Arkeologisk prospektering – magnetometer och georadardata

Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala

Rapport 2017:1_17
Arkeologisk undersökning

Uppsala län; Uppland; Uppsala kommun; Uppsala socken;
Gamla Uppsala 20:1, 21:13, 21:27 m.fl.; Uppsala 134:4, 240:1,
284:2, 586:1, 597:1, 603:1, 604:1, 605:1 och 606:1

Pär Karlsson, Anders Biwall, Maria Lingström, Magnus Lindberg,
Hannes Schiel, Immo Trinks och Alois Hinterleitner

Arkeologisk prospektering – magnetometer och georadardata

Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala

Rapport 2017:1_17

Arkeologisk undersökning

Uppsala län; Uppland; Uppsala kommun; Uppsala socken;
Gamla Uppsala 20:1, 21:13, 21:27 m.fl.; Uppsala 134:4, 240:1, 284:2, 586:1, 597:1, 603:1, 604:1, 605:1 och 606:1

Dnr 5.1.1-00031-2015

Pär Karlsson, Anders Biwall, Maria Lingström, Magnus Lindberg, Hannes Schiel, Immo Trinks och Alois Hinterleitner

Arkeologerna
Statens historiska museer

Våra kontor
Linköping
Lund
Mölndal
Stockholm
Uppsala

Arkeologerna
Statens historiska museer
Rapport 2017:1_17

Rapporten ingår även i Upplandsmuseets rapportserie (2017:1_17) samt
Societas Archaeologica Upsaliensis (SAU) rapportserie (2017:1_17).

Arkeologerna
010-480 80 00
info@arkeologerna.com
www.arkeologerna.com

Upplandsmuseet
018-16 91 00
info@upplandsmuseet.se
www.upplandsmuseet.se

Societas Archaeologica Upsaliensis (SAU)
018-10 79 30
post@sau.se
www.sau.se

Upphovsrätt, där inget annat anges, enligt Creative Commons licens CC BY.
Villkor på http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/se

Bildredigering och layout: Åsa Östlund
Omslag: Svanen är projektets symbol. Det är en stiliserad bild av ett exklusivt och helt unikt beslag i glasemalj med silverram, som påträffades i höjd med gravfältet under förundersökningen. Fyndet dateras till vendeltid.
Illustration: Franciska Sieurin-Lönnqvist, Arkeobild
Tryck/utskrift: Rapporten finns digitalt på https://app.raa.se/oppnadata/forndok/

Innehåll

Om rapporteringen från det arkeologiska projektet
Utbyggnad av Ostkustbanan (OKB) genom Gamla Uppsala 7

Inledning 9

Bakgrund 9

Magnetometerundersökningen 11
Bakgrund 13
Magnetometerundersökningen 13
Undersökningens genomförande 15
Resultat och tolkning av magnetometerundersökningen 17
MAG 1, Södra undersökningsområdet, åkermark 17
MAG 2, Södra undersökningsområdet, fotbollsplanen 17
MAG 3, Norra undersökningsområdet, invid Samnan 17

Georadarundersökningen 19
Bakgrund 22
Georadarundersökningen 22
Undersökningens genomförande 25
Resultat och tolkning av georadarundersökningen 25
GPR 1a och GPR 1b 25
GPR 2 30
GPR 3 34
GPR 4 40
Sammanfattning av resultaten från georadarundersökningen 45

Referenser 46

Administrativa uppgifter 46

Bilagor 47
Bilaga 1. Magnetometer 47
Södra ytorna, MAG 1 och 2 47
Norra ytan, MAG 3 54
Bilaga 2. Georadar 61
Undersökningsyta 1, GPR 1a och 1b 61
Undersökningsyta 2, GPR 2 91
Undersökningsyta 3, GPR 3 121
Undersökningsyta 4, GPR 4 151

OKB-projektets publikationer 181



Undersökta ytor inom OKB-projektet. Skala 1:15 000.

Om rapporteringen från det arkeologiska projektet
Utbyggnad av Ostkustbanan (OKB) genom Gamla Uppsala

Anledningen till de arkeologiska undersökningarna var Trafikverkets utbyggnad av dubbelspår genom Gamla Uppsala. Projektet pågick mellan år 2012–2017. Under de första åren genomfördes omfattande fältundersökningar. Hela projektet har publicerats i en egen rapportsvit Arkeologerna 2017:1_1–23. Rapporterna finns att tillgå på Riksantikvarieämbetet/Forndok.

Rapport 2017:1_1 innehåller den vetenskapliga fördjupningen, en artikelsamling baserad på projektets vetenskapliga frågeställningar och tematiska ingångar. Rapport 2017:1_2 är en inledande Projektintroduktion för hela det arkeologiska projektet med bakgrund, frågeställningar, analyser, ^{14}C-tabeller m.m. Rapporterna 2017:1_3–9 utgörs av kataloger för respektive kategori av tolkade lämningar i form av bland annat hus, gravar, aktivitetsytor, brunnar, och stolpfundament.

Föremålsmaterialet är samlat i en separat rapport, 2017:1_10. Specialanalyser såsom osteologi, växtfynd, keramik, metallurgi och geoprospektering redovisas i rapporterna 2017:1_11–17. Slutligen är övriga analyser och konserveringsrapporter publicerade i rapporterna 2017:1_18–23.

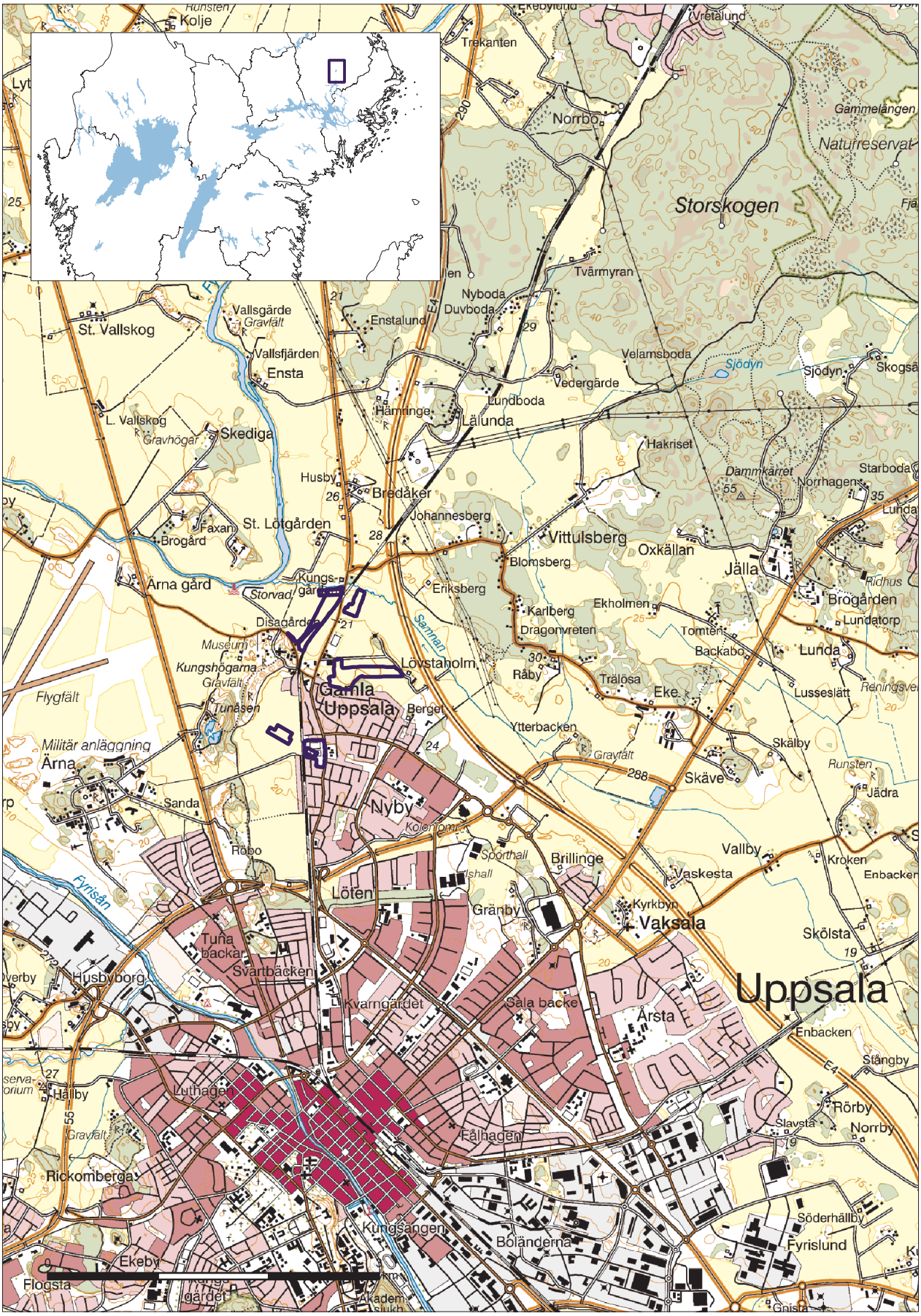
Samtliga rapporter och övriga publikationer som givits ut i samband med OKB-projektet presenteras i en tabell sist i denna rapport. Utöver dessa har en populärvetenskaplig bok givits ut av Norstedts förlag.

Det arkeologiska projektet är ett samarbete mellan Arkeologerna vid Statens historiska museer, Upplandsmuseet och SAU (Societas Archaeologica Upsaliensis).

Arkeologerna

UPPLANDSMUSEET

SOCIETAS ARCHAEOLOGICA UPSALIENSIS



Figur 1. Undersökningsområdena markerade med lila linje på utdrag ur Terrängkartan 620 Uppsala. Skala 1:50 000.

Inledning

Inför utbyggnaden av Ostkustbanan i Östra delen av Gamla Uppsala fornlämningsområde har omfattande arkeologiska undersökningar genomförts (OKB). Undersökningarna kastar nytt ljus över Gamla Uppsala men väcker också en rad frågor. Bland annat har ett helt nytt och okänt monument bestående av flera hundra meter långa rader med trästolpar påträffats. De arkeologiska undersökningarna har också påvisat att omfattande gårdsbebyggelse från järnålder och medeltid har funnits liksom gravfält från järnålder.

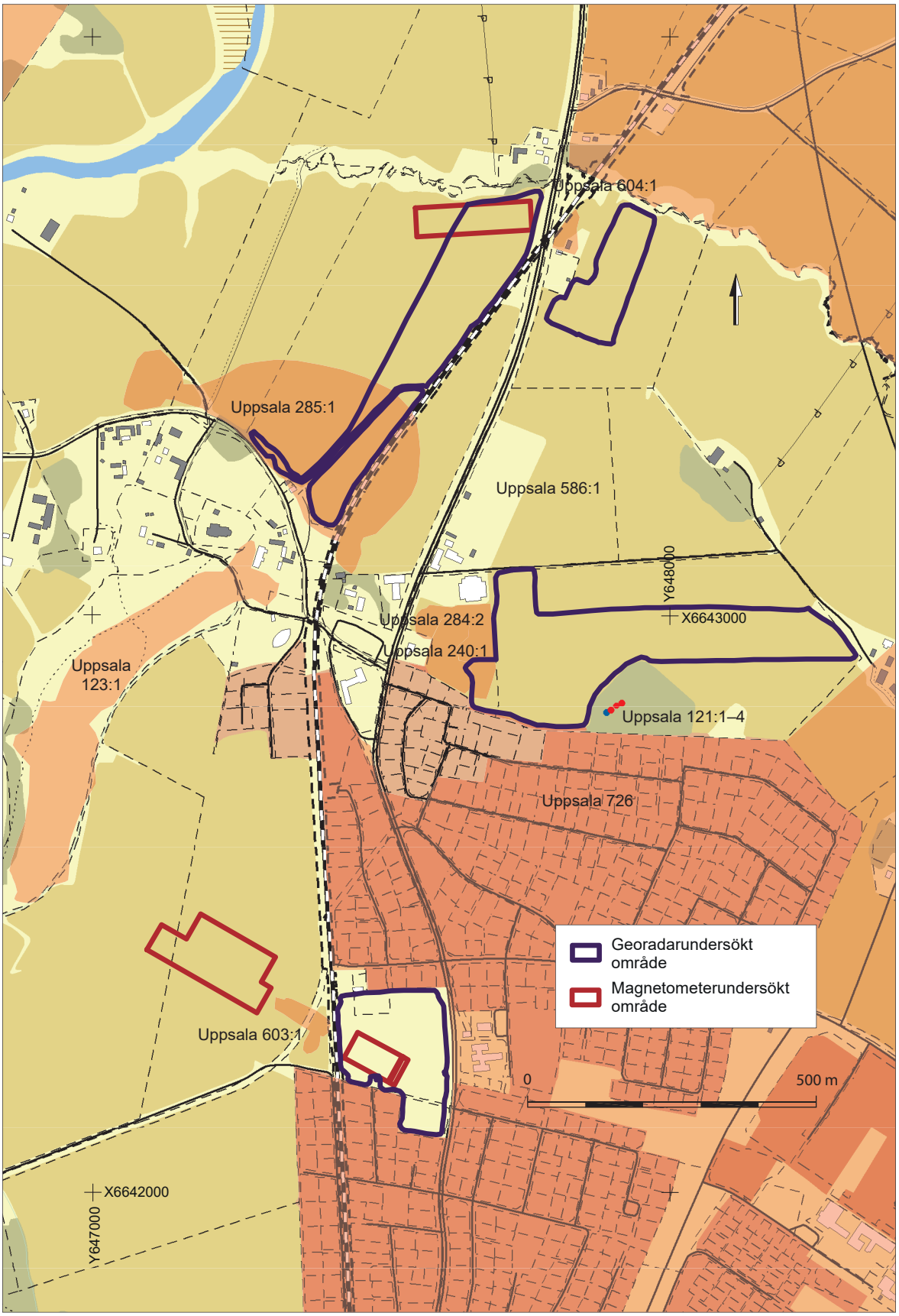
I anslutning till det arkeologiska projektet OKB har Arkeologerna, Statens historiska museer genomför två arkeologiska prospekteringsundersökningar inom fornlämning Uppsala 586:1, Uppsala socken i Uppsala kommun, Uppsala län (fig. 1 och 2). Syftet med undersökningarna var att komplettera projektet med arkeologisk kunskap genom tolkningar av högupplöst magnetometer- och georadardata. De två arkeologiska prospekteringsundersökningarna gjordes i samarbete med *Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological Prospection and Virtual Archaeology (LBI ArchPro)* i Wien. Magnetometerundersökningen finansierades med medel från OKB-projektet och georadarundersökningen med resurser från *Arkeologerna, LBI ArchPro och Vestfold fylkeskommune*.

Förhoppningen med de arkeologiska prospekteringsundersökningarna var att de skall ge en bättre överblick över fornlämningsområdet Gamla Uppsala och därmed berika och fördjupa tolkningarna av de arkeologiska undersökningsresultaten. Till exempel att de geofysiska undersökningarna ska bidra till tolkningen av hur stora de delundersökta boplatserna och gravfälten är och inte minst att ge ny kunskap om stolpmonumentets omfattning.

Monumentet behandlas utförligt i ett eget tema i projektets vetenskapliga rapport *at Upsalum – människor och landskapande* (Beronius Jörpeland m.fl. 2017). För en fullständig presentation av det arkeologiska projektet hänvisas till *Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet* (Beronius Jörpeland 2017).

Bakgrund

Sedan 2010 finns forskningsinstitutet Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological prospection and Virtual Archaeology, LBI ArchPro (http://archpro.lbg.ac.at/) i Wien. Inom institutet bedrivs forskning och utveckling av storskalig, högupplöst arkeologisk prospektering för undersökning av mycket stora områden. Förutom avancerade geofysiska mätningar med georadar och magnetometer används



Figur 2. Undersökningsområdena och i texten nämnda fornlämningar markerade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:10 000.

och utvecklas bland annat flygburen laserskanning och flygfotografering för att arkeologiskt kartlägga och visualisera hela landskap. Arkeologerna (dåvarande Riksantikvarieämbetet, Arkeologiska uppdragsverksamheten, UV) var en av de ursprungliga partnerorganisationerna. I skrivande stund utgörs LBI ArchPro av tio fullvärdiga partners från olika delar av Europa, bland annat Vestfold fylkeskommune i Norge.

Ett huvudsyfte med samarbetet inom institutet är att utveckla metoder och tekniker för insamling av storskalig, högupplöst data med georadar och magnetometer, samt metoder och tekniker för bearbetning, tolkning och visualisering för arkeologiska ändamål. Exempel på resultat av utvecklingsarbetet är stabilt fungerande motoriserad multikanal-georadar med centimeterprecision i mätdata som möjliggör undersökningar av ytor upp till fem hektar på en arbetsdag, även i relativt oländig terräng. Liksom utvecklade processer för en rationell hantering av de mycket stora datamängder motoriserade undersökningar genererar, från datainsamling till visualisering av de arkeologiska tolkningarna.

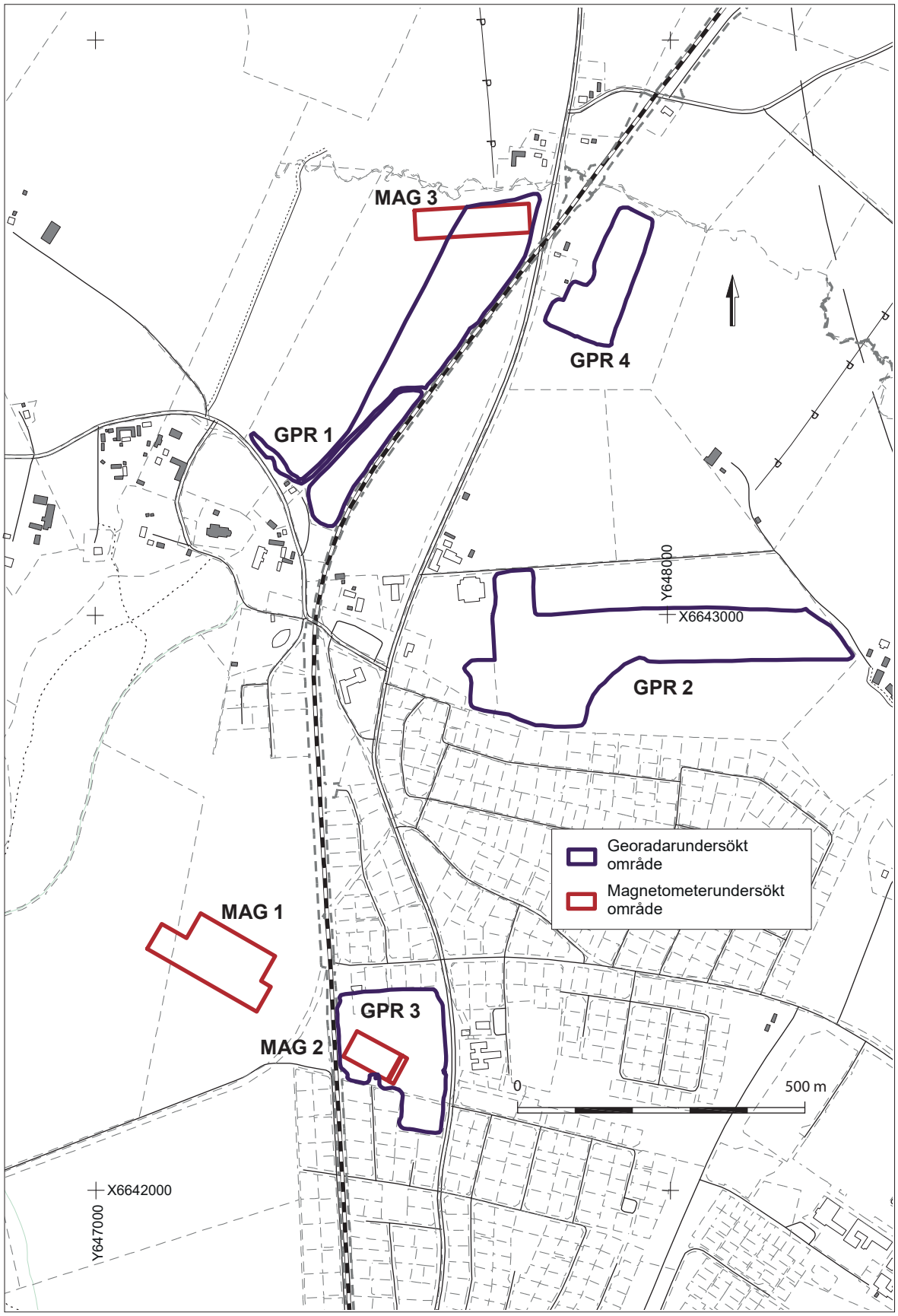
Geofysiska instrument och mätningar har använts under en lång tid inom arkeologin för att generera arkeologisk kunskap. Fram till instiftandet av LBI ArchPro var det vanligt att undersökningarna gjordes småskaligt och manuellt liksom att tolkningen av data gjordes av personer som inte är tränade i att tolka geofysisk mätdata arkeologiskt. Den arkeologiska nyttan av undersökningarna blev därför ofta begränsad.

Vilken arkeologisk kunskap kan geofysisk prospektering bidra till? Många mänskliga aktiviteter genererar materiella spår, spår som kan identifieras geofysiskt. Teknikerna och metoderna är dock långt ifrån så utvecklade för arkeologiska ändamål att de kan ersätta, eller ens konkurrera med det tränade arkeologiska ögat eller den tränade arkeologiska handleden. Vad metoderna kan erbjuda är möjligheten att lokalisera en hel del av de arkeologiska strukturer som finns dolda under mark, utan markingrepp. Det gör metoderna särskilt användbara där traditionell, grävande arkeologi inte är görlig, till exempel utanför ett exploateringsområde. Kunskapskvalitativt kan arkeologisk prospektering normalt passas in mellan arkeologisk utredning etapp 1 och 2.

Magnetometerundersökningen

Under sammanlagt fyra dagar i november år 2013 (25–28 november) genomförde Arkeologerna (Redaktion och Teknik) en magnetometerundersökning på tre ytor inom Gamla Uppsalas fornlämningsområde (Uppsala 586:1). Uppdragsgivare var OKB-projektet genom Lena Beronius Jörpeland, Arkeologerna (fig. 3).

Vid undersökningen deltog Maria Lingström och Magnus Lindberg från Arkeologerna samt Anders Biwall och Pär Karlsson från Arkeologerna Mätdata är processad av geofysiker Immo Trinks, LBI ArchPro i Wien/Arkeologerna. Pär Karlsson ansvarade för undersökningen och har också gjort den arkeologiska tolkningen av mätdata samt sammanställt föreliggande rapport.



Figur 3. De magnetometerundersökta ytorna markerade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:10 000.

Bakgrund

År 2010 genomfördes en första storskalig, motoriserad arkeologisk prospekteringsundersökning vid Gamla Uppsala (Trinks & Biwall 2011). I data från undersökningen framträdde två långa, sammanhängande raka rader (ca 340 m) av stora anomalier. Anomalierna var runda och cirka 1,5–2 meter i diameter. Inom raderna var anomalierna mycket regelbundet placerade, med centrum-centrum-mått om cirka 5,5–6,5 meter. Raderna låg i nordnordväst–sydsydost- och västnordväst–ostsydostlig riktning och möttes i en vinkel i sydväst (fig. 4). Anomalierna i magnetometerdata tolkades vid undersökningstillfället som antingen stora härdar eller stora stolpfundament.

I samband med omfattande arkeologiska grävande undersökningar år 2012–2013 påträffades ytterligare två långa rader av stora (182 st., ca 1,5 m i diameter) stenskodda stolpfundament, med samma inbördes avstånd som de med magnetometer identifierade anomalierna. De arkeologiskt undersökta stolpraderna var sammantaget cirka 980 meter långa, var av den södra var cirka 120 meter och den norra cirka 860 meter lång (fig. 4).

Den södra, öst–västliga raden med arkeologiskt undersökta stolphål (Uppsala 603:1) visade sig ligga helt i linje med den sedan tidigare, med magnetometer påträffade raden av anomalier. Anomalierna i magnetometerdata kunde således på goda grunder antas vara stolpfundament även de.

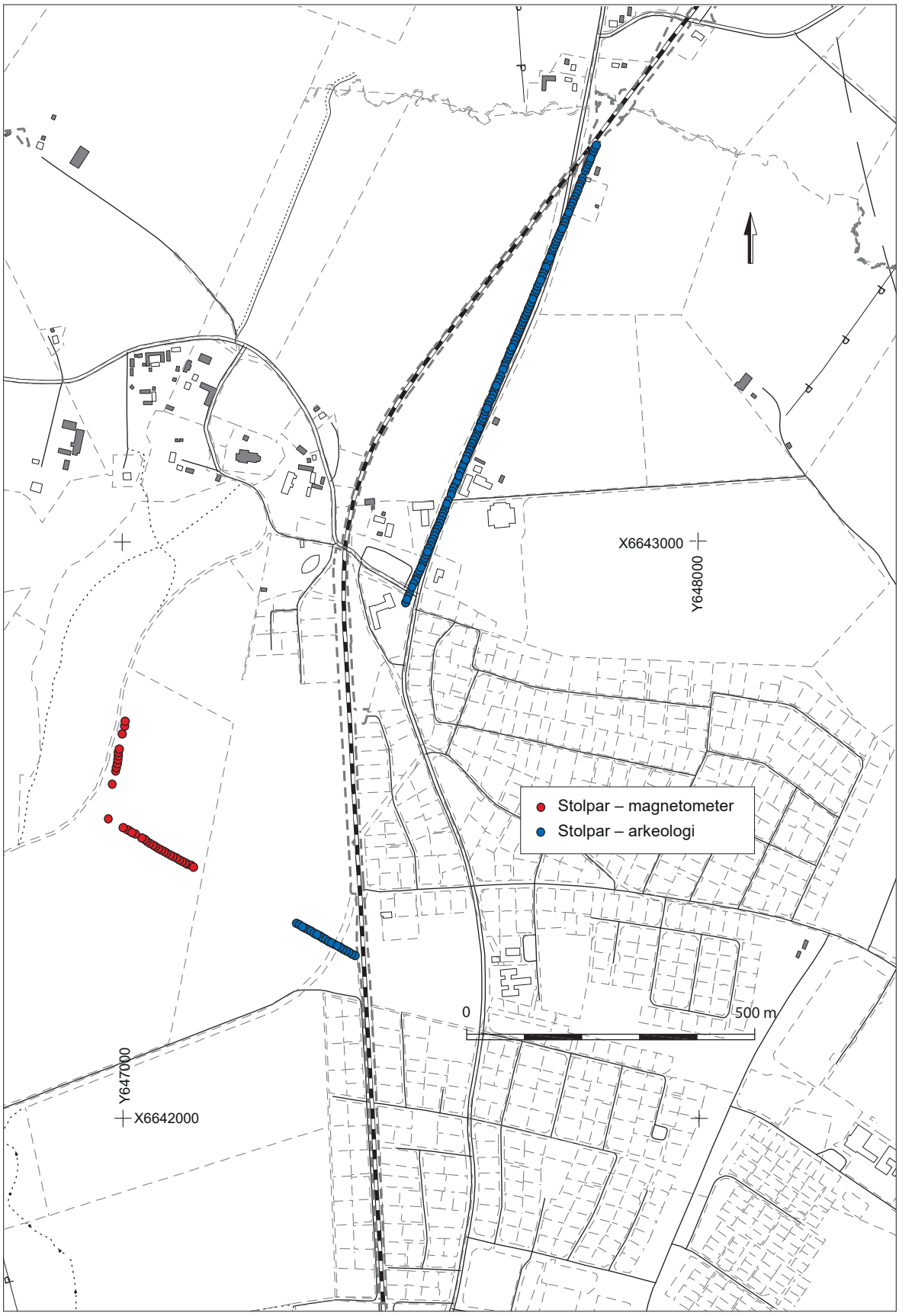
Den arkeologiskt undersökta nord–sydliga, raka stolpraden påträffades till stora delar under dåvarande Vattholmavägen i samband med att vägen skulle läggas om. Där vägen vek av i norr och söder förlorades också stolpraden. Det är därmed okänt om stolpraden fortsatt fram till ån Samnan, fortsatt norr därom eller vikt av för att löpa utmed ån. Likaså är stolpradens eventuella fortsättning mot söder okänd.

