



GEORADARUNDERSØKELSER PÅ SLOTTSFJELLET

Tønsberg kommune, Vestfold - November 2013

Lars Gustavsen og Monica Kristiansen

Versjon 1





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
 Telefon: 23 35 50 00
www.niku.no

Tittel Georadarundersøkelser på Slottsfjellet Tønsberg kommune, Vestfold - November 2013	Rapporttype/nummer NIKU Oppdragsrapport 23/2014	Publiseringsdato 14.02.2014
	Prosjektnummer 1020041	Oppdragstidspunkt 19. – 21. nov. 2013
	Forsidebilde Georadarundersøkelse på Slottsfjellet. Foto: LG/NIKU	
Forfatter(e) Lars Gustavsen og Monica Kristiansen	Sider 97	Tilgjengelighet Åpen
	Avdeling Arkeologi	

Prosjektleder Monica Kristiansen
Prosjektmedarbeider(e) Lars Gustavsen
Kvalitetssikrer Knut Paasche

Oppdragsgiver(e) Slottsfjellsmuseet, Farmannsveien 30, 3111 Tønsberg

<p>Sammendrag</p> <p>NIKU gjennomførte i november 2013 en geofysisk undersøkelse av fem lokaliteter på Slottsfjellsplatået. Undersøkelsene, som ble gjennomført med en georadarantenne, har påvist mulige bosetningsspor oppe på platået i form av grøfter og groper. Det er også påvist enkelte strukturer som muligens kan knyttes til de ulike murlevningene som eksisterer på Slottsfjellet. Undersøkelsen viser imidlertid at platået er sterkt preget av erosjon. Mange steder er det observert fjell i dagen, og datasettene viser at berggrunnen sjelden er langt under dagens overflate. Videre er det ikke påvist strukturer dypere enn ca. 1,5 m ved noen av undersøkelsesområdene.</p>
--

Emneord Georadar, middelalder, borganlegg
--

Avdelingsleder

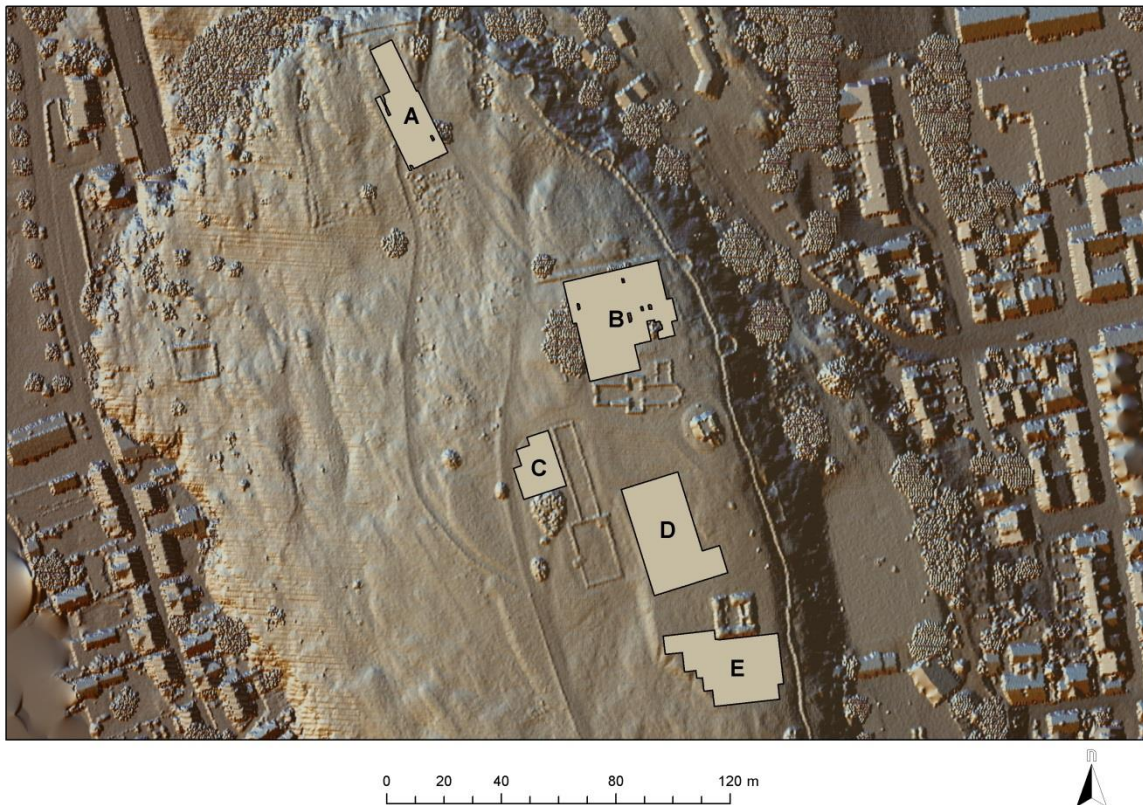
Knut Paasche

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	6
2	Historie	6
2.1	Tidlige undersøkelser på Slottsfjellet: kartlegging av borganlegget	Error! Bookmark not defined.
3	Lokalitetsbeskrivelser	8
3.1	Delområde A.....	8
3.2	Delområde B.....	8
3.3	Delområde C.....	10
3.4	Delområde D.....	10
3.5	Delområde E	10
4	Metode og utstyr.....	12
4.1	Georadar.....	12
4.2	Prosjektgjennomføring.....	13
4.3	Programvare	14
4.4	Begrensninger og feilkilder.....	14
4.5	Sluttleveranse	15
5	Resultater	16
5.1	Tolkninger – Delområde A.....	16
5.1.1	Sammendrag – Delområde A	16
5.2	Tolkninger – Delområde B.....	24
5.2.1	Sammendrag – Delområde B.....	24
5.3	Tolkninger – Delområde C.....	31
5.3.1	Sammendrag – Delområde C.....	31
5.4	Tolkninger – Delområde D.....	40
5.4.1	Sammendrag – Delområde D	40
5.5	Tolkninger – Delområde E	50
5.5.1	Sammendrag – Delområde E.....	50
6	Diskusjon	61
7	Litteratur.....	63
	Vedlegg A – Dybdeskiver fra delområde A.....	64
	Vedlegg B – Dybdeskiver fra delområde B	70
	Vedlegg C – Dybdeskiver fra delområde C	75
	Vedlegg D – Dybdeskiver fra delområde D.....	82
	Vedlegg E – Dybdeskiver fra delområde E.....	90

1 Bakgrunn

I løpet av to dager i november 2013 gjennomførte to arkeologer fra Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) en geofysisk undersøkelse av fem ulike lokaliteter på Slottsfjellsplatået i Tønsberg (Figur 1). Hensikten med undersøkelsen var å se om det lot seg gjøre å påvise arkeologiske spor i områdene mellom de kjente ruinene i området.



Figur 1- Oversiktskart over de fem delområdene som ble undersøkt med georadar

2 Historie og tidligere undersøkelser

Borganlegget Tunsberghus, som i dag kalles Slottsfjellet, var Norges største borganlegg i middelalderen. Ifølge sagalitteraturen skal anlegget ha eksistert siden andre halvdel av 1100-tallet, men var da i hovedsak bygget i tre (Johansen 1929). De første byggverkene i stein, herunder porttårnene og ringmuren, ble antakelig oppført under kong Håkon Håkonsson i første halvdel av 1200-tallet. I Soga om Håkon Håkonsson (kap. 333) heter det at kong Håkon «let gjere ein steinmur kring Tønsberg [= Túnserghus] og kastell over portane, og Gaute-kastellet over Danekleiva. Han let òg setje hus på heile Berget». Under Håkonsson ble det også oppført tre store trehaller, og grunnmurene til disse er bevart og ligger i dag synlig over bakken. Teglkastellet ble bygget Sønnen Magnus Lagabøte noen få tiår senere, og teglverket på det noe lavere platået i nord etablert omtrent på samme tid. Deler av borganlegget skal ha blitt reparert eller forsterket med teglstein, og teglovnene ble også brukt senere i middelalderen (ibid). Ovnene lå på Tallak, et lavereliggende platå nord for slottsfjellplatået, og omfattes ikke av georadarundersøkelsen.

Den eldste steinbygningen på Slottsfjellet er imidlertid Mikaelkirken, som ble bygget i midten av 1100-tallet. Kirken tjente først og fremst som slottskapell for kongen og hoffet, og fra 1309 skal den ha fungert som et av kongens private kapeller. På 1300-tallet fikk kirken flere prester, og i den sammenheng ble kirkens kor utvidet. På nordsiden av koret ble det i tillegg reist en teglbygning som trolig var et sakristi. I kortere eller lengre perioder på 1300-tallet holdt kongen og hoffet til på Berget, hvor viktige nasjonale og internasjonale møter skal ha vært avholdt .

I seinmiddelalderen var borgen residens for lensherren, og i denne perioden ble borganlegget utsatt for flere om- og påbygginger. Under opprørene mot kong Hans i 1502 og 1503 ble Tunsberghus angrepet, og borgen ble plyndret og brent av en hærstyrke sammensatt av en svensk styrke og bønder fra Sande nord i Vestfold. Anlegget ble ikke gjenoppbygd, og store mengder stein herfra ble etter hvert fraktet ut til Jarlsberg og brukt i byggingen av hovedgården der ute. Trolig ble en del stein og teglstein også brukt i byggingen av bolighus både på nord- og østsiden av fjellet. Etter raseringen av borgen ble anlegget liggende i ruiner i mer enn 300 år, før de første undersøkelsene av Slottsfjellet tok til på begynnelsen av 1800-tallet.

Den første systematiske dokumentasjonen av borganlegget på Slottsfjellet ble utført av major L. D. Klüwer i 1823. I sin dokumentasjon omtalte Klüwer ruinene av teglkastellet og kirken som «gruushob», noe som vitner om at borganlegget på denne tiden må ha vært i svært dårlig forfatning. Dokumentasjonen av anlegget var basert på de synlige ruinrestene, og i Klüwers kart over borguinene, som han selv skriver «er optaget efter Skridt og Øjemaal», er det dokumentert flere bygnings- og murrester i stein, deriblant teglkastellet, Mikaelkirken, større partier av nordre, østre og søndre ringmur, samt fragmenter av ringmuren i vest. Klüwer registrerte i tillegg murverk nord for kirken som han tolket som deler av en kirkegårdsmur. Dette har imidlertid blitt avkreftet i forbindelse med senere undersøkelser, hvor muren har blitt identifisert som deler av den indre ringmuren (Eriksson 1995:31). I Klüwers kart er det avmerket deler av to bygningsfundamenter som skal ha ligget vest for den nordre stien. Sør for disse bygningsrestene har Klüwer observert en større steinsamling som han tolket som en «Runddeel». Bredestuen er imidlertid ikke avmerket på kartet.

På slutten av 1800-tallet ble flere av ruinene på Slottsfjellet dokumentert av arkitekter. I dette arbeidet var uttegning av bygningsrestene hovedprioritet, men for å komme til ruinene ble det gjennomført flere større og mindre utgravninger i og rundt de middelalderske bygningene. I 1877 utførte av Haakon Thorsen utgravning og dokumentasjon av både Mikaelkirken og teglkastellet, og i 1898 gjorde arkitekt Johann Meyer en utgravning av Bredestuen, som ligger vest i den indre borggården. Arbeidet deres bestod i hovedsak av en arkitektonisk uttegning av ruinene, men i motsetning til sine forgjengere utførte også Meyer det som i langt større grad kan minne om en arkeologisk undersøkelse. Dokumentasjonen omfattet både profil- og plantegninger samt funnoversikter. På bakgrunn av disse undersøkelsene utarbeidet Meyer rekonstruksjonstegninger av Mikaelkirken, Bredestuen og Teglkastellet.

I første halvdel av 1900-tallet ble arkitekt Gerhard Fischer engasjert til å utføre en større undersøkelse av borganlegget på Slottsfjellet. Dette arbeidet, som pågikk i nærmere 10 år, var konsentrert omkring ringmuren og ringmurstårnene, samt en rekke mindre prøvegravninger i og utenfor borggården. Siste utgravning ble gjort i 1934, men det ble aldri publisert en helhetlig rapport av undersøkelsene på Slottsfjellet. I 1950 ble det utgitt en foreløpig plan over utgravningene, hvor det blant annet fremgår at Fischer har påtruffet murrester vestsiden av Bredestuen, som han tolker som deler av muren til en

indre borggård. I oversikten foreslår Fischer at muren i nord har blitt forbundet med den nordre borggårdsmuren (nord for Mikaelskirken), og i sør har gått fra Bredestuen, via teglkastellet og til den østre ringmuren. Som påpekt av Eriksson (1995:38) er det i dag ingen synlige indikasjoner på en slik mur, men til tross for dette er det fortsatt rimelig å forutsette at en indre borggårdsmur har eksistert. Fischer registrerte i tillegg flere bygninger i anslutning til den indre borggården, blant annet den såkalte kjøkkenfløyen nordøst for teglkastellet, samt restene av tre bygninger øst og nordøst for Mikaelskirken. Det ble også registrert murrester inntil den indre ringmurens nordre del, men disse er ikke definert med hensyn til funksjon.

Under 2. verdenskrig ble Slottsfjellet beleiret av tyske styrker, og under okkupasjonen ble det bygget to større trebrakker med tilhørende løpeganger innenfor den indre borggården, like nord og vest for Mikaelskirken. Det var også anlagt løpeganger langs kirkens nordside og frem til Slottsfjellstårnet. I 1947 ble tyskernes konstruksjoner undersøkt og dokumentert av _____. Dokumentasjonen viser at brakkene var gravd dypt ned i bakken, og det må forventes at eventuelle kulturminner i dette området er svært forstyrret. Brakkene ble revet etter krigen, men grunnmurene skal mange steder ha blitt fylt igjen og bevart under overflaten. Murrestene etter brakkene er stedvis synlige over bakken i dag.

3 Lokalitetsbeskrivelser

3.1 Delområde A

Delområde A lå på den nordre delen av Slottsfjellsplatået, like sørvest for «Nord-kastellet» og nordre ringmur (Figur 2). Området besto av en jevn, gressbevokst overflate og det var avgrenset av berg i dagen mot nordøst, av en grusvei mot øst, buskas mot sør og et gjerde mot vest. Det var fritt for hindringer, bortsett fra et stort furutre mot sørøst og noen krakker i stein mot nordvest. Området var tilnærmet rektangulært, orientert omtrentlig N-S, og det målte til sammen 538,8 m².

3.2 Delområde B

Delområde B var uregelmessig i plan, målte 1042,4 m², og lå i området mellom nordre, indre ringmur og Mikaelskirken (Figur 3). Overflaten innenfor området var gressbevokst og noe kupert, spesielt mot nordvest der det helte en god del mot nord og vest. Området var avgrenset av indre ringmur mot nord, store trær og en sti/vei mot vest, Mikaelskirkens nordre murliv mot sør og ytre ringmur mot øst.



Figur 2 - Delområde A sett mot nordvest. Foto: MK/NIKU.



Figur 3 - Delområde B sett mot nordvest. Foto: LG/NIKU.

Det var enkelte hindre innenfor området i form av tette, lave buskas samt trær. Det skal ha stått to brakker innenfor delområdet under andre verdenskrig.

3.3 Delområde C

Delområde C lå like vest for Bredestuens nordvestre murliv, på en gressbevokst bakke som helte noe mot vest (Figur 4). Området var uregelmessig i plan og målte 277,1 m². Det var avgrenset av murlivet mot nordøst, tett buskas mot sørøst og en asfaltert vei mot vest og nordvest.

3.4 Delområde D

Delområde D besto av en stor sammenhengende flate uten hindre øst for Bredestuen og nordvest for Teglkastellet (Figur 5). Overflaten var relativt jevn og besto i hovedsak av gress. Det ble observert fjell i dagen flere steder innenfor og i nærheten av undersøkelsesområdet. Området var tilnærmet rektangulært i plan, orientert N-S, og det målte 866,6 m².

3.5 Delområde E

Delområde E lå på en brink like sør for Teglkastellet. Området målte 760,8 m² og var uregelmessig i plan. Det var avgrenset av brinkens kant mot sørvest og vest, av kastelets murliv mot nord og av ringmuren mot øst. Overflaten innenfor delområdet besto av gress og det ble observert fjell i dagen innenfor og like utenfor området (Figur 6).



Figur 4 - Delområde C sett mot sørøst. Foto: LG/NIKU.



Figur 5 - Delområde D sett mot nordøst. Foto: MK/NIKU.



Figur 6 - Delområde E lå like sør for Teglkastellet. Foto: LG/NIKU.

4 Metode og utstyr

4.1 Georadar

Georadar (*Ground Penetrating Radar* – GPR) er en variant av vanlig radarteologi, hvor en senderantenne i radarinstrumentet sender høyfrekvente radiobølger ned i jordsmonnet. Her reflekteres de i lagskiller og strukturer med ulike geofysiske egenskaper. Retursignalene registreres av en mottagerantenne, og tiden det tar for signalet fra det sendes ut til det returneres til instrumentet vil kunne gi en indikasjon på lagets dybde. Retursignalet vil også ha forskjellig signatur alt ettersom bølgene er returnert fra reflekterende eller absorberende materialer. Karakteristisk for denne teknologien er at kun en del av radiobølgene returneres til mottagerantennen. Dersom radiobølgene har tilstrekkelig med energi fortsetter de nedover i lagene helt til energien er oppbrukt eller til det påtreffes lag som fullstendig absorberer energien. Dette betyr at man kan generere bilder av jordsmonnet som også inneholder dybdeinformasjon.

Undersøkelsene gjennomføres med en vogn hvor radarantennen er montert slik at den er i kontakt med bakken. Vognen dyttes over parallelle linjer i et rutenett som på forhånd er etablert over undersøkelsesområdet. Resultatet av målinger over én slik linje, er et digitalt tverrsnitt av jordsmonnet i lengderetningen langs linjen. Ved å plassere linjene med tette mellomrom vil man bygge opp en serie med parallelle tverrsnitt som det i ettertid er mulig å sammenføre ved hjelp av spesialprogramvare. Det ferdige datasettet består således av en digital, tredimensjonal blokk som kan snittes i alle tenkelige retninger. Ved arkeologiske undersøkelser med GPR er det vanlig å dele opp blokken i horisontale dybdeskiver, det vil si skiver av den undersøkte lokaliteten sett ovenfra ved gitte dybder.

GPR er spesielt egnet til å kartlegge solide strukturer slik som murvegger og hardpakkede overflater, samt hulrom. Erfaringsmessig kan radaren også finne større nedgravninger, slik som store stolpehull, kokegroper og fundamenteringsgrøfter. For at en struktur skal kunne måles med en GPR er det imidlertid viktig at det finnes en tilstrekkelig fysisk kontrast mellom strukturens bestanddeler og jordsmonnet rundt, og at strukturen har stor nok overflate til å kunne detekteres. En nedgravning med fyllmasse som ikke skiller seg merkbart fra jordsmonnet den er gravd ned i vil derfor være vanskelig å detektere, mens en murvegg i sand vil lettere kunne tre fram i datasettet (Conyers 2004).

Tidligere undersøkelser i Norge og Sverige har vist at datasettets oppløsning samt nøyaktig posisjonering er svært viktig for å kunne kartlegge og dokumentere arkeologiske strukturer ved hjelp av GPR (Trinks et al. 2010, Gustavsen et al. 2013). En profilavstand på 25 cm resulterer i høy datakvalitet, samtidig som at effektiviteten i feltarbeidet opprettholdes. Dersom profilavstanden økes vil man kunne kartlegge større flater, men man risikerer da å gå glipp av mindre strukturer. I denne sammenheng er det viktig å påpeke at enkeltstrukturer som er mindre enn 0,5 m i diameter kan være vanskelige å påvise ved en georadarundersøkelse. En annen viktig faktor for feltarbeidets fremdrift og datasettets kvalitet er selve overflaten innenfor undersøkelsesområdet. Flatene bør være så jevne som mulig, uten større hinder og vegetasjon. Gressbevokste flater bør være klippet og ryddet i forkant av undersøkelsene.

4.2 Prosjektgjennomføring

Georadarundersøkelsen ble gjennomført av to personer i perioden 19. – 21. november 2013. Undersøkellesområdene utgjorde til sammen ca. 3486m² fordelt på fem delområder (A–E) På borgplatået. I denne undersøkelsen inngikk følgende momenter:

- En detaljert georadarundersøkelse av delområdene rundt borganlegget
- Innmåling av undersøkellesområdene for georeferering
- Bearbeiding og tolking av de geofysiske dataene

Totalt ble det registrert 530 georadarprofiler (inkludert delprofiler) med en sammenlagt lengde på 13778 m (Tabell 1).

	Antall profiler	Profil lengde (m)	Areal (m ²)
Delområde A	63	2 098	539
Delområde B	173	4 124	1 042
Delområde C	82	1 117	277
Delområde D	107	3 436	867
Delområde E	105	3 003	761
Totalt	530	13 778	3 486

Tabell 1 - Sammendrag av de ulike delområdene

Undersøkellesområdene ble først satt ut manuelt i henhold til et lokalt rutenett som deretter ble målt inn ved hjelp av RTK GPS (Altus APS–3 med CPOS abonnement). Rutenettet ble deretter georeferert til koordinatsystemet Euref 89 UTM 32N, for å kunne kartfeste resultatene.

Undersøkelsen ble gjennomført med en radarantenne av typen *Sensors & Software Noggin^{Plus} 500* montert i en *SmartCart*-konfigurasjon, bestående av en vogn med fire hjul, hvor bakre venstre hjul er koblet til et distansehjul for posisjonering (Figur 7). Georadarsystemet ble ført systematisk langs parallelle linjer med 25 cm avstand, hvor systemet tok én måling hver 2,5 cm. Radarantennen har en senterfrekvens på ca. 500 MHz, og signalenes opptegningstid ble satt til 55,4 ns mens midlingen av hvert georadarspor ble satt til fire registreringer per måling. Under de eksisterende forholdene ga dette oppsettet en penetreringsdybde på ca. 1,5 - 2 m.



