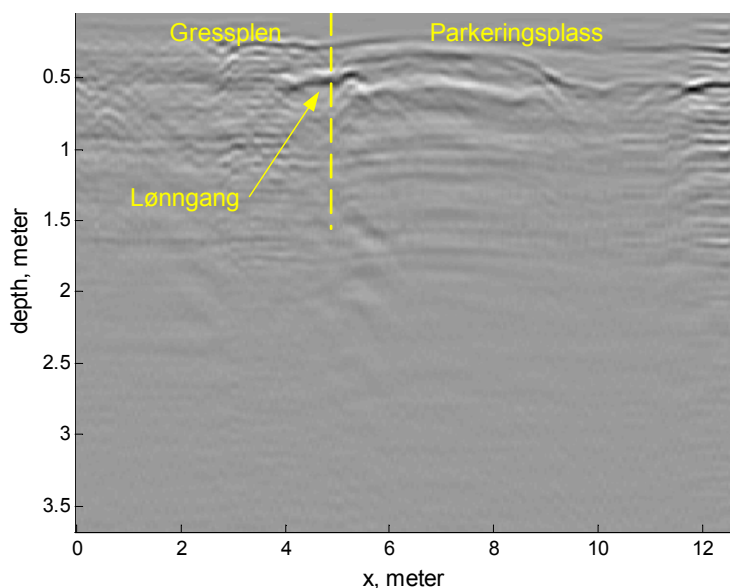


Figur 15. Vertikalsnitt profil 27. Tydelig ekko fra lønngang like ved overgang til gressplen.

På den østligste delen av parkeringsplassen vises en elkabel i tillegg til den påviste lønngangen fra utgravingene. Figur 16 viser horisontalsnitt på parkeringsplassens vestlige del. Det ble ikke observert noen spesielle strukturer her, men figur 17 viser et vertikalsnitt på tvers (Profil 009) der en observerer en mulig lønngang i den sørlige kanten av vegen.



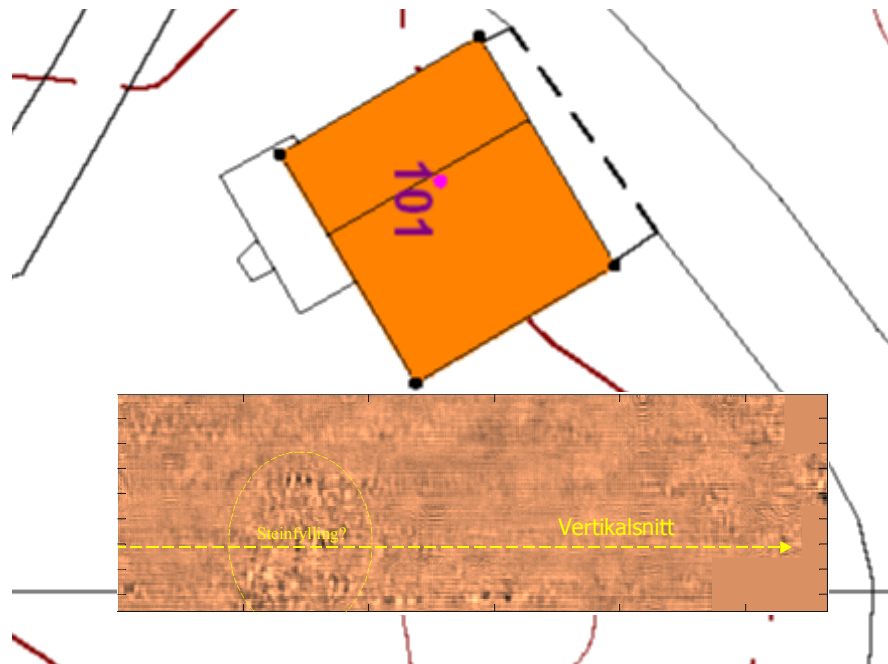
Figur 16. Parkeringsplass del C. Ingen spesielle observasjoner i radardataene.