Inför den nu genomförda undersökningen utgjorde de magnetometeridentifierade och de arkeologiskt undersökta raderna av stolpfundament en sammanlagd sträcka om cirka 1 300 meter öster, söder och sydväst om Gamla Uppsala kyrka. Om, och hur stolpraderna eventuellt fortsätter i nordväst och norr var okänt. Likaså om, och i så fall hur den nordsydliga, arkeologiskt undersökta raden ansluter mot den södra. I söder fanns också ett cirka 200 meter långt glapp mellan de år 2010 magnetometerundersökta och de år 2012–2013 arkeologiskt undersökta stolpfundamenten, men det kunde antas att raden var sammanhängande (fig. 4).

Den nu genomförda magnetometerundersökningen syftade till att fastställa om de södra raderna av fundament faktiskt var sammanhängande, om den södra raden även fortsatte öster ut, öster om järnvägen under den nuvarande fotbollsplanen liksom om stolpraden skulle vara möjlig att lokalisera utmed ån Samnans södra strandbrink.

Magnetometerundersökningen

Magnetometermätningar används inom arkeologisk prospektering för att detektera områden som avviker i sin magnetisering från den vanliga magnetiseringen orsakad av jordens magnetfält (Becker 1995:217–228; Neubauer 2001). Arkeologiskt eller historiskt intressanta underjordiska strukturer kan förorsaka lokala anomalier i jordens magnetfältstyrka och magnetfältorientering, som med mycket känsliga mätinstrument, en så kallad magnetometer, kan



Figur 4. År 2010 identifierades de första stolpfundamenten i Gamla Uppsala med hjälp av magnetometer. Åren 2012 och 2013 undersöktes ytterligare stolpfundament i samband med arkeologiska undersökningar inom OKB-projektet. Stolpfundamentens läge är markerade på ett utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:10 000.

detekteras. Användning av eld kan generera en ökad magnetisering av järnmineraler. Upphettning av jord och lera över den så kallade Curie-temperaturen kan magnetisera till exempel bränd keramik eller tegelstenar termoremanent. Magnetometerprospektering kan också användas för att detektera ferromagnetiska objekt (järnobjekt). Diamagnetiska metaller som koppar, silver, guld eller bly inte kan däremot inte detekteras genom magnetometerprospektering. Mänsklig aktivitet i historisk eller förhistorisk tid kan förorsaka en ökad magnetisering av ytliga jordlager. Grävda gropar eller diken som fyllts med jord av högre magnetisering kan förorsaka mätbara avvikelser i lokala magnetfält.

Magnetometermätningar utförs vanligtvis genom så kallade gradiometermätningar. Ett gradiometerinstrument består av två magnetometersensorer som båda mäter det lokala magnetfältet. En sensor är monterad nära markytan och den andra är monterad med större distans från markytan. Den nedre sensorn påverkas i högre grad av magnetfältanomalier i marken jämfört med den sensorn med längre avstånd från marken. Båda sensorerna mäter den mycket kraftiga effekten av det regionala jordmagnetfältet och dess variationer över tid på grund av till exempel solaktivitet. Genom differensberäkning mellan mätvärdena från den övre och den undre sensorn beräknas gradienten av det lokala magnetfältet (därav namnet gradiometer) och svaga lokala magnetfältvariationer blir detekterbara.

Jordens magnetfältstyrka i Uppsalaregionen är ungefär 48 000 nano Tesla [nT]. Magnetfältanomalier orsakade av arkeologiska strukturer ligger oftast mellan 0.001 nT ((t.ex. ett svagt magnetiskt stolphål) och några 10 tals nT (t.ex. rester av en tegelugn). Upplösningsförmågan hos den Förstermagnetometer som användes i Gamla Uppsala är mellan 0.2 och 0.3 nT.

Magnetometermätningar är helt passiva till skillnad från georadarmätningar som görs aktiv genom utsändning av en elektromagnetisk signal från en radarantenn. Georadarmätningar mäter ett helt radarspår bestående av flera hundra mätvärde för varje mätpunkt på markytan, men magnetometern registrerar bara ett mätvärde per mätpunkt på ytan. Detta är förklaringen till att data från georadarundersökningar är tredimensionell och att magnetometerdata är tvådimensionell.

Magnetfältsmätningar (fig. 5) utförs längs parallella profillinjer som täcker hela undersökningsområdet. En rekommenderat maximalt avstånd mellan mätprofilerna är 40–50 centimeter. I profilriktningen registreras mätvärde med cirka tio centimeter avstånd.

Undersökningens genomförande

Magnetometermätningar gjordes inom tre mätområden, två i söder och ett i norr (fig. 3). De undersökta ytorna i söder utgjordes av tre separata mätytor som tillsammans omfattade drygt 6 700 kvadratmeter, varav 220×100 meter i åkermark samt 88×50 meter och 10×50 meter på en fotbollsplan. Den norra undersökningsytan var cirka 1000 kvadratmeter (200×50 m) i åkermark. I söder var mätprofiler orienterade i nordnordöst–sydsydvästlig riktning, och i norr i nordnordväst–sydsydöstlig riktning. Magnetometerresultatet är presenterat som gråskalebilder med olika kontrastering i figurerna 26–37 i bilaga 1. Kontrastering beror på val av olika *clip-off* värden för dataområden över vilket 255 gråskalefärgvärden linjärt fördelas



Figur 5. Arkeologernas magnetometersystem bestående av fyra Förstergradiometerinstrument monterade med 50 cm mellanrum på en omagnetisk vagn. Vagnen förs längs 50 meter långa mätprofiler över undersökningsområdet. Mätpunktavstånd i profilriktning är cirka 10 centimeter. Foto: Maria Lingström, Arkeologerna.

mellan vit för minimum *clip-off* värde och svart för maximum *clip-off* värde. Ett litet mätvärdeområde resulterar i kontrastrika bilder medan ett stort område resulterar i bilder som visar var de kraftigaste anomalierna finns. Tolkningen av magnetometerdata redovisas i figur 6 och 7.

De södra undersökningsområdena, söder om Gamla Uppsala kyrka, ligger på ömse sidor av järnvägen som löper i nord–sydlig riktning. Den västra ytan (MAG 1) ligger i plan, i princip stenfri lerig åkermark. I norr avgränsas åkermarken av villabebyggelse och Gamla Uppsala kyrka och i väster av Högåsgravfältet, Uppsala 123:1. Mot söder fortsätter åkermarken ytterligare ett antal hundra meter. Den östra undersökningsytan (MAG 2) utgör en fotbollsplan inom Gamla Uppsala (fig. 3).

Det norra undersökningsområdet (MAG 3) ligger i plan, i princip stenfri lerig åkermark. I öster avgränsas området av Vattholmavägen och mot norr av ån Samnan. Mot söder och väster fortsätter åkermarken (fig. 3).

Mätningarna gjordes med Arkeologernas magnetometersystem bestående av fyra Förstergradiometerinstrument monterade med 50 centimeter mellanrum på en omagnetisk vagn. Vagnen fördes längs 50 meter långa mätprofiler över undersökningsområdet. Mätpunktavstånd i profilriktning är cirka tio centimeter (fig. 5).

Undersökningsytorna mättes in med en RTK-GPS i Sweref 99 TM varvid all mätdata kunnat georefereras och bearbetas och tolkas i GIS-programvaran ESRI ArcGIS.

Undersökningsdata är processad av geofysiker Immo Trinks, forskningsledare vid LBI ArchPro i Wien, som också framställt gråskalebilderna, de så kallade magnetogrammen.

Arkeolog Pär Karlsson har gjort det arkeologiska tolkningsarbetet.

Resultat och tolkning av magnetometerundersökningen

Resultatet av magnetometermätningarna visar en relativt homogen bakgrundsmagnetisering med många positiva (svarta) anomalier av mindre storlek. Anomalier som består av en tydligt positiv (svart) maximum och en negativ (vit) minimum tolkas som förorsakade av ferromagnetiska magnetiserade objekt, sannolikt objekt av järn. Anomalier som består av en positiv (svart) maximum och en negativ (vit) minimum i form av en aura tolkas som en termoremanent magnetiserad struktur så som till exempel en härd. Anomalier som består av en positiv (svart) maximum men saknar en negativ (vit) skugga tolkas som objekt eller strukturer med avvikande magnetisering sannolikt orsakad av antingen en magnetiserad sten eller en magnetiserad fyllning i en nedgrävning, till exempel i ett större stolphål, en grop eller ett dike.

MAG 1, Södra undersökningsområdet, åkermark

Syftet med undersökningsytan var att om möjligt identifiera fler stolpfundament av det slag som tidigare har identifierats med magnetometer samt grävande arkeologi. Utmed hela undersökningsytans nordväst–sydöstliga utbredning var detta möjligt. Sammanlagt 33 stolpfundament utmed samma linje som tidigare har dokumenterats var möjliga att identifiera i magnetometerdata (fig. 6).

Inom ytan finns utöver stolparna ett stort antal arkeologiskt tolkningsbara magnetiska anomalier. Dels i form av mindre ferromagnetiska objekt fördelade över hela ytan, var av merparten sannolikt är orsakade av löst liggande metallobjekt i ploggången. Dels framträder ett antal linjära anomalier som med största sannolikhet är orsakade av dräneringsdiken. Inom ytan framträder också ett antal anomalier som sannolikt kan tolkas som spåren efter härdar, stolphål och gropar. I undersökningsområdets norra del finns en hästskoformad anomali med måtten cirka 18×25 meter. Hur denna skall tolkas är dock oklart.

MAG 2, Södra undersökningsområdet, fotbollsplanen

Inom undersökningsytan påträffades sju anomalier som tolkas vara fortsättningen på stolpraden i söder (fig. 6). Dessa återfinns bara i den västra delen av fotbollsplanen, varvid stolpradens eventuella fortsättning mot öster eller vinkling mot norr ej går att tolka utifrån resultaten från den genomförda magnetometerundersökningen.

Magnetometerdata från fotbollsplanen präglas i hög utsträckning av anomalier vilka troligen är orsakade av moderna markingrepp. Dels framträder ett antal kraftiga negativa anomalier samt flera kraftigt positiva. Sannolikt är dessa resultat av till exempel belysningsstolpar, dräneringar och elledningar. Likaså är bakgrundsmagnetiseringen väldigt heterogen. Detta kan bero på underliggande geologiska förhållanden, men troligare är att det är ett resultat av markberedningsarbeten i samband med anläggandet av fotbollsplanen. Magnetometerdata visar också på ett stort antal mindre ferromagnetiska objekt över hela ytan. Merparten av dessa är förmodligen orsakade av tappade eller slängda små metallobjekt i samband med nyttjandet av fotbollsplanen.

MAG 3, Norra undersökningsområdet, invid Samnan

Syftet med den norra undersökningsytan var att om möjligt identifiera en fortsättning på stolpraden söder om, parallellt med ån Sam-



Figur 6. De nu identifierade stolparna inom de södra undersökningsytorna markerade på utdrag ur digitala Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:3 000.

nan. Det finns ingenting i magnetometerdata som antyder en sådan fortsättning.

I data framträder dock ett antal andra anomalier som sannolikt är av arkeologsikt intresse (fig. 7). I både öster och väster identifierades ett antal anomalier som troligen är spår efter större gropar. Likaså framträder längst i öster vad som troligen skall tolkas som spår efter en större stolpbyggnad i öst–västlig riktning. I data framträder två och ett halvt bockpar samt vägglinjen från byggnadens västra del.

Inom det norra undersökningsområdet identifierades ytterligare ett antal anomalier. Dessa utgjordes främst av diken i riktning mot ån Samnan i norr samt en mycket kraftig magnetisk anomali i områdets centrala del. Denna nord–sydliga anomali är troligen orsakad av en modern kabel.

Sammanfattning av resultaten från magnetometerundersökningen

Det kan konstateras att den genomförda magnetometerundersökningen var framgångsrik; i söder kunde ett stort antal stolpfundament identifieras och glappet mellan de tidigare kända fundamenten kan nu slutas (MAG 1). Likaså kan det konstateras att raden fortsätter öster om järnvägen, under den nuvarande fotbollsplanen (MAG 2). I norr har intressanta anomalier identifierats vilka kan tolkas som en indikation på ett förhistoriskt hus i undersökningsområdets östra del (MAG 3).

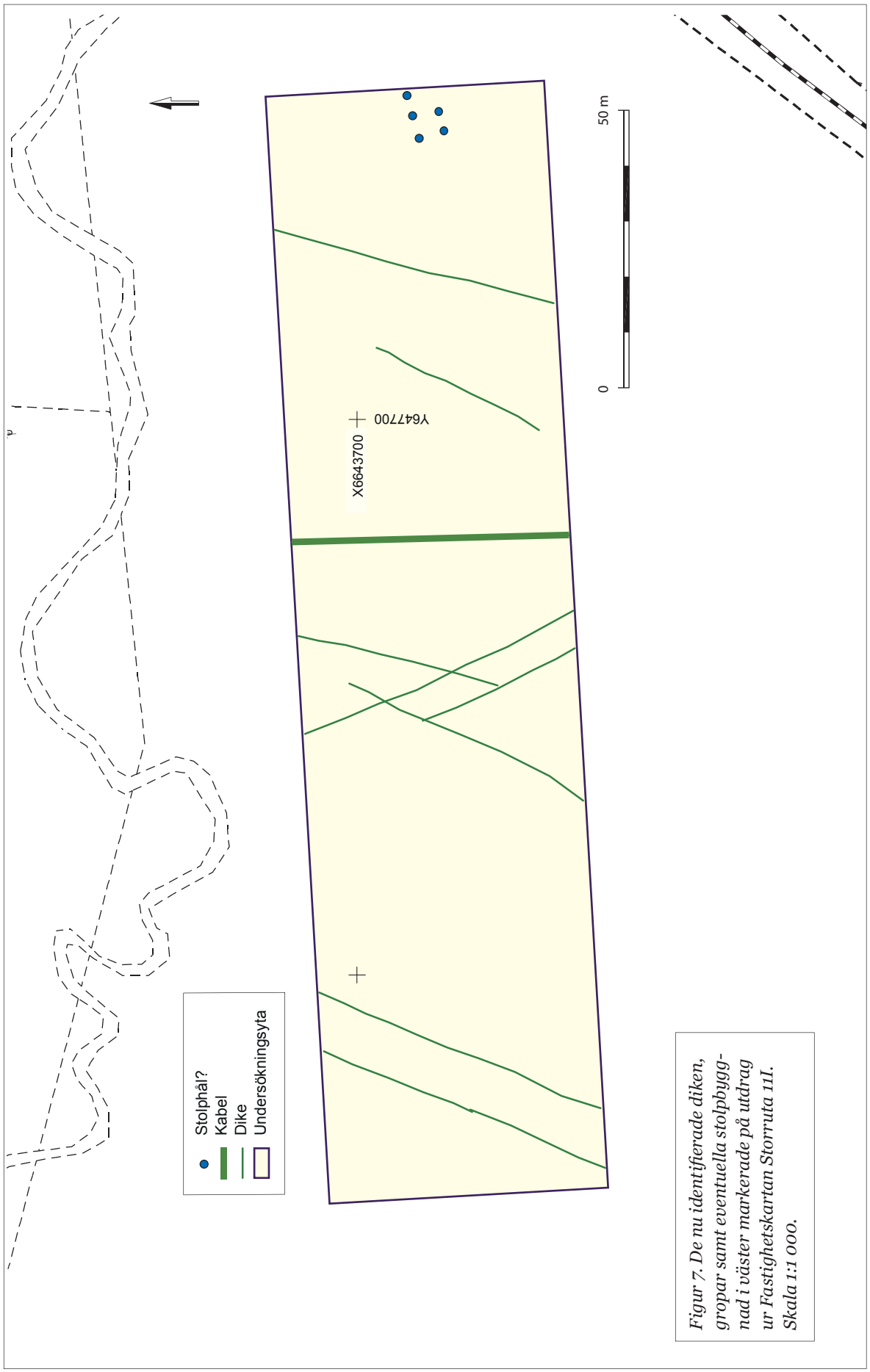
Men, huruvida och i så fall var stolpraden i söder viker av norrut för att möta den nord-sydliga raden under Vattholmavägen har inte gått att besvara genom magnetometerundersökningen. Vad som dock kan kostateras är att den arkeologiskt undersökta stolpraden med största sannolikhet inte viker av mot väster vid Samnan. Det fanns inget inom det norra magnetometerundersökta området (MAG 3) som indikerade en fortsättning i öst–västlig riktning, söder om ån Samnan.

De med magnetometer identifierade stolpfundamenten i söder torde knappast behöva verifieras genom riktade provgrävningar då de helt följer mönstret vad gäller form, utbredning och riktning som de arkeologiskt undersökta under Vattholmavägen och väster om järnvägen. I norr bör dock anomalierna som här är tolkade som indikationer på en förhistorisk byggnad följas upp arkeologiskt. Detta då erfarenheten har visat att bebyggelsespår från förhistorisk tid ofta är svåra att såväl identifiera magnetiskt som att tolka arkeologiskt.

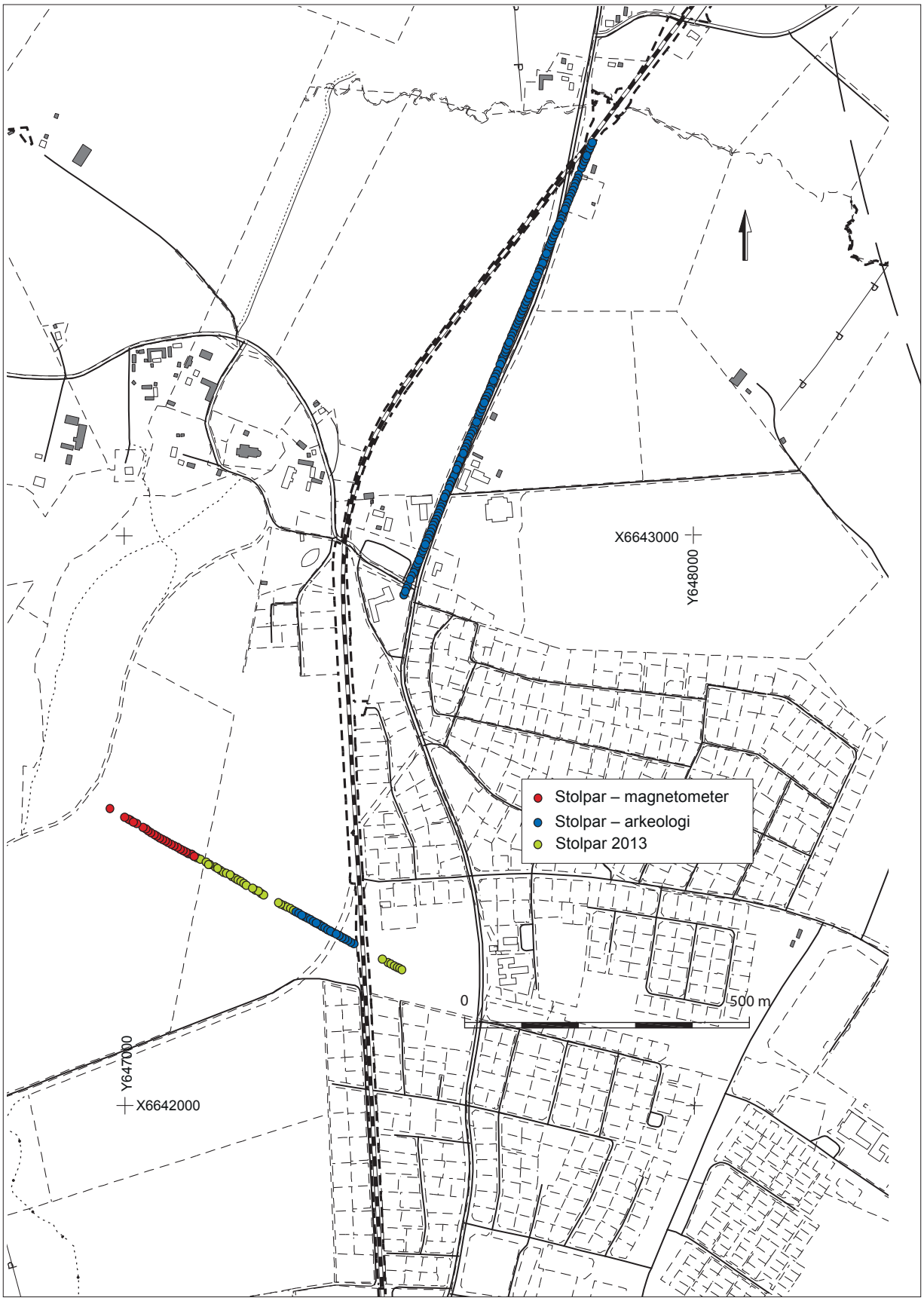
Georadarundersökningen

Under sammanlagt sex dagar i oktober år 2015 (9–14 oktober) genomförde Arkeologerna (Redaktion och Teknik) en storskalig, motoriserad georadarundersökning på fem ytor inom fornlämning Uppsala 586:1, Uppsala socken i Uppsala kommun, Uppsala län (fig. 3). Uppdragsgivare var OKB-projektet genom Lena Beronius Jörpeland, Arkeologerna. Undersökningen finansierades med medel från Arkeologerna, LBI ArchPro och LBI ArchPro-partnern Vestfold fylkeskommune i Norge.

Undersökningen genomfördes av Hannes Schiel, LBI ArchPro i Wien och Pär Karlsson från Arkeologerna RoT. Mätdata är processad av Hannes Schiel. Pär Karlsson har gjort den arkeologiska tolkningen av mätdata samt sammanställt föreliggande rapport.



Figur 7. De nu identifierade diken, gropar samt eventuella stolpbyggnad i väster markerade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:1 000.



Figur 8. De år 2010–2013 identifierade stolpfundamenten i Gamla Uppsala kompletterade med de nu med hjälp av magnetometer identifierade. Glappet i den södra raden är slutet, och det finns inga indikationer på att raden skulle vika mot norr för att ansluta vinkelrätt mot den nord–sydliga stolpraden. Stolpfundamentens läge är markerade på ett utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:10 000.

Bakgrund

Inför utbyggnaden av Ostkustbanan i östra delen av Gamla Uppsala fornlämningsområde har stora arkeologiska undersökningar genomförts (OKB). Undersökningarna har genererat mycket ny kunskap om Gamla Uppsala men har också väckt en rad nya frågor. Bland annat har ett helt nytt och okänt monument bestående av flera hundra meter långa rader med trästolpar påträffadats, både i samband med de grävande undersökningarna och med tidigare magnetometerundersökningar. De arkeologiska undersökningarna har också påvisat att omfattande gårdsbebyggelse från järnålder och medeltid har funnits liksom gravfält från järnålder. Många av de identifierade lämningarna har dock en utbredning som är större än de tidigare undersökningsområdena. Till exempel har det inte gått att undersöka stolpraderna i dess helhet, eller vissa av de påträffade boplatserna och gravfälten. Detta påverkar förstås möjligheterna till förståelse av de undersökta lämningarna.

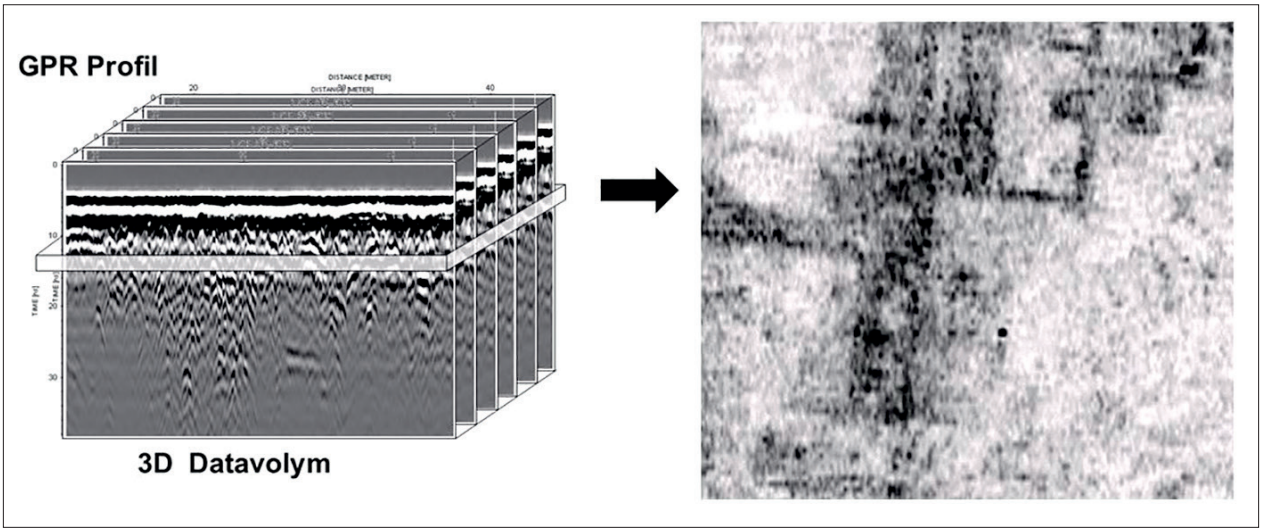
I områden som ansluter till de ytor som har undersökts inom det arkeologiska projektet OKB har Arkeologerna tillsammans med LBI ArchPro och Vestfold fylkeskommune därför genomfört en motoriserad georadarundersökning. Syftet var att komplettera projektet med arkeologisk kunskap genom tolkningar av högupplöst georadardata.

Frågeställningar som var angelägna inför georadarundersökningen var om stolpradens fortsättning i sydöst var möjlig att fastställa; hur tidigare delundersökta boplatser och gravfält breder ut sig utanför tidigare undersökningsområden samt om det med hjälp av geofysiska metoder är möjligt att lokalisera tidigare okända arkeologiska lämningar i anslutning till Gamla Uppsala.