Figur 7 - Georadarsystem av typen *Sensors and Software Noggin Plus 500* i bruk på Slottsfjellet. Foto: MK/NIKU.

Datasettet ble bearbeidet i en spesialutviklet programvare hvor det er mulig å analysere de enkelte profilene, og hvor det i tillegg kan genereres georefererte dybdeskiver. Disse er her presentert som gråtone .tif-bilder, som deretter er analysert og tolket i GIS programmet *ArcMap 10* sammen med kartmateriale i digital form. Kraftige refleksjoner av georadarsignalene kan sees på dybdeskivene som enten mørke grå eller svarte områder, mens lys grå og hvite områder representerer svakere refleksjoner. For å kunne analysere georadarresultatene på best mulig måte lages det animasjoner av dybdeskivene hvor man beveger seg nedover i datasettet, fra overflaten ned mot geologien. På denne måten vil strukturer som

opptrer som forandringer i refleksivitet og deres horisontale og vertikale utbredelse lettere å oppdage. I tillegg gjør raske animasjoner det enklere å oppfatte sammenhengen mellom strukturer i forskjellige dybdeskiver.

4.3 Programvare

De ulike datasettene ble eksportert i råformat fra radarinstrumentet. Deretter ble dataene prosessert i programvarene GFP_Edit 4, EKKO_Project 2 og EKKO Mapper 4, hvor de enkelte radarprofilene ble satt sammen, filtrert og georeferert. Til slutt ble det generert georefererte dybdeskiver i form av gråskala-bilder i .tif-format, som benyttes til videre analyse, tolkning og visualisering. Følgende steg er brukt i prosesseringen av datasettene:

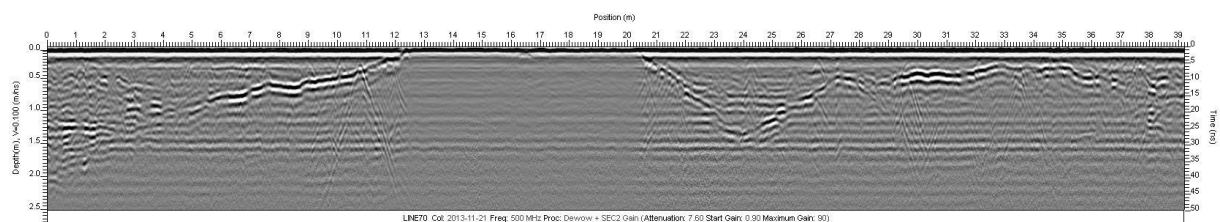
Repick	Justerer signalet vertikalt til et felles nullpunkt, slik at ulikheter i datasettene utjevnes.
Dewow	Fjerner lavfrekvent støy i datasettene, ofte iboende i radarsystemene.
Envelope	Beregner verdien for hver bølge i signalet ved å konvertere de negative verdiene til positive. Forsterker resultatet og lager skarpere dybdeskiver.
Migration	Kollapser hyperbler i datasettet til deres opprinnelige posisjon, og fokuserer resultatet.
Gain	Forsterkning av det reflekterte signalet. Vanligvis reflekteres mye energi høyt oppe i datasettet, mens signalet tappes for energi nedover i bakken. <i>Gaining</i> forsterker den delen av signalet som befinner seg lengst unna antennen, og kan således fremheve refleksjoner fra strukturer som befinner seg lengre ned i bakken.
Bandpass	Fjerner frekvenser over og under antennens hovedbåndbredde og reduserer således støy.

Tabell 2 – Prosesseringssteg brukt på datasettene fra Slottsfjellet (se: Dojack 2012)

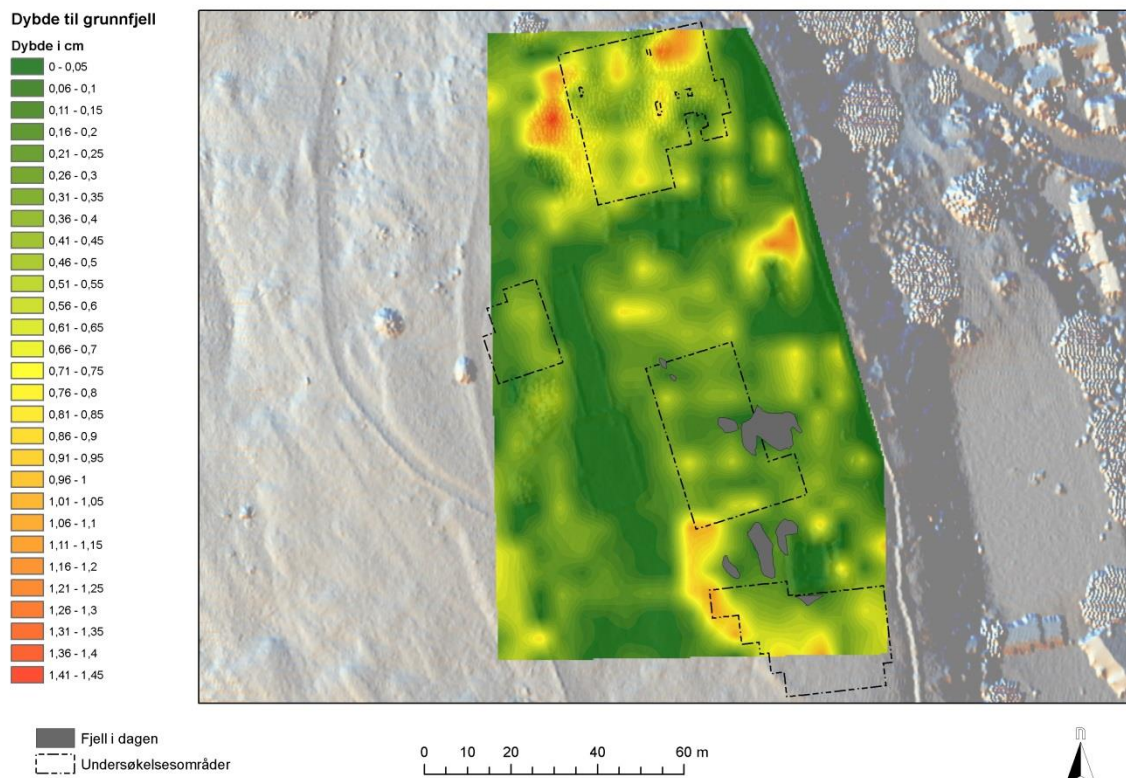
Det er ikke gjennomført topografisk korreksjon av datasettene, da overflaten ved de ulike delområdene var relativt jevn.

4.4 Begrensninger og feilkilder

De undersøkte områdene var stort sett åpne uten nevneverdige hindringer. På grunn av terrengets oppbygning innenfor ringmurene, ble det nødvendig å etablere irregulære undersøkelsesområder, noe som hindret en optimal gjennomføring av undersøkelsene. Videre er torvlaget generelt sett nokså tynt, og flere steder ble det observert fjell i dagen. Dette gjenspeiles i deler av datasettet der store geologiske formasjoner opptrer allerede høy oppe i dybdeskivene (se radarprofil i Figur 8 og dybdekart i Figur 9).



Figur 8 - Radarprofil fra Slottsfjellet. Fjell i dagen kan observeres mellom 12 – 20 m.



Figur 9 - Dybde til grunnfjell. Kart basert på boreprøveinformasjon innhentet i 1993.

4.5 Sluttleveranse

Sluttleveransen består, foruten denne rapporten, av:

- GPR rådata - .dt og .hd filer, samt prosjektfiler
- Georefererte dybdeskiver i .tif format
- Animasjoner i .avi format
- Tolkningsdata i .shp format
- Forenklet PowerPoint-presentasjon (tidligere avlevert).

5 Resultater

Georadarundersøkelsene på Slottsfjellet har resultert i datasett av god kvalitet og nøyaktighet, og det har latt seg gjøre å identifisere en rekke avvik i datasettene, såkalte *anomalier* som sannsynligvis representerer arkeologiske strukturer. Undersøkelsene har imidlertid også vist at torvlaget som finnes innenfor de enkelte delområdene er nokså tynt, og at den antatte arkeologien ligger like under overflaten. Videre er enkelte av områdene tydelig preget av moderne aktiviteter og forstyrrelser.

Resultatene presenteres her i forenklete tolkningskart, der dybdeskivene er tolket med 10 cm mellomrom. Innenfor hvert delområde er alle tolkningene til slutt slått sammen i ett enkelt kart der alle de tolkede strukturene vises sammen. Tolkningskartene bør til en hver tid sammenlignes med gråskalabildene i vedlegg A-E (Figur 50 – 84), samt de ulike animasjonene fra hvert delområde.

5.1 Tolkninger – Delområde A

De første klart avgrensede anomaliene opptrer ved ca. 20-30 cm dybde i datasettet (Figur 10). En konsentrasjon av kraftig reflekterende anomalier kan observeres sentralt innenfor delområdet. Disse anomaliene er i størrelsesorden 0,4 – 1,5 m, og representerer sannsynligvis løse stein eller steinkonsentrasjoner. Anomaliene danner ingen sammenhengende struktur, bortsett fra i den nordre enden, der en rekke reflekterende anomalier strekker seg ca. 5 m sørover fra delområdets yttergrense.

I den søndre delen av undersøkelsesområdet er det observert en ca. 13 m lang og 4 m bred reflekterende anomali som, med en svak krumning, strekker seg nordøstover fra områdets sørøstre del. Denne anomalien representerer et moderne veifar eller en sti som også kan fornemmes på overflaten. I de øvre dybdeskivene kan det også spores en større, absorberende anomali i området rundt denne stien. Anomalien har en amorf form og måler ca. 15 m x 10 m innenfor undersøkelsesområdet. Det er ikke kjent hva denne anomalien representerer, men dens plassering tyder på at den kan settes i sammenheng med stien.

I dybdeskivene fra 30 cm – 70 cm (Figur 11, 12, 13 og 14) kan det observeres en rekke smale reflekterende anomalier som synes å krysse undersøkelsesområdet, hovedsakelig fra nord mot sør og fra øst mot vest. Disse anomaliene, som måler mellom 0,3 m – 0,5 m i bredde, representerer antakeligvis et system av grøfter som krysser området. Grøftene synes å kutte en underliggende absorberende anomali, og resultatet er noe som fremstår som en oppdelt flate (se spesielt Figur 12).

Det er videre observert enkelte sirkulære, absorberende anomalier som muligens representerer groper. Disse kan imidlertid også ha et naturlig opphav eller være av nyere dato. Det er ikke observert anomalier etter ca. 80 cm dybde (Figur 15). Smale, lineære anomalier som krysser området, men som kun opptrer i animasjonene er ikke tolket videre (Figur 16).

5.1.1 Sammendrag – Delområde A

- Moderne aktivitet i form av et veifar
- Store, enkeltliggende steiner som ikke danner sammenhengende strukturer
- Enkelte sirkulære anomalier som *kan* representere groper
- Murverk i nordre del som sammenfaller med murverk tidligere dokumentert av Fischer
- Grøfter som kutter en stor sammenhengende flate. Rester av bosetningsspor?



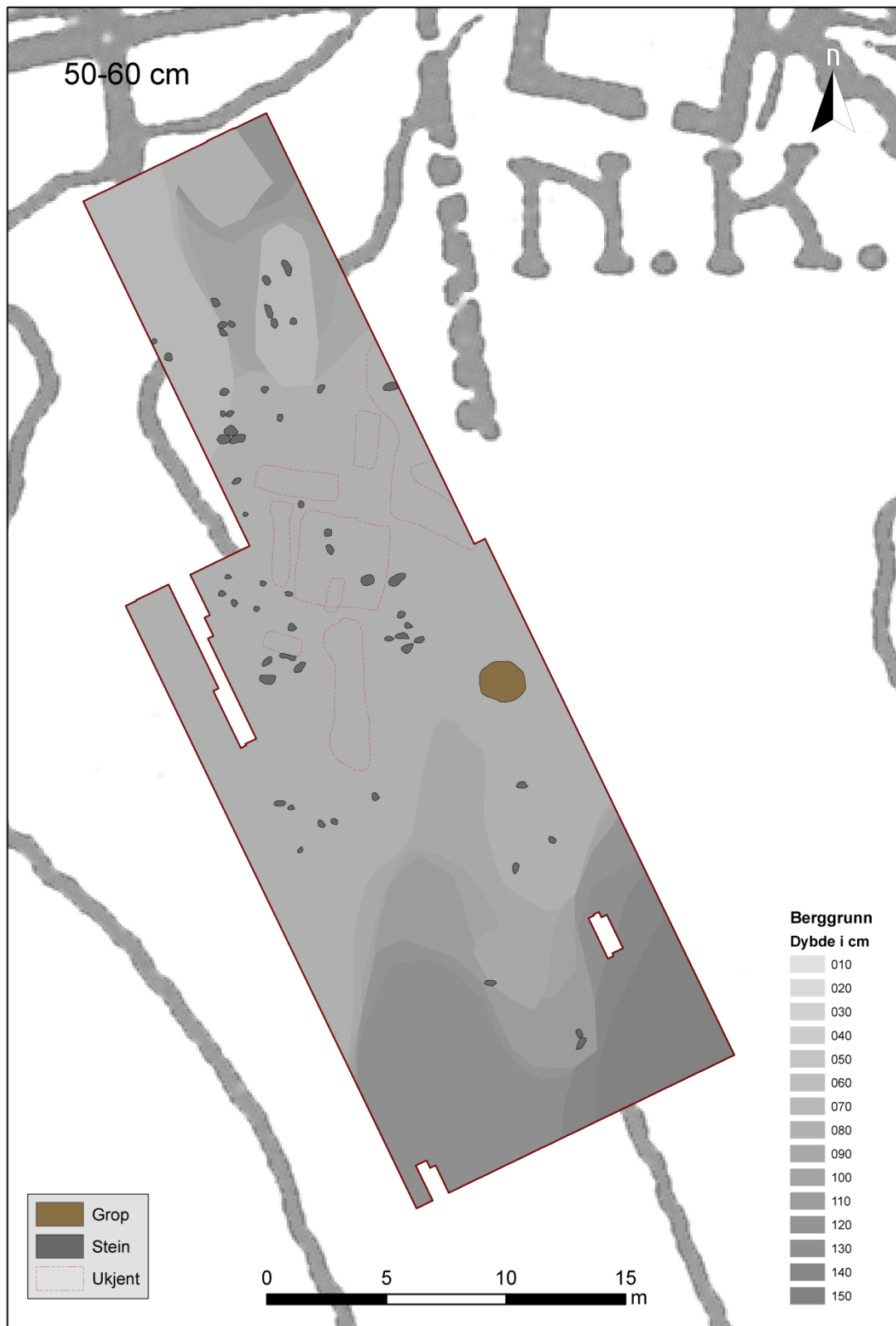
Figur 1 - Tolkingskart over delområde A - 20-30 cm



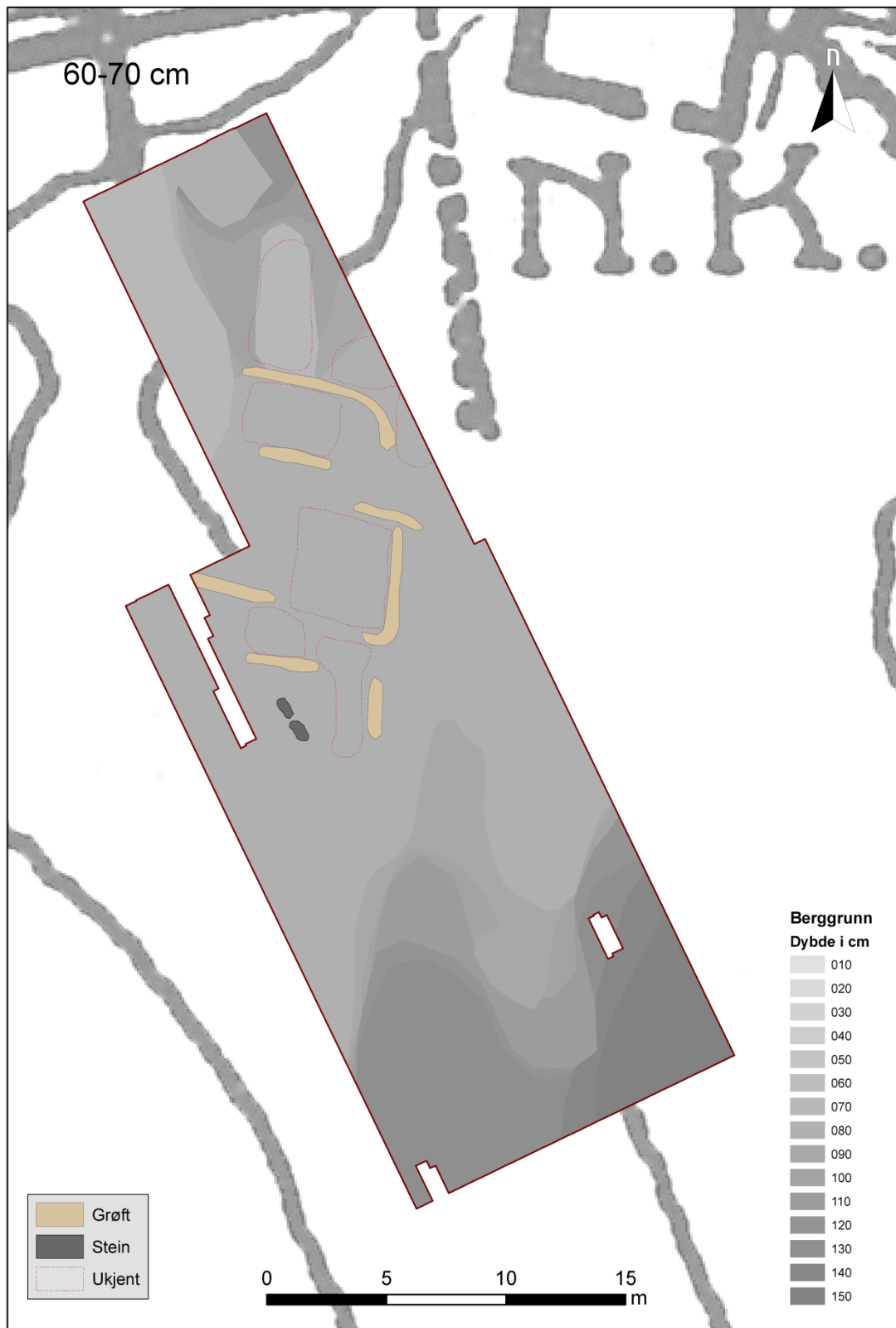
Figur 2 - Tolkingskart over delområde A - 30-40 cm



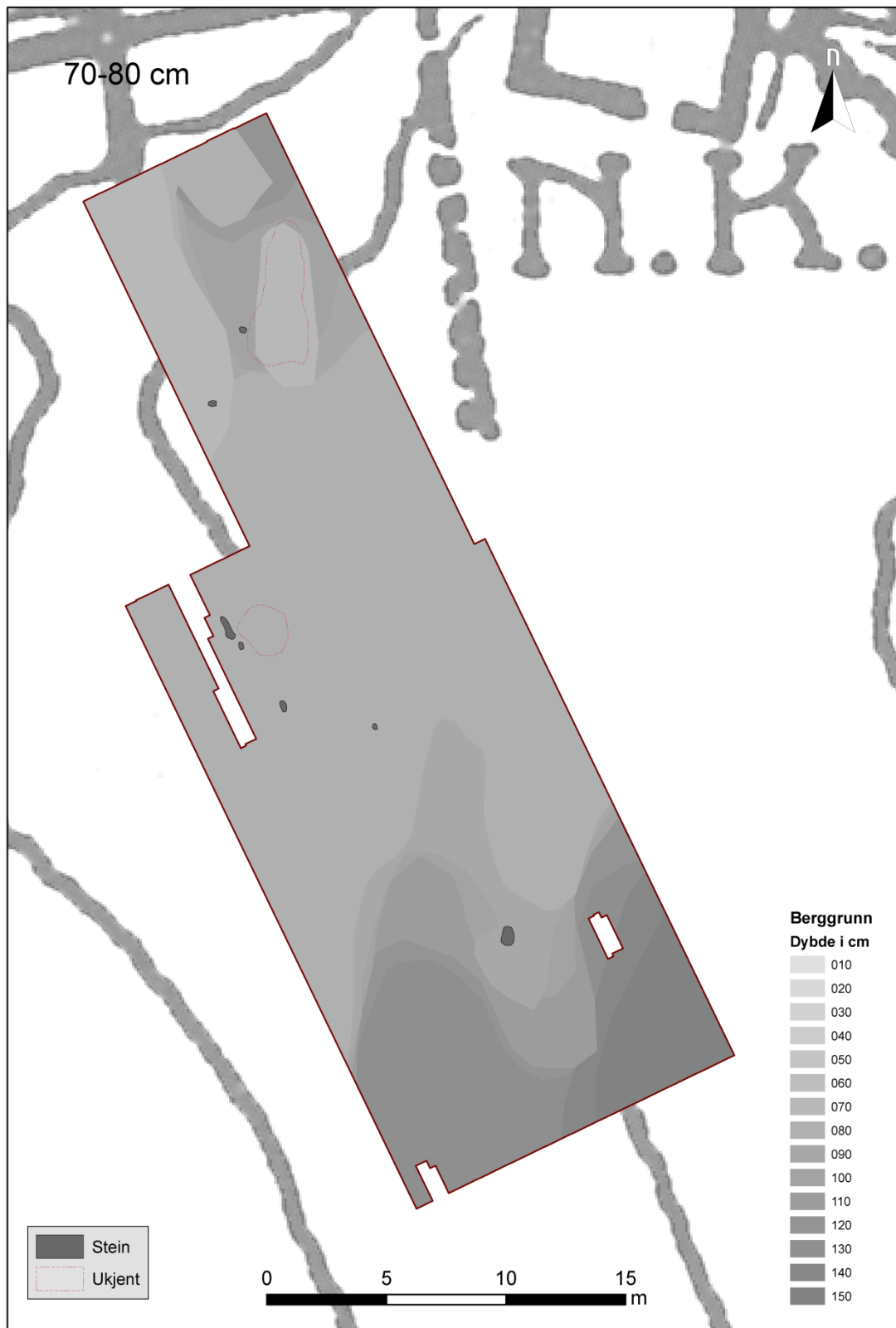
Figur 3 - Tolkingskart over delområde A - 40-50 cm