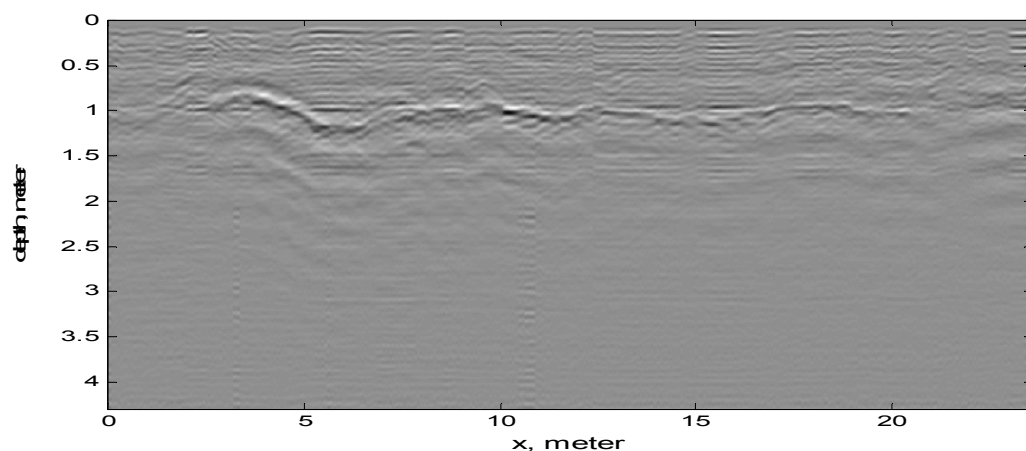
Figur 17. Vertikalprofil 009 på tvers av parkeringsplassen i figur 16.

4.3 Kuhaugen

Figur 18 viser et horisontalsnitt ved 1.19 meters dybde fra Kuhaugen. Det var dårlig penetrasjon i dette området trolig på grunn av svært fuktig jord. Den eneste interessante observasjonen i datasettet er irregulariteter ved $x = 5 - 10$ meter. Dette er muligens en ansamling av stein. Vertikalsnittet i figur 19 viser en tydelig lagdeling på omkring 1 meters dybde i Kuhaugen.



Figur 18. Horisontalsnitt (119 cm dybde) fra Kuhaugen. En kan observere irregulariteter i området $x = 5 - 10$ m. Dette kan muligens være en ansamling av steiner.



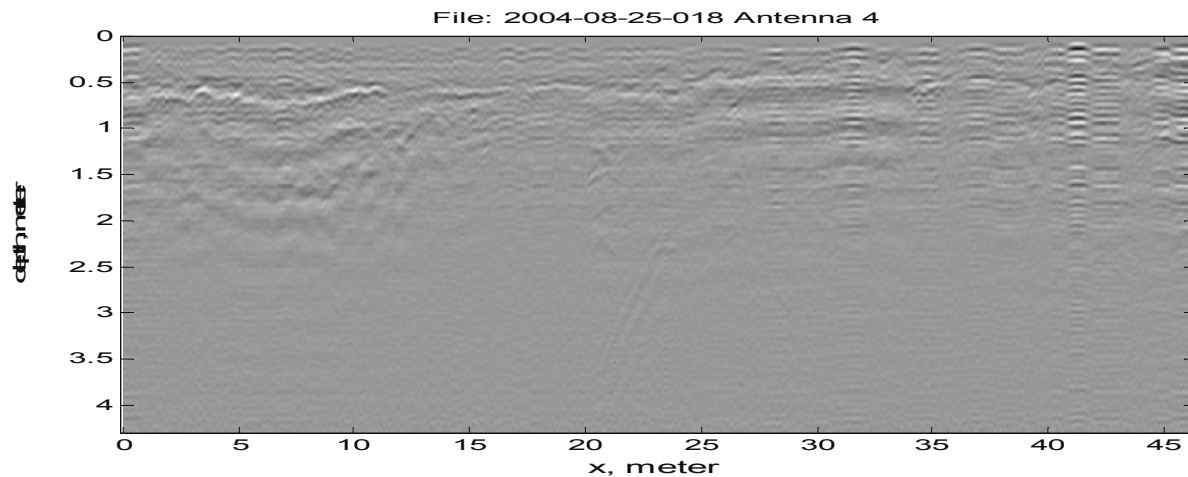
Figur 19. Vertikalsnitt fra Kuhaugen.