Georadarundersökningen

Georadarsystem fungerar i princip som ett ekolod. En sändarantenn sänder ut en elektromagnetisk signal, som reflekteras olika från strukturer som stenar och skiktgränser mellan jordlager med olika fysiska egenskaper, till exempel fyllningen i diken eller gropar relativt den omgivande orörda undergrunden. För att en struktur skall vara mätbar krävs att det finns en tillräcklig fysikalisk konstrast mellan strukturen och den omgivande marken, samt att strukturen är tillräckligt stor jämfört med mätprofilavståndet. Otillräcklig fysikalisk konstrast, eller för liten storlek, kan innebära att underjordiska strukturer, vilka okulärt är mycket tydliga i samband med grävarbeten, kan vara fullständigt ”osynliga” för georadarantennen. Omvänt kan georadarantennen lokalisera strukturer i marken som med ögat annars vore omöjliga att identifiera. Penetreringsdjupet av georadarsignalen beror på markens fysiska egenskaper och antennsignalens frekvens.

Genom mätningar längs många, tätt lagda parallella linjer kan man generera en tredimensionell digital datavolym. Traditionella analyser görs av enstaka vertikala georadarprofiler vilket är komplicerat samt resulterar mestadels i otillfredsställande databilder av ringa arkeologiskt värde. Bearbetning av en tredimensionell datavolym ger däremot möjlighet att ta fram bilder av hela den sammanhängande undersökta ytan från olika djup (s.k. djupskivor), vilket dramatisk ökar såväl förståelsen av insamlad data som de arkeologiska tolkningsmöjligheterna (fig. 9). Våra erfarenheter från tidigare motoriserade arkeologiska georadarmätningar har visat att mätningar med



Figur 9. Genom mätningar längs många, tätt lagda parallella linjer kan man generera en tredimensionell digital datavolym. Bearbetning av en tredimensionell datavolym ger möjlighet att ta fram bilder av hela den sammanhängande undersökta ytan från olika djup (s.k. djupskivor), vilket dramatisk ökar såväl förståelsen av insamlad data som de arkeologiska tolkningsmöjligheterna. Våra tidigare motoriserade arkeologiska georadarmätningar har visat att mätningar med ett profilavstånd om max cirka tio centimeter resulterar i en mycket hög datakvalité.

ett profilavstånd om max cirka tio centimeter resulterar i en mycket hög datakvalité. Ett större profilavstånd är bara lämpligt för att kartlägga större och sammanhängande strukturer, till exempel murar eller moderna ledningsschakt. I detta sammanhang är det väsentligt att påpeka att det inte bör förväntas att enstaka strukturer, som är mindre i diameter än det dubbla profilavståndet, skall vara möjliga att identifiera och tolka i georadardata. Anledningen är att anomalier som endast är synliga på en profil är mycket svåra att skilja från till exempel en enskild, löst liggande sten i marken.

För att en georadarmätning skall vara framgångsrik förutsätts att mätytan är plan och till största delen fri från hinder och hög vegetation. På grund av störande effekter från rötter och/eller ojämn topografi är det inte meningsfullt att göra georadarmätningar i områden som är tätt bevuxna med träd eller buskar. Mycket fuktig mark är också olämplig på grund av att fukten starkt begränsar penetreringsdjupet för signalen.

Det motoriserade flerkanalsradarsystemet består av 16 antenner (9 sändar- och 8 mottagarantenner, 400 MHz) som är monterade framför en trädgårdstraktor (fig. 10). Avståndet mellan antennerna är 10,5 centimeter, och med hjälp av RTK-GPS positioneras all mätdata i realtid, med centimeterprecision. Under goda förhållanden kan en yta om cirka fem hektar undersökas under en fältarbetsdag. Systemet används företrädesvis på stora, öppna ytor såsom åkrar, men kan också användas på öppna, asfalterade eller grusade områden. Systemet är avhängigt goda GPS-förhållanden för positioneringen, men kan också konverteras till totalstationspositionering för användning i miljöer med hög bebyggelse eller höga träd som begränsar GPS-förhållanden.

Mätdata processeras med programvaran ApSoft som utvecklas inom det internationella forskningsprojektet LBI ArchPro. I mjukvaran bearbetas insamlad data i syfte att optimera den digitala återgivningen av arkeologiska strukturer under markytan.

Georefererade djupskivor presenteras som gråskaliga TIFF-bilder, vilka analyseras och tolkats i ett GIS (ESRI ArcMap) tillsammans med relevant kartmaterial i digital form. Mörkgrå eller svarta strukturer i djupskivorna tyder på ökad reflektivitet i marken. Till exempel förorsakar stenar eller byggnadsrester en ökad reflektivitet av georadarsignalen. Ljusa strukturer i georadardata tyder på låg reflektivitet och därmed absorberande material, som ofta sammanfaller med ökad elektrisk ledningsförmåga av marken, till exempel genom högre markfuktighet eller mark med hög andel lera. Dessa ljusa anomalier kan vara förorsakade av igenfyllda gropar, vilka på grund av mindre jordkompakteringsgrad och högre humifiering uppvisar en högre markfuktighet och därmed minskad reflektivitet relativt omgivande jordlager. Ett bra sätt att förstå och analysera georadardata är att bläddra snabbt fram och tillbaka mellan djupskivorna. På detta sätt blir strukturer, som syns som förändringar i reflektiviteten, och



Figur 10. Motoriserat radarsystem av typen MALÅ MIRA som drivs av en Kubuta trädgårdstraktor. Antennerna är placerade i den vita lådan framför traktorn. Ovanpå lådan är gps-mottagaren monterad. Georadarsystemet är utvecklat inom LBI ArchPro-samarbetet i syfte att fungera stabilt även under krävande förhållanden. Foto: Arkeologerna.

strukturernas horisontella och vertikala utbredning mest åskådlig. Snabba bildanimationer hjälper till att se sammanhängande strukturer på olika djupskivor.

Resultatet av våra georadarmätningar redovisas i en rapport i form av tolkning av data samt samtliga djupskivor. Vanligast är att varje djupskiva visar georadarreflektioner från en horisontell fem eller tio centimeter tjock datavolym från angivit djup. Det faktiska djupet för anomalier och strukturer under markytan kan variera på grund av att djupkonverteringshastigheten av data är uppskattad genom en kalibrering för varje enskild undersökningslokal. Det relativa djupet av strukturer är dock alltid korrekt avbildat.

Undersökningens genomförande

Den motoriserade högupplösta georadarundersökningen omfattade fem separata mätytor (GPR 1a och GPR 1b–4) (fig. 3). Undersökningsytorna omfattar sammantaget cirka 20 hektar (195 668 kvm), var av cirka 16 hektar var åkermark och fyra hektar kortklippt gräsmatta. All åkermark utgjordes av stubbåker.

Georadarmätningarna genomfördes med en 16-kanal, 400 MHz MALÅ Imaging Radar Array (MIRA) med 10,5 centimeter mätpunktavstånd i sidled och 4 centimeter i färdriktning. MIRA-antennerna var kopplade till en Kubota trädgårdstraktor (fig. 10). För positionering av mätdata användes en RTK-GPS av typen Javad med egen basstation.

Mätdata processerades i mjukvaran ApSoft av Hannes Schiel och den arkeologiska tolkningen av data är gjord av Pär Karlsson i ESRI ArcMap.

Georadarresultatet är presenterat som gråskalebilder, så kallade djupskivor, som visar georadarreflektioner från en horisontell fem centimeter tjock datavolym från angivit djup i bilaga 2, figurerna 38–157. Tolkningen georadardata redovisas i figur 11–24.

Resultat och tolkning av georadarundersökningen

GPR 1a och GPR 1b

Yta 1a och b var belägna i åkermarken norr om Gamla Uppsala kyrka, söder om ån Samnan och väster om järnvägen. Hela undersökningsytan utgjordes av stubbåker. Undersökningsytan delades i två av ett öppet täktdike, därav benämningen 1a och b. Den västra ytan, Yta 1a, omfattade 4,6 hektar och den östra ytan, Yta 1b, cirka 1,4 hektar. Sammantaget var Yta 1 cirka sex hektar (60 004 kvm, ca 680–90 m). I den ursprungligt planerade ytan ingick även ett cirka 7,8 hektar stort anslutande område i väster. Tyvärr var inte området tillgängligt för georadarundersökning då ytan var nyplöjd.

Nordost om undersökningsområdet ligger boplatsen vid Fridhem (Uppsala 604:1). Boplatsen är inte avgränsad mot väster, något som förhoppningsvis georadarundersökningen skulle kunna bidra till. Den södra delen av georadarundersökningsområdet omfattade ytor inom boplatsområdet Uppsala 285:1 som har varit föremål för flera arkeologiska undersökningar. Förhoppningen var att georadarundersökningen skulle kunna bidra till arkeologisk kunskap om boplatsen. Mellan boplatserna Uppsala 604 och Uppsala 285 har också en mindre arkeologisk undersökning berört boplatslämningar (Uppsala 632). Inte heller denna boplats är avgränsad.

De översta djupskivorna från delområde 1a och b visar tydliga traktor- och plogspår. Likaså framträder ett stort antal ledningar och diken under ploggången. Spåren och de tydliga dikena utgör en kvittens på att datainsamlingen och positioneringen av data har fungerat korrekt.

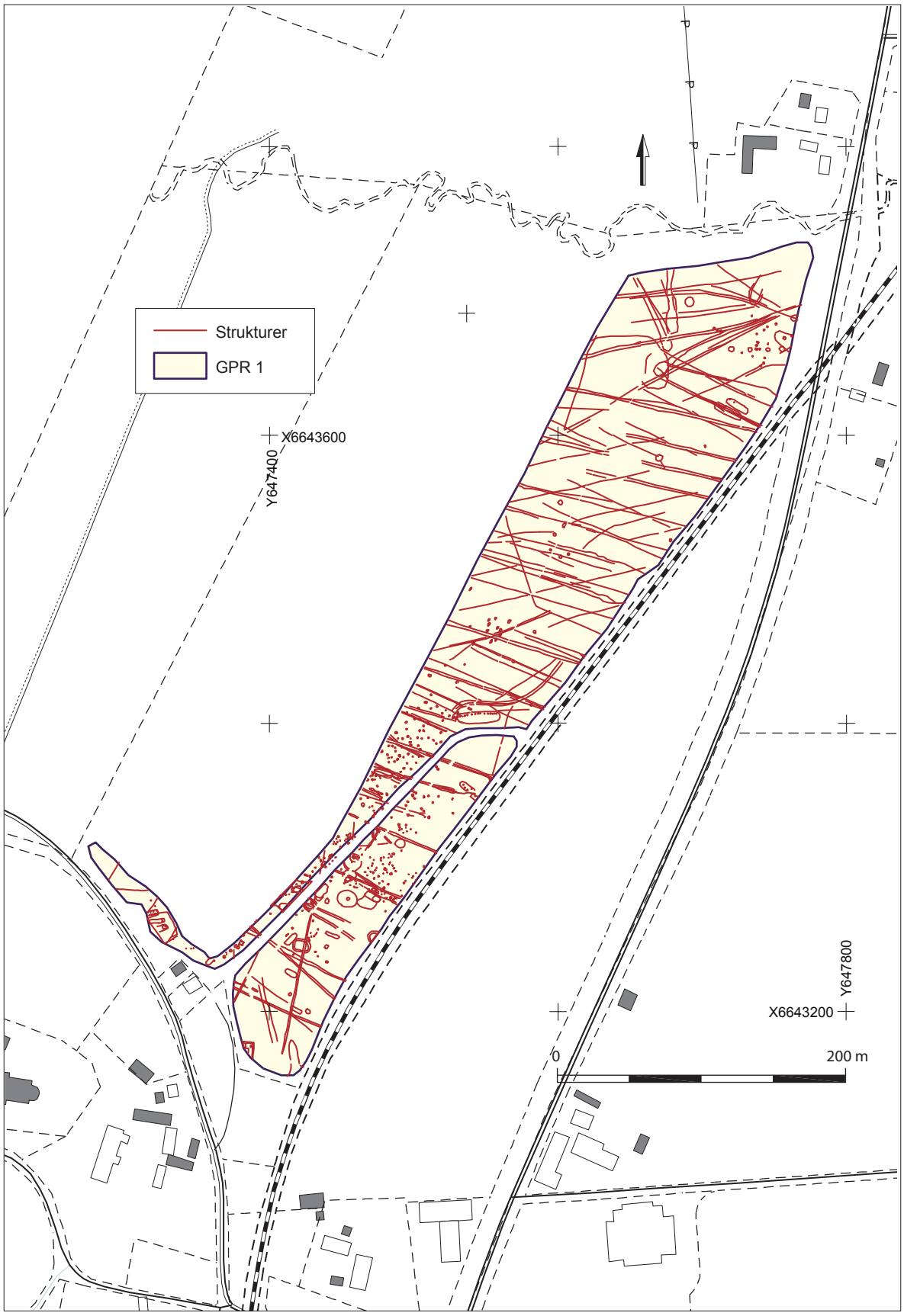
Under ploggången framträder områden som tydligt skiljer ut sig från den övriga ytan i form av betydligt högre reflektivitet. Inom dessa områden framträder också ett stort antal anomalier av arkeologiskt intresse. Det är sannolikt att reflektiviteten och anomalierna är orsakade av arkeologiska boplatslämningar. Den ökade reflektiviteten är troligen förorsakad av kulturlager och ett stort antal mindre arkeologiska strukturer. De större anomalierna indikerar sannolikt större arkeologiska strukturer såsom gropar, brunnar och större härdar.

I områdets nordöstra del är det förmodligen fortsättningen på boplatsen vid Fridhem (Uppsala 604:1) som framträder i data. Det är inte möjligt att i data urskilja mindre strukturer såsom enskilda stolphål vilket annars hade möjliggjort en relativt säker identifiering av sammanhängande strukturer såsom till exempel stolpburna hus. I data framträder dock anomalier som kan vara indikationer på byggnader i form av anomalier med en utbredning som motsvarar grundplanen för en förhistorisk byggnad. Den ökade reflektiviteten, de många större anomalierna samt de byggnadslika strukturerna sammantaget gör det därför möjligt att på goda grunder föreslå en avgränsning av boplatsen Uppsala 604:1 mot väster med hjälp av informationen i georadardata.

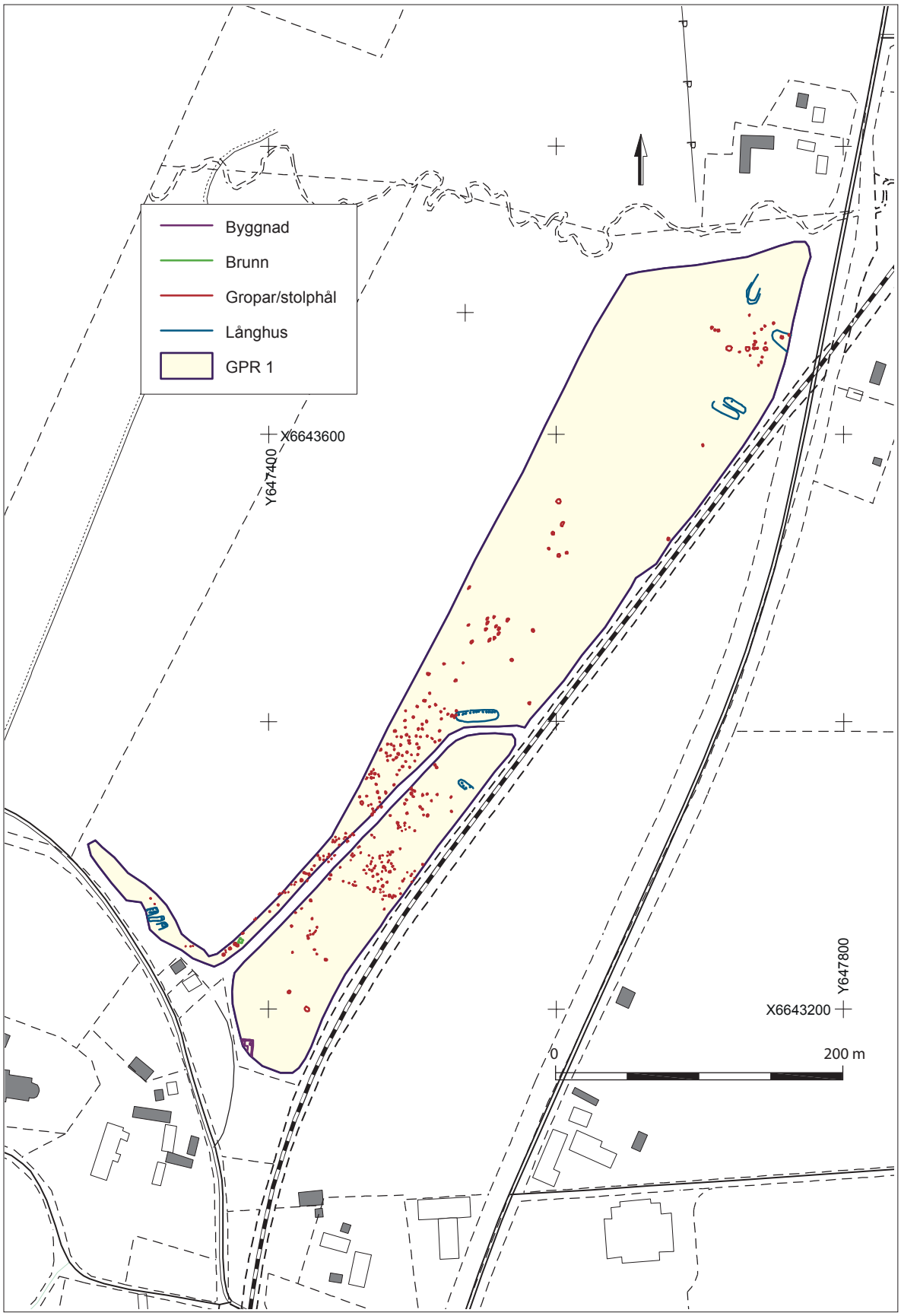
I den västra delen av undersökningsområde 1 finns ett större område som uppvisar en högre reflektivitet i data, liksom innehåller ett mycket stort antal identifierbara anomalier. Området skall därför med största sannolikhet tolkas som ett arkeologiskt boplatsområde, en koncentration av boplatslämningar inom den registrerade boplatsen Uppsala 285:1. Liksom det norra området, det vid Fridhem, har det inte heller här gått att identifiera mindre arkeologiska strukturer såsom enskilda stolphål i data, och därmed inte med säkerhet heller några förhistoriska byggnader. Men, liksom vid Fridhem finns dock huslika strukturer i data som sannolikt är förorsakade av förhistorisk bebyggelse. I data dominerar anomalier som förmodligen skall tolkas som större gropar eller härdar.

Längst i sydväst inom undersökningsområde 1 har det också varit möjligt att identifiera boplatsindikerande strukturer i georadardata. Tre husliknande anomalier, i öst–västlig riktning ligger i anslutning till kanten av undersökningsområdet. Åtminstone två av dem innehåller även mindre anomalier vars form och läge indikerar att de kan vara förorsakade av nedgrävningar för i byggnaderna konstruktionsbärande stolpar.

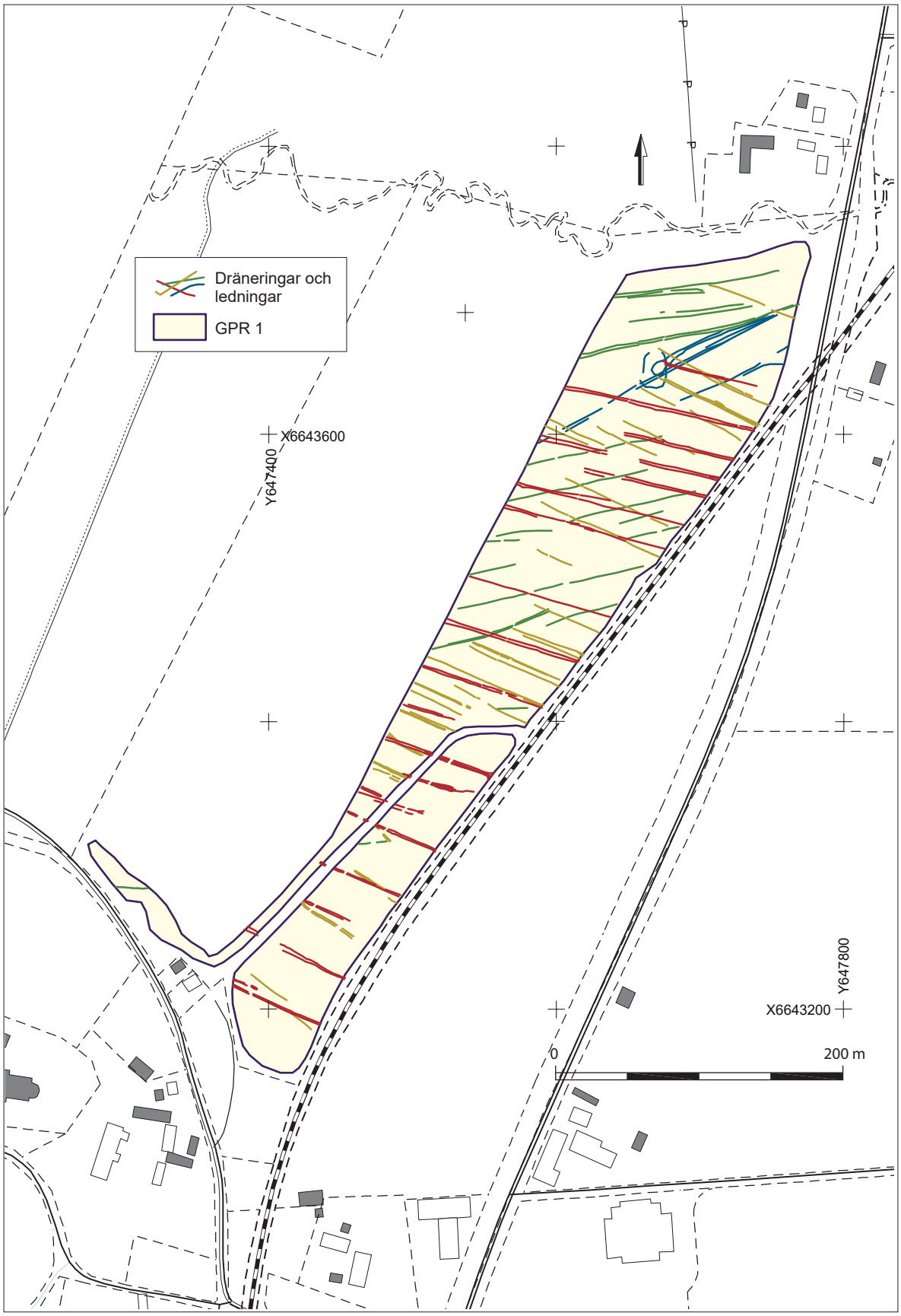
Utöver indikationer på förhistoriska boplatslämningar inom undersökningsyta 1 framträder även ett stort antal diken i data. Dessa diken förefaller representera flera generationer av dräneringsarbeten. Dikenas orientering varierar något, men de gör det gruppvis. För den jordbrukshistoriskt intresserade torde därför dessa diken kunna utgöra en möjlig arkeologisk kunskapskälla till när och hur ett storskaligt åkerbruk kring Gamla Uppsala har tillkommit och utvecklats.



Figur 11. Identifierade anomalier i georadardata från undersökningsområde 1 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:4 000.



Figur 12. Arkeologiskt intressanta anomalier i georadardata från undersökningsområde 1 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:4 000.



Figur 13. Anomalier i georadardata som representerar generationer av dräneringsarbeten inom undersökningsområde 1 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:4 000.

GPR 2

Yta 2 var belägen öster om Gamla Uppsala nya skola, fram till gården Lövstaholm i öster. Hela undersökningsytan var stubbåker. Den sammanhängande undersökningsytan var cirka åtta hektar stor (80 407 kvm, ca 675×270 m).

Mot väster anslöt undersökningsområdet till Storby backe med boplatsen Uppsala 284:2 och gravfältet Uppsala 240:1, i sydväst till boplatsen Uppsala 726 och cirka 35 meter söder om undersökningsytan finns fyra runda stensättningar registrerade (Uppsala 121:1–4).

Med georadarundersökningen önskade vi kunna avgränsa boplatsen och gravfältet vid Storby backe öster ut, boplatsen Uppsala 726 norrut samt om möjligt identifiera en fortsättning på ett möjligt ytterligare gravar i anslutning till de registrerade stensättningarna Uppsala 121. Till detta skall också föras möjligheten att identifiera tidigare, oupptäckta fornlämningar inom undersökningsytan.

De översta djupskivorna från delområde 2 visar tydliga traktor- och plogspår. Likaså framträder ett stort antal ledningar och diken under ploggången. Spåren och de tydliga dikena utgör en kvittens på att datainsamlingen och positioneringen av data har fungerat korrekt.

Under ploggången framträder en mycket varierad geologisk undergrund. Den östra och nordvästra delen av undersökningsområdet utgörs av en relativt homogen, sannolikt siltig lerundergrund. Centralt och mot sydväst inom ytan är undergrunden betydligt mer varierad, och mer reflekterande. Inom dessa områden ligger berggrunden och moränen betydligt ytligare.