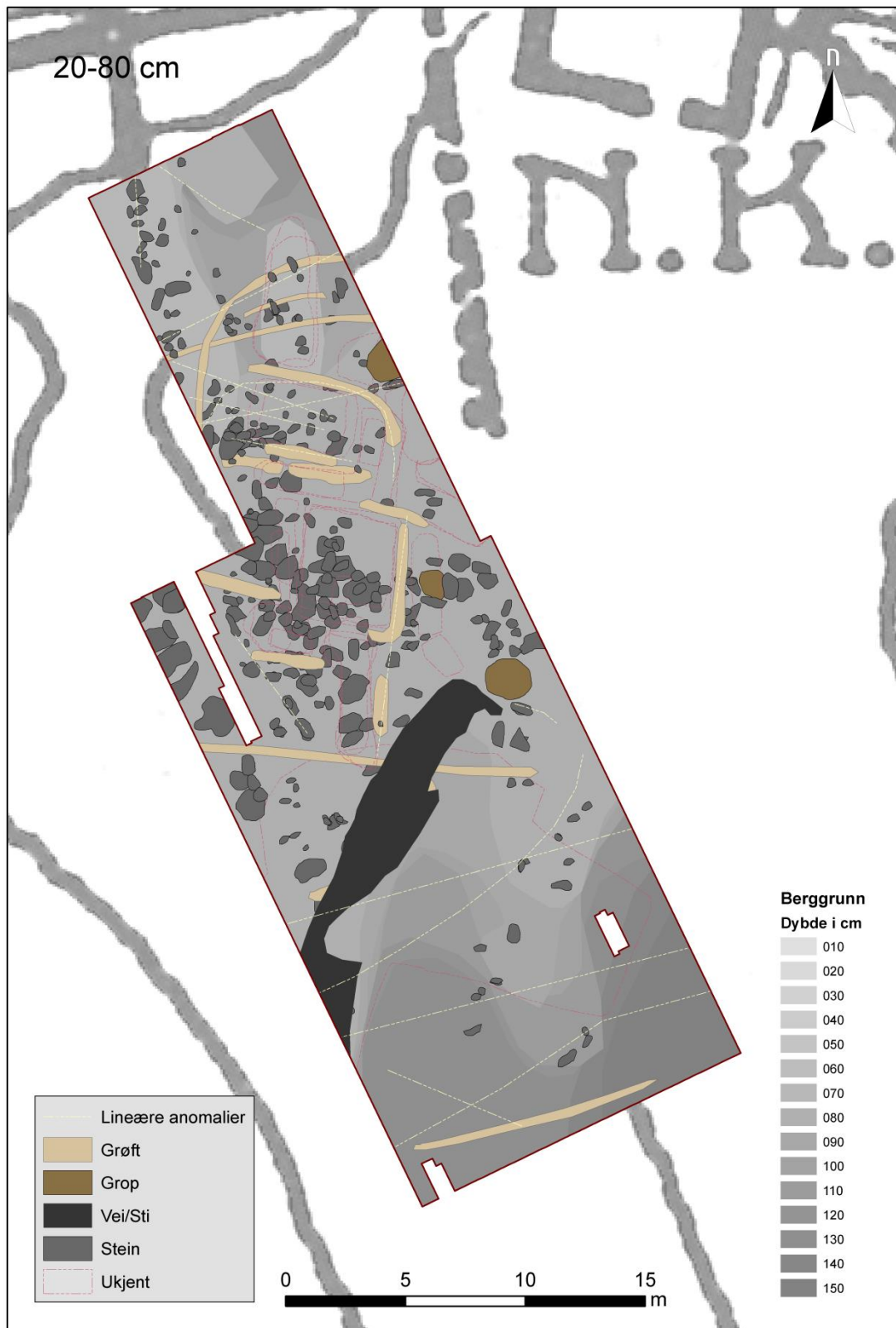
Figur 4 - Tolkingskart over delområde A - 50-60 cm



Figur 5 - Tolkingskart over delområde A - 60-70 cm



Figur 6 - Tolkingskart over delområde A - 70-80 cm



Figur 7 - Tolkingskart over delområde A - 20-80 cm

5.2 Tolkninger – Delområde B

Datasettene fra delområde B, viser at denne delen av borgplatået er påvirket av moderne aktivitet, da spesielt fra andre verdenskrig. Dette var kjent i forkant av undersøkelsene, og en av hensiktene med å undersøke området var å lokalisere og kartfeste bygninger som ble oppført her i perioden 1940-45.

Bygningene fremstår som to store, rektangulære anomalier tilknyttet smalere, lineære anomalier. Disse opptrer allerede nokså høyt oppe i datasettene (Figur 17), sammen med mindre, reflekterende anomalier som er tolket som enkeltliggende steiner/steinkonsentrasjoner. Anomaliene er ikke klart avgrenset og skiller seg ikke markant fra områdene rundt. Den største av anomaliene ligger like sør for den indre ringmuren, måler ca. 16 x 7 m og er orientert omtrentlig øst-vest. Sørvest for denne ligger en noe mindre anomali. Denne er orientert nord-sør og måler ca. 14 x 6 m. Anomaliene kan spores ned til ca. 60 cm dybde i datasettene (Figur 18, 19, 20 og 21). Begge anomaliene er tilknyttet lineære anomalier som strekker seg nordover i undersøkelsesområdet. Disse er tolket som løpeganger tilknyttet bygningene.

I de øverste dybdeskivene er det også observert en lineær anomali som krysser den søndre delen av området fra sørvest mot nordøst. Anomalien er tolket som en grøft, og kan antakeligvis settes i sammenheng med moderne aktivitet i området. En rektangulær anomali i den søndre delen av undersøkelsesområdet er også tolket som moderne.

Det er også observert en rekke svært smale, lineære anomalier som krysser området. Disse er ikke mulig å tolke med noen grad av sikkerhet (Figur 22). Det er ikke observert tolkbare anomalier etter 70 cm dybde (Figur 21).

5.2.1 Sammendrag – Delområde B

- Svært påvirket av moderne aktivitet – andre verdenskrig
- Brakkene som sto i området under andre verdenskrig er lokalisert og kartfestet
- Løpeganger fra brakker er lokalisert og kartfestet
- Murverk dokumentert av Fischer er ikke påvist i datasettene



Figur 8 - Tolkingskart over delområde B - 20-30 cm



Figur 9 - Tolkingskart over delområde B - 30-40 cm



Figur 10 - Tolkingskart over delområde B - 40-50 cm



Figur 11 - Tolkingskart over delområde B - 50-60 cm



Figur 12 - Tolkingskart over delområde B - 60-70 cm



Figur 13 - Tolkingskart over delområde B - 20-70 cm

5.3 Tolkninger – Delområde C

Tolkbare anomalier opptrer allerede ved ca. 20 cm dybde innenfor delområde C (Figur 23). Disse fremstår som kraftig reflekterende anomalier i størrelsesorden 0,3 – 1 m. Anomaliene er konsentrert til den vestre delen av undersøkelsesområdet, og er tolket som enkeltliggende steiner. I undersøkelsesområdets østre del er det observert tre større anomalier som synes å ligge i tilknytning til vestmuren i Bredestuens nordre del. Anomaliene måler alle ca. 2,3 m på det bredeste og de ligger med ca. 1,5 m mellomrom langs murverket. De smalner mot øst, og strekker seg ca. 1 m inn i undersøkelsesområdet. Anomaliene er tentativt tolket som deler av murverket i Bredestuen, men de kan også ha et naturlig opphav.

De kraftig reflekterende anomaliene som er tolket som enkeltliggende steiner kan spores nedover i datasettene til ca. 80-90 cm dybde (Figur 24, 25, 26, 27, 28 og 29). De danner generelt sett ikke geometriske former, og tolkes derfor som naturstein. Det skal imidlertid ikke utelukkes at noen av steinene stammer fra murbygningene som har stått i området.

En rekke med reflekterende anomalier er observert ved ca. 50-60 cm dybde (Figur 26). Disse er i hovedsak i størrelsesorden 0,3 – 0,8 m, selv om én av anomaliene måler inntil 2 m i diameter. Rekken, som er ca. 1 m bred, strekker seg fra den nordre delen av undersøkelsesområde og ca. 13 m mot sør. Anomaliene er tolket som steiner, og da de synes å danne en sammenhengende, lineær struktur, er de tentativt tolket som restene etter et murverk.

Det er videre observert enkelte absorberende anomalier innenfor området. Disse måler inntil 1 m i diameter og er tentativt tolket som groper, selv om deres alder og funksjon ikke kan bestemmes. Ved ca. 50-60 cm dybde er det også observert en lineær anomali som strekker seg fra områdets vestre del mot sørøst. Anomalien er ca. 8,5 m lang og ca. 0,5 m bred. Ved dens avslutning i sørøst utvides den noe i bredde, til ca. 1 m. Anomalien er tolket som en mulig grøft, men igjen er det vanskelig å si noe mer om funksjon eller alder.

5.3.1 Sammendrag – Delområde C

- Et område med relativt mye enkeltliggende stein
- Deler av murverk (?) tilknyttet Bredestuens nordre del
- Rester etter murverk (?) etter den indre ringmuren vest for Bredestuen



Figur 14 - Tolkingskart over delområde C - 20-30 cm



Figur 15 - Tolkingskart over delområde C - 30-40 cm



Figur 16 - Tolkingskart over delområde C - 40-50 cm



Figur 17 - Tolkingskart over delområde C - 50-60 cm



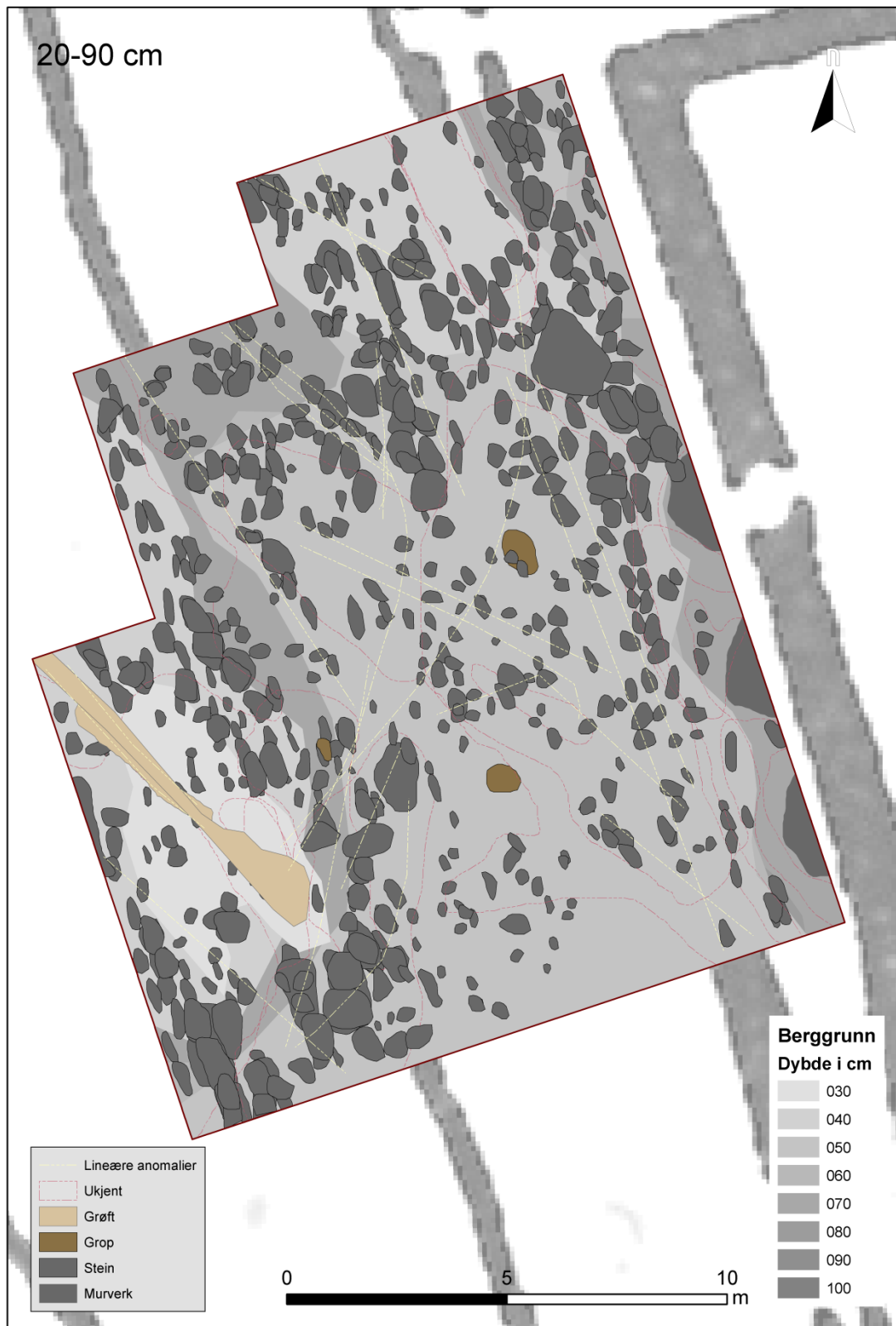
Figur 18 - Tolkingskart over delområde C - 60-70 cm



Figur 19 - Tolkingskart over delområde C - 70-80 cm



Figur 20 - Tolkingskart over delområde C - 80-90 cm



Figur 21 - Tolkingskart over delområde C - 20-90 cm

5.4 Tolkninger – Delområde D

Datasettene fra delområde D er i stor grad preget av den rådende geologien i området, med store flater som representerer berggrunn allerede i de øverste dybdeskivene (Figur 31). Dette sammenfaller med observasjoner gjort ved feltarbeidet da fjell i dagen ble observert innenfor og like utenfor undersøkelsesområdet.

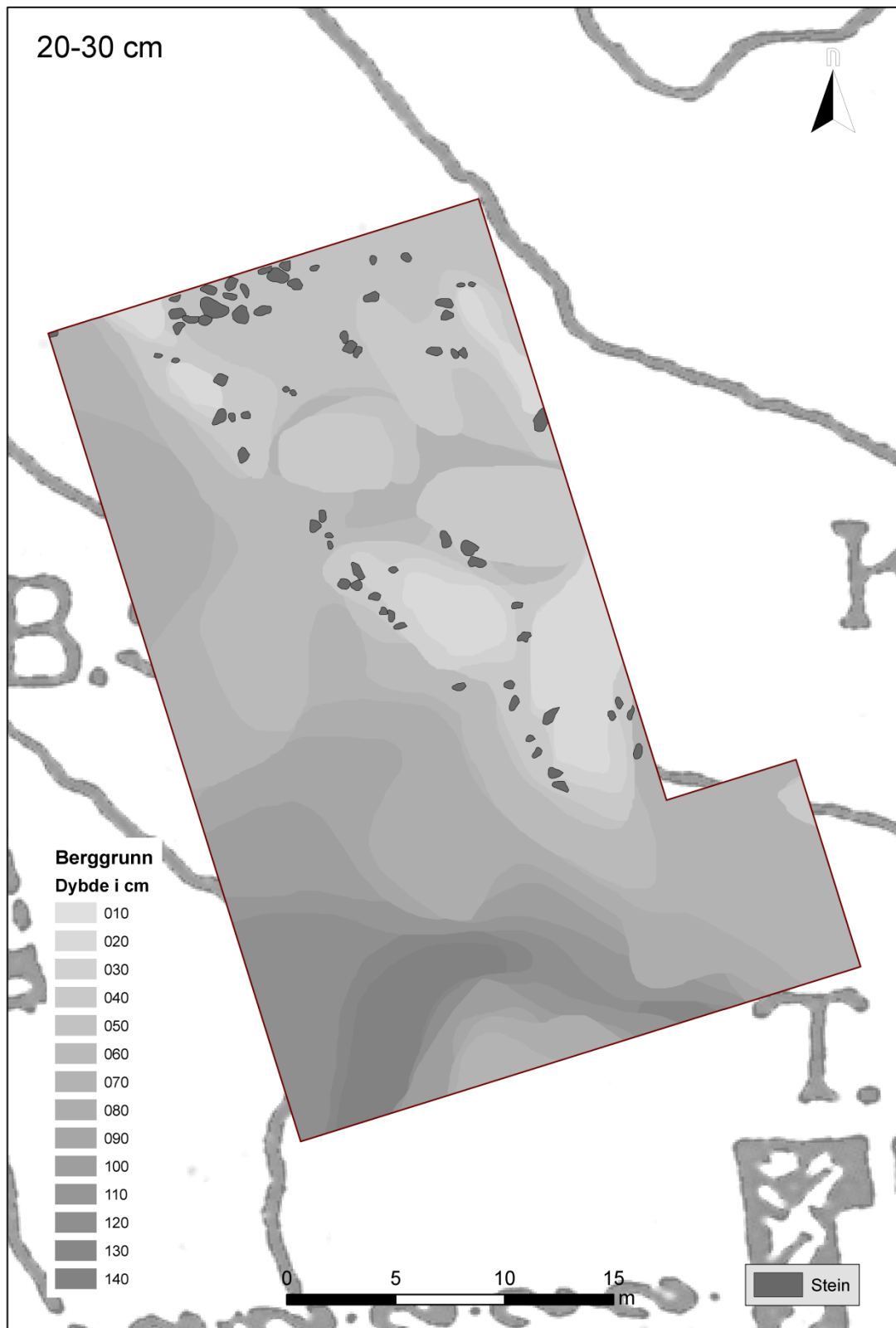
I de øverste dybdeskivene er det også observert en rekke mindre, kraftig reflekterende anomalier som virker vilkårlig spredt over området. Anomaliene danner ingen tydelige geometriske mønstre, og de er derfor tolket som enkeltliggende steiner.

Ved 40-60 cm dybde er det observert enkelte lineære anomalier, spesielt i den nordre og sørøstre delen av undersøkelsesområdet (Figur 33 og 34). Anomaliene måler ca. 5-6 m i lengde og ca. 0,5 – 0,7 m i bredde og de er orientert omtrentlig NV-SØ. Deres eksakte funksjon er ikke kjent, men anomaliene antas å representere grøfter. Ved 80-90 cm dybde er det også observert en mulig grøft i undersøkelsesområdets vestre del. Anomalien strekker seg ca. 4 m nordøstover i området, før den får en 90 graders knekk og fortsetter i ca. 10 m mot nordvest. Anomalien er imidlertid såpass vag at den ikke er tolket som noe annet enn et sammenhengende område, og er omtalt som «ukjent» i kartet. Videre er det observert enkelte lineære anomalier som synes å krysse området, hovedsakelig i øst-vest retning, selv om enkelte også har en nord-sør orientering. Disse anomaliene kan stort sett bare observeres i raske animasjoner av datasettene, og de har derfor ikke fått en mer inngående tolkning (Figur 39).

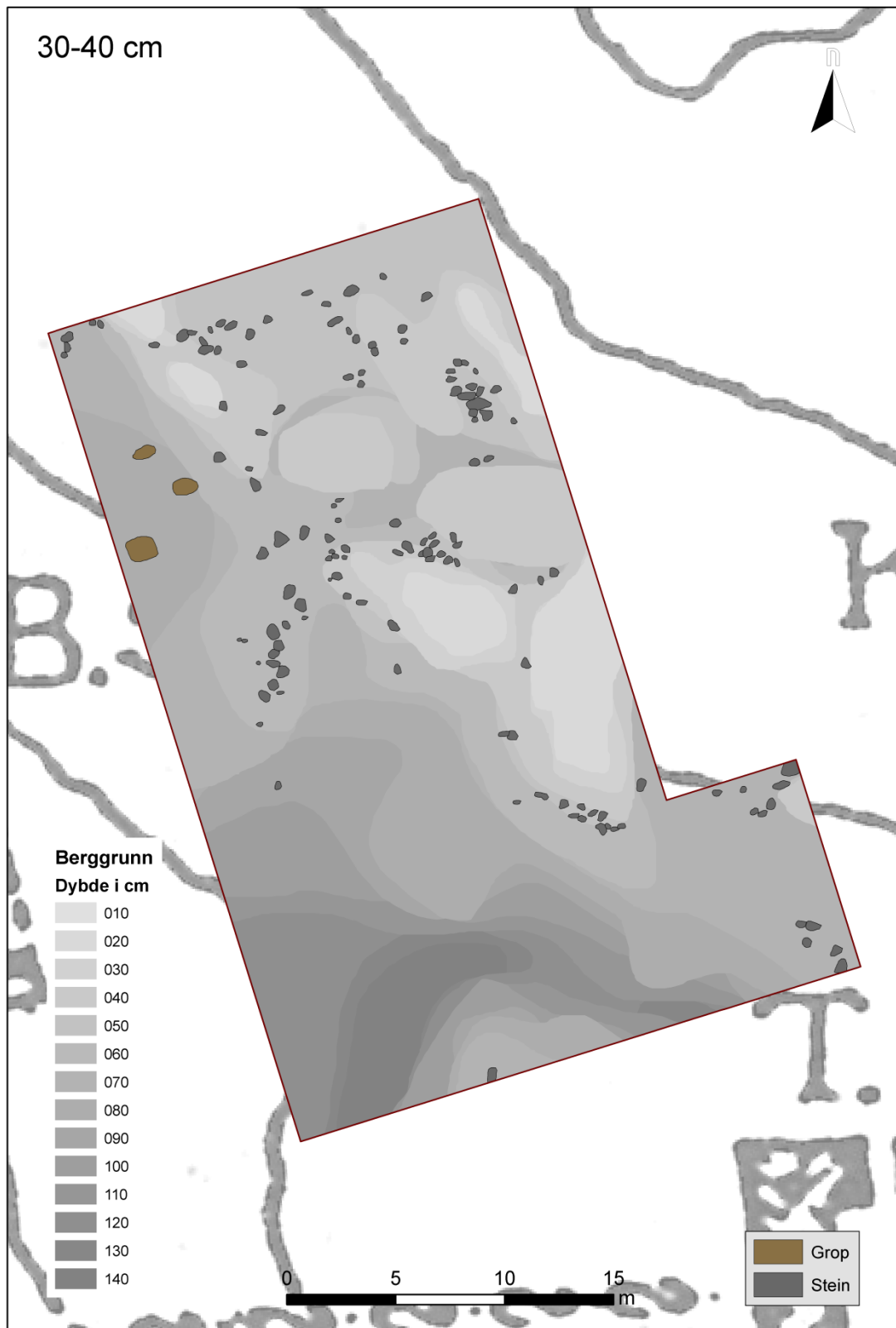
Det er også observert enkelte absorberende anomalier innenfor delområde D, i dybdeskivene mellom 50-90 cm (Figur 34, 35, 36 og 37). Disse er tolket som groper, men deres alder og funksjon kan ikke bestemmes ut fra de foreliggende resultatene. Det er heller ikke kjent om anomaliene representerer menneskeskapte strukturer eller om de har et geologisk opphav.