4.4 Kirkegård

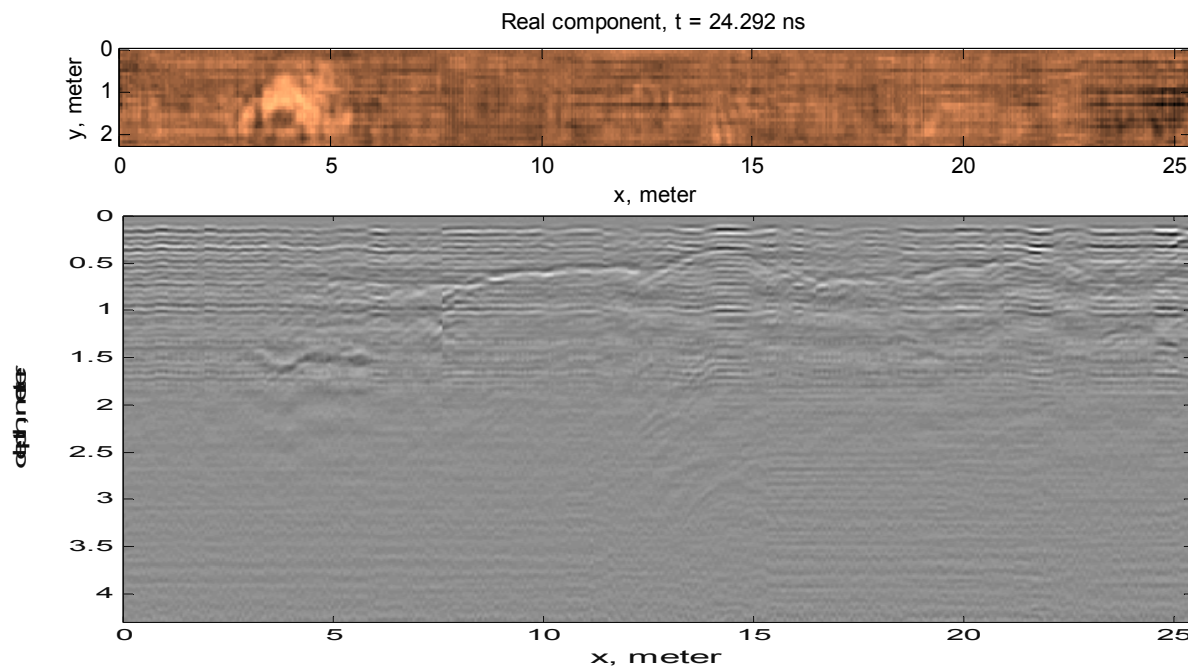
På grunn av meget fuktig og næringsrik jord var det så og si ingen penetrasjon i jorden og radarbildene viser ingen spesielle funn eller formasjoner. Radarbildene er derfor ikke gjengitt her.

4.5 Prestegårdshagen

Det ble samlet data fra to uavhengige profiler mellom bær- og prydbuskene i hagen. Begge profilene begynte nærmest kirken og ble kjørt i retning sørover. Figur 20 viser vertikalsnitt fra Profil 18, mens figur 21 viser horisontalsnitt ved 1.5 meter og vertikalsnitt fra Profil 19. I denne figuren observeres et konsentrert ekko på 1.5 meters dyp omkring x = 5 meter.



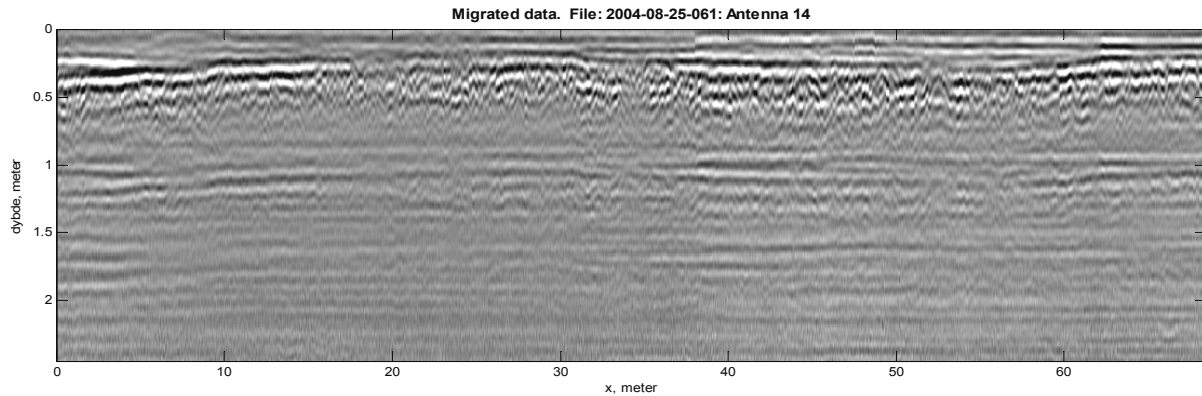
Figur 20. Vertikalprofil fra Prestegårdshagen (Profil 18).