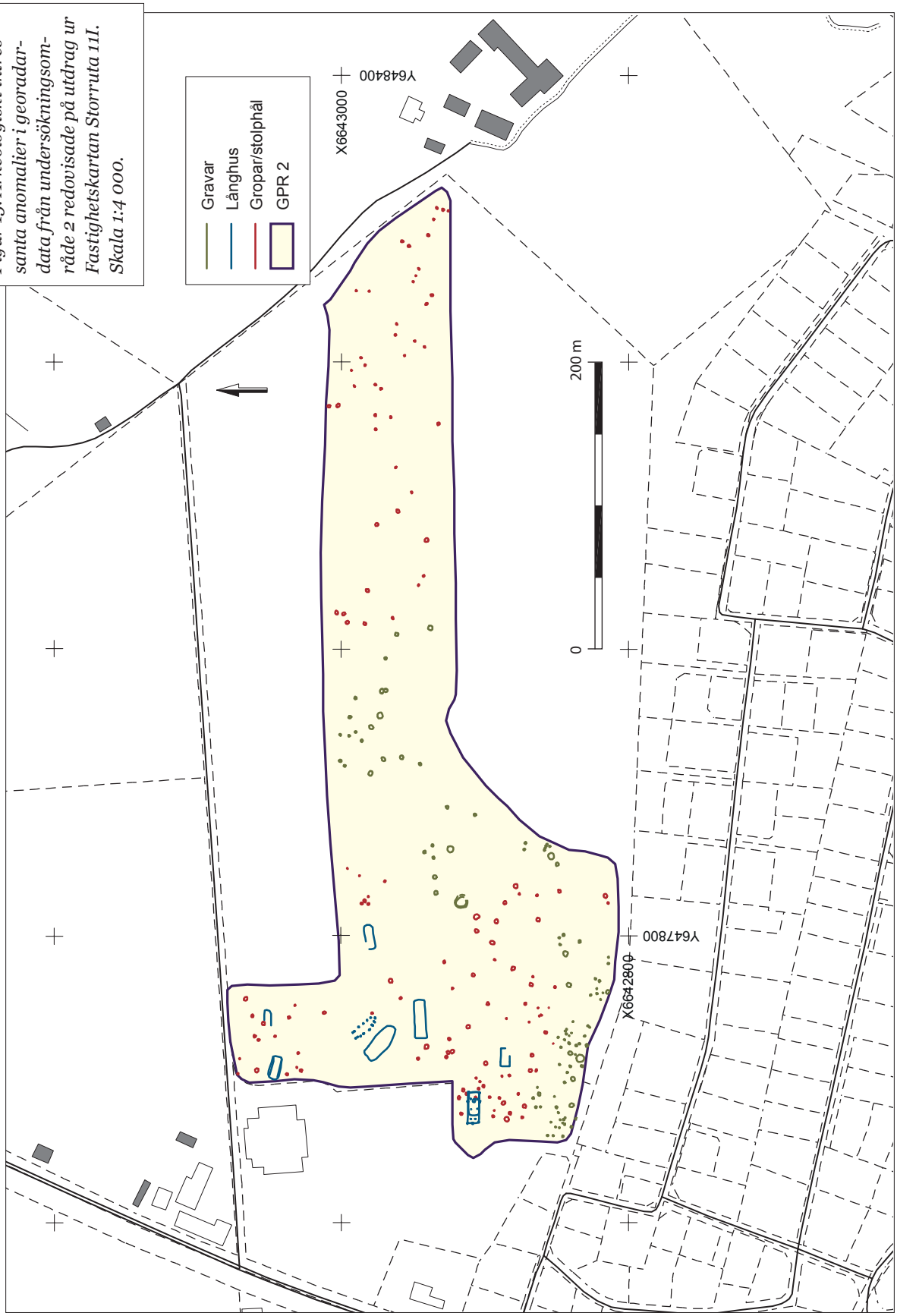
I georadardata från den västra delen av undersökningsytan, den som ansluter till Storby backe med boplatsen och gravfältet (Uppsala 284:2 och Uppsala 240:1) samt boplatsen Uppsala 726, framträder ett stort antal anomalier som med all säkerhet är förorsakade av arkeologiska lämningar. Anomalierna utgörs både av reflekterande och absorberande strukturer och kan sannolikt tolkas som såväl gravfälts- som boplatslämningar, med gropar, stolphål och stolphus och möjliga flatmarksgravar och stensättningar. Det har inte varit möjligt att avgränsa och separera de olika fornlämningarna med hjälp av resultaten från georadarundersökningen. I data framstår det som att fornlämningarna överlappar varandra, utan några egentliga tomrum emellan. Vad som däremot låter sig göra är att med stor säkerhet föreslå en avgränsning av fornlämningsområdet mot öster.

Inom det centralt belägna området med kraftigt reflekterande bergrund finns i georadardata ett stort antal runda, cirka 1,5–2 meter i diameter stora anomalier. Det är inte givet hur dessa skall tolkas men troligen är de av arkeologiskt intresse. Anomaliernas storlek, form och läge på utlöparen av den moränhöjd där stensättningarna Uppsala 121:1–4 ligger gör det möjligt att tolka anomalierna som ytterligare stensättningar.

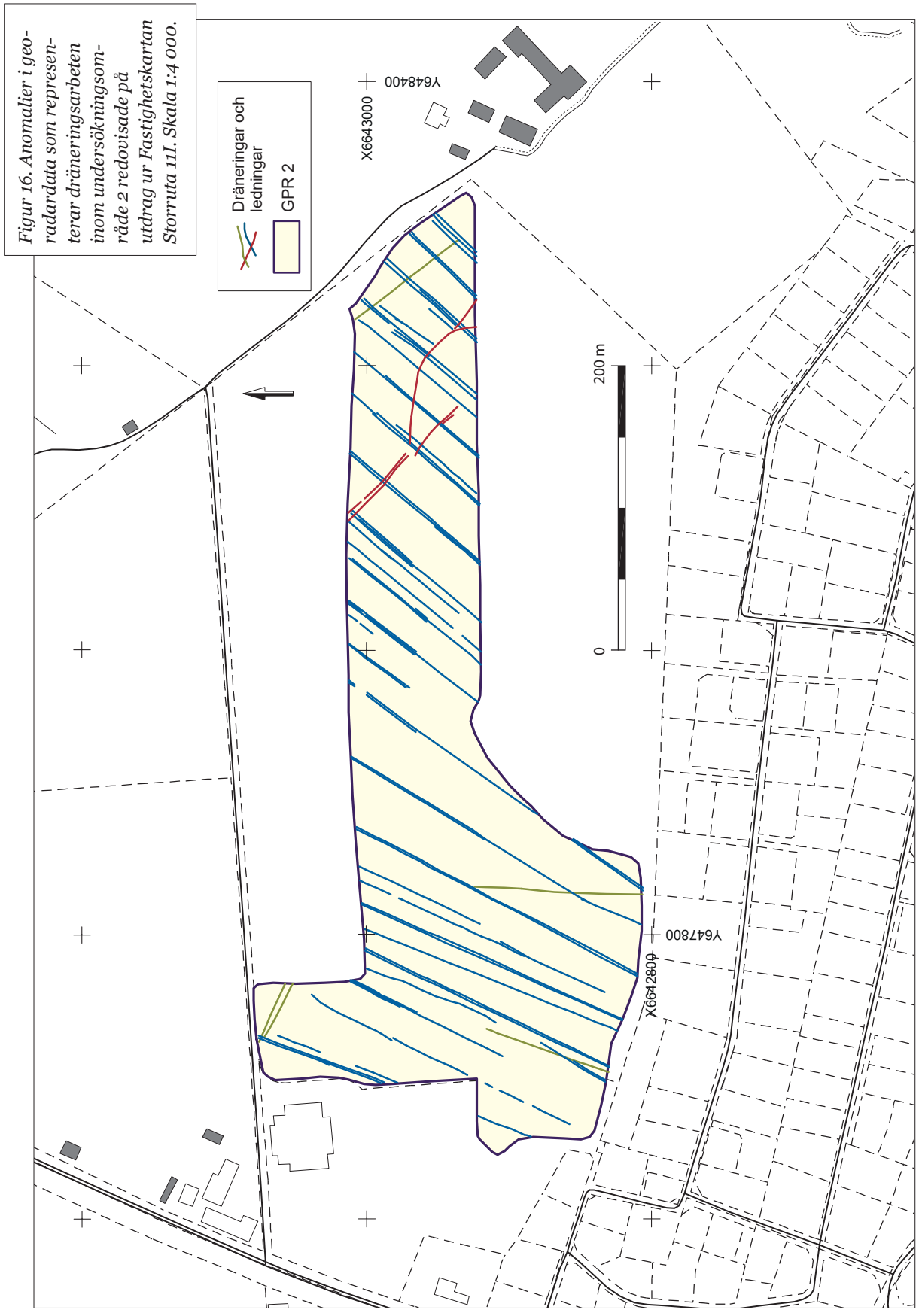
Centralt, mot norr inom undersökningsyta 2 finns ett område som innehåller anomalier av boplatsindikerande karaktär. I data framträder ett stort antal mindre reflekterande objekt vilka förmodligen är stolphål. Likaså framträder en ansenlig mängd anomaler i storleksintervallet cirka 80–100 centimeter i diameter. Troligen är detta större gropar. Det har inte varit möjligt att i georadardata identifiera sammanhängande strukturer som kan ligga till grund för en identifiering av till exempel förhistoriska stolphus, men en arkeologisk undersökning inom området skulle med stor säkerhet komma att beröra en förhistorisk boplats.



Figur 14. Identifierade anomalier i georadardata från undersökningsområde 2 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:4 000.



Figur 15. Arkeologiskt intressanta anomalier i georadardata från undersökningsområde 2 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:4 000.



Figur 16. Anomalier i georadardata som representerar dräneringsarbeten inom undersökningsområde 2 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:4 000.

GPR 3

Yta 3 omfattar gräsmattorna och den asfalterade gång-/cykelvägen vid fotbollsplanerna Yrsa i Gamla Uppsala, mellan järnvägen och Vattholmavägen. Sammantaget var ytan cirka 3,5 hektar stor (34 956 kvm, ca 250×185 m).

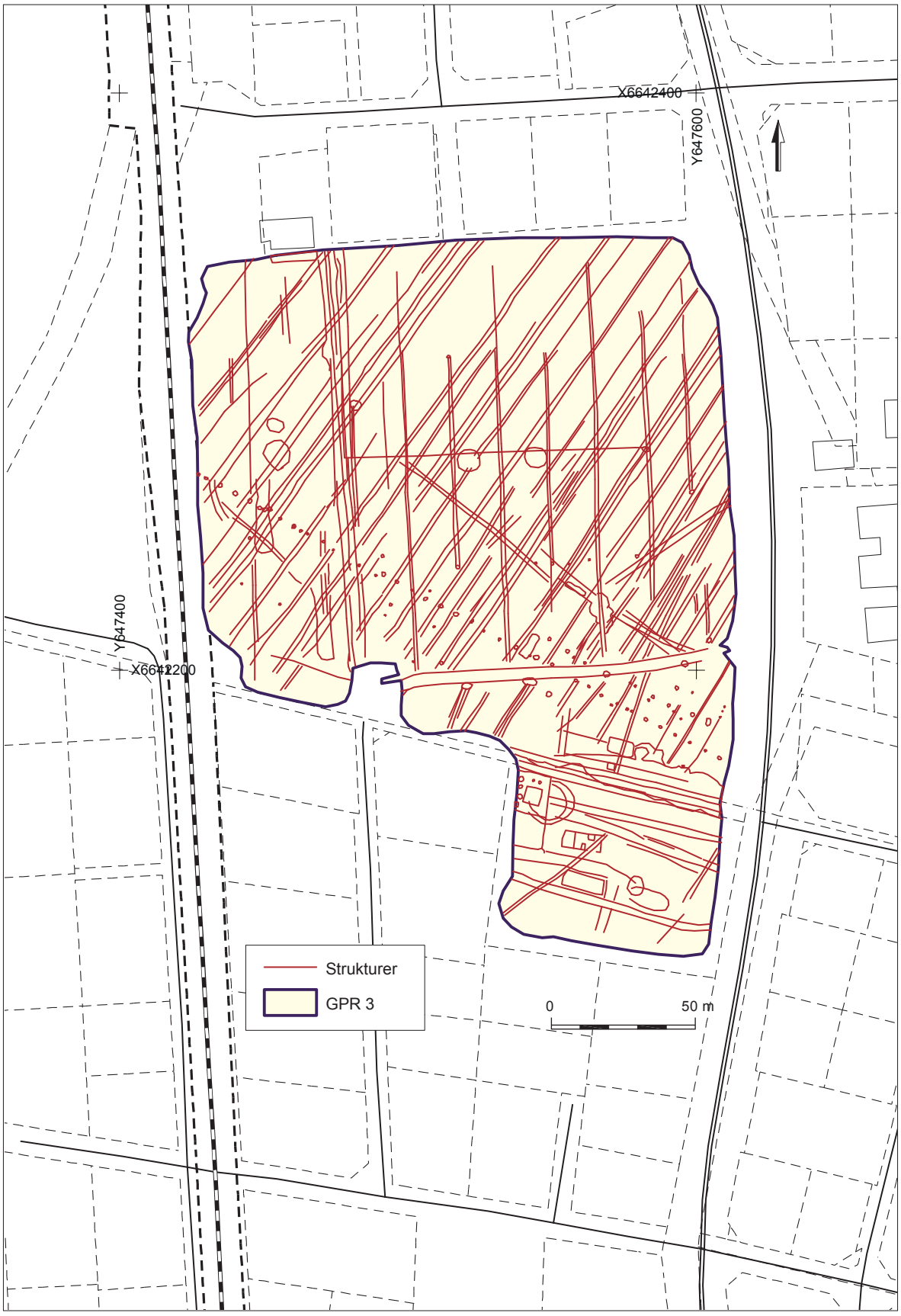
Vid den år 2013 genomförda magnetometerundersökningen identifierades en fortsättning på stolpfundamentraden under fotbollsplanen. I magnetometerdata framträdde sju fundament, i den västra delen av idrottsplatsen.

Förhoppningen med georadarundersökningen var att om möjligt identifiera fler stolpfundament och därmed öka möjligheten att förstå monumentets utbredning och funktion.

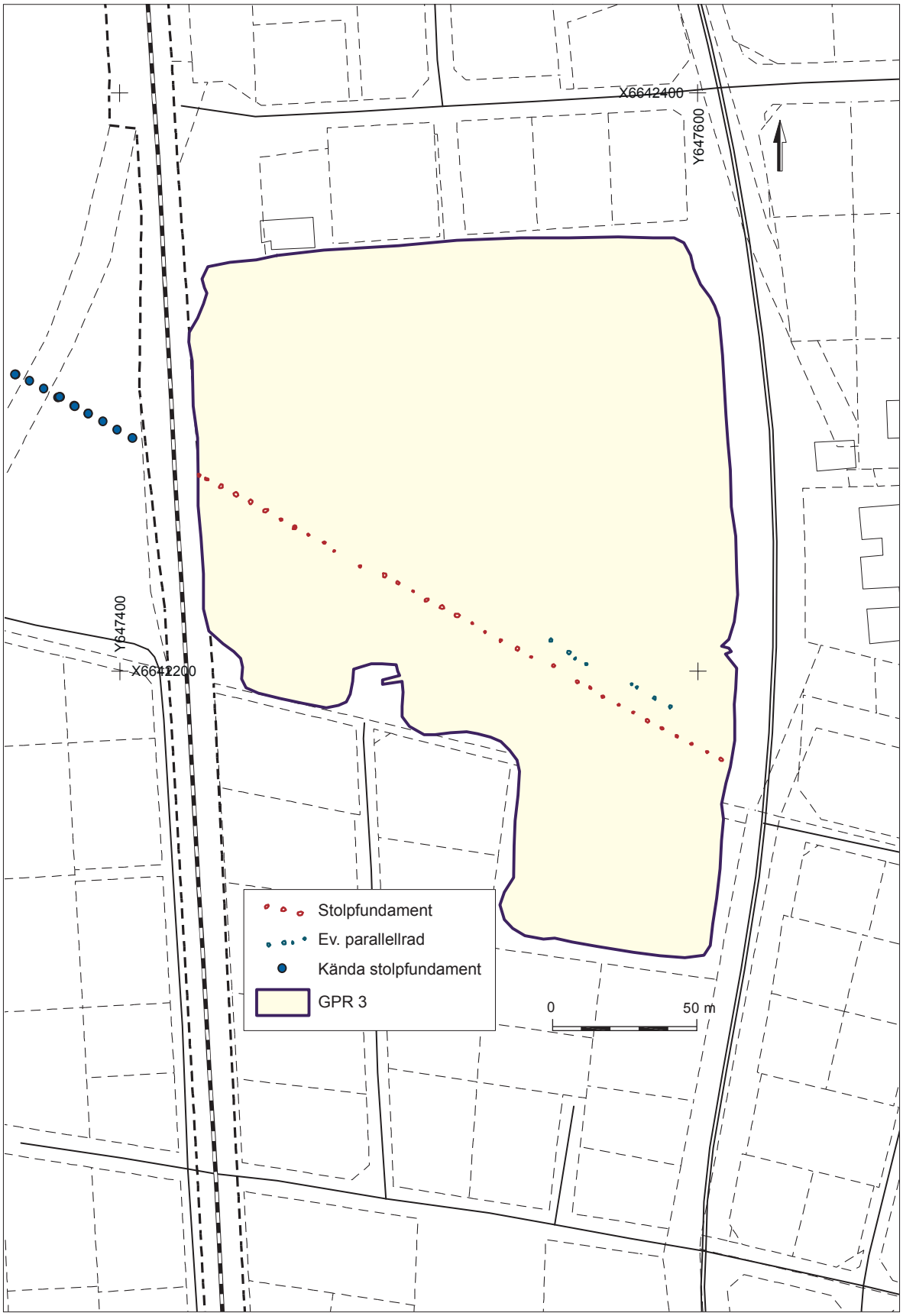
Georadardata domineras av olika generationer av dräneringssystem. I botten ligger ett tätt system av diken som antigen härrör från en tid då området nyttjas som odlingsmark eller från den tid området förbereddes för villabebyggelse. Ovan detta, med en helt annan orientering ligger ett lednings- och dräneringssystem som följer riktningen och utbredningen för de nuvarande fotbollsplanerna och rimligen därför kan kopplas till anläggandet och nyttjandet av idrottsplatsen Yrsa.

Området delas av en gång- och cykelväg i östvästlig riktning. Söder om vägen framträder mycket tydliga spår efter den handelsträdgård som har legat där. I data syns husgrunder från såväl bostads- som ekonomibyggnader, gångar och körvägar samt ett stort antal odlingsrelaterade nedgrävningar.

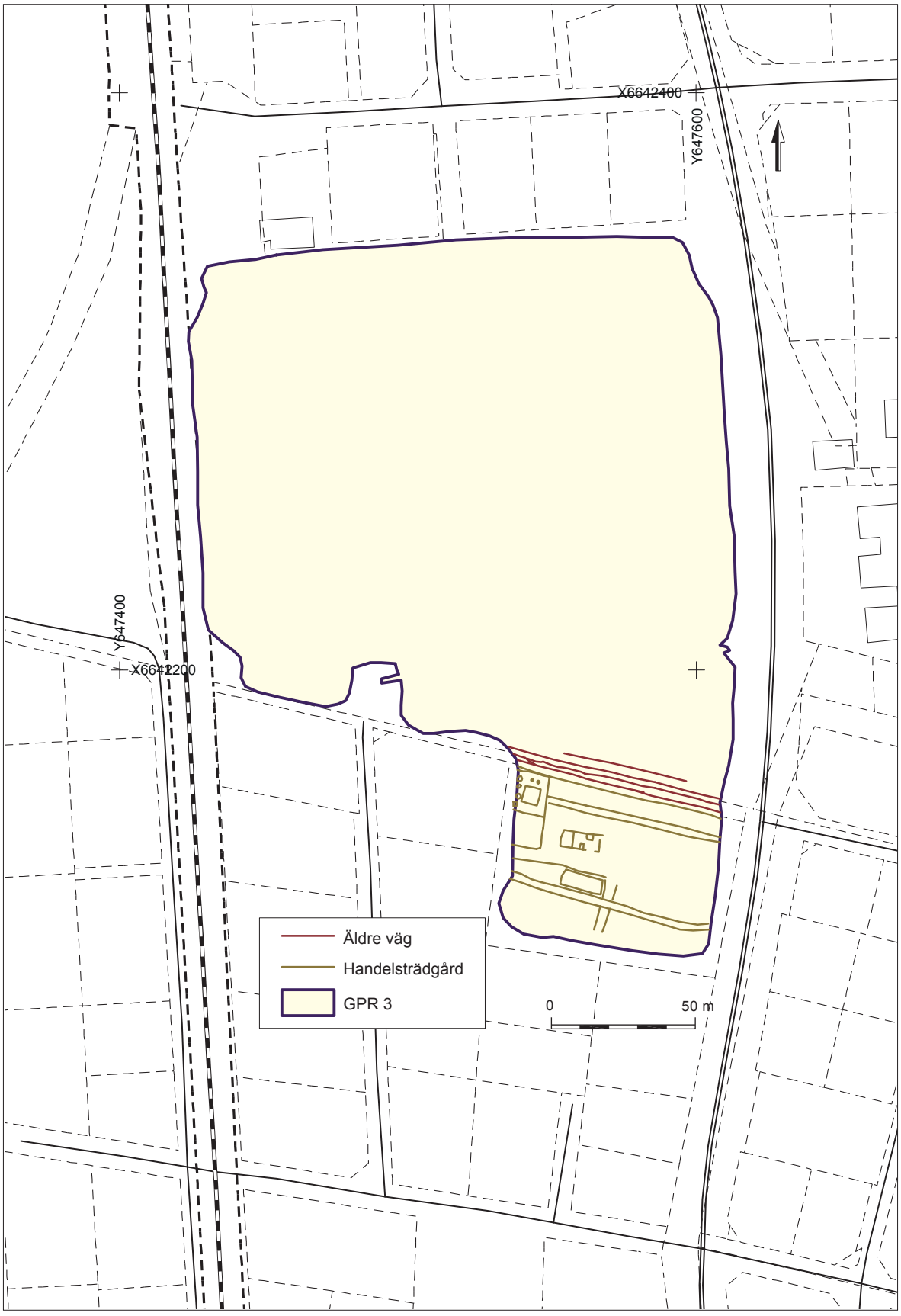
Norr om gång-/cykelvägen framträder, diagonalt under hela den undersökta ytan fortsättningen på stolpfundamentraden. Dels återfanns alla de sju fundamenten som identifierades år 2013 med hjälp av magnetometer, dels hittades nu ytterligare 28 fundament. Undersökningen visar således att stolpmonumentet i söder löper utmed en praktiskt taget snörrät linje från gravfältet Kungshögarna (Uppsala 123:1) i väster till nuvarande Vattholmavägen i öster, sammalagt 119 identifierade stolpfundament utmed en sträcka om cirka 720 meter. Om stolpfundamentet fortsätter öster om Vattholmavägen, in under villaträdgårdarna eller viker av mot norr för att sammanfalla med Vattholmavägens sträckning är okänt. Det skulle dock vara relativt enkelt att fastställa hur det förhåller sig genom en mindre enkanalsgeoradarundersökning öster om vägen och en motoriserad undersökning utmed Vattholmavägen. Stolpfundamentens mycket kraftiga konstruktion samt regelbundenheten utmed stolpraderna gör det högst troligt att de skulle kunna avtecknas i georadardata även under nuvarande Vattholmavägen. I skrivande stund håller jag det för troligast att stolpfundamenten viker av mot norr och att monumentet har samma sträckning som nuvarande Vattholmavägen.



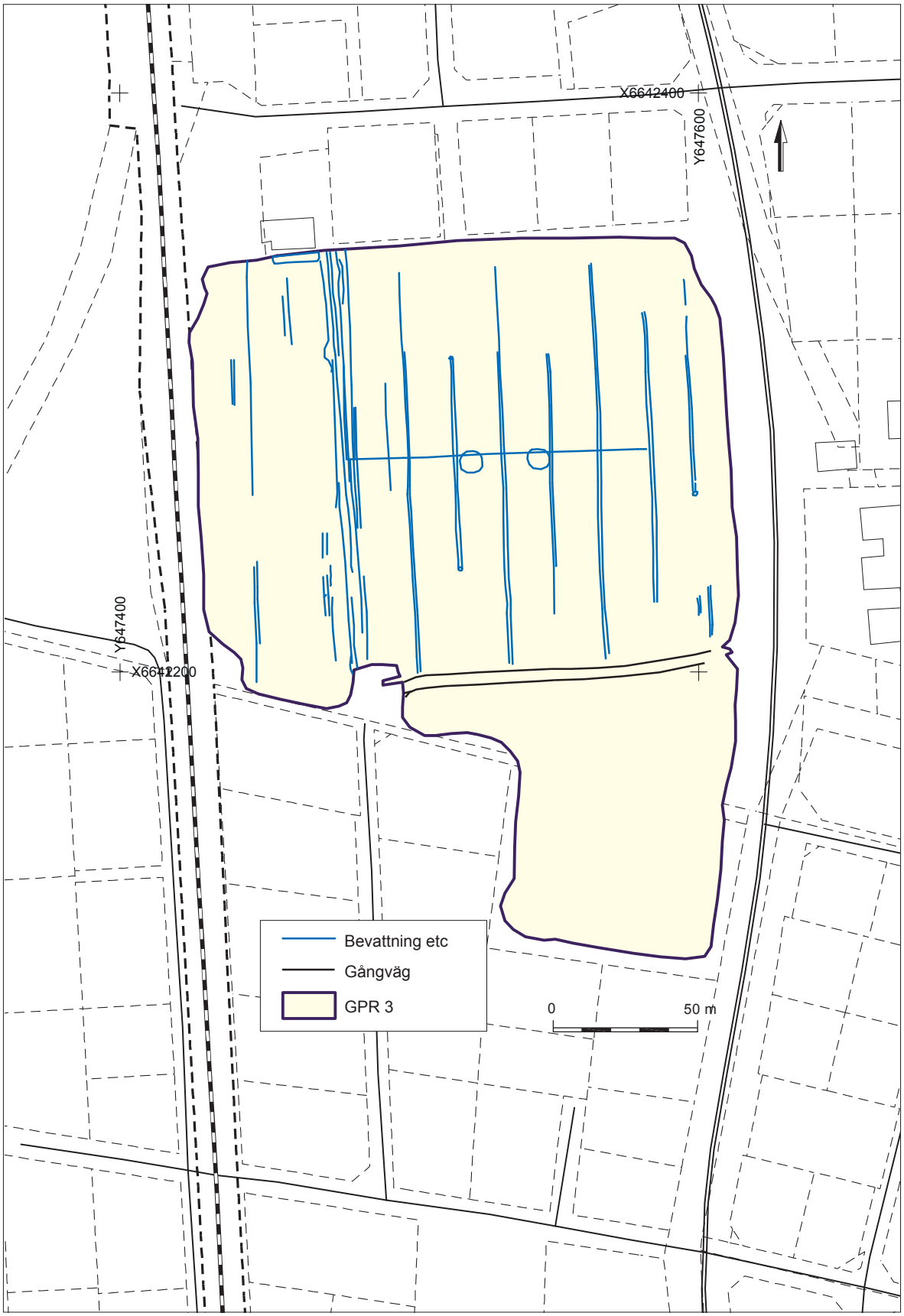
Figur 17. Identifierade anomalier i georadardata från undersökningsområde 3 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