5.4.1 Sammendrag – Delområde D

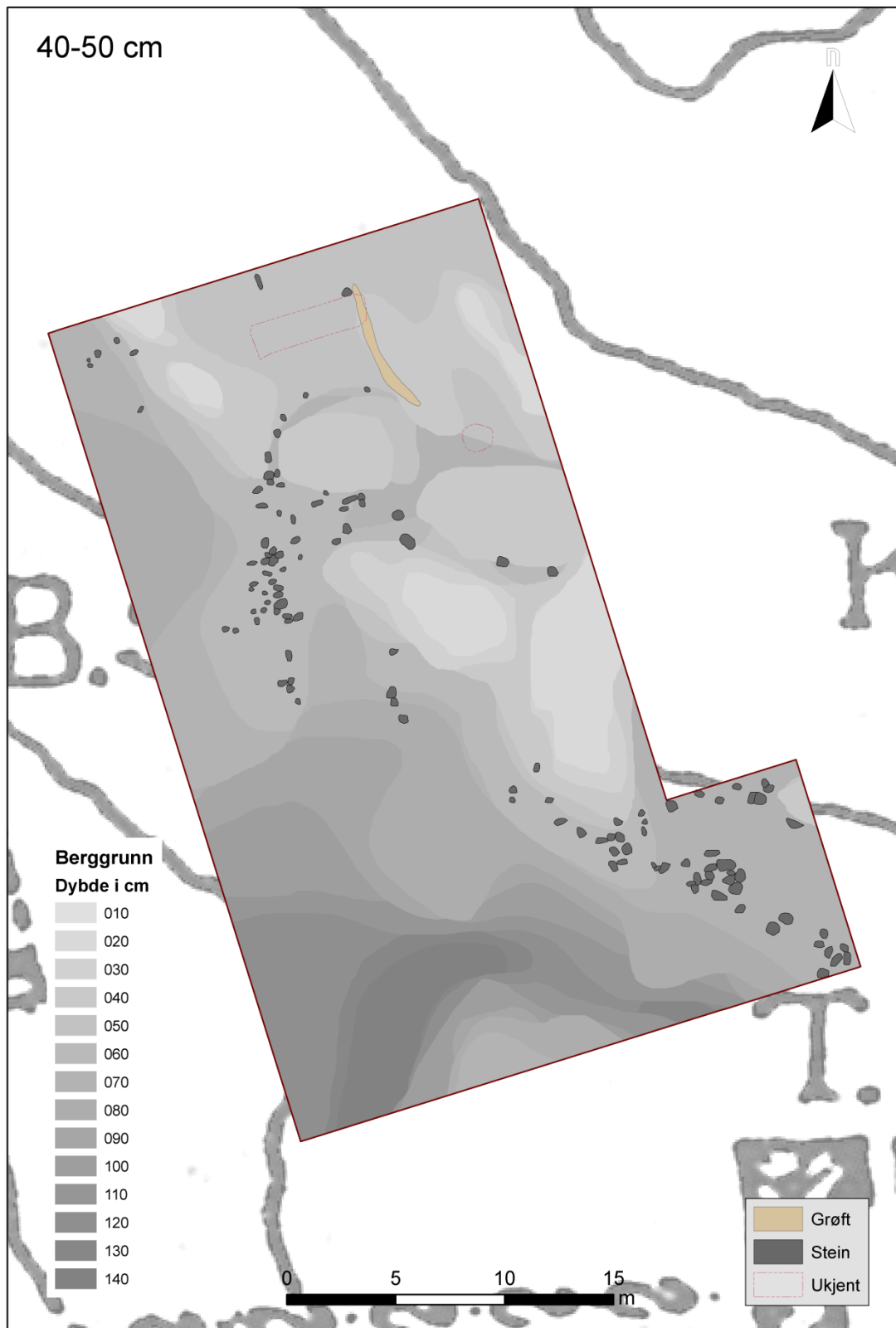
- Uregelmessig spredning av enkeltliggende steiner over store deler av området
- Mulige groper av ukjent alder og opphav
- Mulige grøfter av ukjent alder og opphav



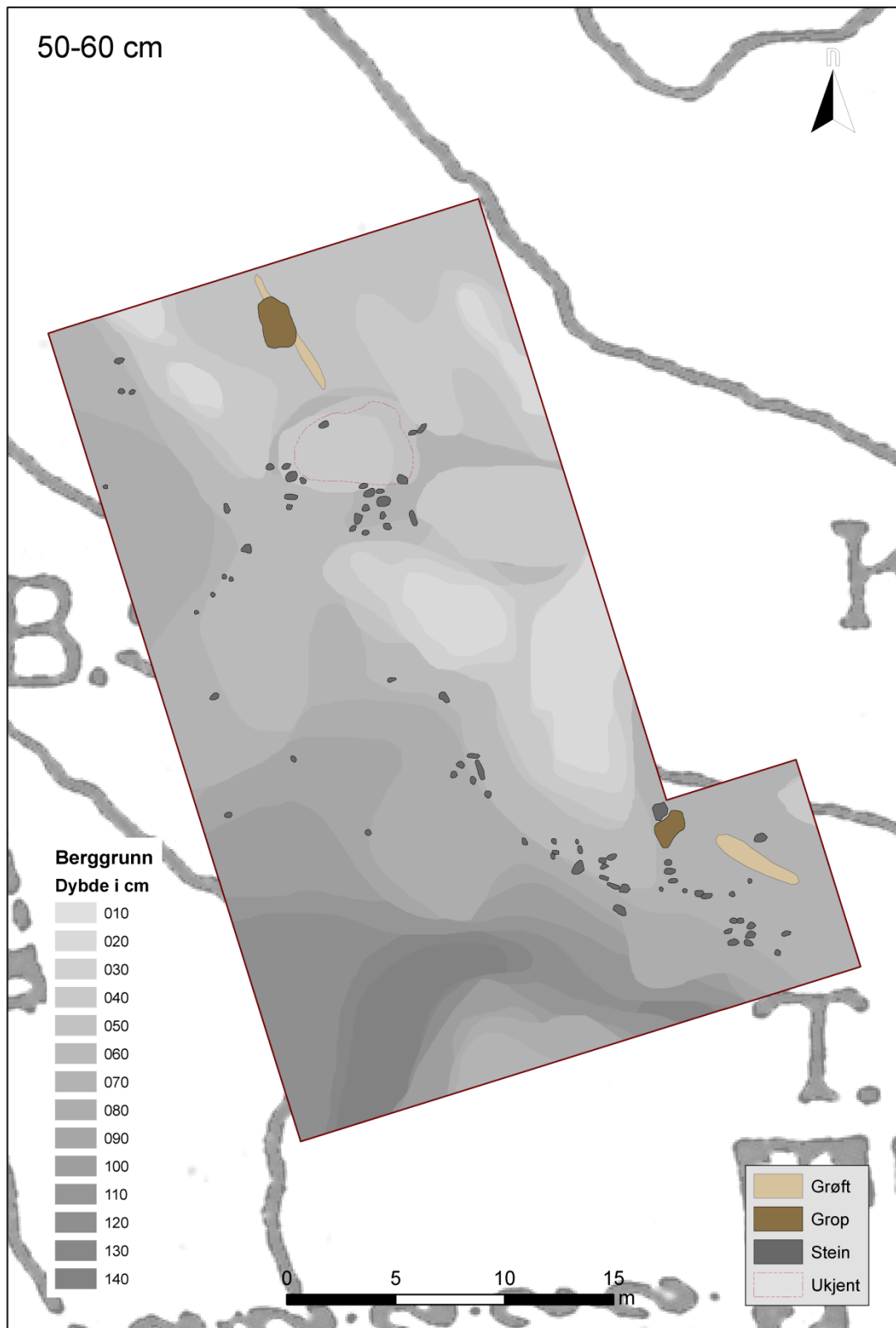
Figur 22 - Tolkingskart over delområde D - 20-30 cm



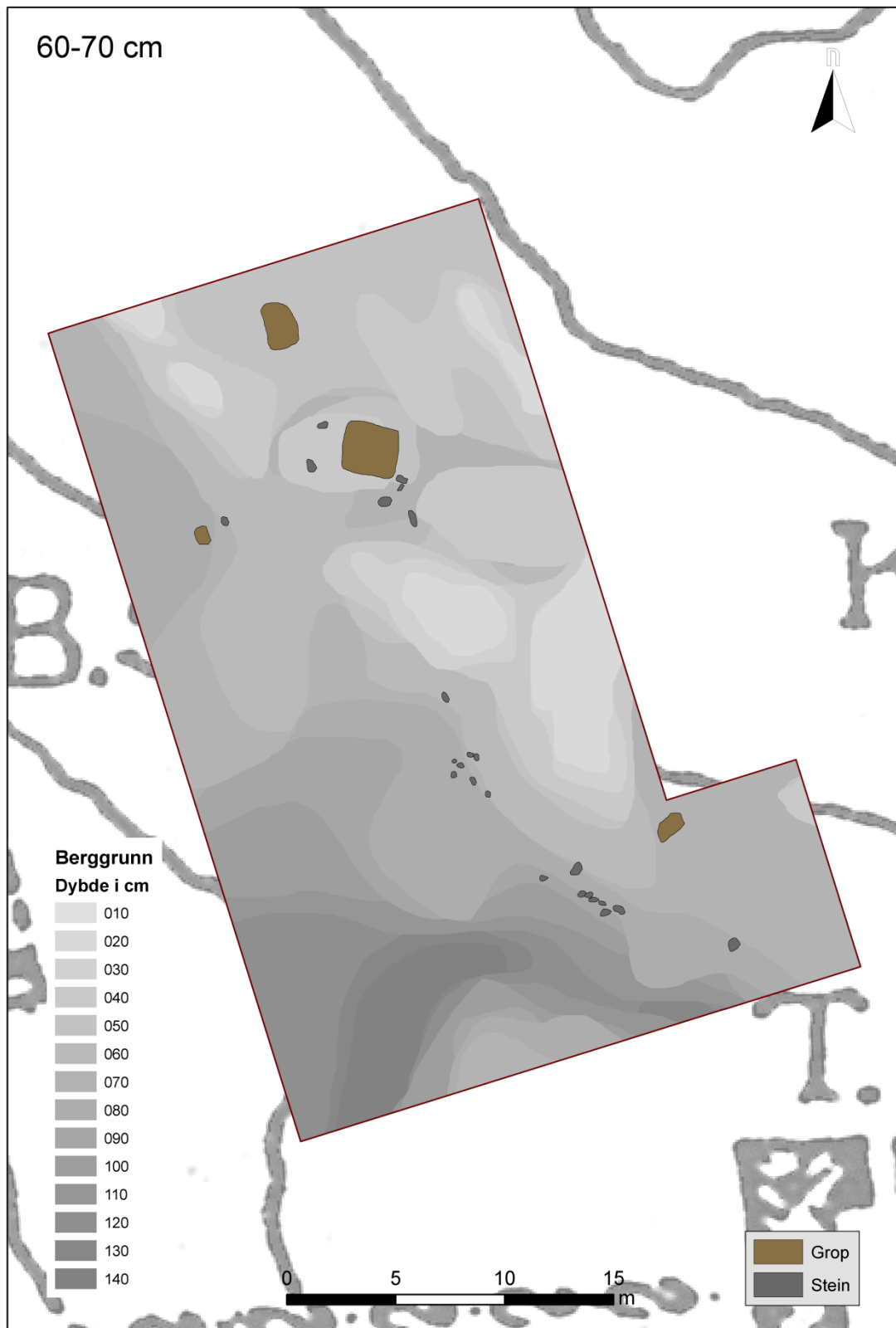
Figur 23 - Tolkingskart over delområde D - 30-40 cm



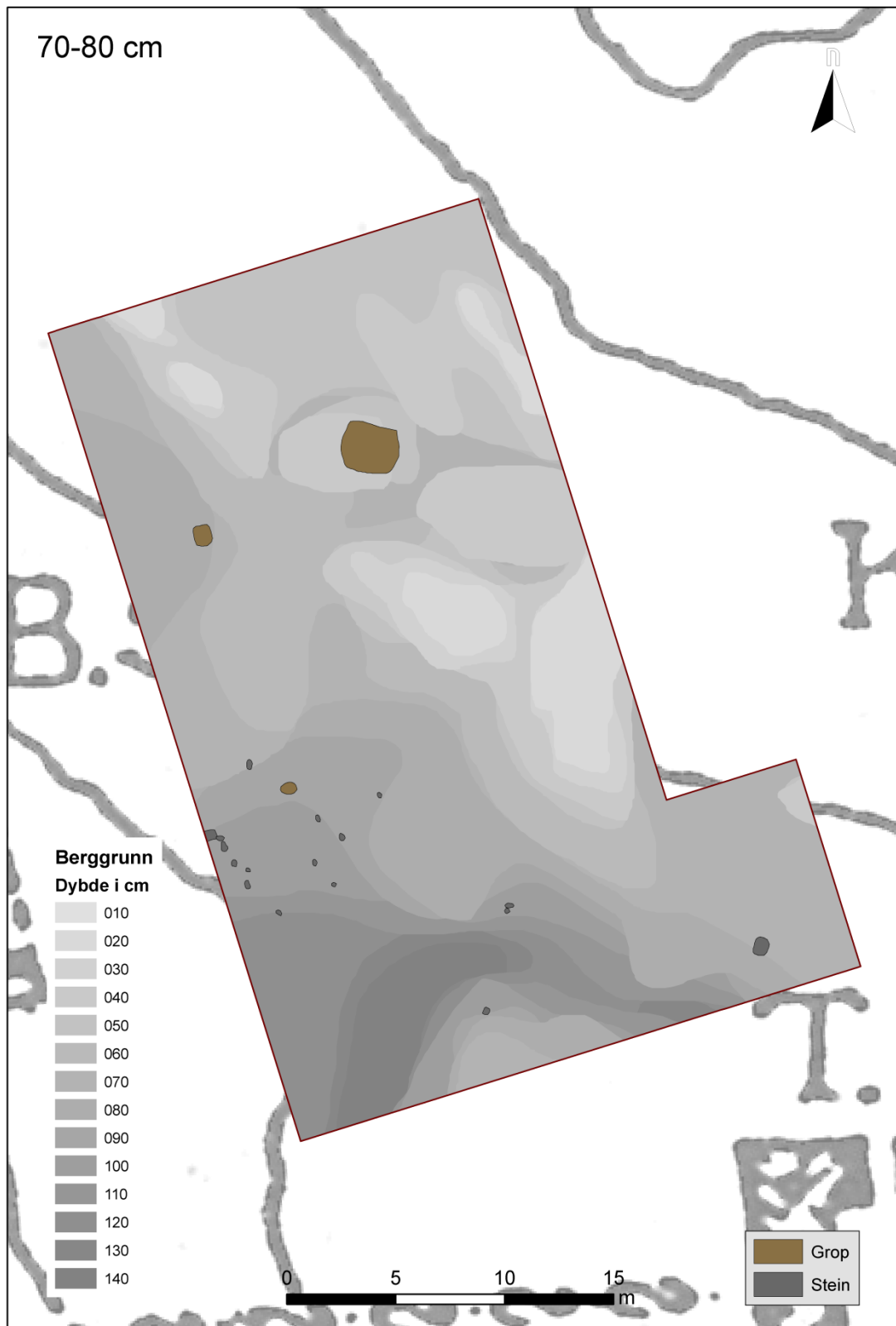
Figur 24 - Tolkingskart over delområde D - 40-50 cm



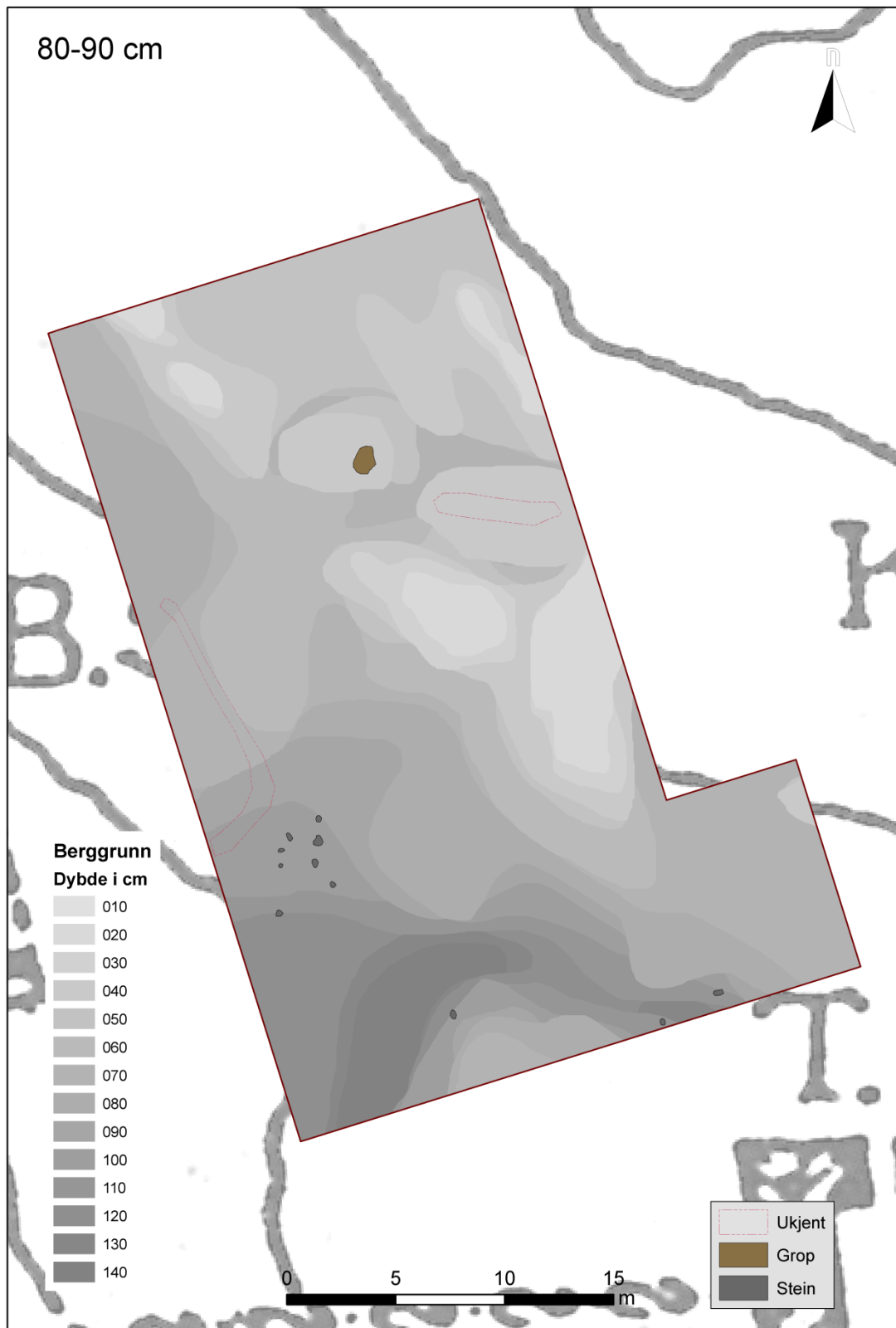
Figur 25 - Tolkingskart over delområde D - 50-60 cm