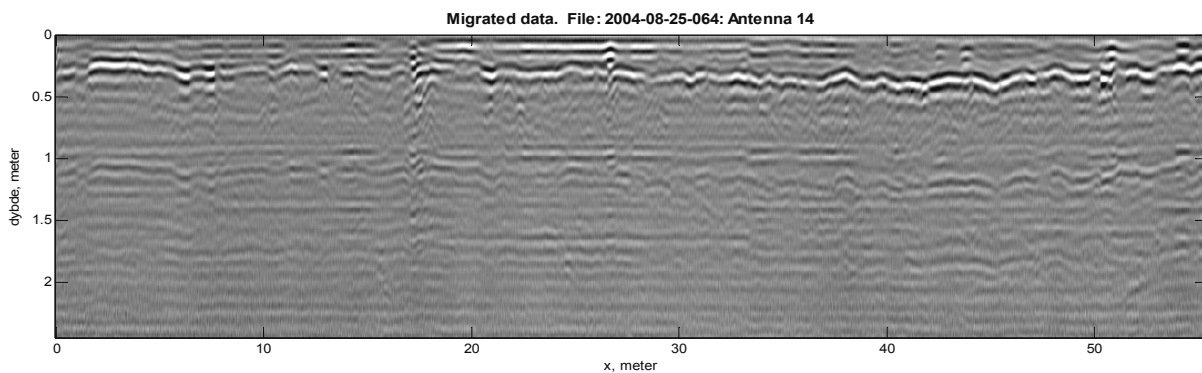
Figur 21. Horisontalsnitt ved 1.5 meters dyp (øverst) og vertikalsnitt fra Prestegårdshagen.

4.6 Tilførselsvei

Oppmålingen på tilførselsveien ble gjort siste måledagen under kraftig nedbør. Radardata viser tydelig steinfylling på den forsterkede delen av veien. På den gamle delen av veien observerte vi ingen spesielle lønnganger eller strukturer under bakken. Figur 22 og 23 viser vertikalsnitt fra henholdsvis vegen og parkeringsplassen.



Figur 22. Vertikalsnitt fra veg. Irregulært mønster ved 0.5 meters dyp er pukkfylling.



Figur 23. Vertikalsnitt fra sideparkering. Tydelig lagdeling mellom utfylt masse og underlag. Ellers ingen spesielle funn i radardataene.

5. Konklusjon

Radarmålingen fra Kongshaugen viser et område i den sørlige delen som trolig består av steiner. Dette kan tyde på at området enten er planert ut eller at det inneholder et husfundament. I tillegg er det spredte forekomster av enkelte radarekko som kan tyder på enkelte inhomogeniteter i jorden. Utenom det nevnte området på den sørlige delen av haugen ble det imidlertid ikke påvist radarekko som dannet typiske mønster fra f.eks stolpehull i måleområdet. Det ble observert radarekko på ca 2.5 – 2.6 meters dyp i den østlige delen av Kongshaugen. Det var middels penetrasjon av radarsignalene på Kongshaugen.

Resultatene fra Kuhaugen viste ingen spesielle mønster med unntak av noe som kan være en ansamling av steiner omtrent midt på haugen. Jordsmonnet var imidlertid meget bløtt og gav liten penetrasjon for radaren.

På parkeringsplassen ble kabelgrøfter for elkabel påvist i tillegg til det som kan være en lønngang. Ekkoene fra det som kan være lønngang var imidlertid meget irregulære og det var vanskelig å se en tydelig sammenhengende tunnel. Dette kan skyldes at lønngangen er sammenrast enkelte steder. Sterk nedbør og overvann gav vanskelige måleforhold.

Undersøkelsene inne på selve kirkegården avdekket ingen spesielle strukturer eller objekter. Måleforholdene var på dette stedet meget vanskelige med ujevnt terreng og svært fuktig jord og radaren hadde så og si ingen penetrasjon i dette området.

Området i Prestegårdshagen viser et interessant ekko ved 1.5 meters dyp i profil 19.

Oppmålingen på tilførselsvegen og sideparkeringen inneholdt ingen spesielle radarekko utover lagdelingene i vegstrukturen.