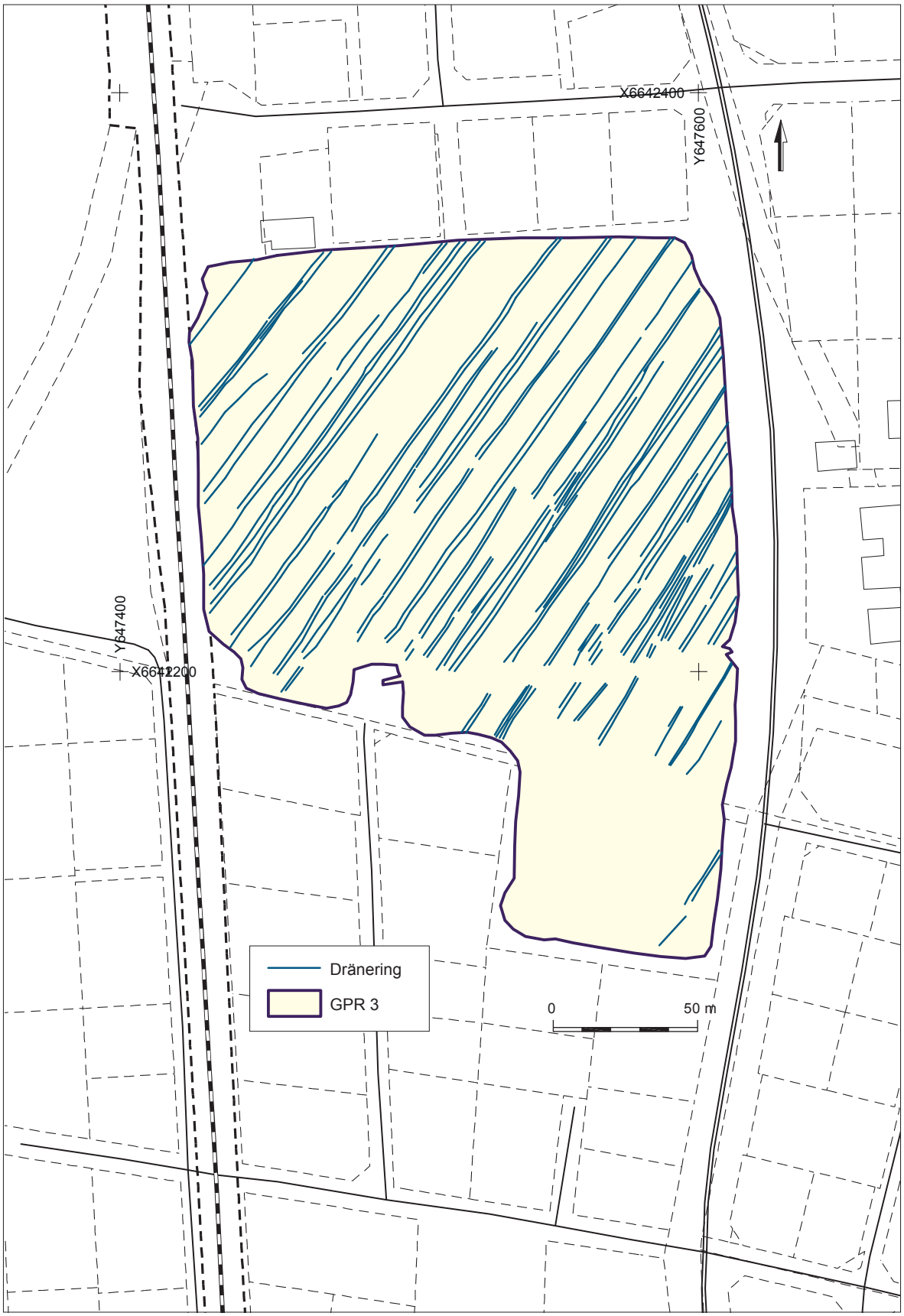
Figur 18. Fler stolpfundament och en möjlig parallellrad från undersökningsområde 3 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



Figur 19. Anomalier i georadardata som representerar den numera rivna handelsträdgård som legat inom undersökningsområde 3 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



Figur 20. Anomalier i georadardata som representerar modern infrastruktur, främst relaterad till idrottsplatsen, inom undersökningsområde 3 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



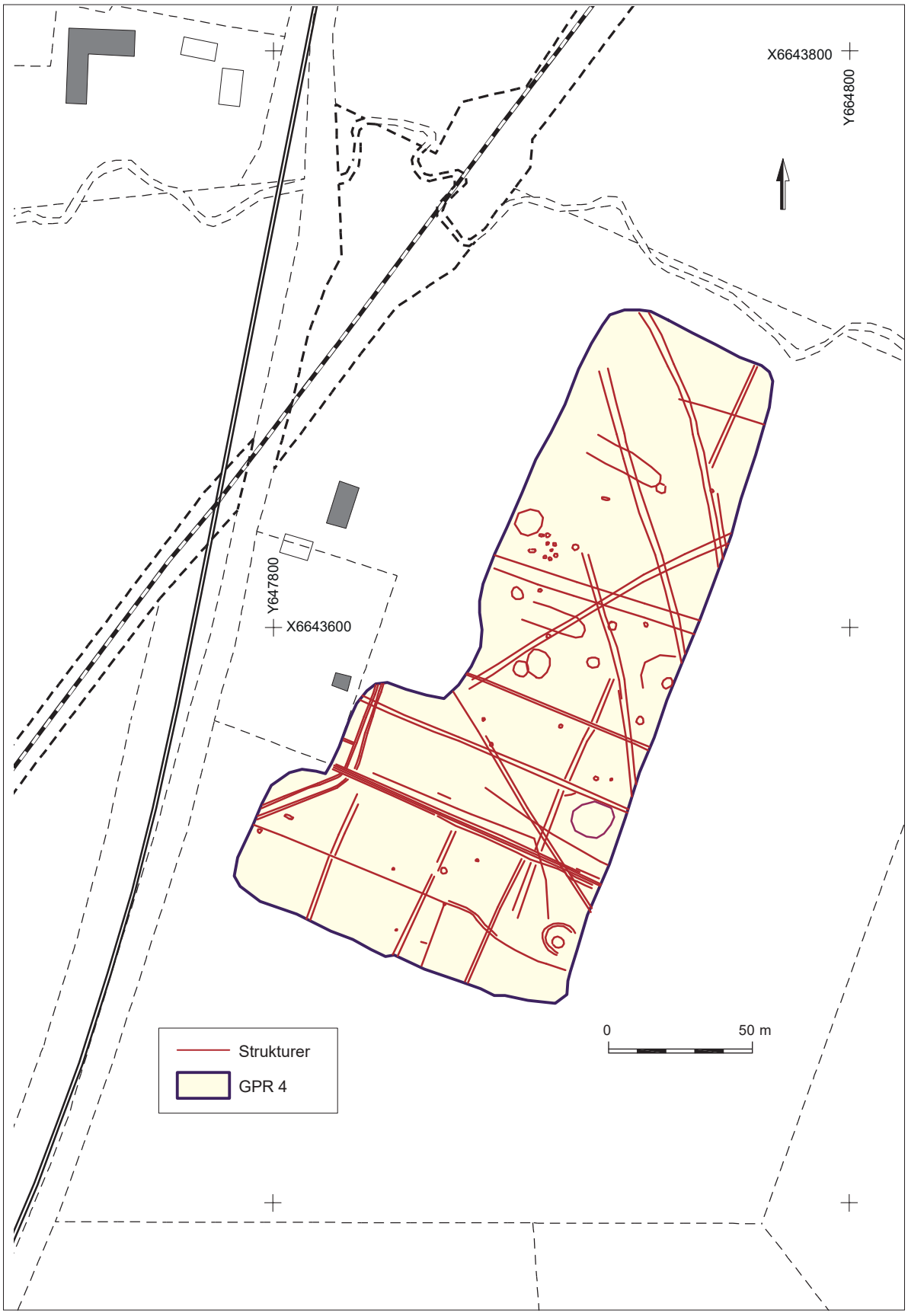
Figur 21. Anomalier i georadardata som representerar äldre dräneringsarbeten inom undersökningsområde 3 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.

GPR 4

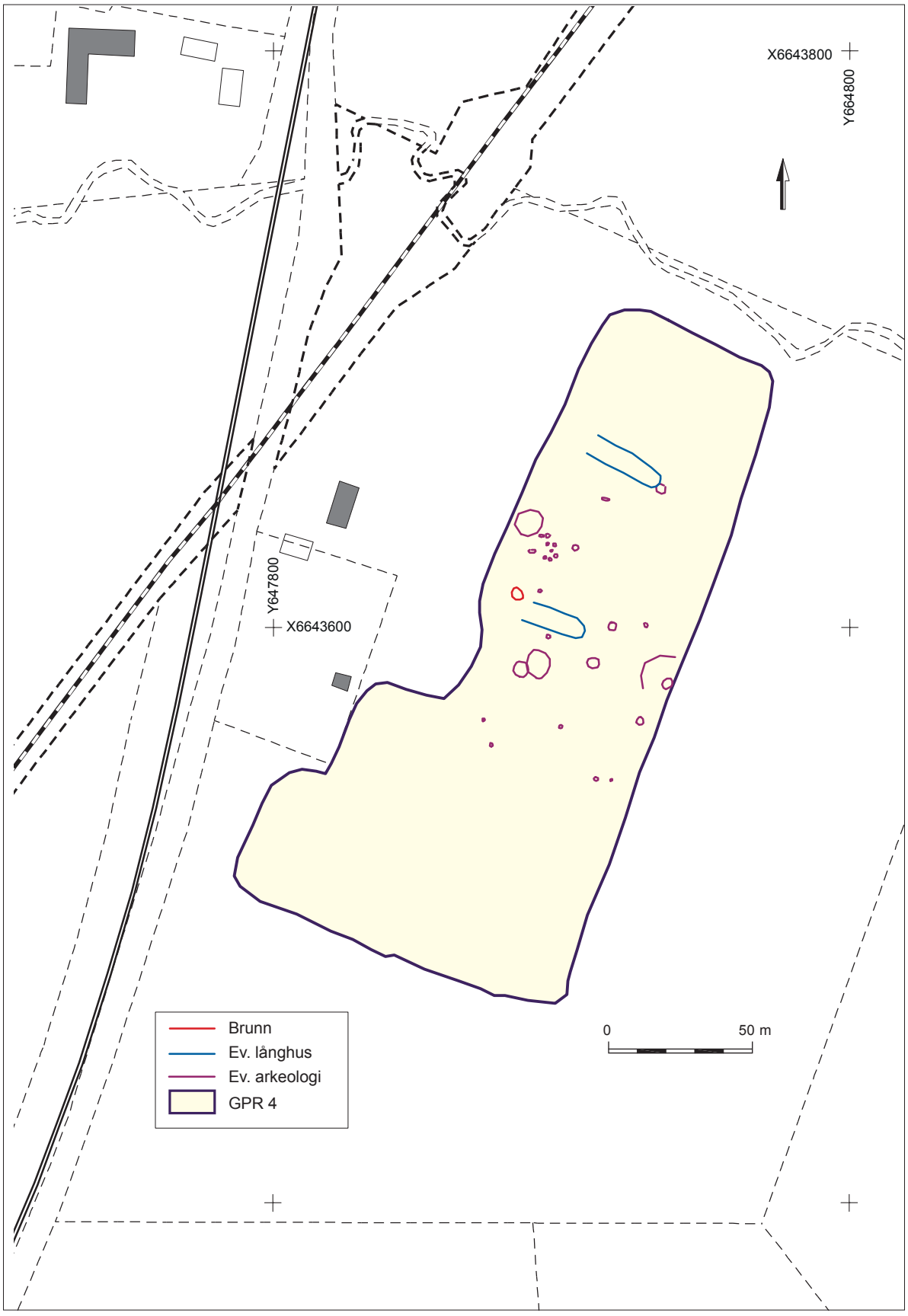
Yta 4 ligger i åkermarken öster om boplatsen Fridhem (Uppsala 604:1), söder om Samnan och öster om järnvägen och Vattholmavägen. Vid undersökningstillfället var endast en begränsad del av ytan skördad stubbåker, och därmed tillgänglig för undersökning. Den östra delen av det planerade undersökningsområdet utgick då det där växte oskördad gröda. Målsättningen var att georadarundersöka cirka sju hektar, men av dessa var endast två hektar (20 301 kvm, ca 240×120 m) tillgängliga. Förhoppningen var att georadarundersökningen skulle kunna bidra till en östlig avgränsning av den delundersökt boplatsen Fridhem (Uppsala 604:1).

I georadardata framträder ett stort antal diken med olika orientering. Liksom i de övriga undersökningsområden utgör de distinkt avtecknade dikena en indikation på att georadarmätningen har fungerat tekniskt helt enligt de högt ställda förväntningarna vad gäller signalpenetration och positionering av mätdata.

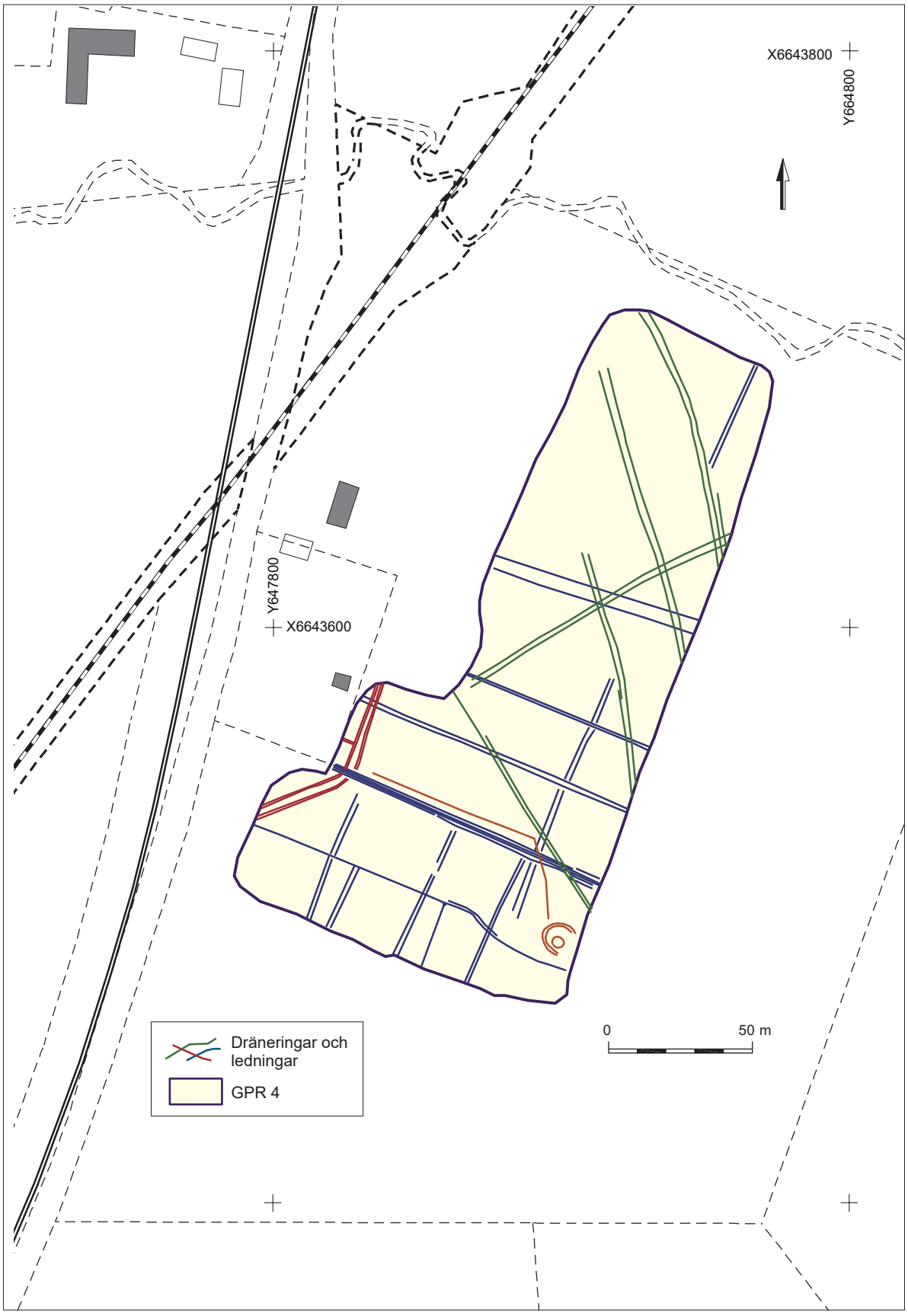
Arkeologiskt är undersökningsresultatet klent från delområde 4. Med undantag för ett område i områdets centrala del finns det inga strukturer i georadardata som föranleder en arkeologisk tolkning. Inom området finns ett antal reflekterande runda anomalier i storleksintervallet 0,5–3,5 som kan tolkas som stenskodda stolphål, kokgropar och möjligen någon brunn. En arkeologisk undersökning skulle kunna fastställa en eventuell arkeologisk tolkning av anomalierna. Tills en sådan är gjord kan anomaliernas utbredning utgöra en möjlig indikation på en begränsning av boplatsen Fridhem (Uppsala 604:1) mot öster.



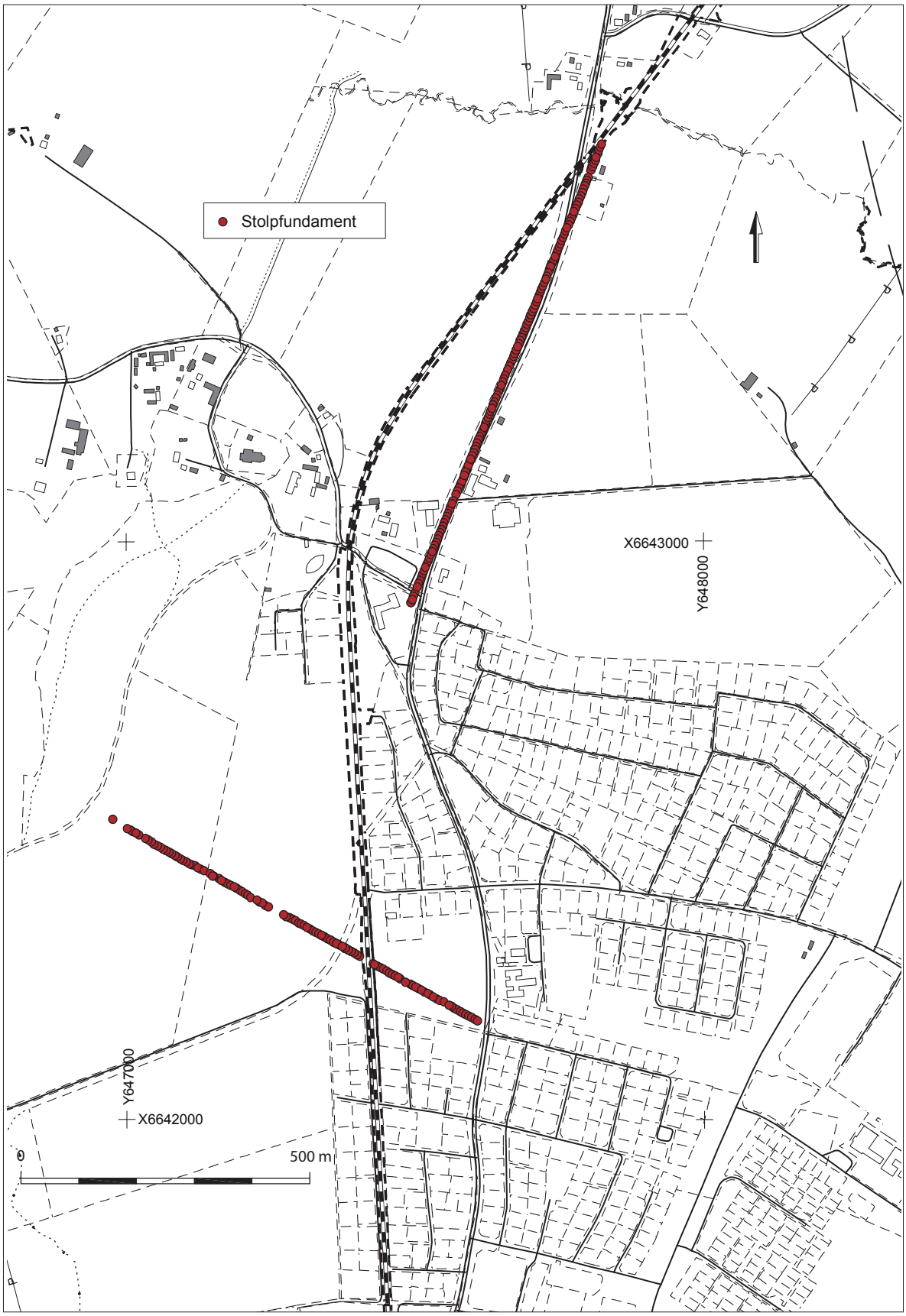
Figur 22. Identifierade anomalier i georadardata från undersökningsområde 4 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



Figur 23. Arkeologiskt intressanta anomalier i georadardata från undersökningsområde 4 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



Figur 24. Anomalier i georadardata som representerar dräneringsarbeten inom undersökningsområde 4 redovisade på utdrag ur Fastighetskartan Storruta 11I. Skala 1:2 000.



Figur 25. Samtliga stolpfundament som hittills kunnat identifieras, med olika arkeologiska metoder, redovisade tillsammans. Utan de geofysiska prospekteringsundersökningarna hade sannolikt stolpmonumentets gigantiska dimension varit okänd, och därmed hade möjligheten till tolkning och förståelse av monumentets omfattning och funktion varit betydligt sämre än idag.

Sammanfattning av resultaten från georadarundersökningen

De här redovisade arkeologiska prospekteringsundersökningarna vid Gamla Uppsala har visat att det med dessa metoder, utan några som helst markingrepp, är möjligt att identifiera underjordiska strukturer från varierande tider. Långt ifrån alla arkeologiska lämningstyper låter sig identifieras, och ett sort antal anomalier i mätdata är svåra att tolka arkeologiskt. Men, om önskan är att minimera, eller helt undvika markingrepp är metoderna sannolikt de enda till buds stående när eventuella lämningar är osynliga ovan mark.

Det kan konstateras att äldre diken och ledningsnedgrävningar oftast låter sig identifieras i mätdata. Likaså framträder större, ofta stenbemängda strukturer många gånger tydligt. I mätdata från Gamla Uppsala har detta varit särskilt tydligt då stolpmonumentets utbredning, som ovan mark är helt osynligt, framträder mycket tydligt i data inom de prospekteringsundersökta områdena. Möjligheten till tolkning och förståelse av monumentets omfattning och funktion hade sannolikt varit begränsad utan de geofysiska undersökningar som nu har genomförts i Gamla Uppsala.

Traditionella boplatslämningar såsom stolphål, gropar och kulturlager är vanligen betydligt svårare att identifiera i data. Detta då dessa lämningar ofta är begränsade i storlek och konstruktion vilket leder till en svagare kontrast i mätdata, vilket i sin tur gör det synnerligen vanskligt att identifiera dem. Det finns dock flera exempel på, till exempel NIKUs boplatsundersökningar i Norge, att arkeologiska strukturer som dessa framträder tolkningsbart i data vilket möjliggör detaljerade arkeologiska tolkningar. Tyvärr var de geologiska och arkeologiska förhållanden kring Gamla Uppsala inte tillräckligt gynnsamma för att detta skulle vara möjligt i någon större omfattning. Vad gäller boplatsindikerande strukturer i mätdata från Gamla Uppsala är det i stället områden i data som uppvisar ett ”geofysiskt brus” relativt omgivningen vilket erfarenhetsmässigt har visat sig ofta kunna tolkas som indikationer på just en ökad koncentration av arkeologiska lämningar. Koncentrationer som möjliggör till exempel förslag till utbredningar och avgränsningar av fornlämningar. Undersökningsytorna 1, 2 och 4 utgör exempel på dessa möjligheter och begränsningar relaterade till arkeologiska prospekteringsundersökningar.

Avslutningsvis kan det konstateras att arkeologisk geofysisk prospektering bör ha sin givna plats i den arkeologiska metodverktygslådan. På lämpliga arkeologiska platser, med rimliga förväntningar på resultaten, krav på bästa möjliga hård- och mjukvara för arkeologiska ändamål samt arkeologisk kompetens hos den eller de som tolkar data finns det stora möjligheter till arkeologiskt värdefulla resultat, inom stora ytor utan några som helst markingrepp.

Referenser

Becker, H. 1995. From Nanotesla to Picotesla – a new window for magnetic prospecting in archaeology. Archaeological Prospection 2.

Beronius Jörpeland, L., Göthberg, H., Seiler, A. & Wikborg, J. 2017. (red.). at Upsalum – människor och landskapande. Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala. Arkeologerna, Statens historiska museer, Societas Archaeologica Upsaliensis och Upplandsmuseet. Rapport 2017:1_1. Stockholm.

Beronius Jörpeland, L. (red.). 2017. Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet. Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala. Arkeologerna, Statens historiska museer, Societas Archaeologica Upsaliensis och Upplandsmuseet. Rapport 2017:1_2. Stockholm.

Neubauer, W. 2001. Magnetische Prospektion in der Archäologie. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Trinks, I. & Biwall, A. 2011. Arkeologisk prospektering av fornlämningsmiljön i Gamla Uppsala. Forsknings- och utvecklingsprojekt. Riksantikvarieämbetet. UV Teknik. Stockholm.

Administrativa uppgifter

För utförliga administrativa uppgifter hänvisas till *Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet* (Beronius Jörpeland 2017).

SHMM:s dnr: 5.1.1-00031-2015.
Länsstyrelsens dnr: 431-4697-11.
SHMM:s projektnr: A12170.

Undersökningstid: 25–28 november 2013 och 9–14 oktober 2015.
Projektgrupp: Pär Karlsson, Anders Biwall, Maria Lingström, Magnus Lindberg, Hannes Schiel och Immo Trinks.
Undersökt yta: 6 700 kvadratmeter (magnetometer) och 195 668 (georadar) kvadratmeter.
Läge: Fastighetskartan, blad 11I.
Koordinatsystem: Sweref 99 TM.
Koordinater för undersökningsytans sydvästra hörn: x 6642100 y 647100.
Höjdsystem: Rikets, RH 2000.

Bilagor

Bilaga 1. Magnetometer
Södra ytorna, MAG 1 och 2



Figur 26. M1. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-1 nT) och svart (+2 nT). Skala 1:3 000.



Figur 27. M2. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-2 nT) och svart (+4 nT). Skala 1:3 000.