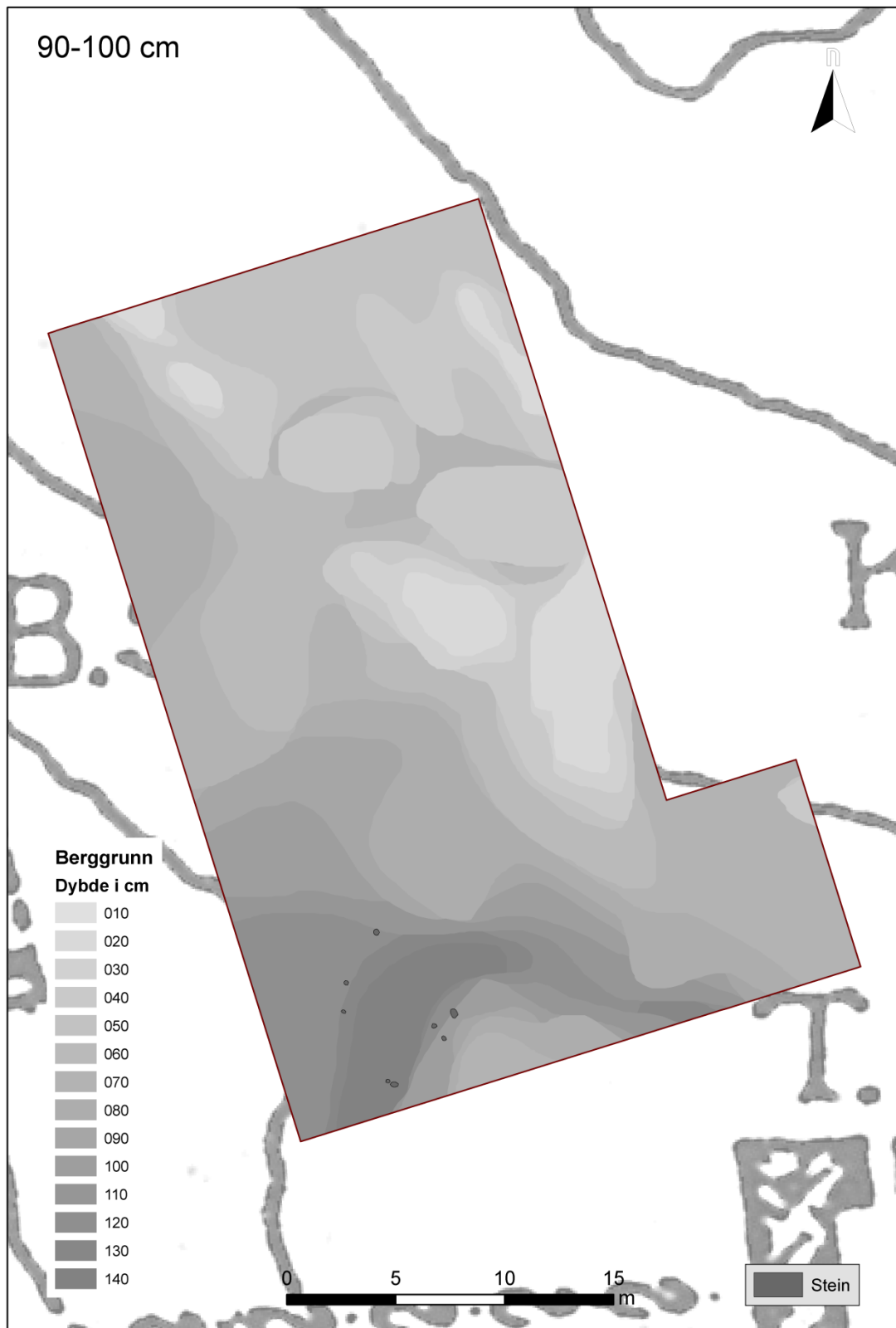
Figur 26 - Tolkingskart over delområde D - 60-70 cm



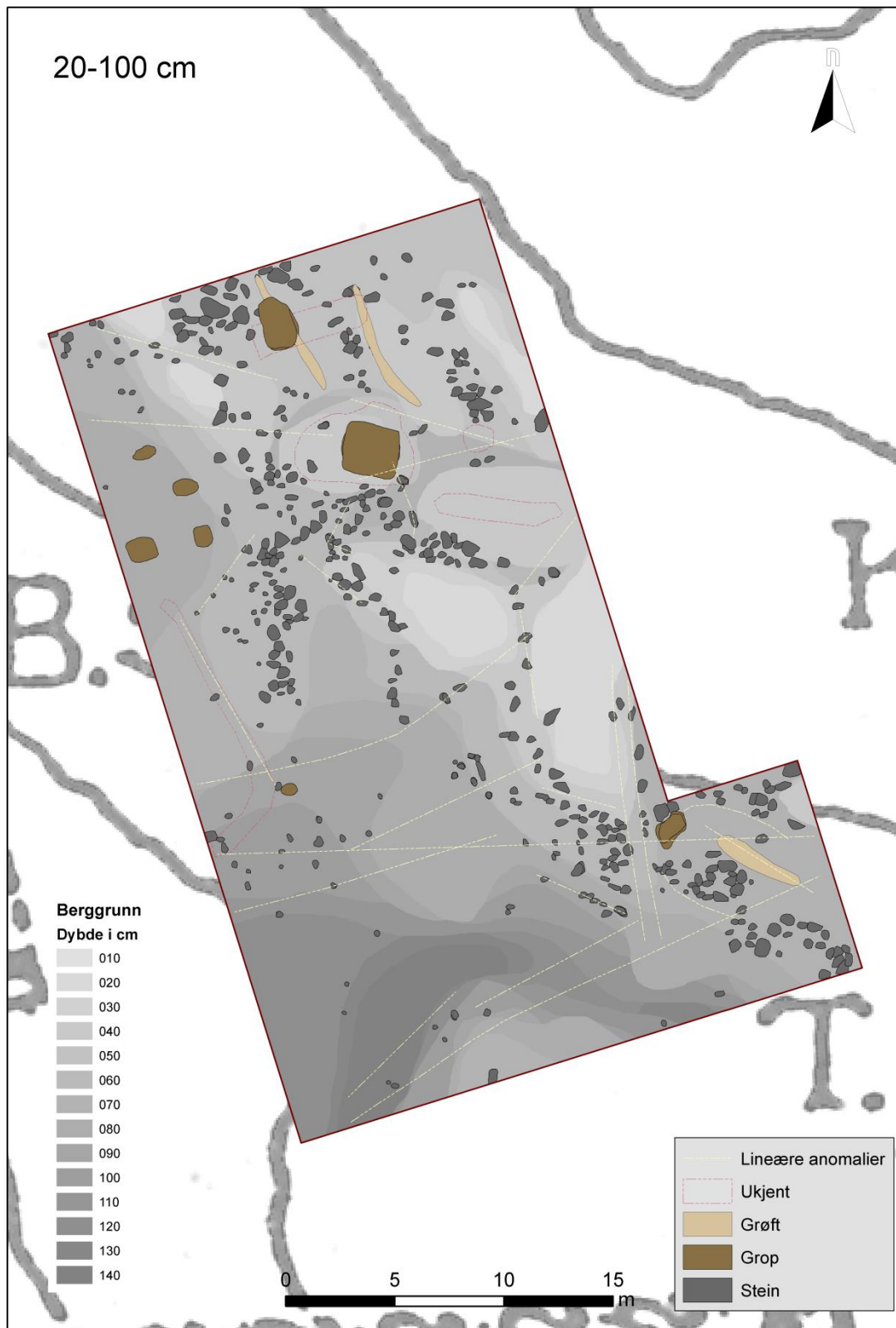
Figur 27 - Tolkingskart over delområde D - 70-80 cm



Figur 28 - Tolkingskart over delområde D - 80-90 cm



Figur 29 - Tolkingskart over delområde D - 90-100 cm



Figur 30 - Tolkingskart over delområde D - 20-100 cm

5.5 Tolkninger – Delområde E

De øverste dybdeskivene viser en rekke kraftig reflekterende anomalier i området like vest og sørvest for Teglkastellets søndre murliv (Figur 40, 41 og 42). Anomaliene er tolket som steiner, og de danner til sammen en sammenhengende kvadratisk flate med 7 m lange sider. Denne flaten synes å være gjennomskåret av en smal, lineær anomali som strekker seg ca. 15 m sørover fra undersøkelsesområdet nordre avgrensning. Ved ca. 10 m lengde får denne anomalien en knekk på ca. 90 grader, og et segment på ca. 5 m kan spores i østlig retning. Her får anomalien nok en knekk, denne gang på ca. 45 grader, og anomalien kan spores ca. 7 m i nordøstlig retning. Anomalien er tolket som en grøft, men dens alder og eksakte funksjon kan ikke fastslås ut fra datasettene.

I området sørvest for Teglkastellet er det observert to smale, lineære og sammenhengende anomalier som også er tolket som grøfter. Den nordre av disse måler ca. 8 m i lengde og ca. 0,7 m i bredde, og den er orientert omtrentlig N-S. I hver ende av anomalien er det observert mindre anomalier som strekker seg vestover i ca. 2 m lengde. Den søndre anomalien er orientert mer NV-SØ, og måler ca. 9 m i lengde med en svak krumning mot sørøst. Også ved denne anomalien er det observert en mindre anomali som strekker seg i ca. 2 m lengde fra den nordre delen og mot sørvest. De to anomaliene er tolket som rester etter huskonstruksjoner som har stått i området.

I den sørøstre delen av delområdet er det observert to relativt kraftig reflekterende, lineære anomalier. Disse er nærmest parallelle, og de er orientert omtrentlig N-S. De måler ca. 0,6 m i bredde og kan spores i 5-6 m lengde mellom to forhøyninger i berggrunnen. Anomalienes eksakte funksjon er ikke kjent, men en tentativ tolkning er at de representerer rester av murverk i området.

I delområdets søndre del er det, i de øverste dybdeskivene, observert to sirkulære anomalier som er tolket som mulige groper. Deres opphav og funksjon kan imidlertid ikke fastslås ut fra de foreliggende datasettene.

5.5.1 Sammendrag – Delområde E

- Enkeltliggende steiner eller rester av nedrast murverk i området rundt Teglkastellet
- Enkelte mulige groper av ukjent alder og funksjon
- Mulige rester av murverk
- Grøfter som *kan* representere rester av bosetningsspor i området



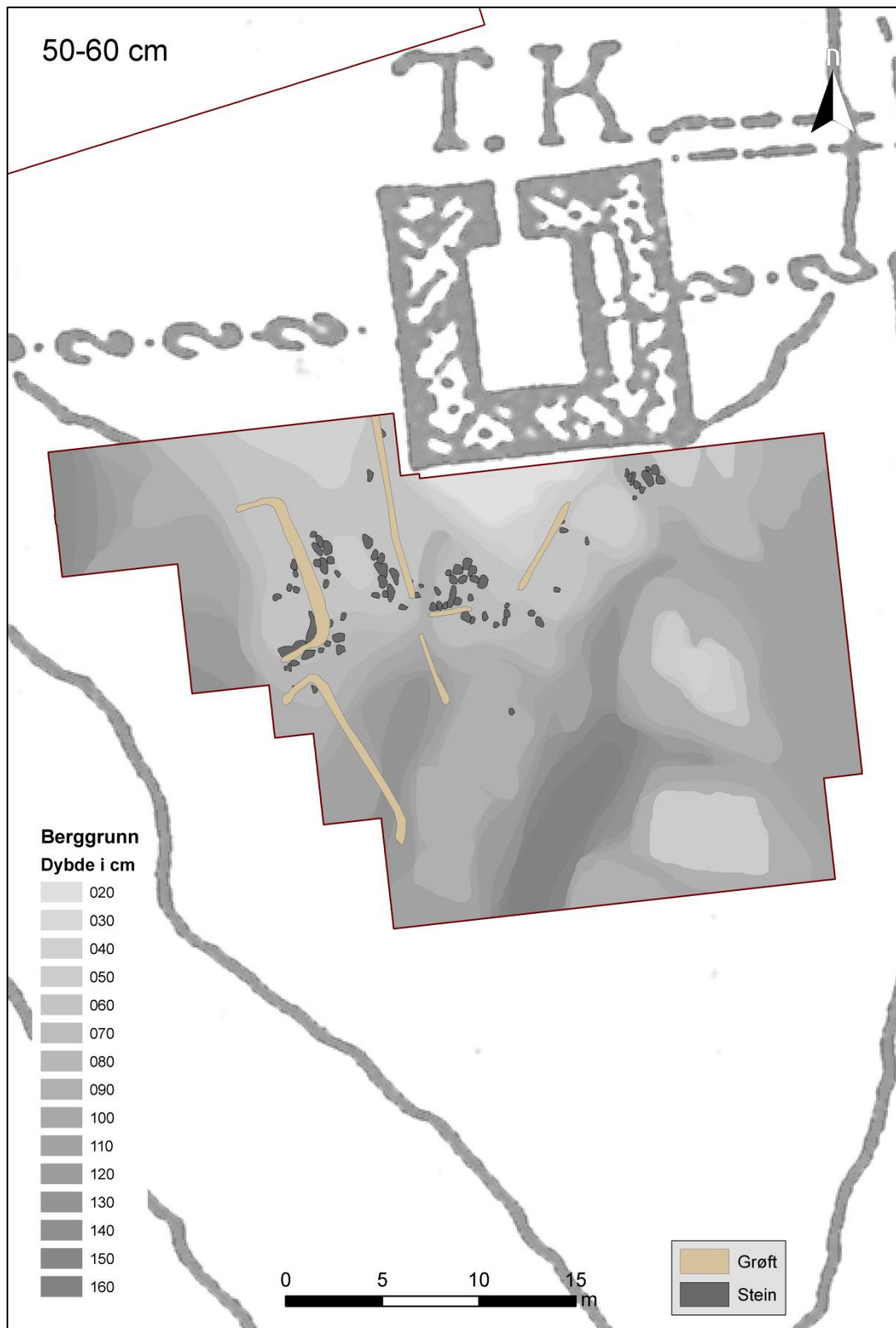
Figur 31 - Tolkingskart over delområde E - 20-30 cm



Figur 32 - Tolkingskart over delområde E - 30-40 cm



Figur 33 - Tolkingskart over delområde E - 40-50 cm



Figur 34 - Tolkingskart over delområde E - 50-60 cm



Figur 35 - Tolkingskart over delområde E - 60-70 cm



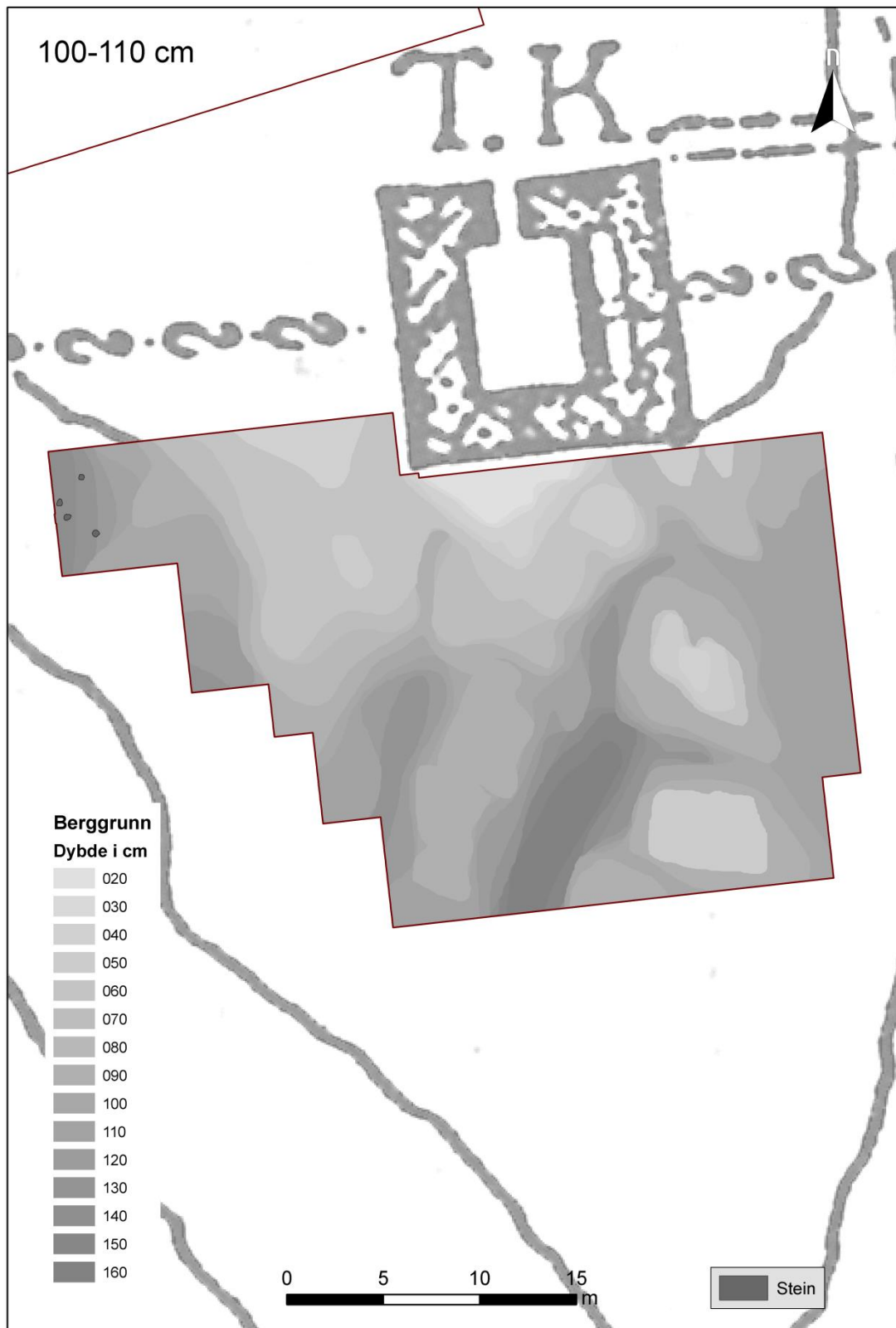
Figur 36 - Tolkingskart over delområde E - 70-80 cm



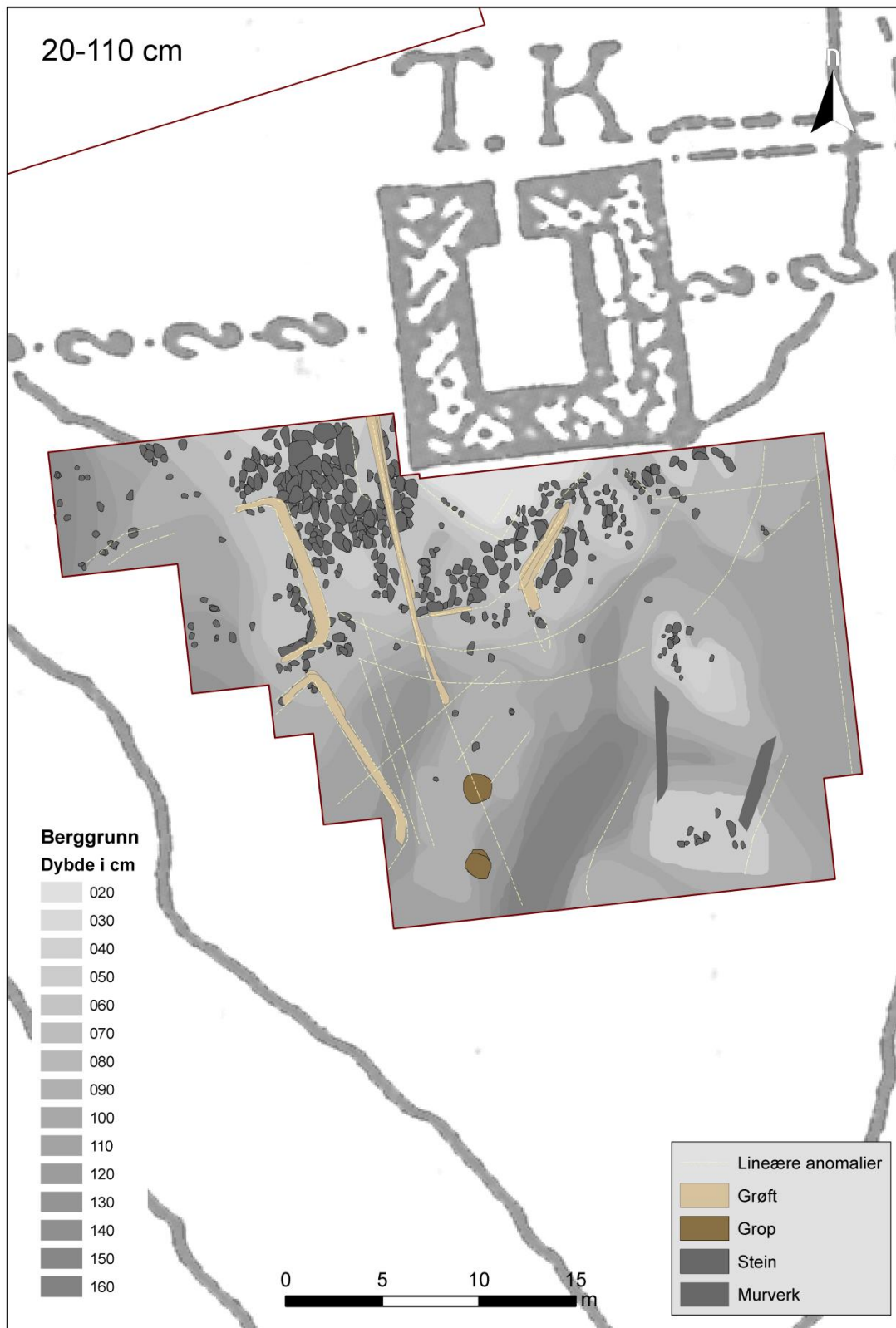
Figur 37 - Tolkingskart over delområde E - 80-90 cm



Figur 38 - Tolkingskart over delområde E - 90-100 cm



Figur 39 - Tolkingskart over delområde E - 100-110 cm



Figur 40 - Tolkingskart over delområde E - 20-100 cm

6 Diskusjon

I delområde A er det observert en rekke med kraftig reflekterende anomalier i den nordre delen. Plasseringen av disse anomaliene sammenfaller tilsynelatende med et murverk som er dokumentert på Fischers plan fra 1950-tallet, men som i dag ikke kan sees på overflaten. De geofysiske resultatene viser derfor at dette murverket fremdeles befinner seg under bakken. Videre er det observert anomalier som er tolket som grøfter som krysser undersøkelsesområdet. Disse synes å være skåret ned i en større, underliggende struktur. Hverken grøftene eller den underliggende strukturen kan tolkes nærmere med sikkerhet. Strukturene ligger imidlertid like sørvest for «Nord-Kastellet» og synes å ha samme orientering som dette. Beliggenheten tatt i betraktning, derfor, gjør det nærliggende å tolke disse strukturene som rester etter bosetning/huskonstruksjoner som kanskje kan settes i forbindelse med borganlegget.

Delområde B synes svært påvirket av moderne aktivitet, noe som også var forventet. Flyfoto fra andre verdenskrig, samt fotografier og kartskisser fra rett etter krigen viser at det skal ha stått minst to brakker i dette området. I tillegg skal det ha vært anlagt løpeganger mellom bygningene og enkelte av disse skal også ha vært gravd gjennom den indre ringmuren. Gerhard Fischer har, på sin plan fra 1950-tallet tegnet inn fragmentariske murrester som strekker seg sørover fra den indre ringmuren, mot Mikaelkirkeruinen, og i datasettene er det observert en lineær struktur som sammenfaller med denne dokumentasjonen. Strukturen sammenfaller imidlertid også med en av løpegangene som ble dokumentert etter krigens slutt, og siden den synes å henge sammen med en av brakkene som har stått i dette området er den tolket som en del av denne konstruksjonen og ikke som et middelaldersk murverk. Det skal allikevel ikke utelukkes at denne anomalien representerer en eldre struktur, men dette kan kun fastslås ved et eventuelt arkeologisk inngrep.

I delområde C er det observert en mengde anomalier som er tolket som enkeltliggende steiner. Disse kan ha et naturlig opphav, med det skal heller ikke utelukkes at de representerer rester etter bygningsmasse. En rekke med anomalier synes å danne en lineær struktur som ligger parallelt med Bredestuens vestre murliv. Like sørøst for delområde C har Fischer på sin plantegning markert en eksponert murrest med en antatt fortsettelse inn i delområdet. Området denne murresten skal ha ligget i var ved undersøkelsestidspunktet dekket av et nokså tettvokst buskas, og den kunne ikke sees. Den påviste rekken med anomalier sammenfaller med Fischers antatte fortsettelse, og det er derfor fristende å tolke rekken som rester etter den indre ringmuren. Tre anomalier i den østre delen av undersøkelsesområdet er tolket som deler av murlivet i Bredestuens nordre del. Det er fristende å se disse antatte murrestene som støttemurer langs veggen, men uten en arkeologisk utgravning vil dette kun bli spekulasjoner.

Delområde D er svært påvirket av de rådende geologiske forholdene i området, samt det tynne dekket av torv. Det ble ikke observert klart avgrensede arkeologiske strukturer innenfor dette området, selv om det er påvist enkelte strukturer som muligens kan representere grøfter og groper.

I delområde E er det observert en rekke anomalier i området like vest, sørvest og sør for Teglkastellet. Anomaliene er tolket som steiner, og deres distribusjon synes å være begrenset til områdene like inntil ruinen. Det er ikke utenkelig at disse steinene representerer nedraste bygningsmasser fra ruinen, selv om dette ikke kan fastslås uten en arkeologisk utgravning. Enkelte av steinene synes også å danne et kvadratisk felt like sørvest for ruinen, men det er ikke kjent om dette representerer en del av ruinen, eller om konsentrasjonen er tilfeldig.

Steinkonsentrasjonen kuttes av en smal, lineær anomali som strekker seg sørover i området. Den har også en avstikker mot øst, som igjen har en knekk som fører anomalien mot nordøst mot Teglkastellets søndre murliv. Anomalien er noe vanskelig å tolke med sikkerhet. Den representerer antakeligvis en smal grøft som krysser området, men det er ikke klart om den skal settes i forbindelse med ruinen, eller om den representerer en mer moderne struktur. I denne forbindelse skal det nevnes at det i området sør for delområde E ble observert deler av et betongfundament, som antakeligvis stammer fra en moderne kanonstilling. Den smale anomalien har muligens retning mot dette fundamentet, og det er en mulighet for at de to har en sammenheng.

De to smale, lineære anomaliene som er observert sørvest for Teglkastellet antas å representere rester etter grøfter fra huskonstruksjoner i området. Grøfterestene danner i datasettene halve rektangler, og det kan se ut som at de vestre halvdelene har blitt fjernet. Dette kan muligens ha skjedd i forbindelse med planering i området. Det er ikke kjent hva slags huskonstruksjoner disse antatte grøftene tilhører, og det er ikke mulig ut fra de foreliggende datasettene å si noe om datering. Dette kan kun fastslås ved hjelp av arkeologiske utgravninger og påfølgende analyser.

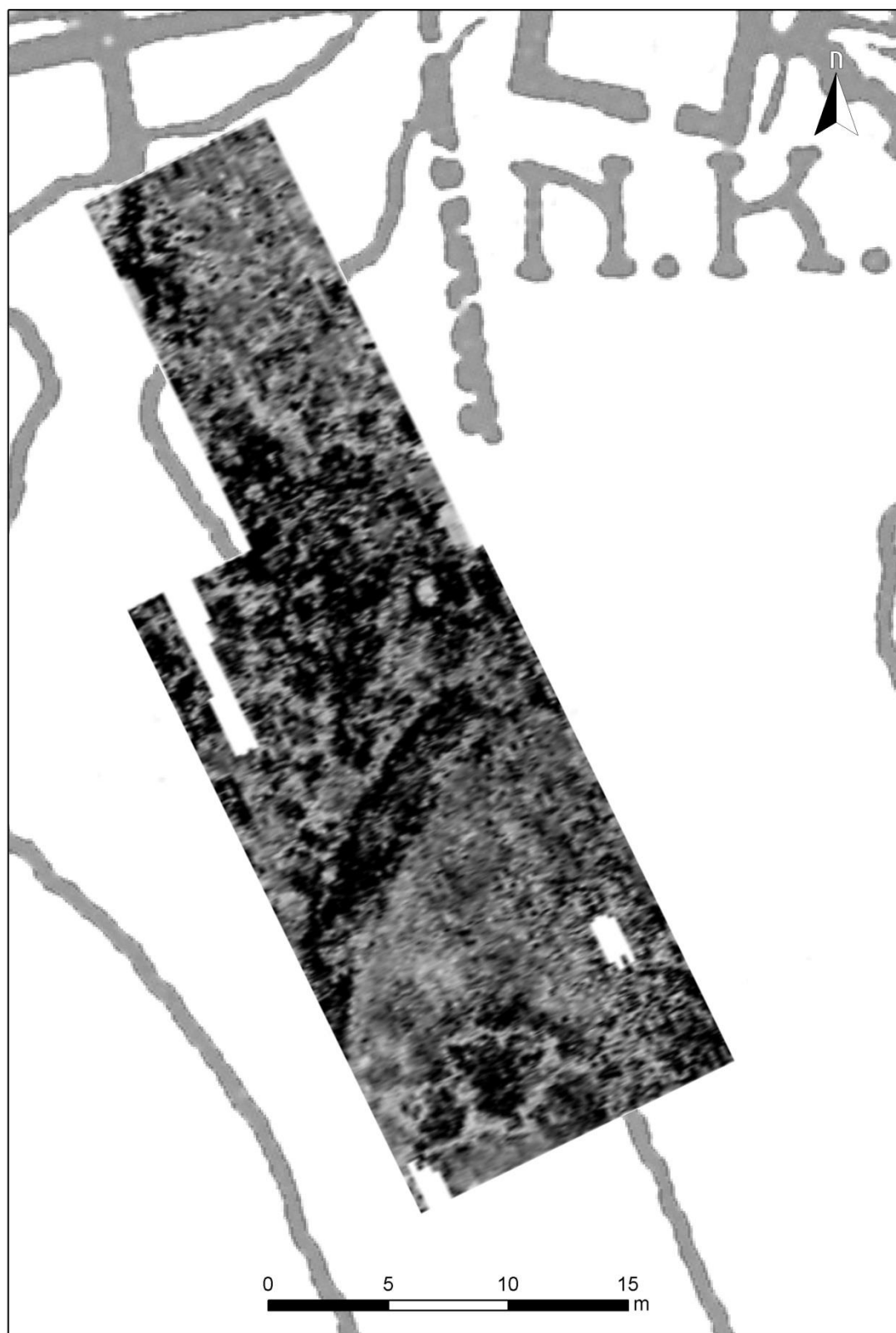
Forslag til videre undersøkelser på Slottsfjellsplatået:

- Kompletterende geofysiske undersøkelser på platået
- Testing av resultatene ved hjelp av mindre punktundersøkelser i form av sjakter/prøvestikk
- Bruk av de geofysiske undersøkelsene til å si noe om kulturlagstykkelse på platået
- Bruk av de geofysiske undersøkelsene til planlegging av utgravninger. Dette bør gjøres i samråd med NIKU, da en kan hente ut mer nyanserte tolkninger fra datasettene.

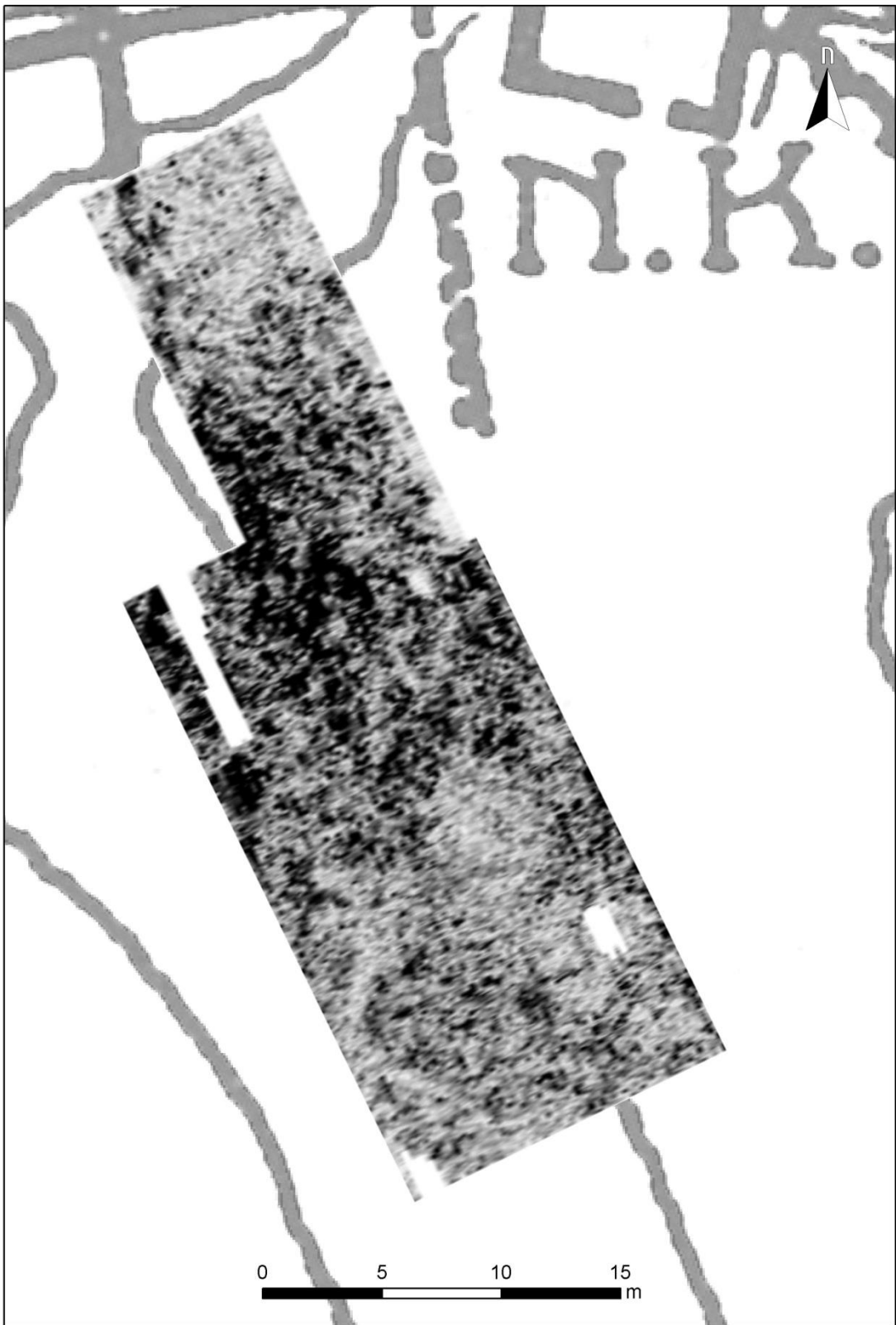
7 Litteratur

- Conyers, L. B. 2004. *Ground-Penetrating Radar for Archaeology*, Walnut Creek, CA, AltaMira Press.
- Dojack, L. 2012. *Ground Penetrating Radar Theory, Data Collection, Processing, and Interpretation: A Guide for Archaeologists*. Vancouver: The University of British Columbia.
- Gustavsen, L., Paasche, K. & Risbøl, O. 2013. Arkeologiske undersøkelser: En vurdering av nyere avanserte arkeologiske registreringsmetoder i forbindelse med vegutbyggingsprosjekter. *Statens vegvesens rapporter 192*. Oslo: Vegdirektoratet.
- Trinks, I., Gansum, T. & Hinterleitner, A. 2010. Mapping iron-age graves in Norway using magnetic and GPR prospection. *Antiquity*, 84.