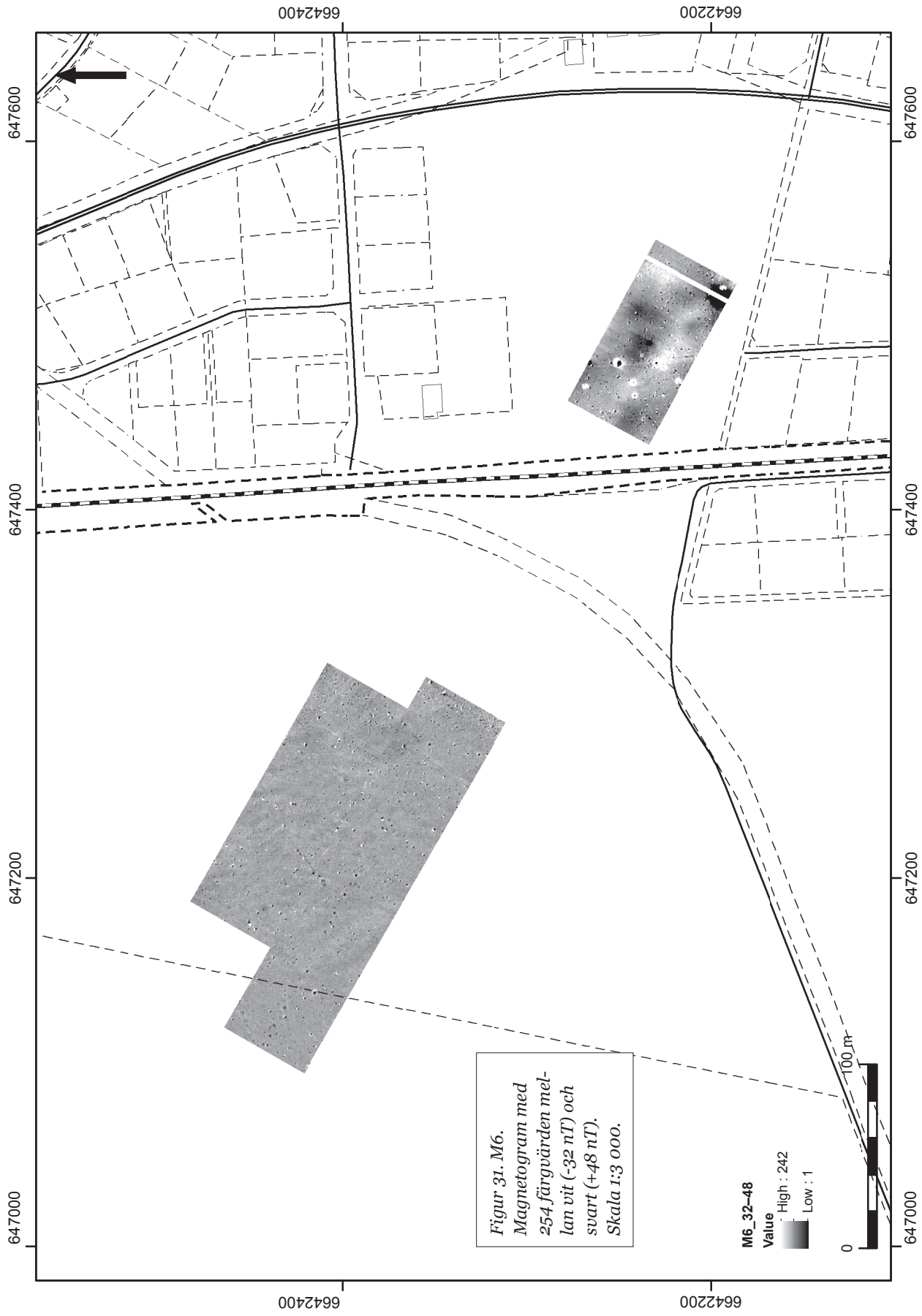
Figur 28. M3. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-4 nT) och svart (+6 nT). Skala 1:3 000.



Figur 29. M4. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-8 nT) och svart (+12 nT). Skala 1:3 000.



Figur 30. M5. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-16 nT) och svart (+24 nT). Skala 1:3 000.

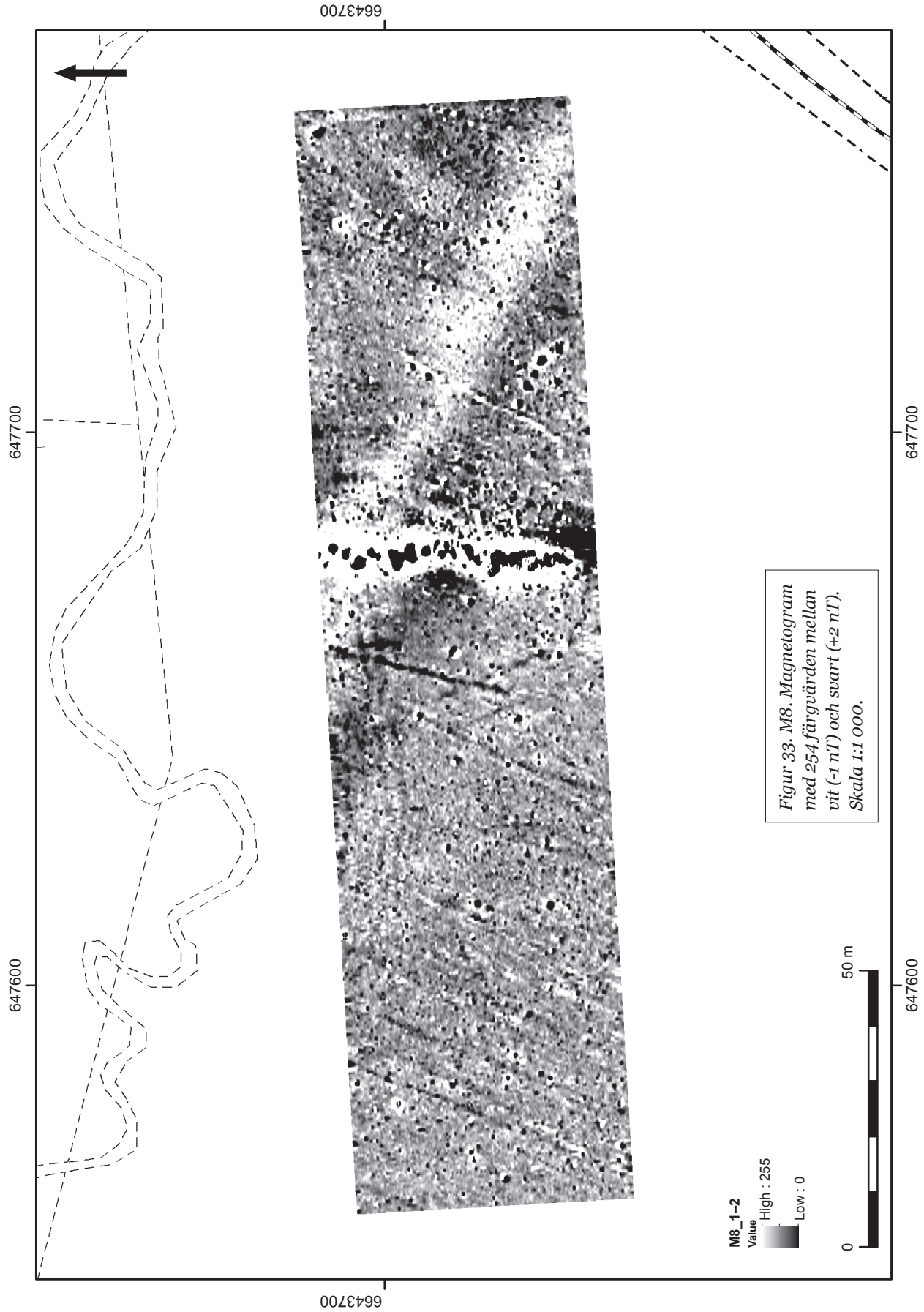


Figur 31. M6. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-32 nT) och svart (+48 nT). Skala 1:3 000.

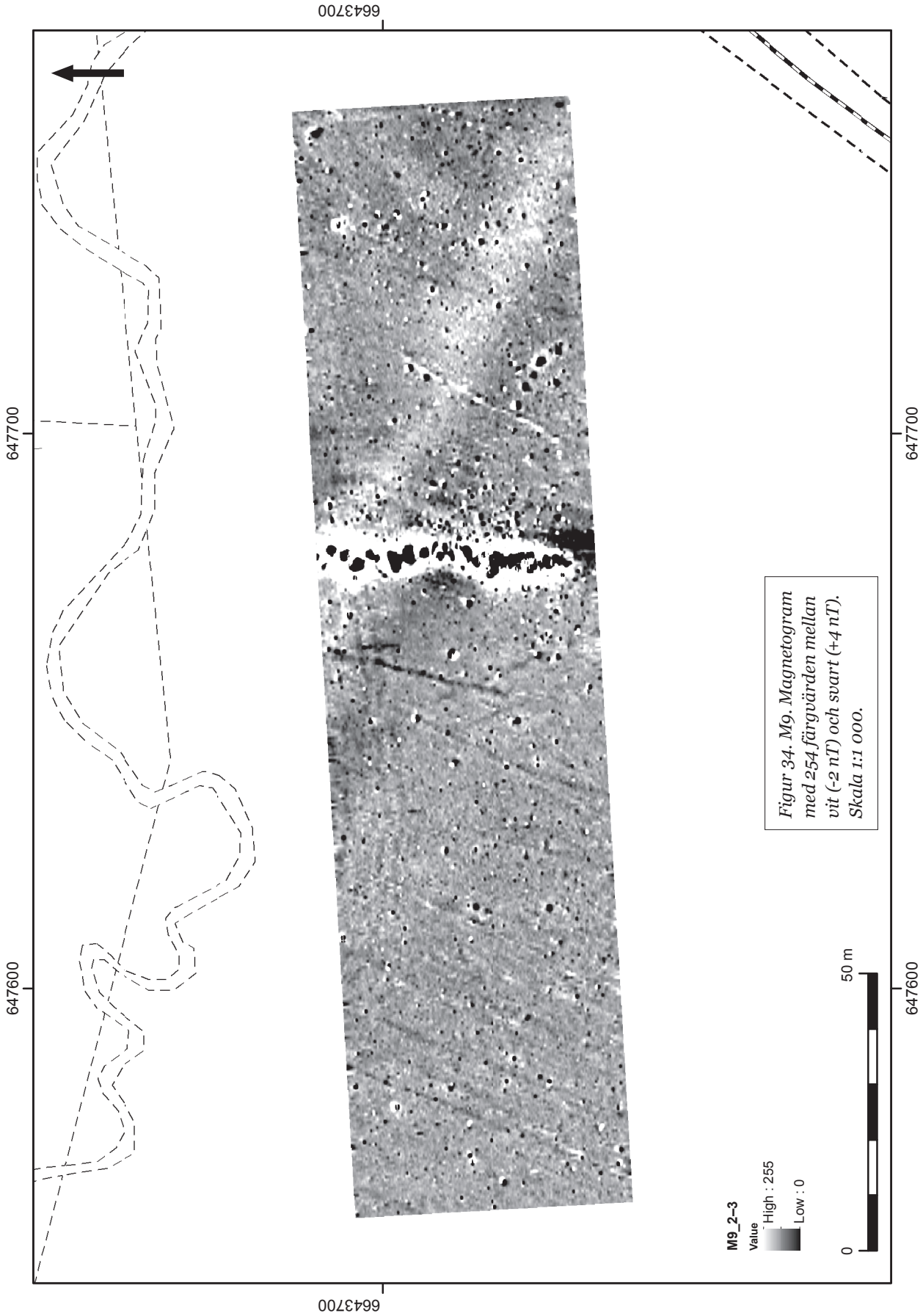


Figur 32. M7. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-64 nT) och svart (+96 nT). Skala 1:3 000.

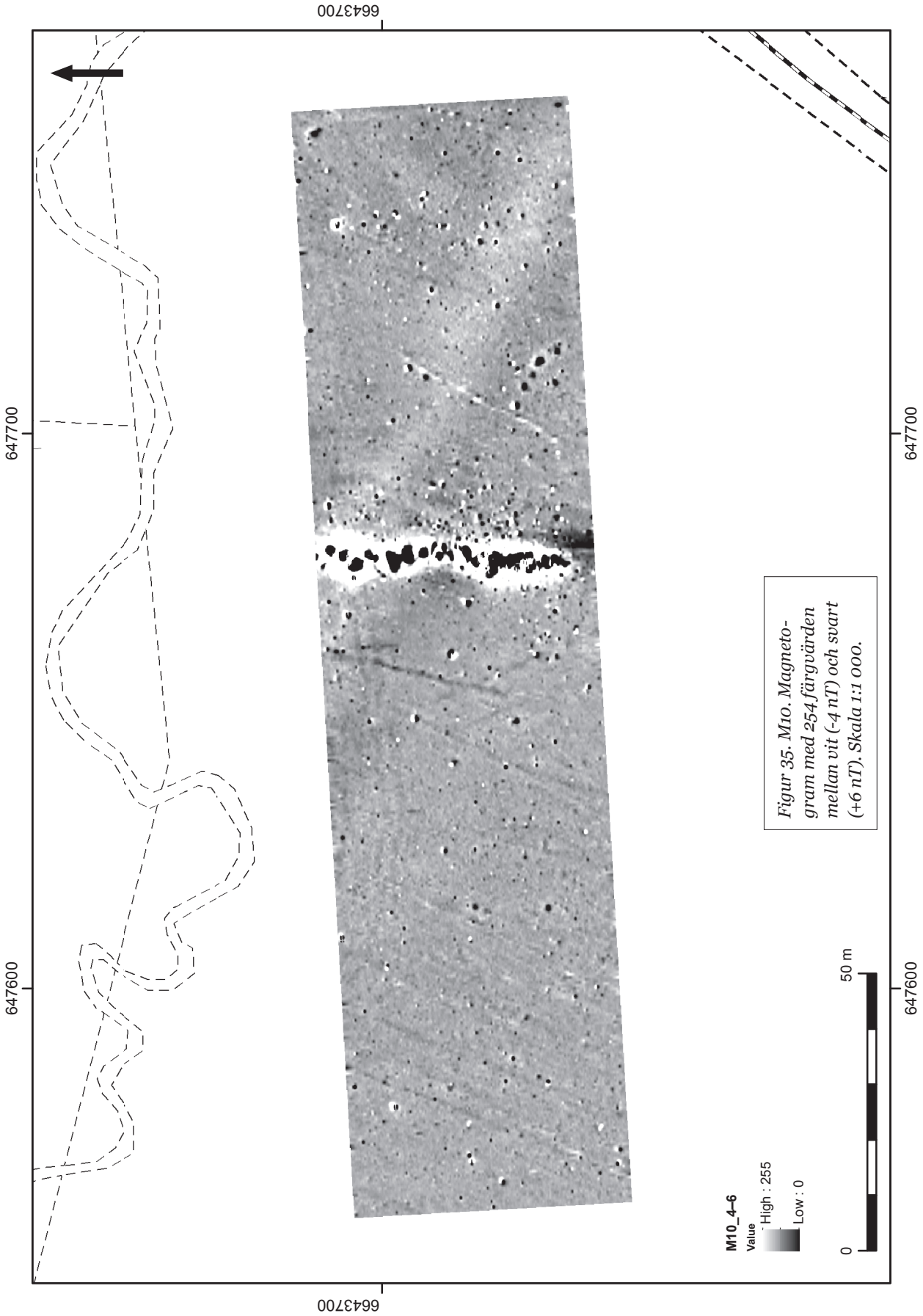
Norra ytan, MAG 3



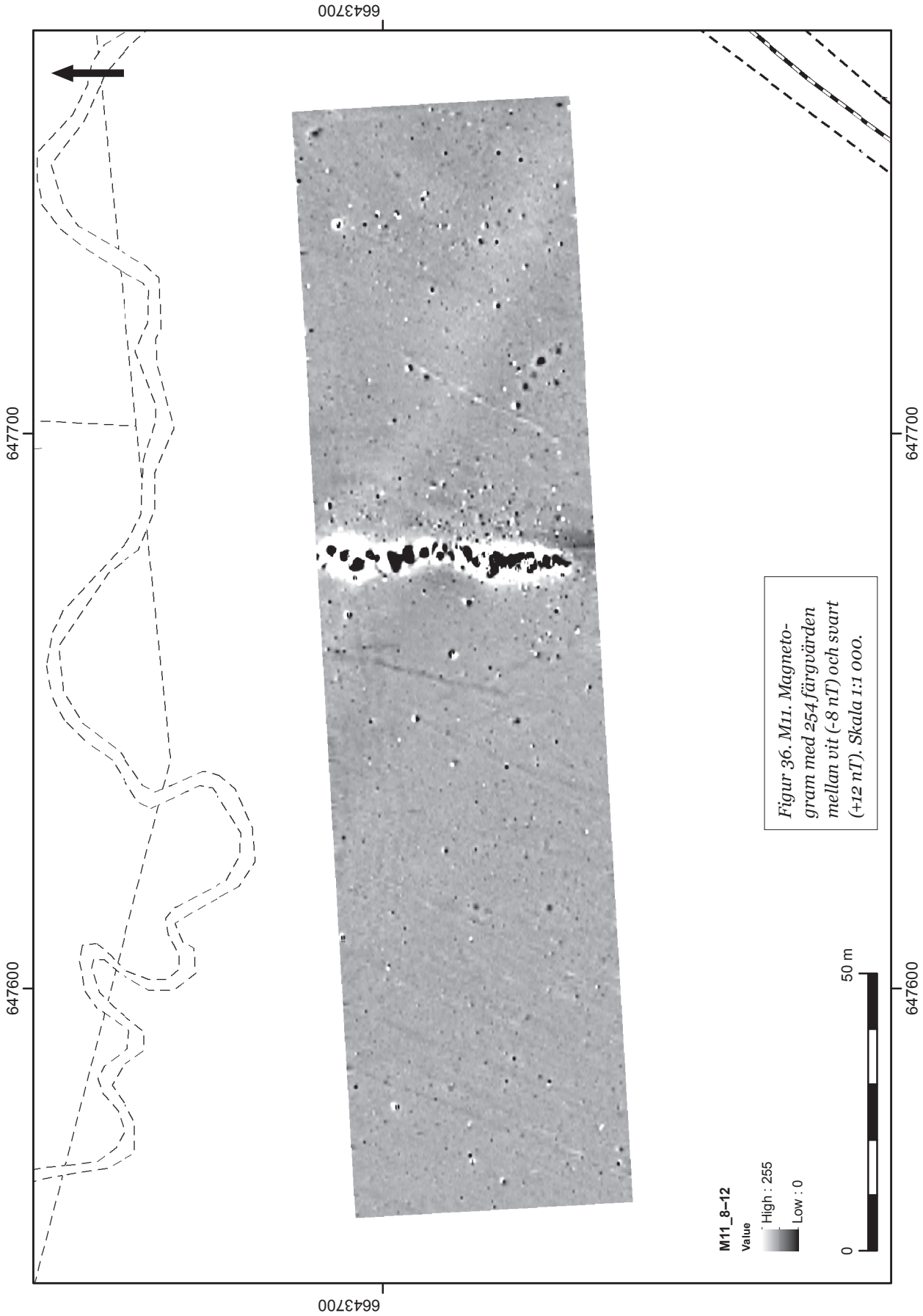
Figur 33. M8. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-1 nT) och svart (+2 nT). Skala 1:1 000.



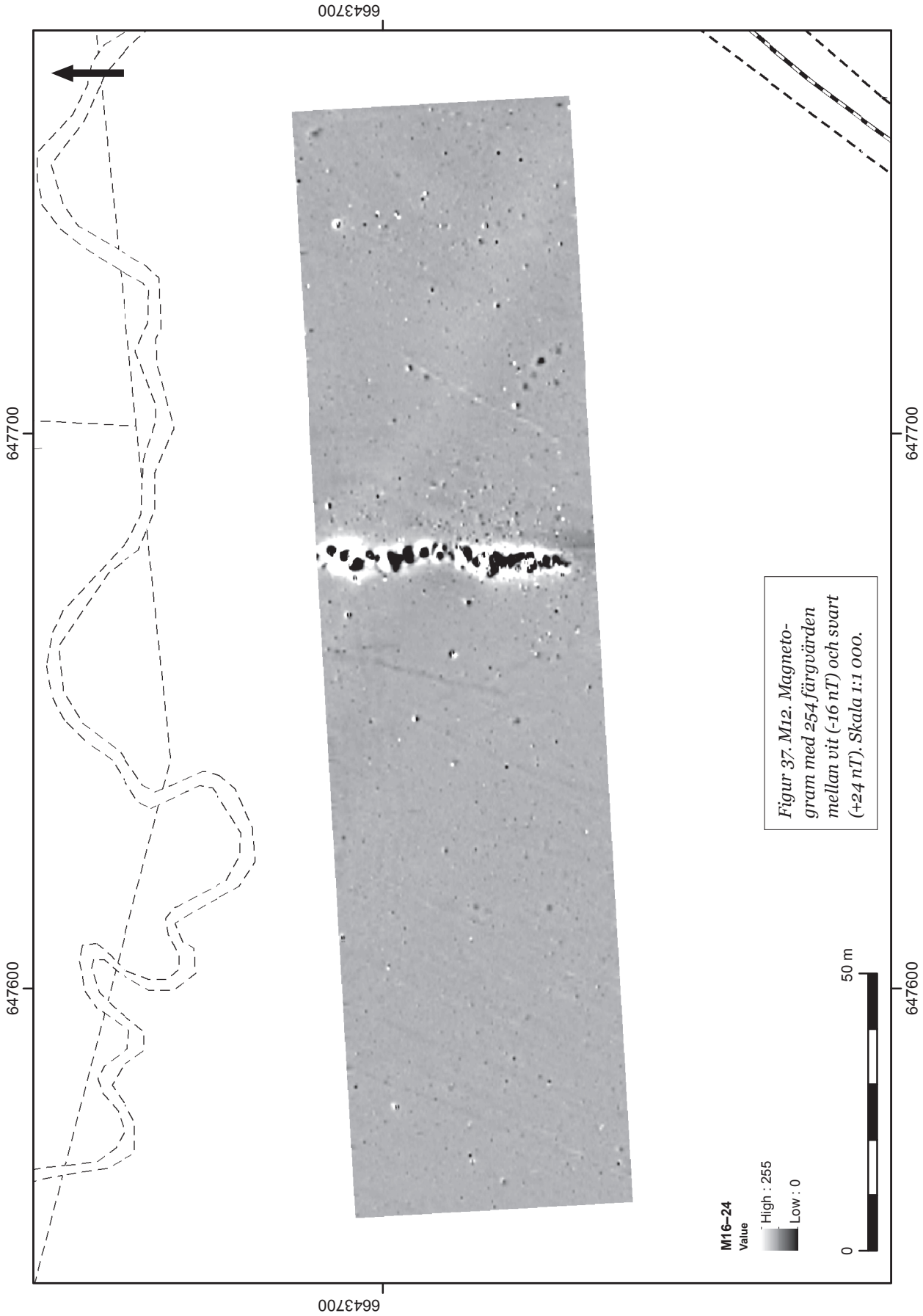
Figur 34. M9. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-2 nT) och svart (+4 nT). Skala 1:1 000.



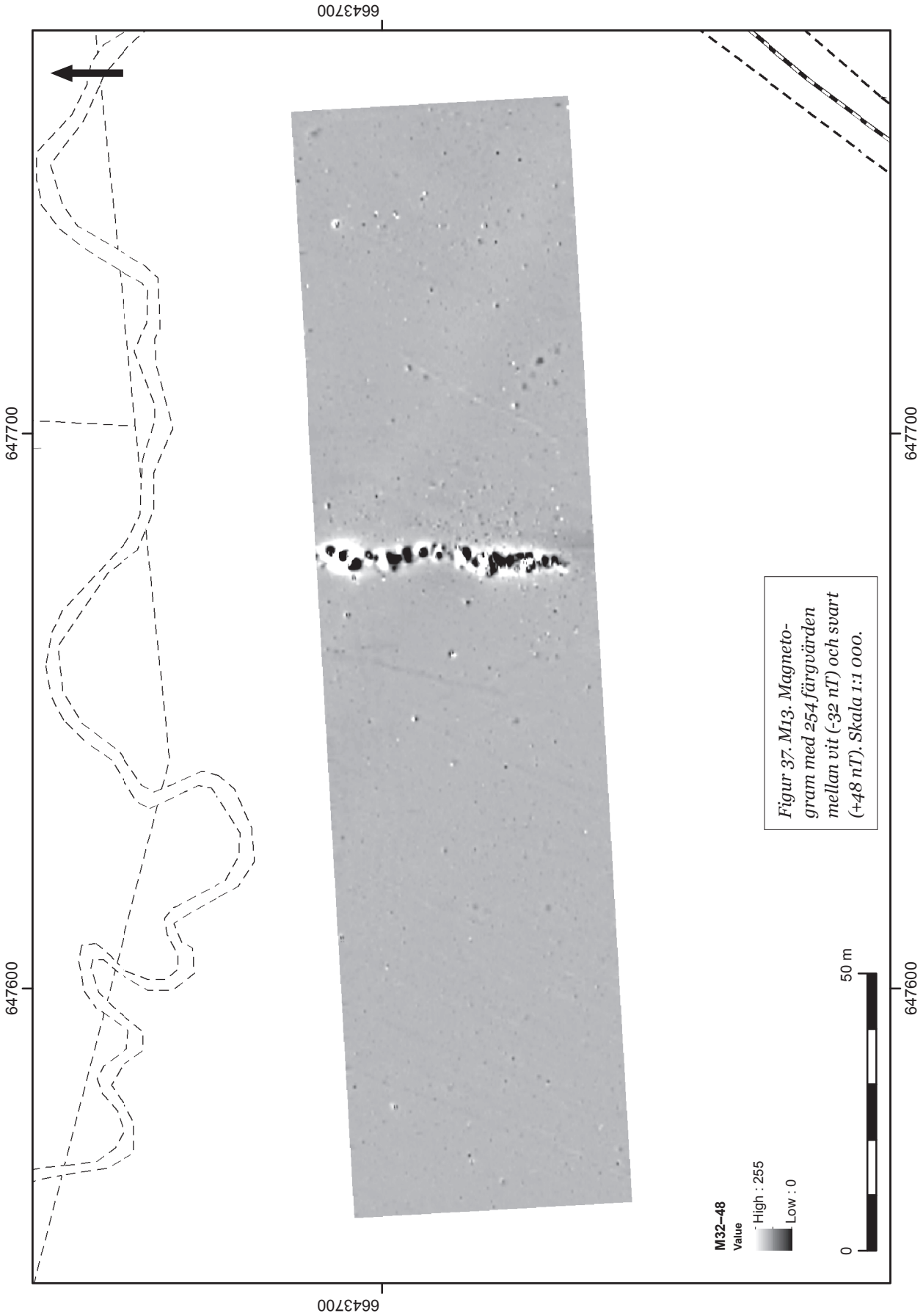
Figur 35. M10. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-4 nT) och svart (+6 nT). Skala 1:1 000.



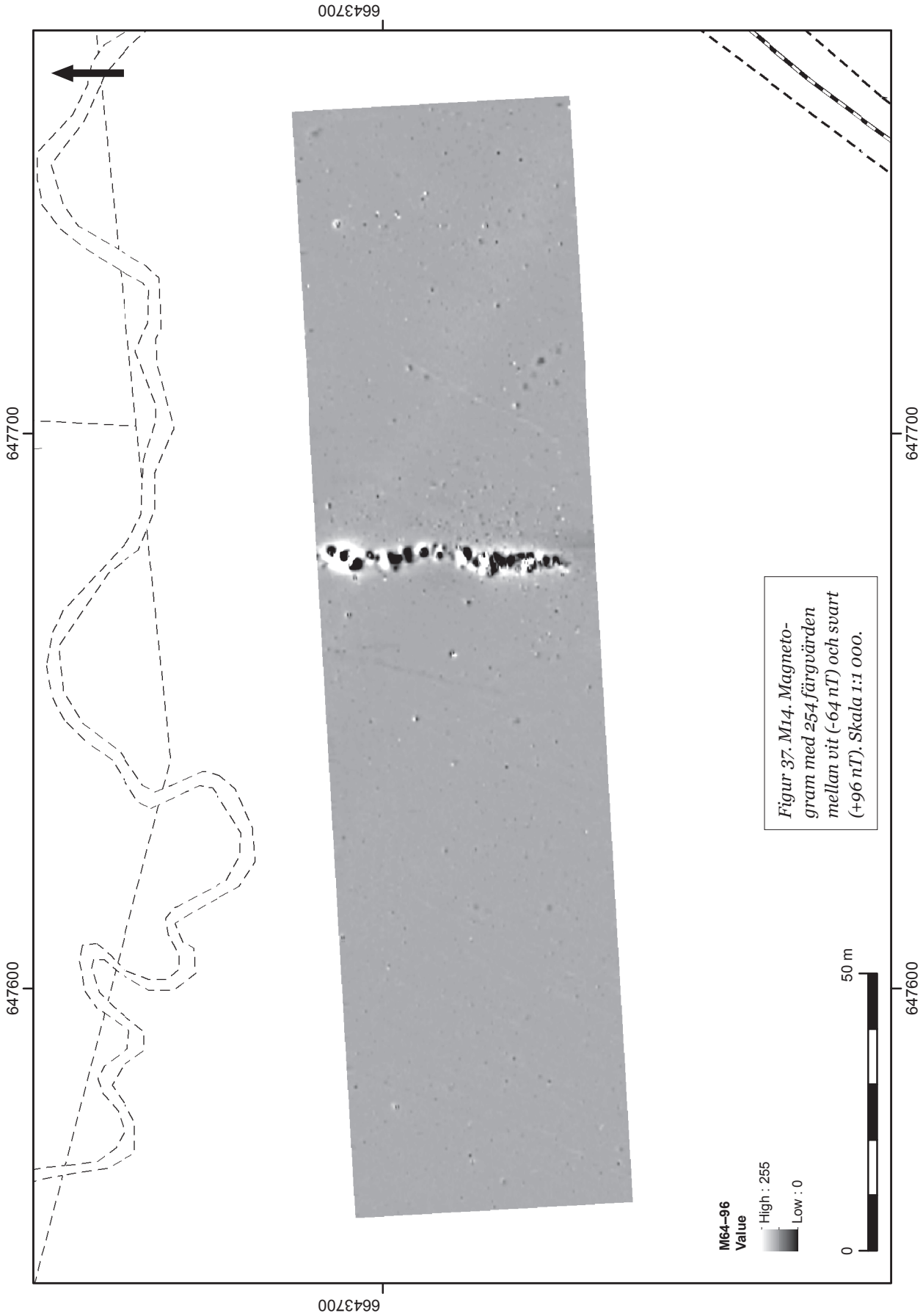
Figur 36. M11. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-8 nT) och svart (+12 nT). Skala 1:1 000.



Figur 37. M12. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-16 nT) och svart (+24 nT). Skala 1:1 000.

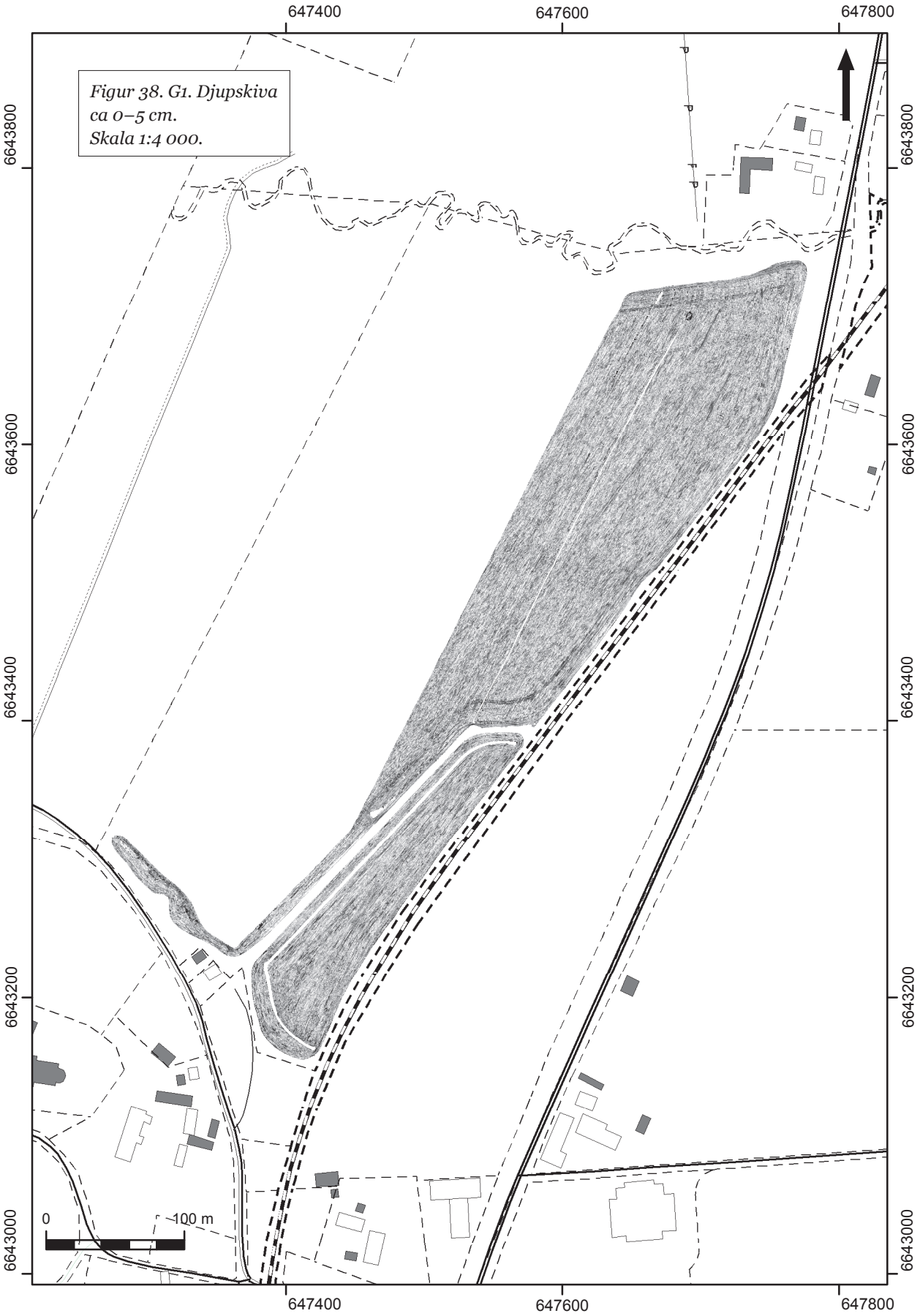


Figur 37. M13. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-32 nT) och svart (+48 nT). Skala 1:1 000.



Figur 37. M14. Magnetogram med 254 färgvärden mellan vit (-64 nT) och svart (+96 nT). Skala 1:1 000.

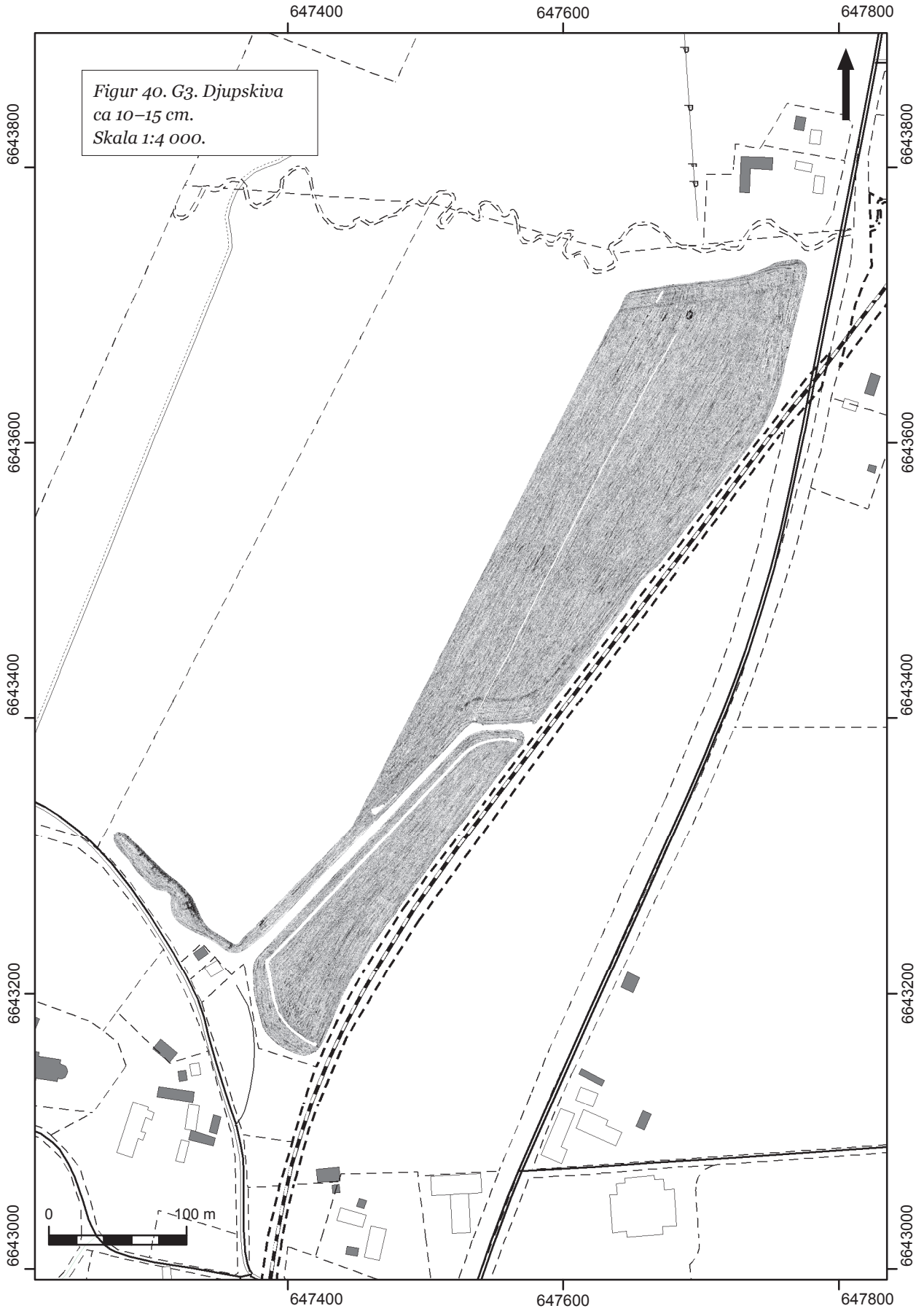
Bilaga 2. Georadar
Undersökningsyta 1, GPR 1a och 1b



Figur 38. G1. Djupskiva ca 0–5 cm. Skala 1:4 000.



Figur 39. G2. Djupskiva ca 5–10 cm. Skala 1:4 000.



Figur 40. G3. Djupskiva ca 10–15 cm. Skala 1:4 000.



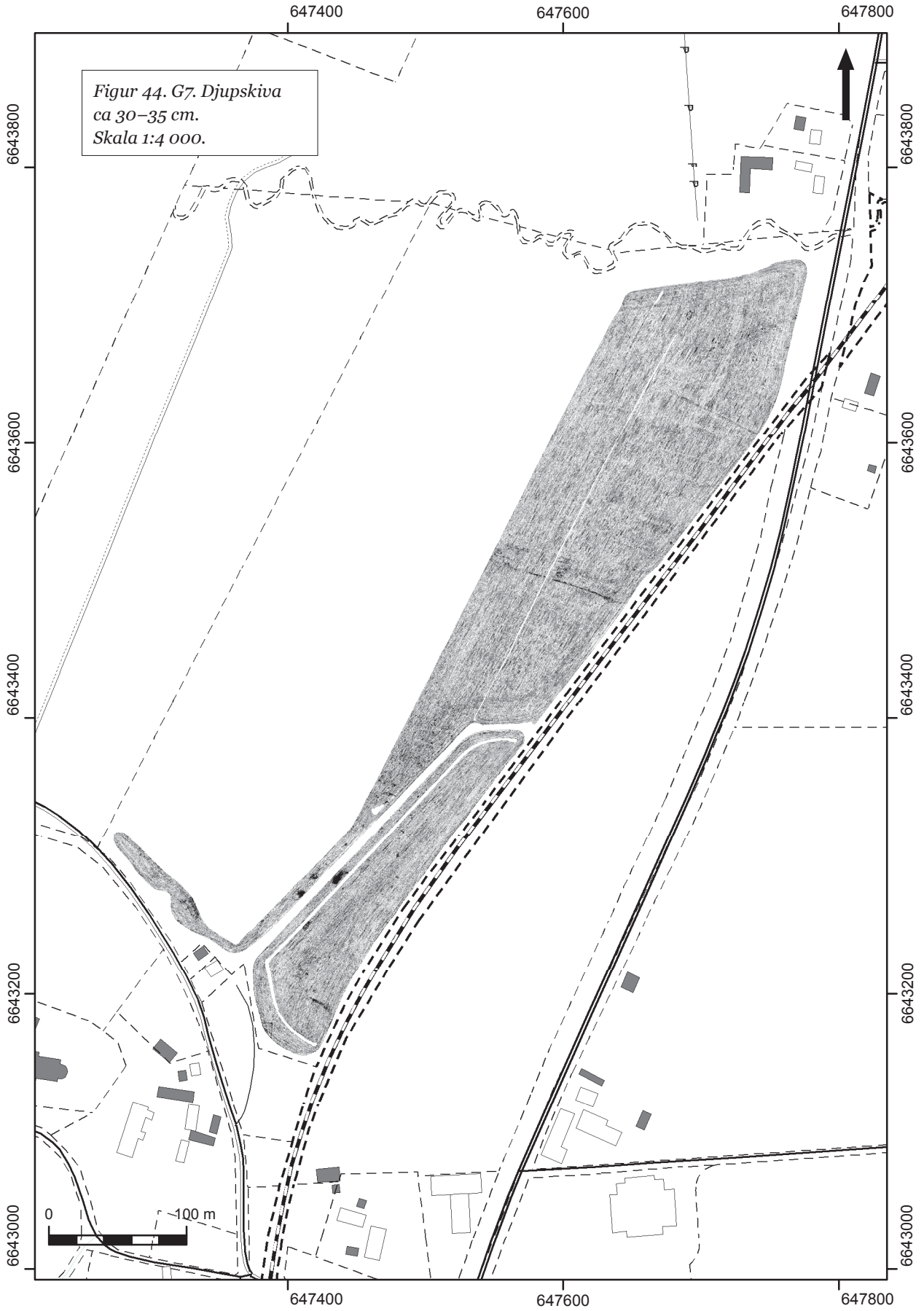
Figur 41. G4. Djupskiva ca 15–20 cm. Skala 1:4 000.



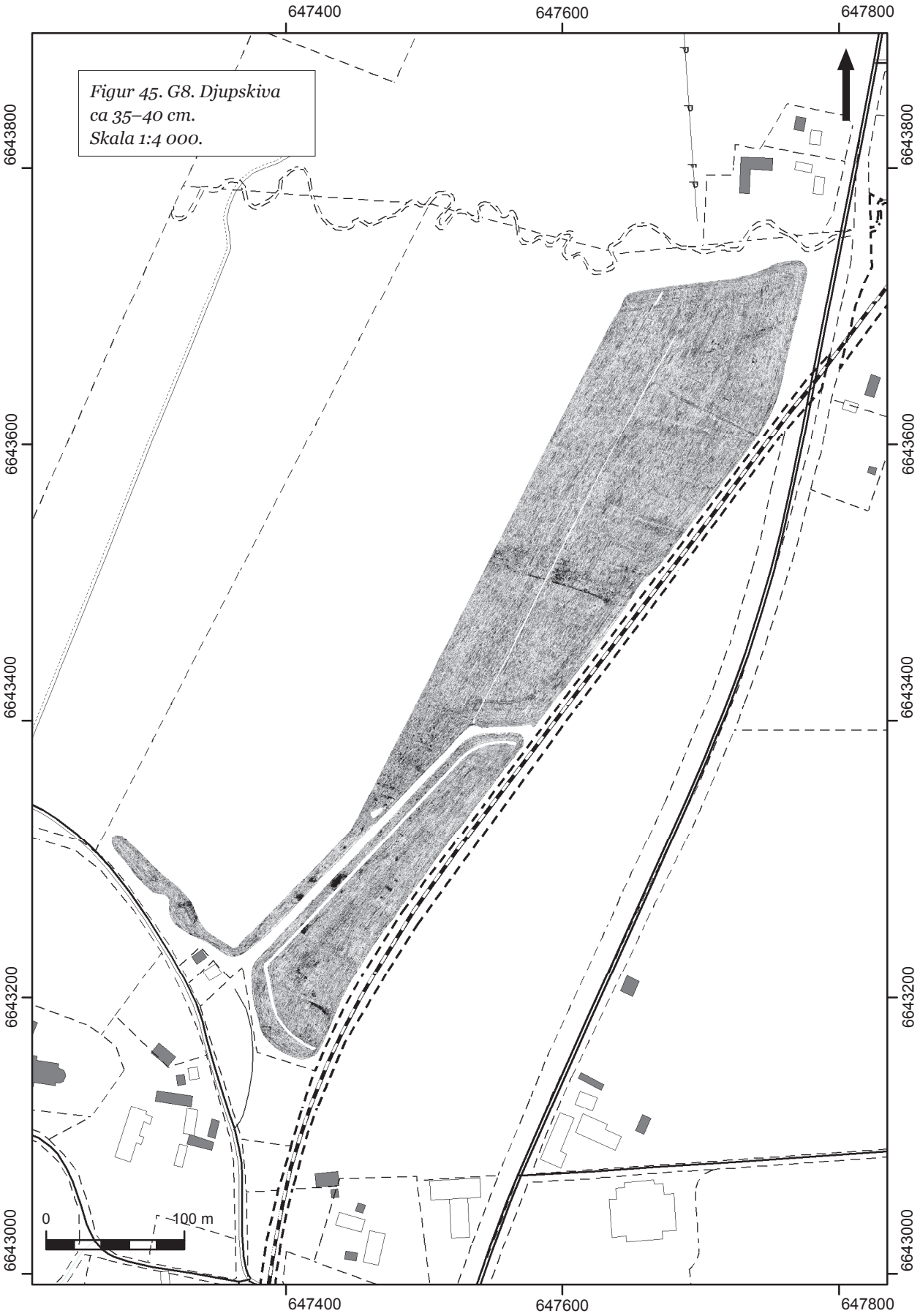
Figur 42. G5. Djupskiva ca 20–25 cm. Skala 1:4 000.



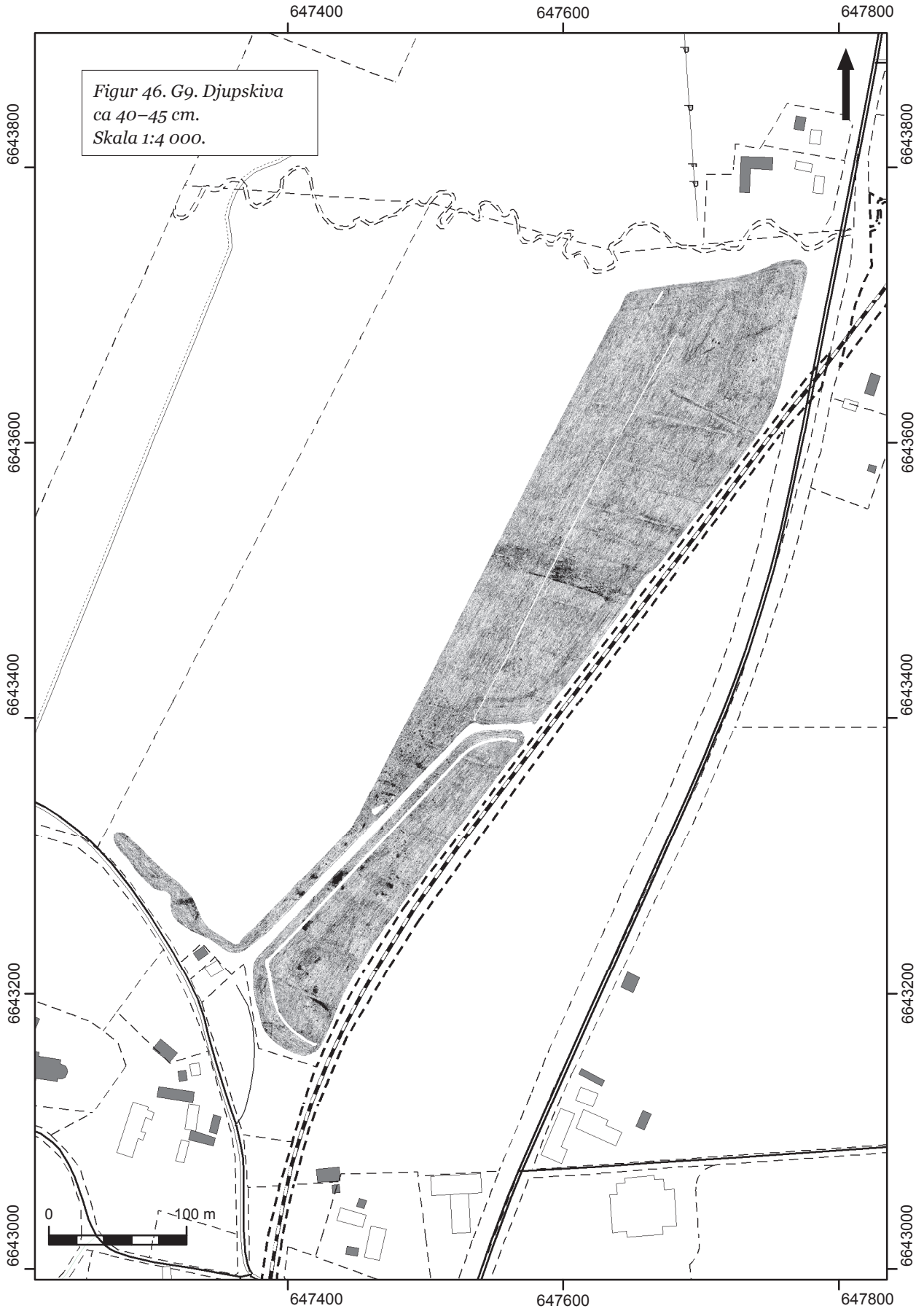
Figur 43. G6. Djupskiva ca 25–30 cm. Skala 1:4 000.



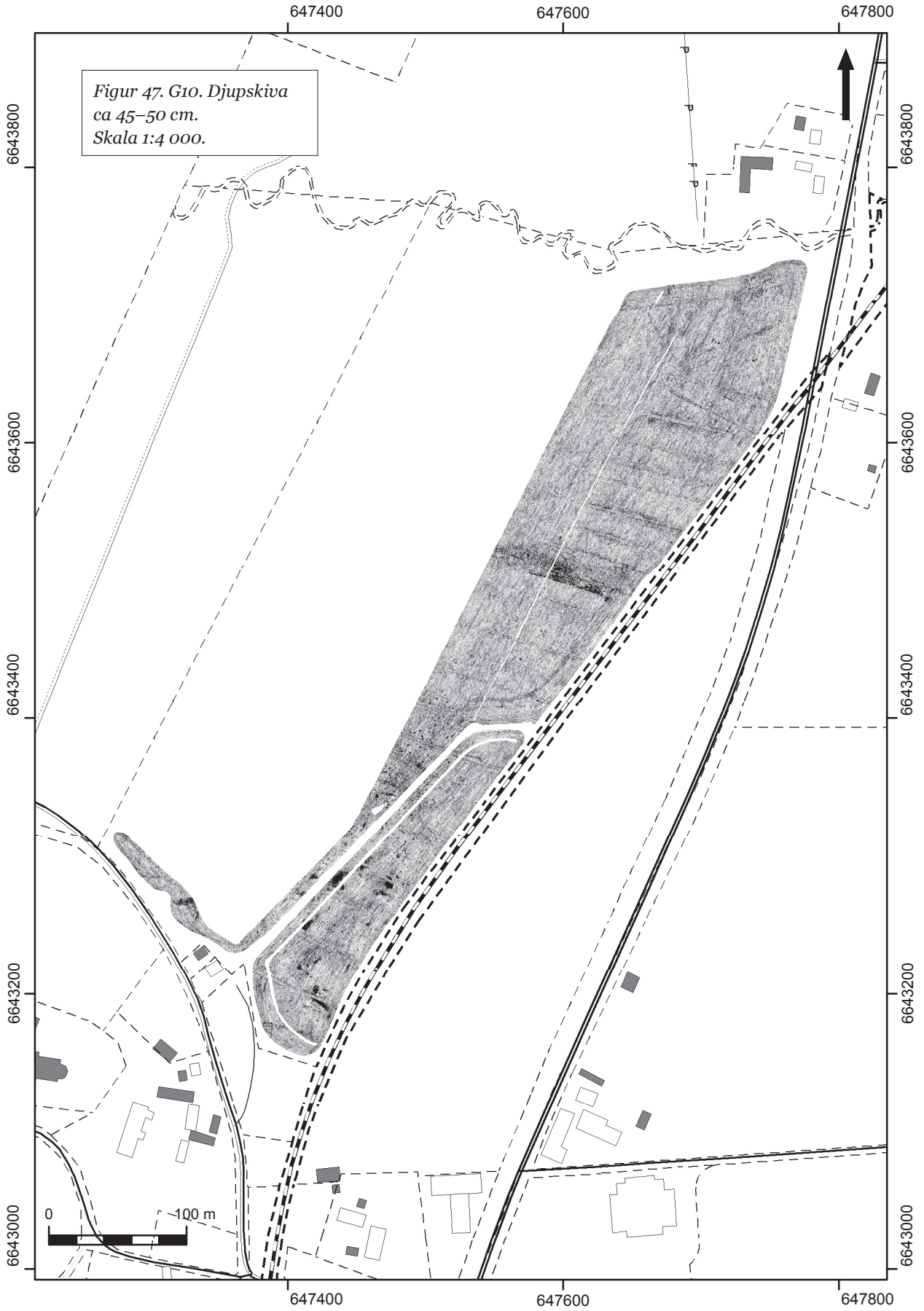
Figur 44. G7. Djupskiva ca 30–35 cm. Skala 1:4 000.



Figur 45. G8. Djupskiva ca 35–40 cm. Skala 1:4 000.