Vedlegg A - Dybdeskiver fra delområde A



Figur 41 - 20-30 cm



Figur 42 - 30-40 cm



Figur 43 - 40-50 cm



Figur 44 - 50-60 cm



Figur 45 - 60-70 cm



Figur 46 - 70-80 cm

Vedlegg B - Dybdeskiver fra delområde B



Figur 47 - 20-30 cm



Figur 48 - 30-40 cm



Figur 49 - 40-50 cm

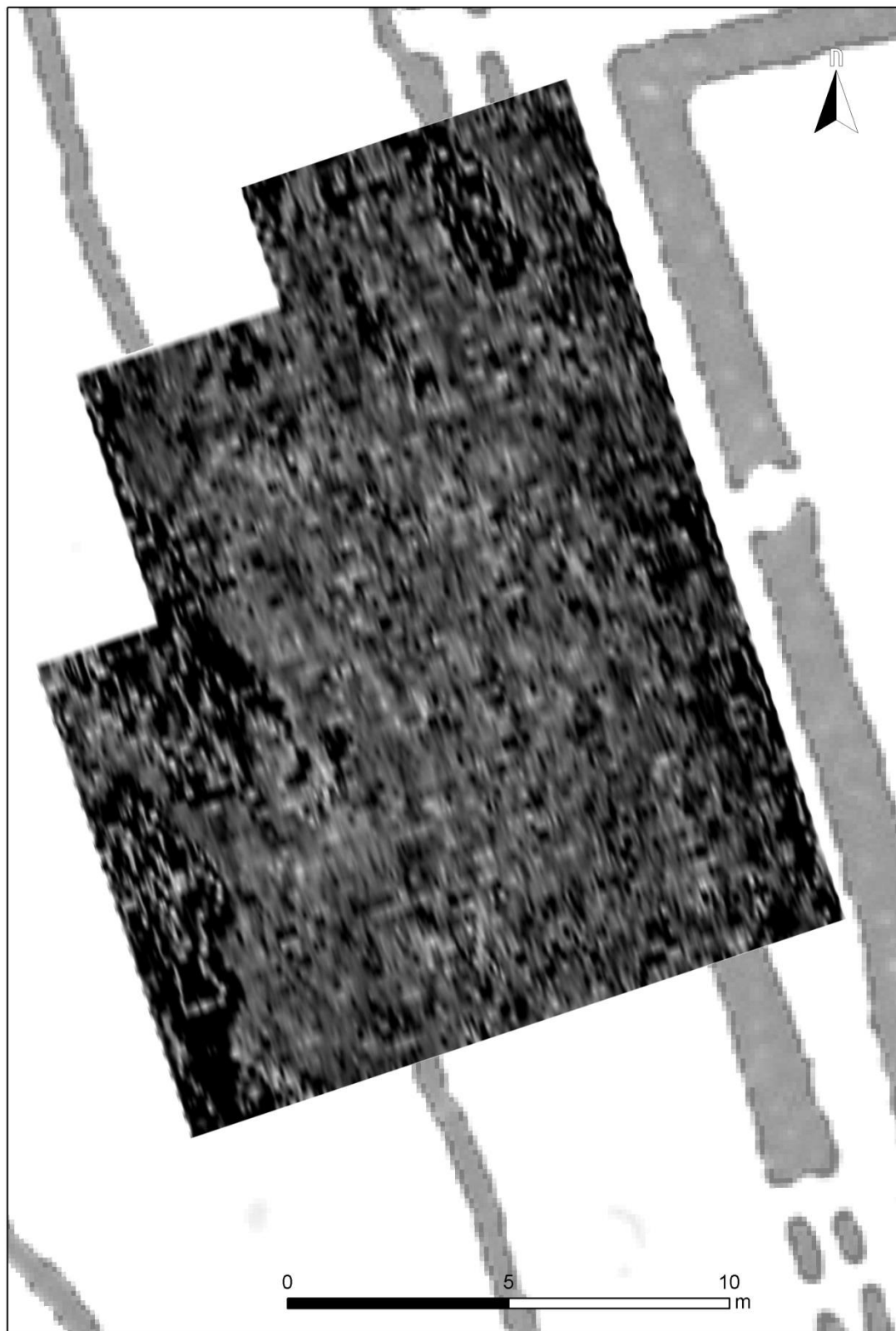


Figur 50 - 50-60 cm

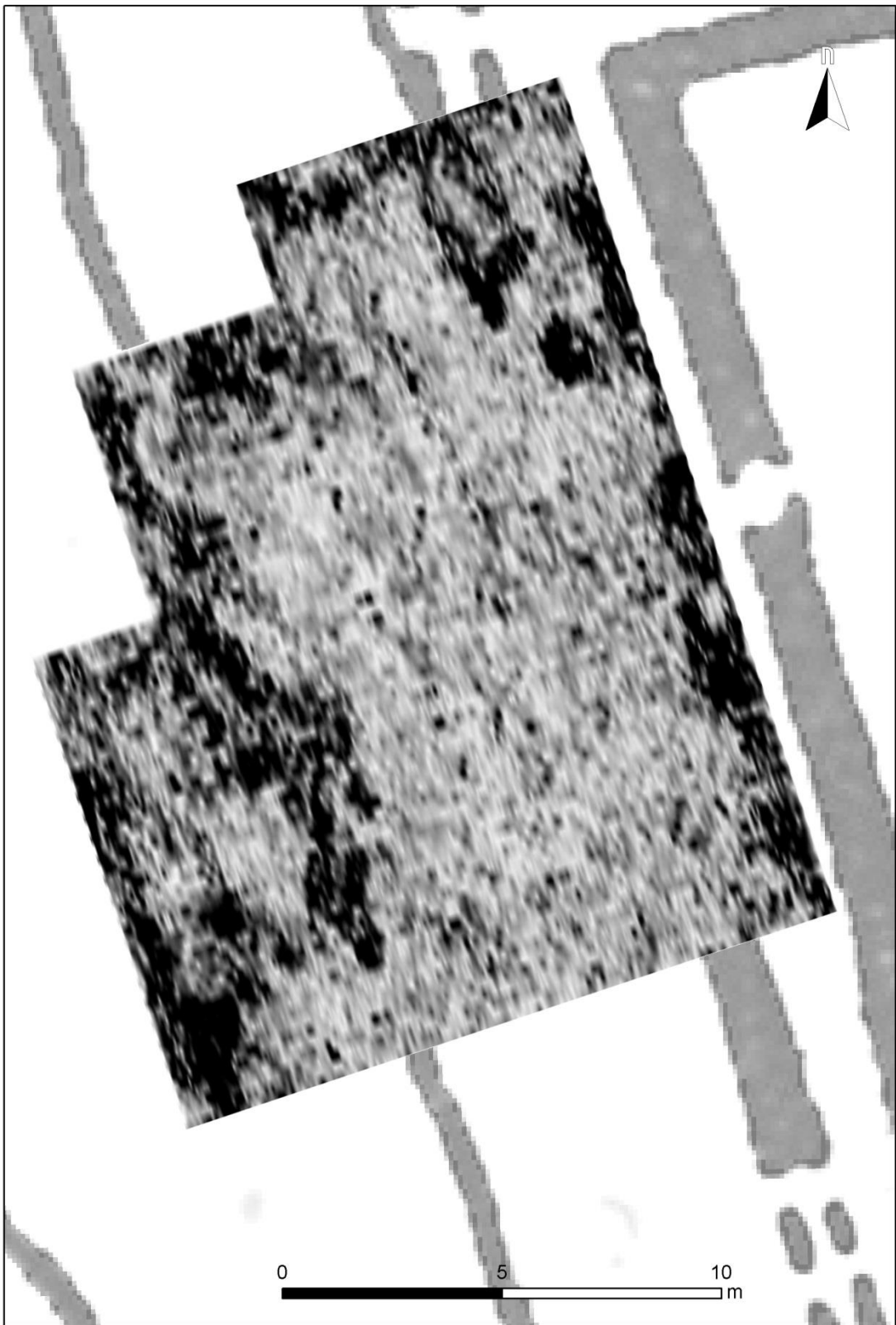


Figur 51 - 60-70 cm

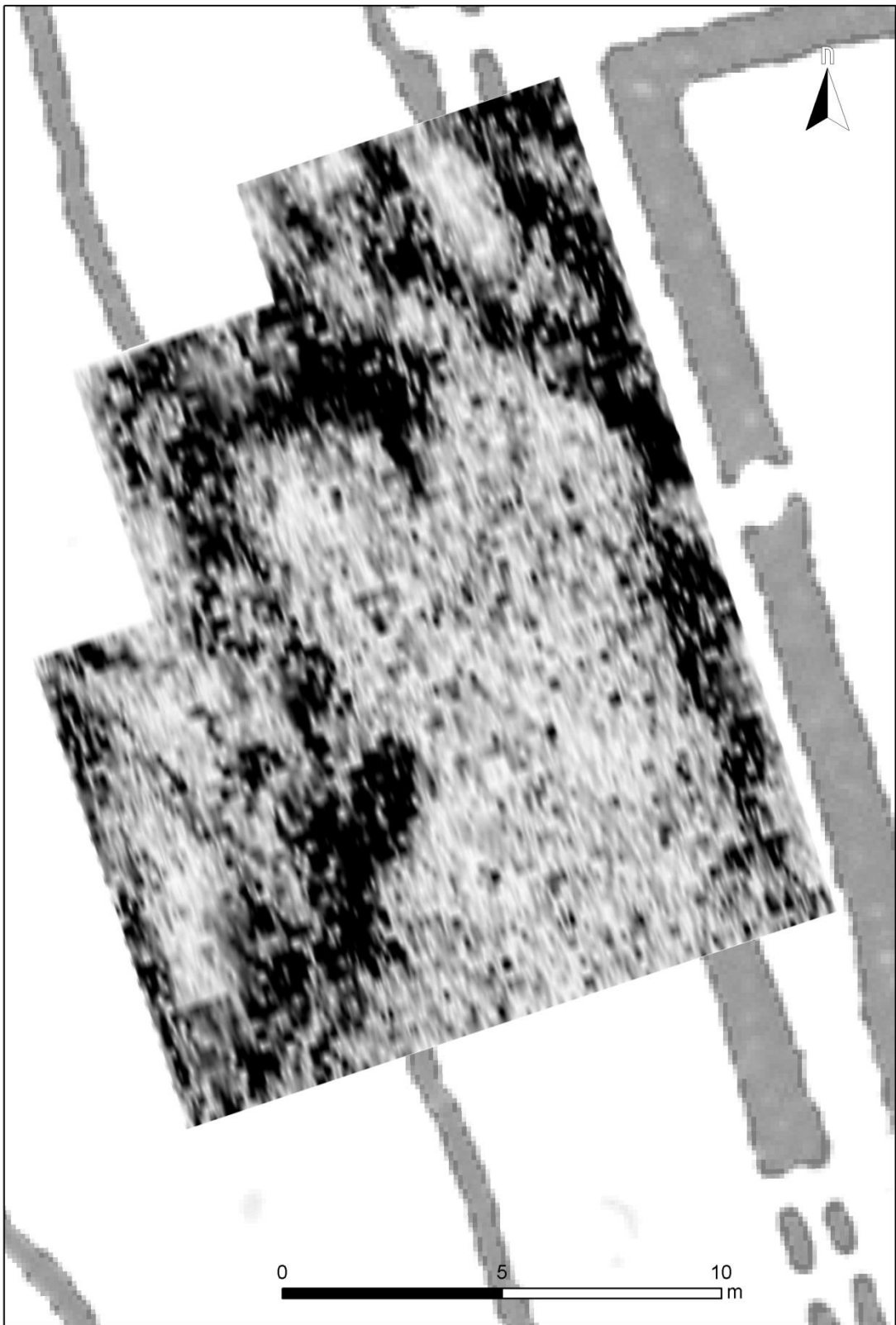
Vedlegg C - Dybdeskiver fra delområde C



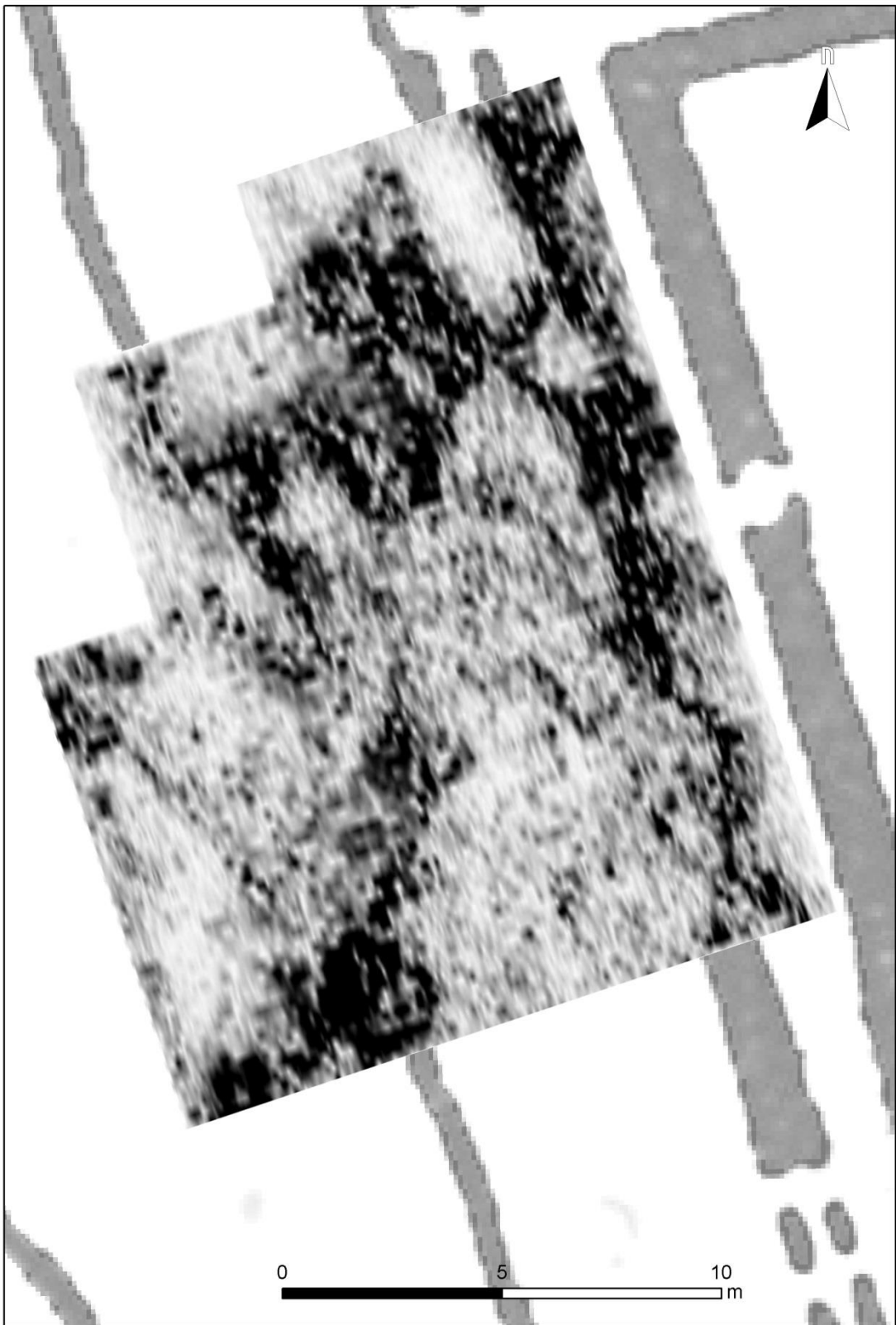
Figur 52 - 20-30 cm



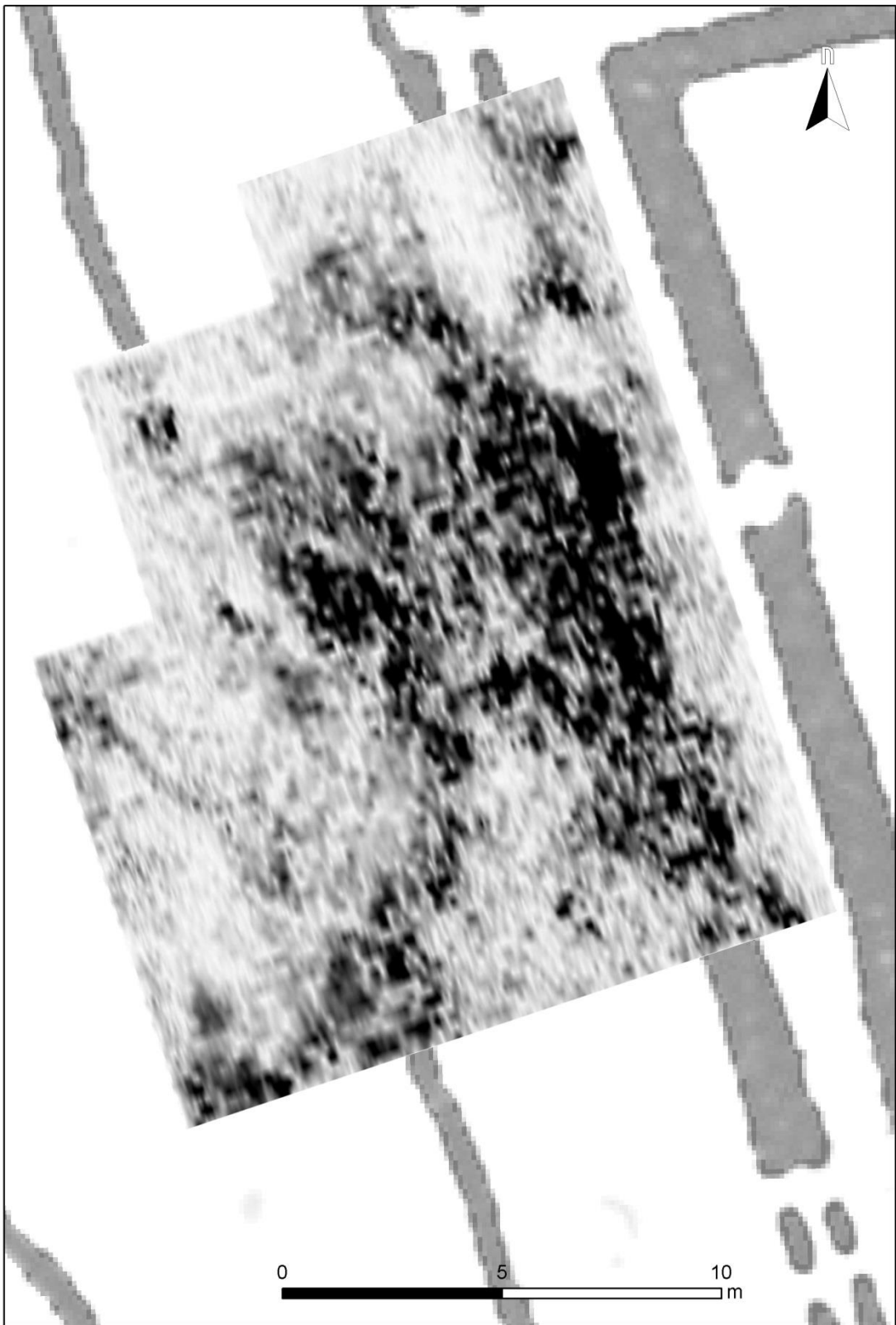
Figur 53 - 30-40 cm



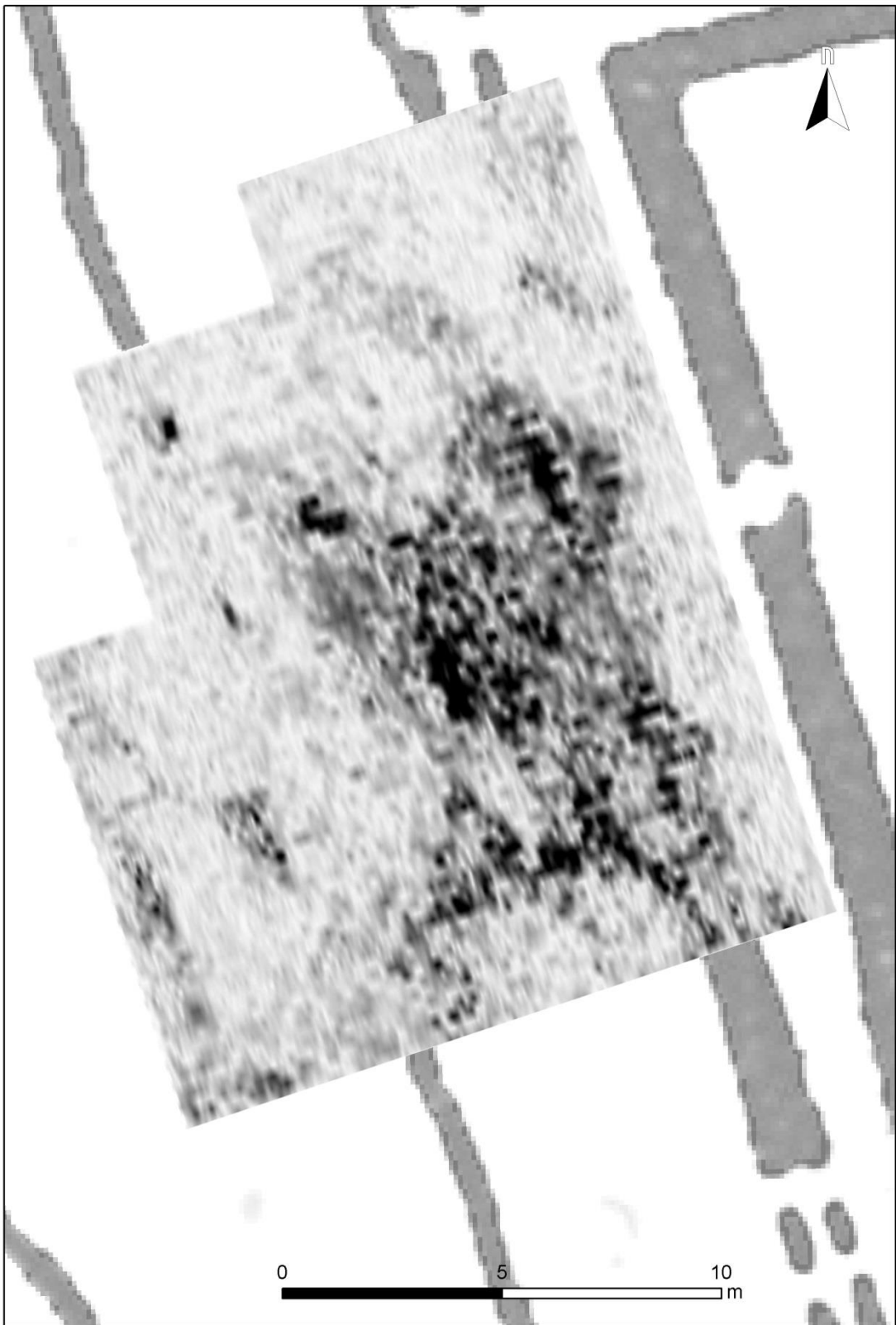
Figur 54 - 40-50 cm



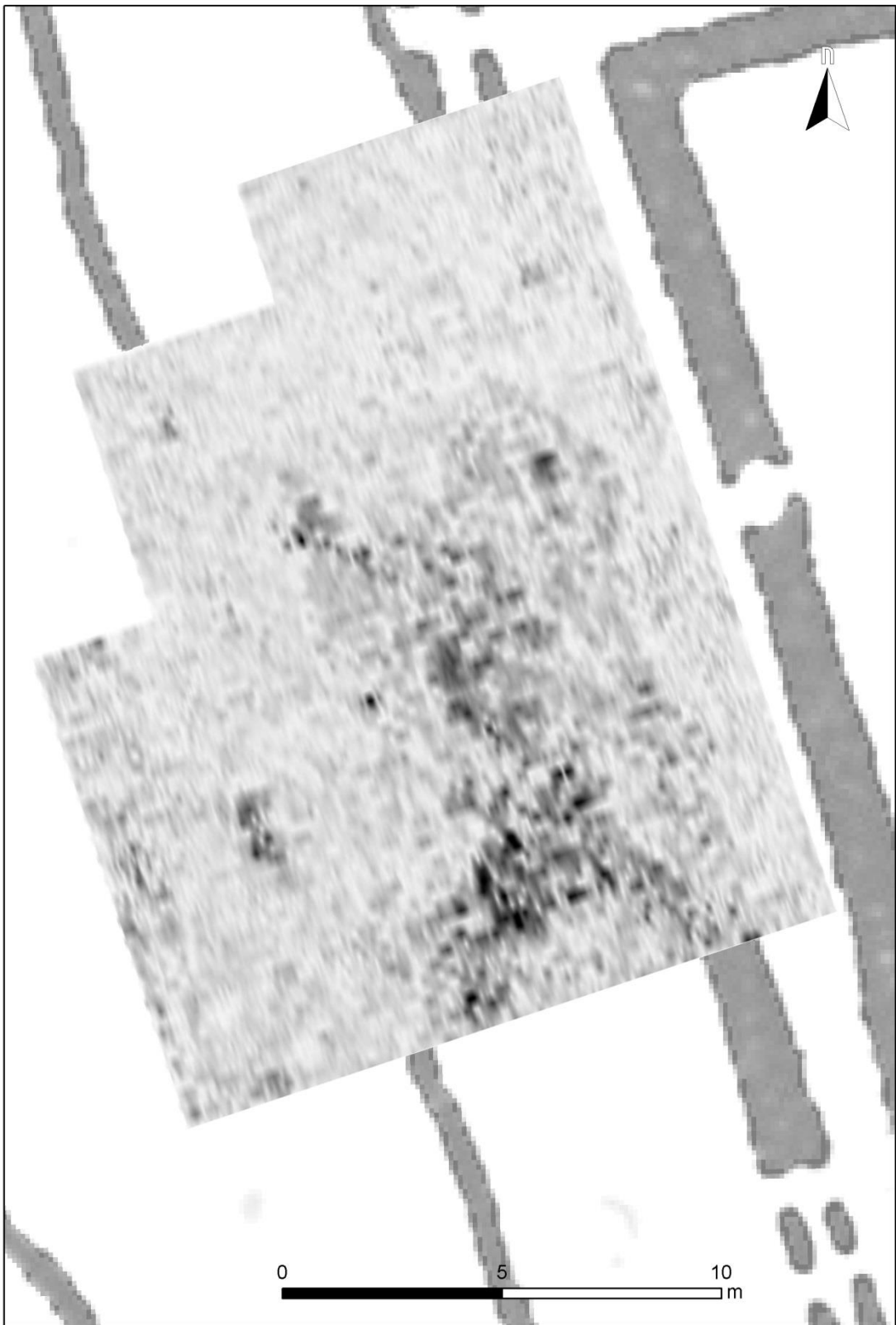
Figur 55 - 50-60 cm



Figur 56 - 60-70 cm

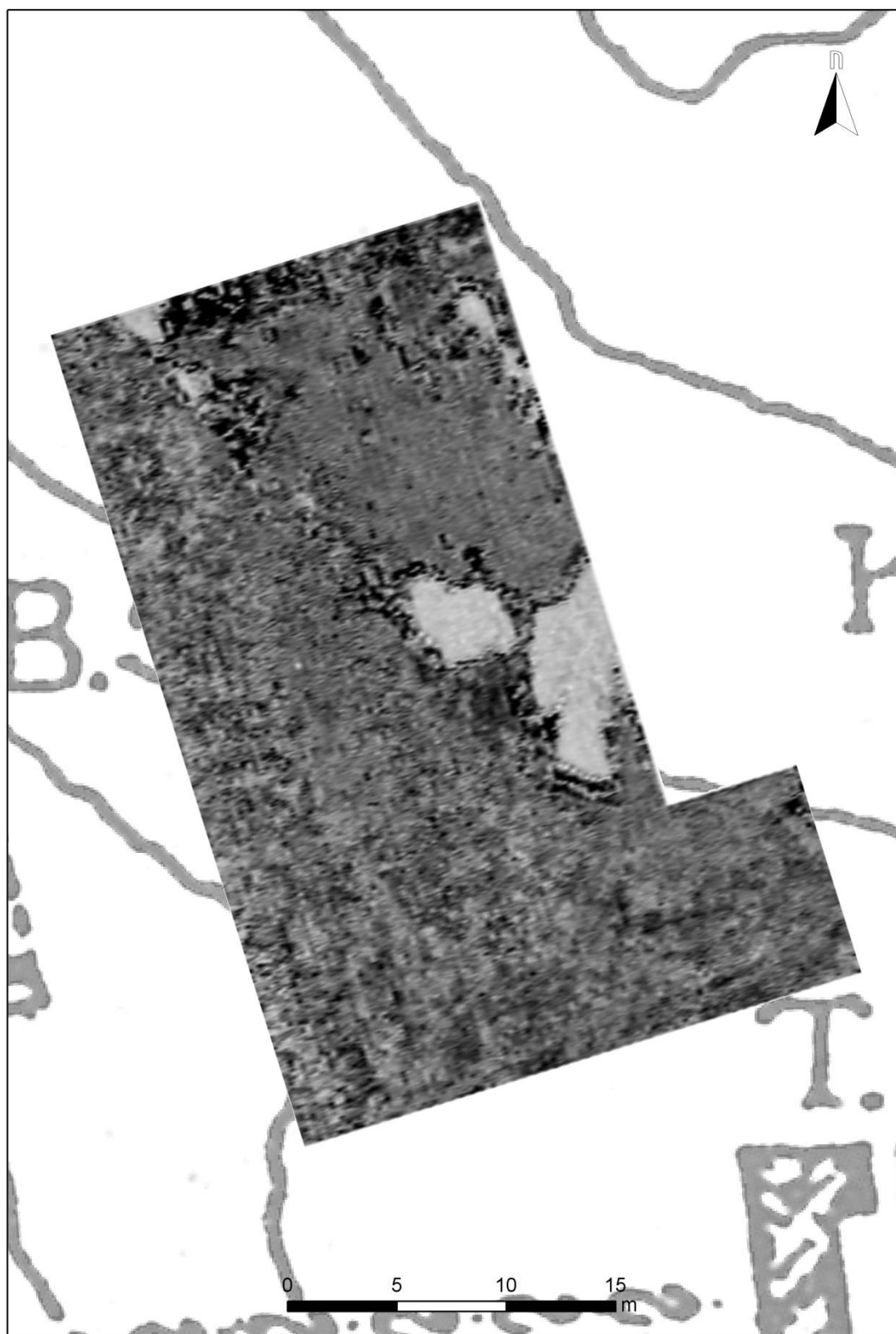


Figur 57 - 70-80 cm

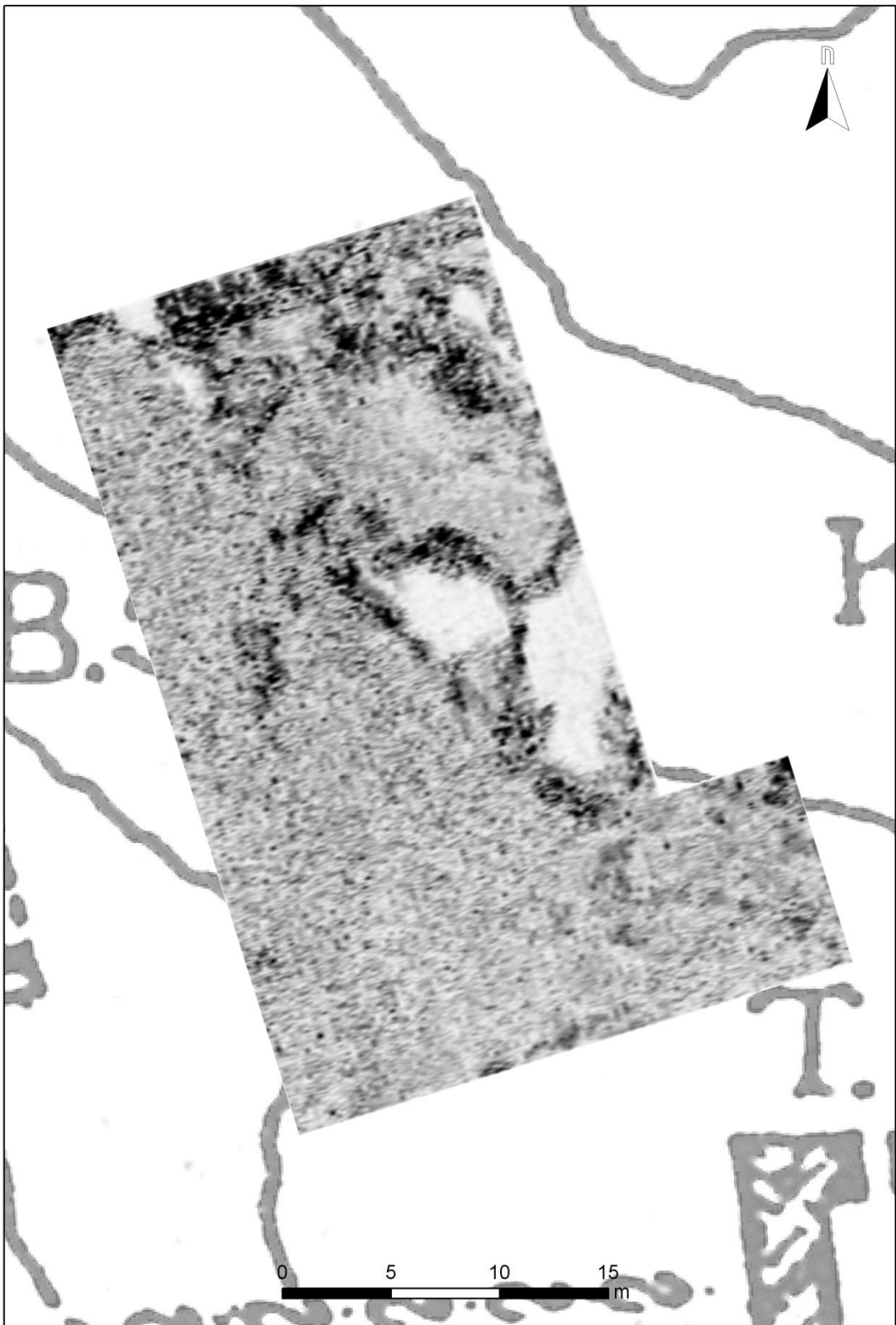


Figur 58 - 80-90 cm

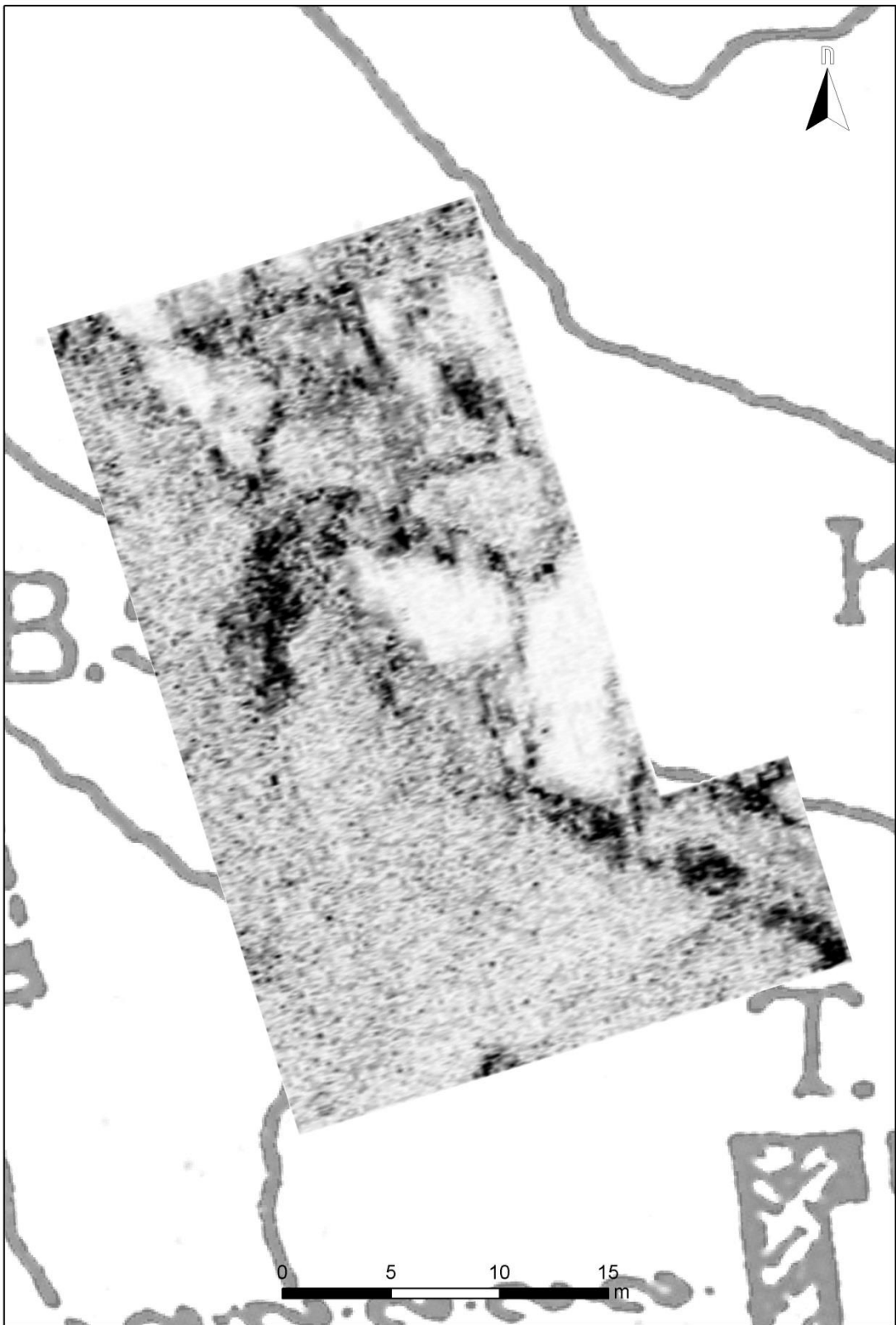
Vedlegg D - Dybdeskiver fra delområde D



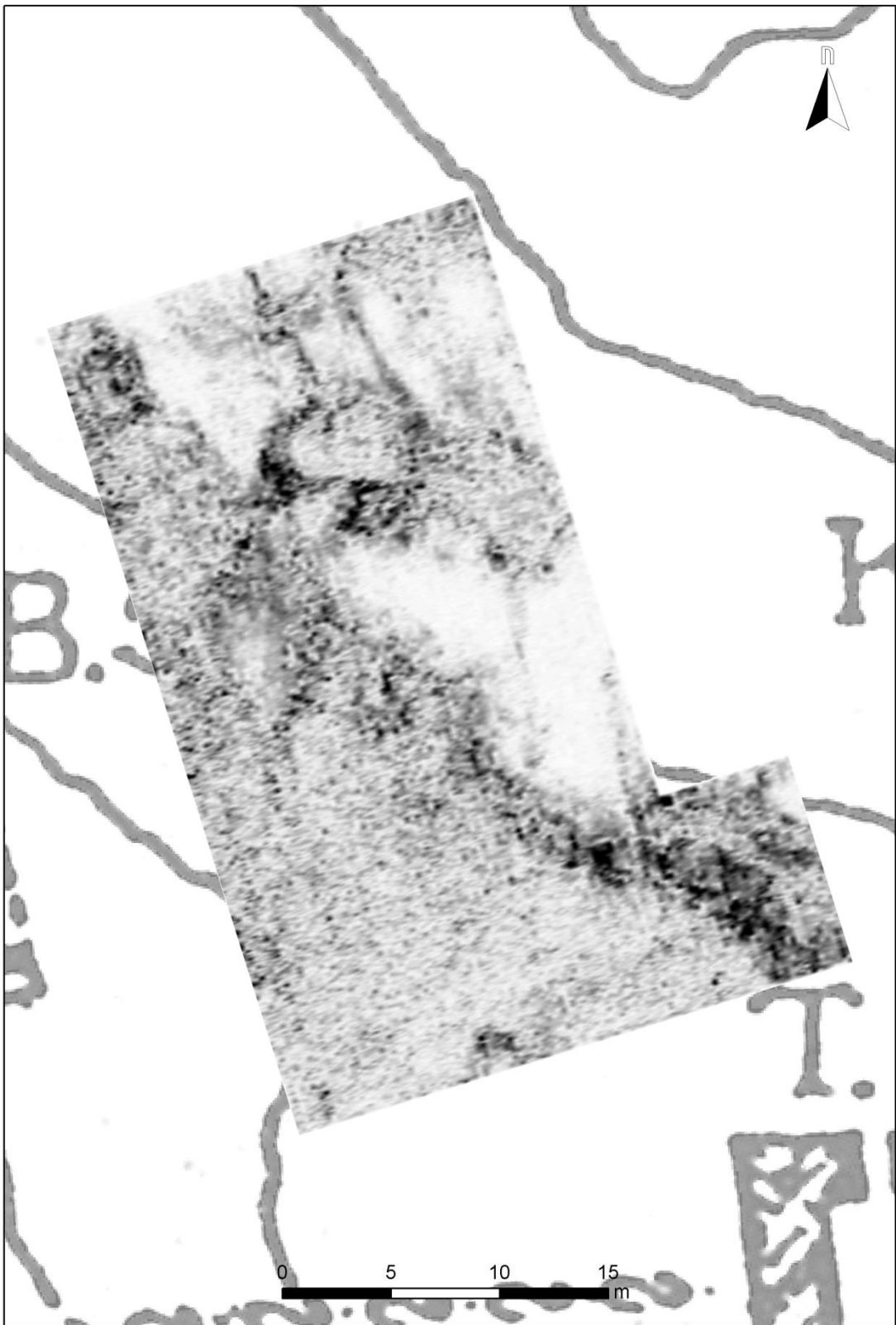
Figur 59 - 20-30 cm



Figur 60 - 30-40 cm



Figur 61 - 40-50 cm



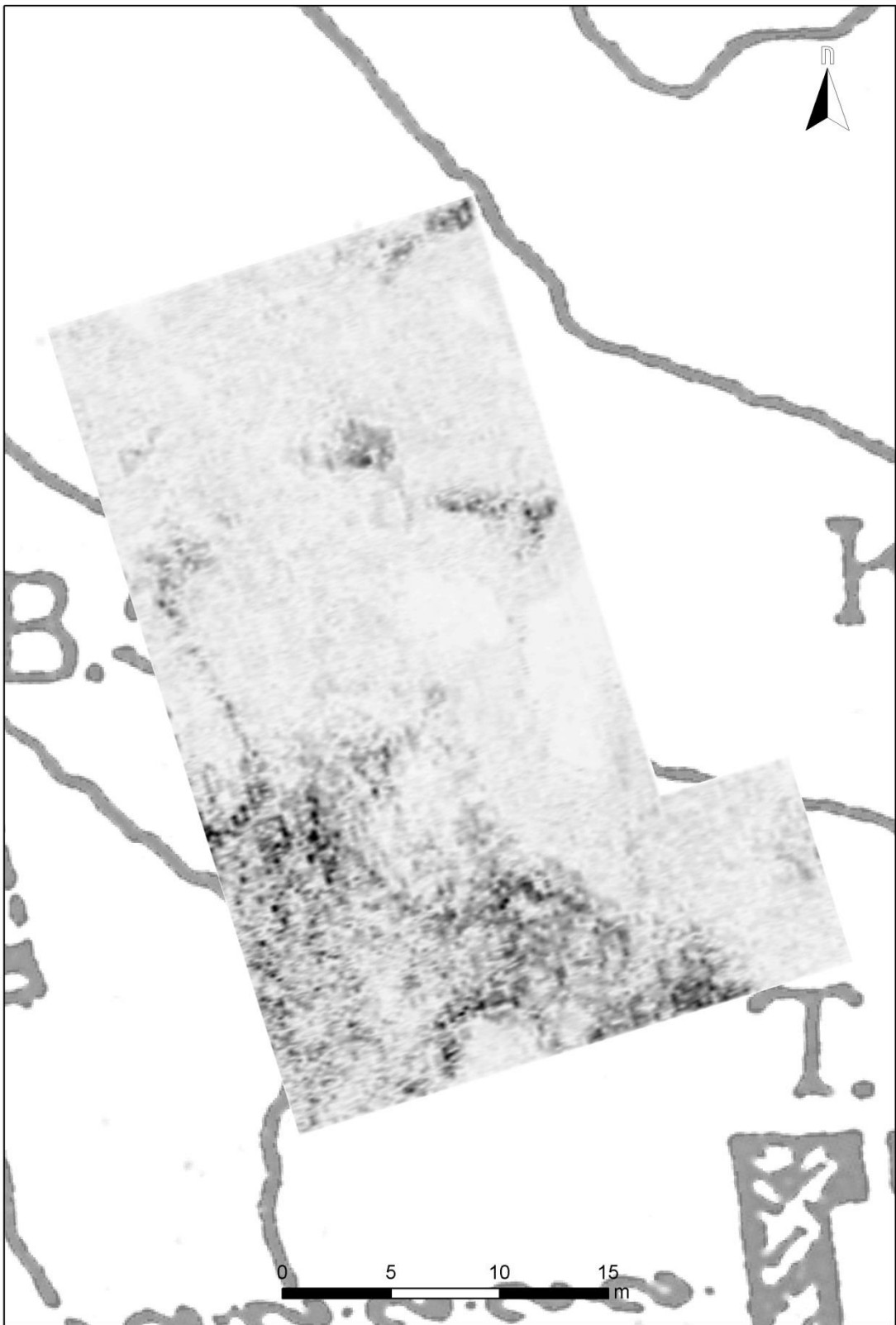
Figur 62 - 50-60 cm



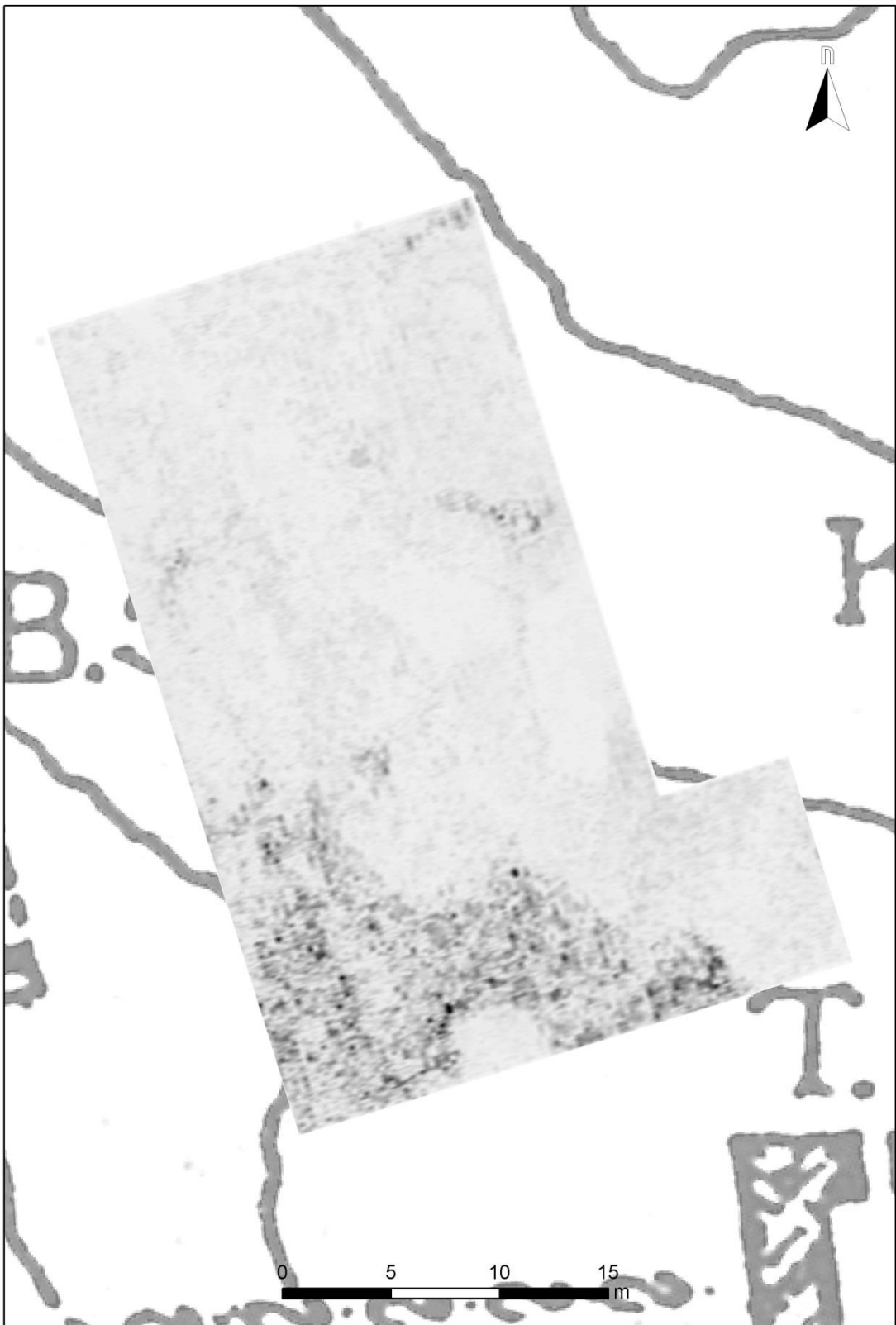
Figur 63 - 60-70 cm



Figur 64 - 70-80 cm



Figur 65 - 80-90 cm



Figur 66 - 90-100 cm

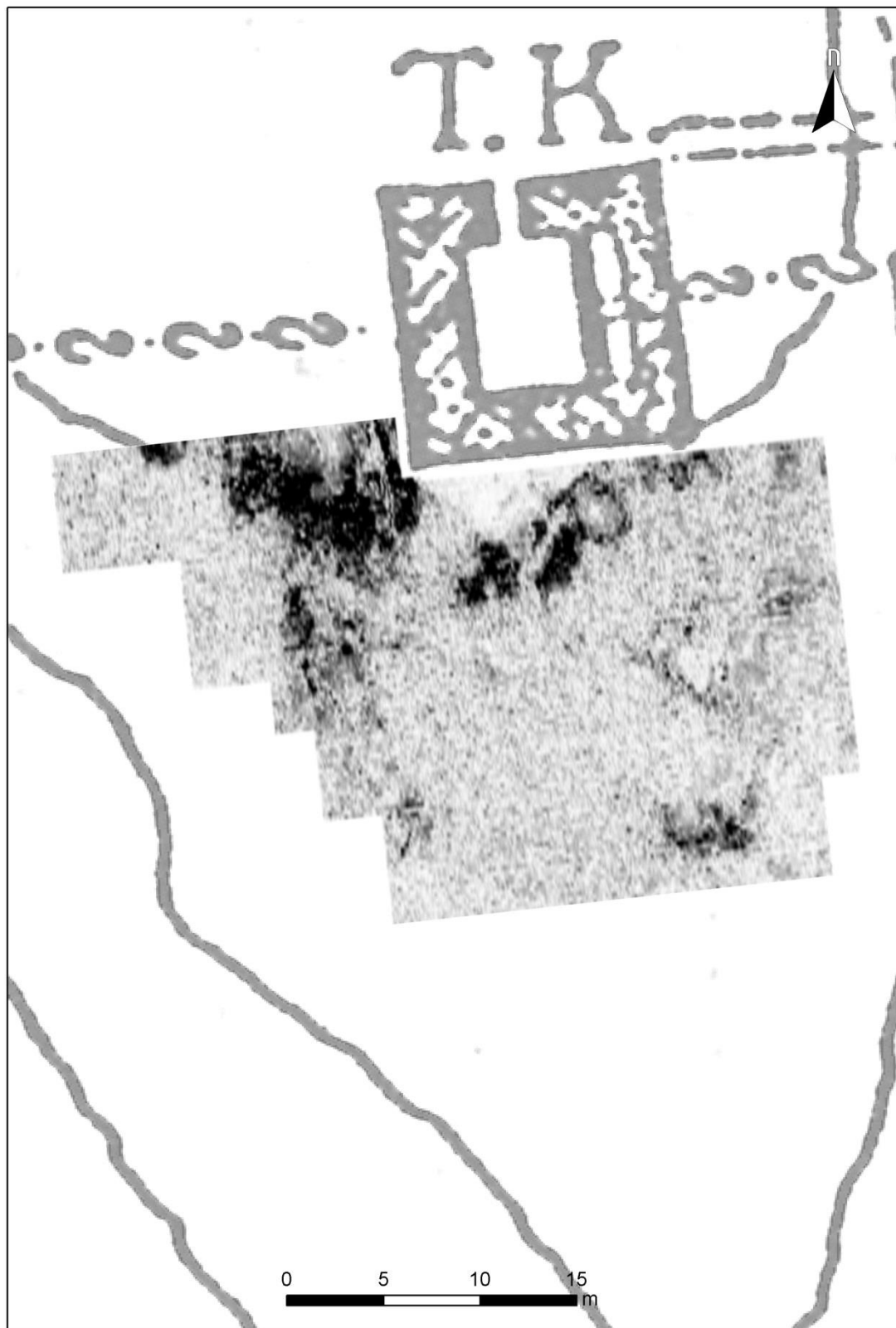
Vedlegg E - Dybdeskiver fra delområde E



Figur 67 - 20-30 cm



Figur 68 - 30-40 cm



Figur 69 - 40-50 cm



Figur 70 - 50-60 cm



Figur 71 - 60-70 cm



Figur 72 - 70-80 cm



Figur 73 - 80-90 cm



Figur 74 - 90-100 cm



Figur 75 - 100-110cm

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Oppdragsrapport 23/2014

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736 Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 934 66 230

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112 Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 922 89 252

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 25
7013 TRONDHEIM
Telefon: 922 66 779 /
405 50 126

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens gt.
14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00