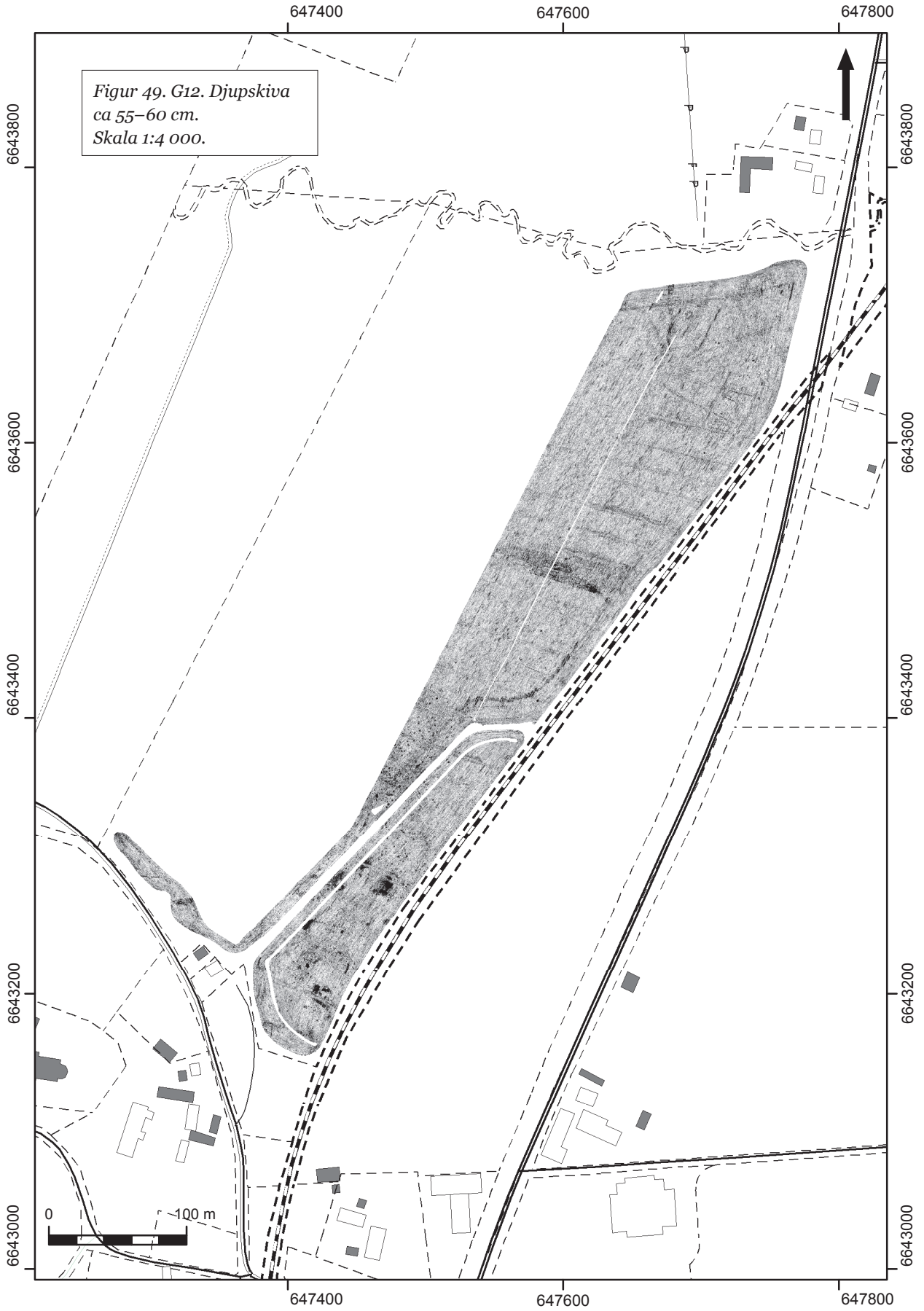
Figur 46. G9. Djupskiva ca 40–45 cm. Skala 1:4 000.



Figur 47. G10. Djupskiva ca 45–50 cm. Skala 1:4 000.



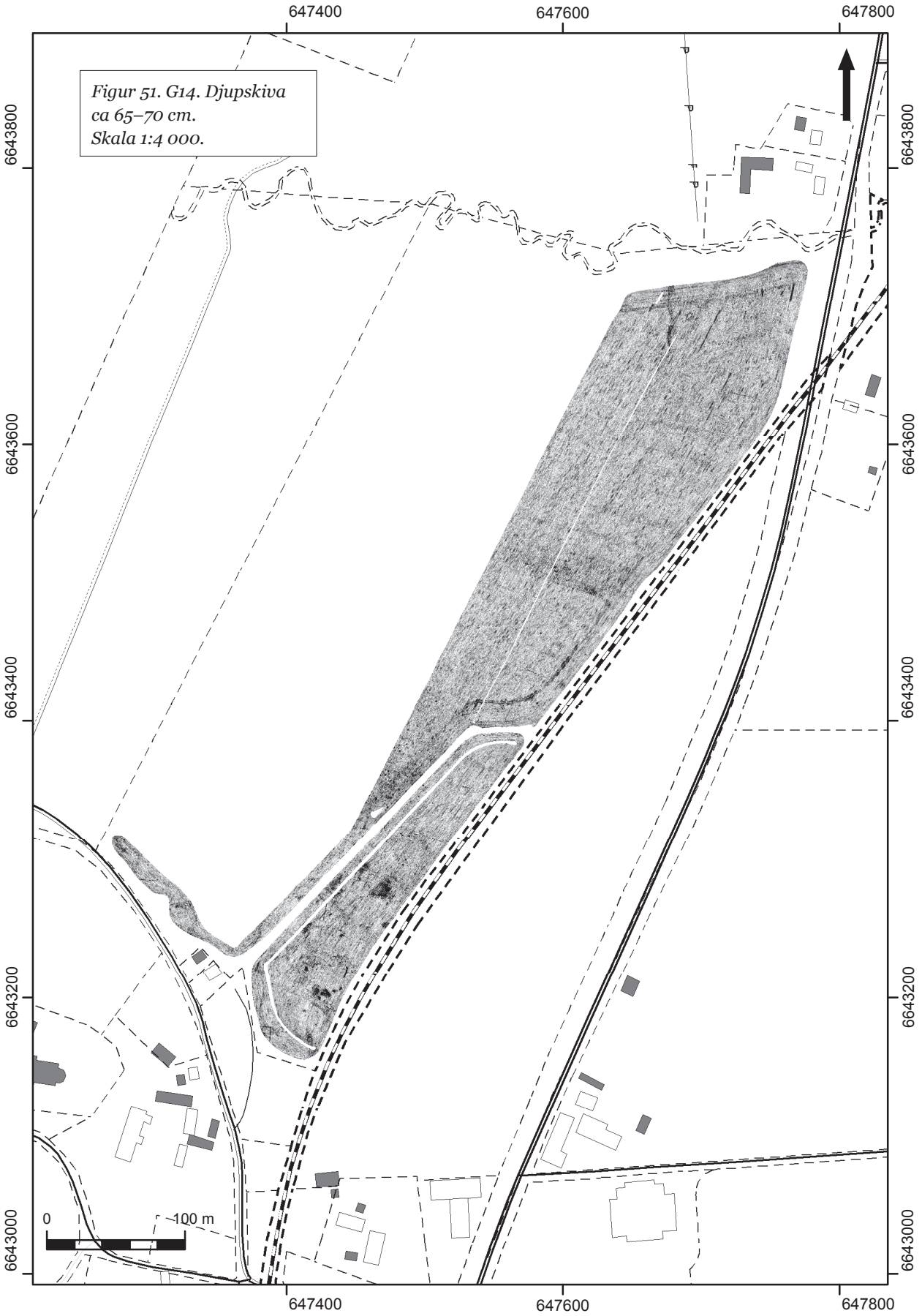
Figur 48. G11. Djupskiva ca 50–55 cm. Skala 1:4 000.



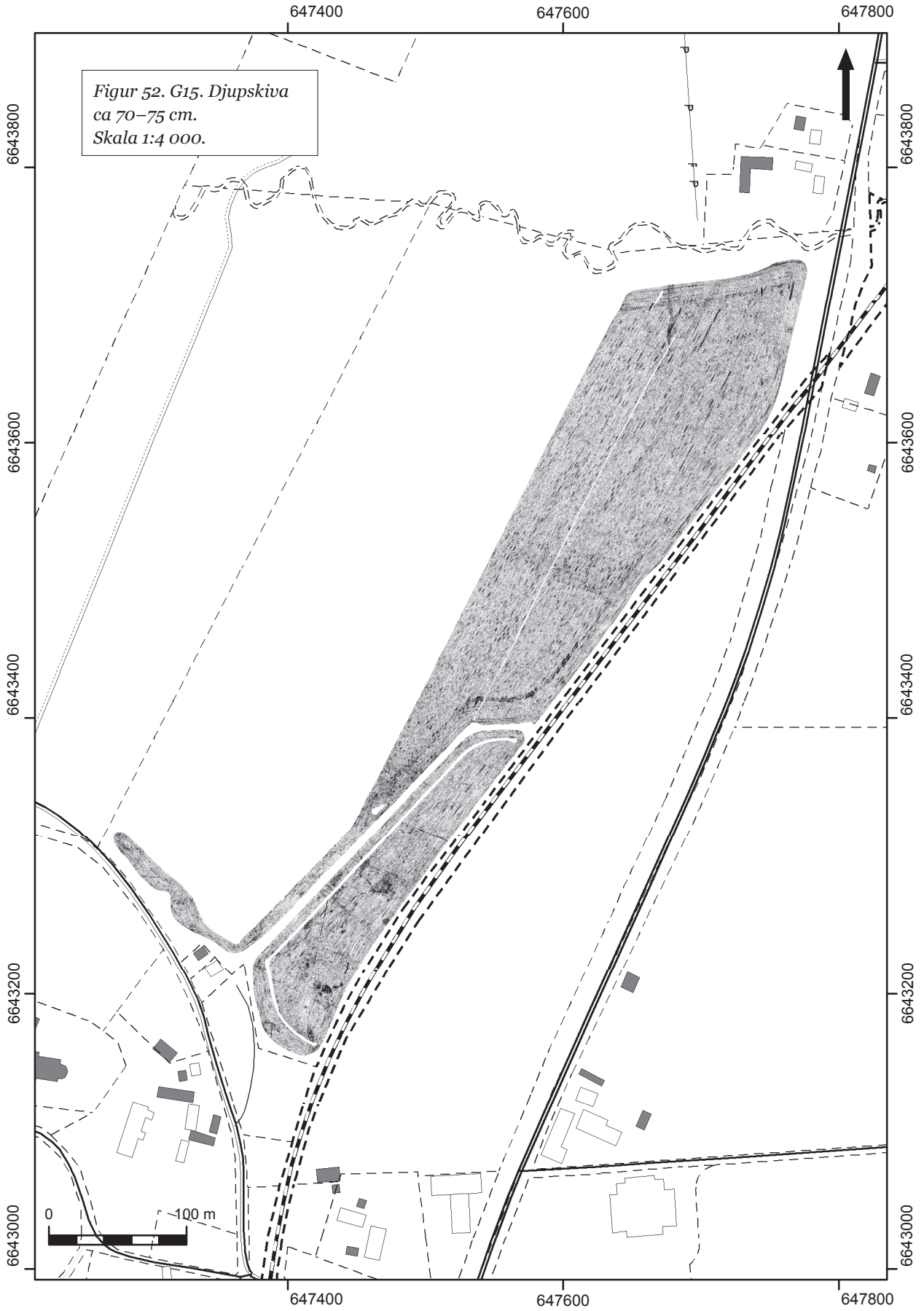
Figur 49. G12. Djupskiva ca 55–60 cm. Skala 1:4 000.



Figur 50. G13. Djupskiva ca 60–65 cm. Skala 1:4 000.



Figur 51. G14. Djupskiva ca 65–70 cm. Skala 1:4 000.



Figur 52. G15. Djupskiva ca 70–75 cm. Skala 1:4 000.



Figur 53. G16. Djupskiva ca 75–80 cm. Skala 1:4 000.



Figur 54. G17. Djupskiva ca 80–85 cm. Skala 1:4 000.



Figur 55. G18. Djupskiva ca 85–90 cm. Skala 1:4 000.



Figur 56. G19. Djupskiva ca 90–95 cm. Skala 1:4 000.



Figur 57. G20. Djupskiva ca 95–100 cm. Skala 1:4 000.



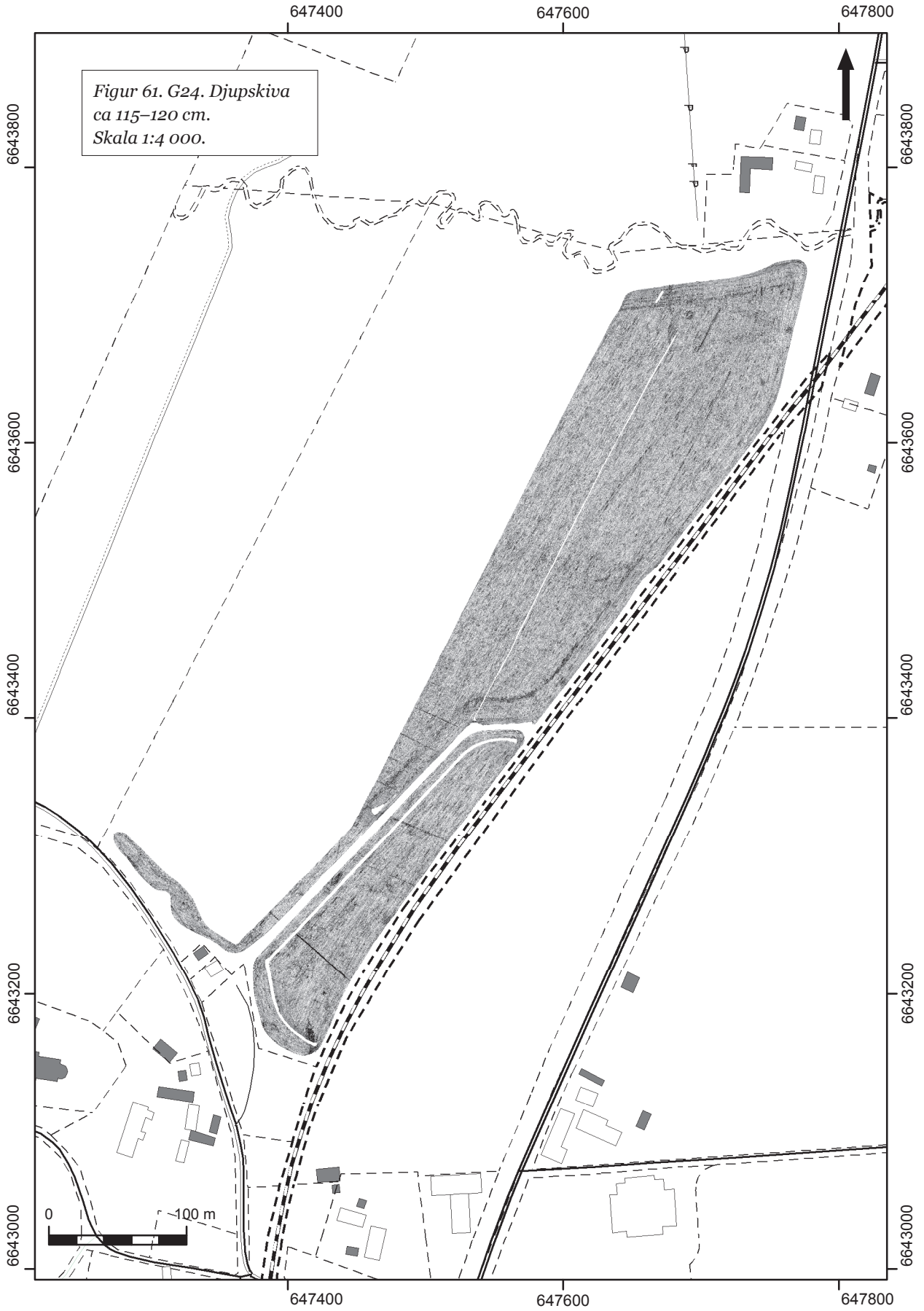
Figur 58. G21. Djupskiva ca 100–105 cm. Skala 1:4 000.



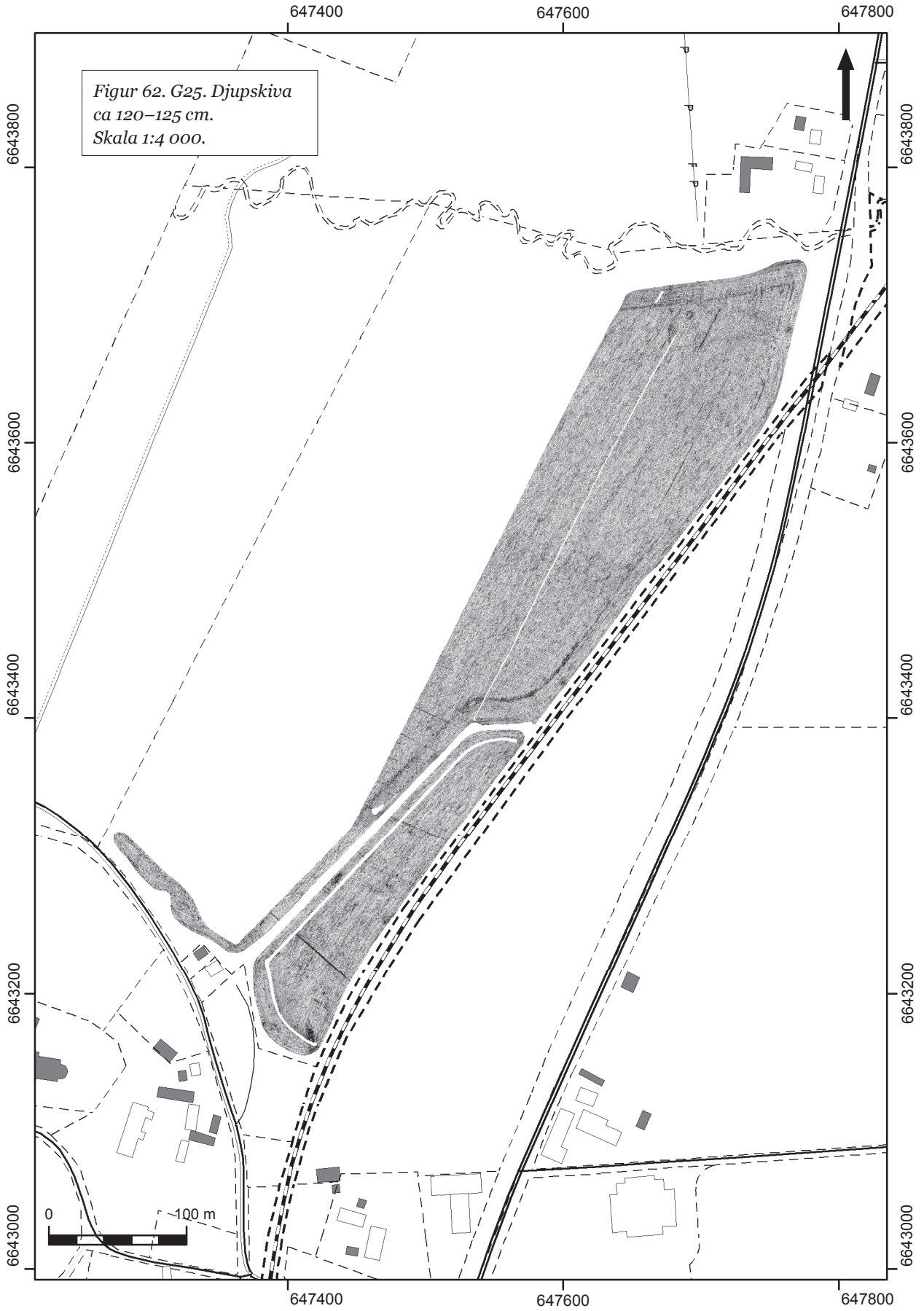
Figur 59. G22. Djupskiva ca 105–110 cm. Skala 1:4 000.



Figur 60. G23. Djupskiva ca 110–115 cm. Skala 1:4 000.



Figur 61. G24. Djupskiva ca 115–120 cm. Skala 1:4 000.



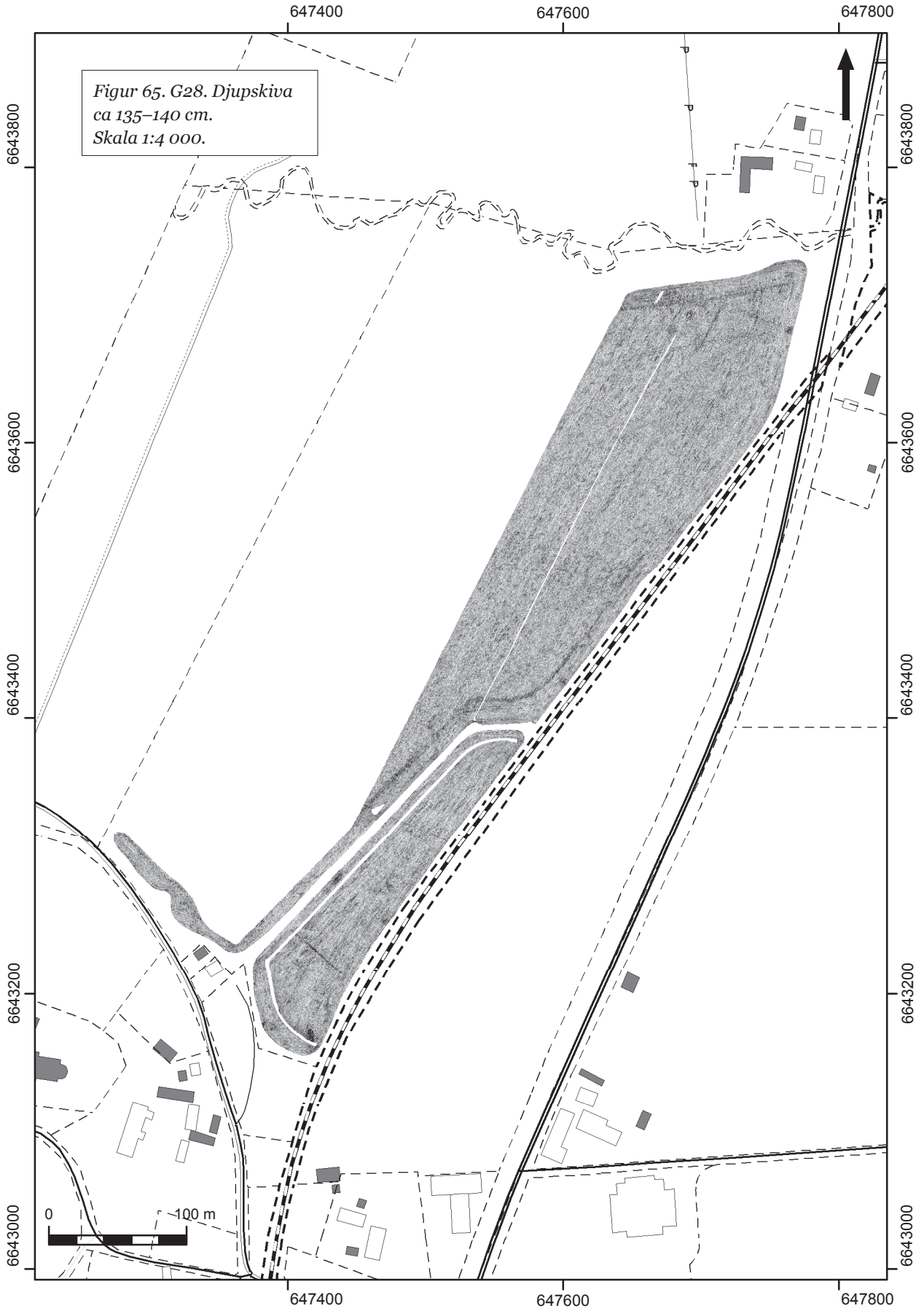
Figur 62. G25. Djupskiva ca 120–125 cm. Skala 1:4 000.



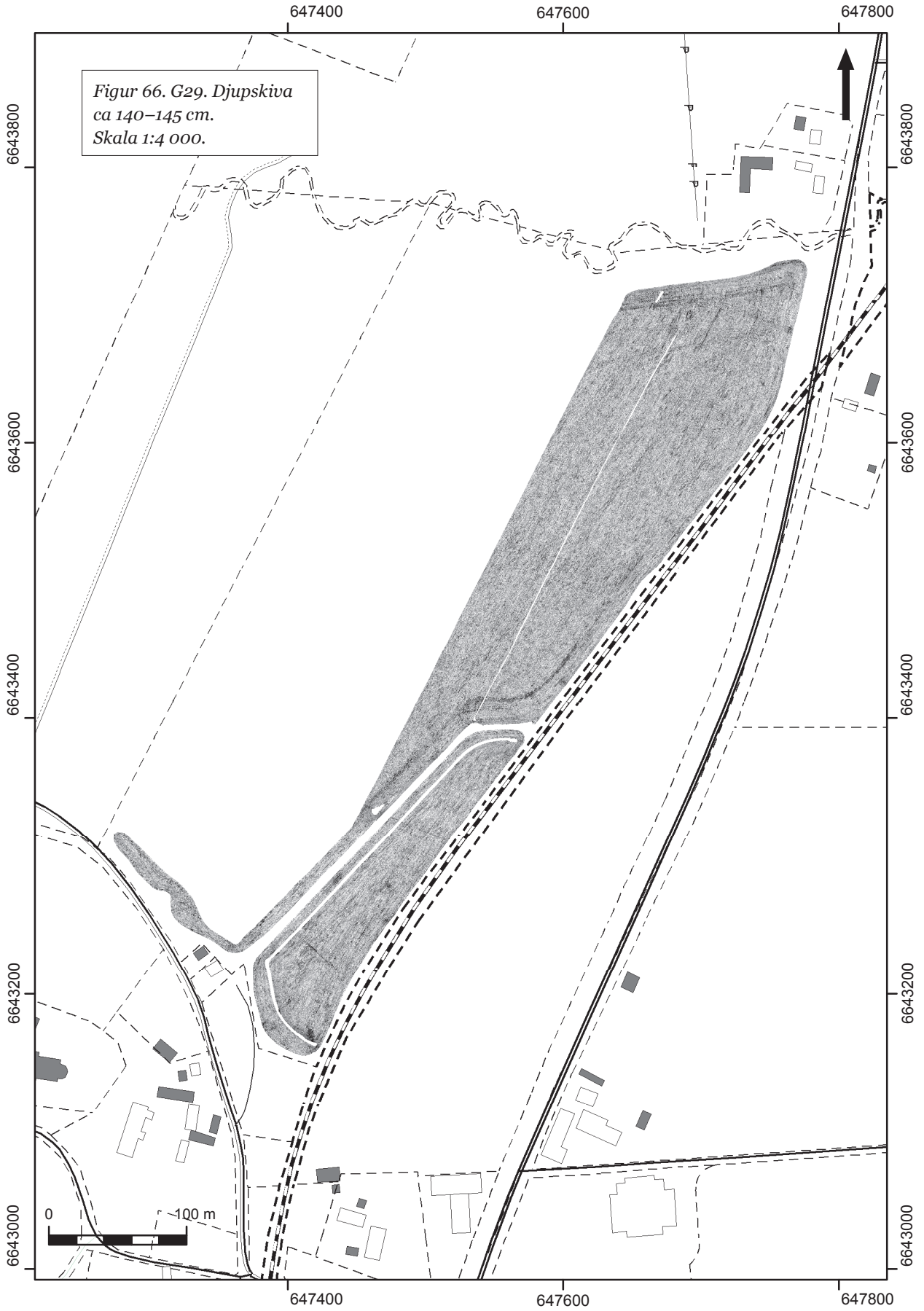
Figur 63. G26. Djupskiva ca 125–130 cm. Skala 1:4 000.



Figur 64. G27. Djupskiva ca 130–135 cm. Skala 1:4 000.



Figur 65. G28. Djupskiva ca 135–140 cm. Skala 1:4 000.

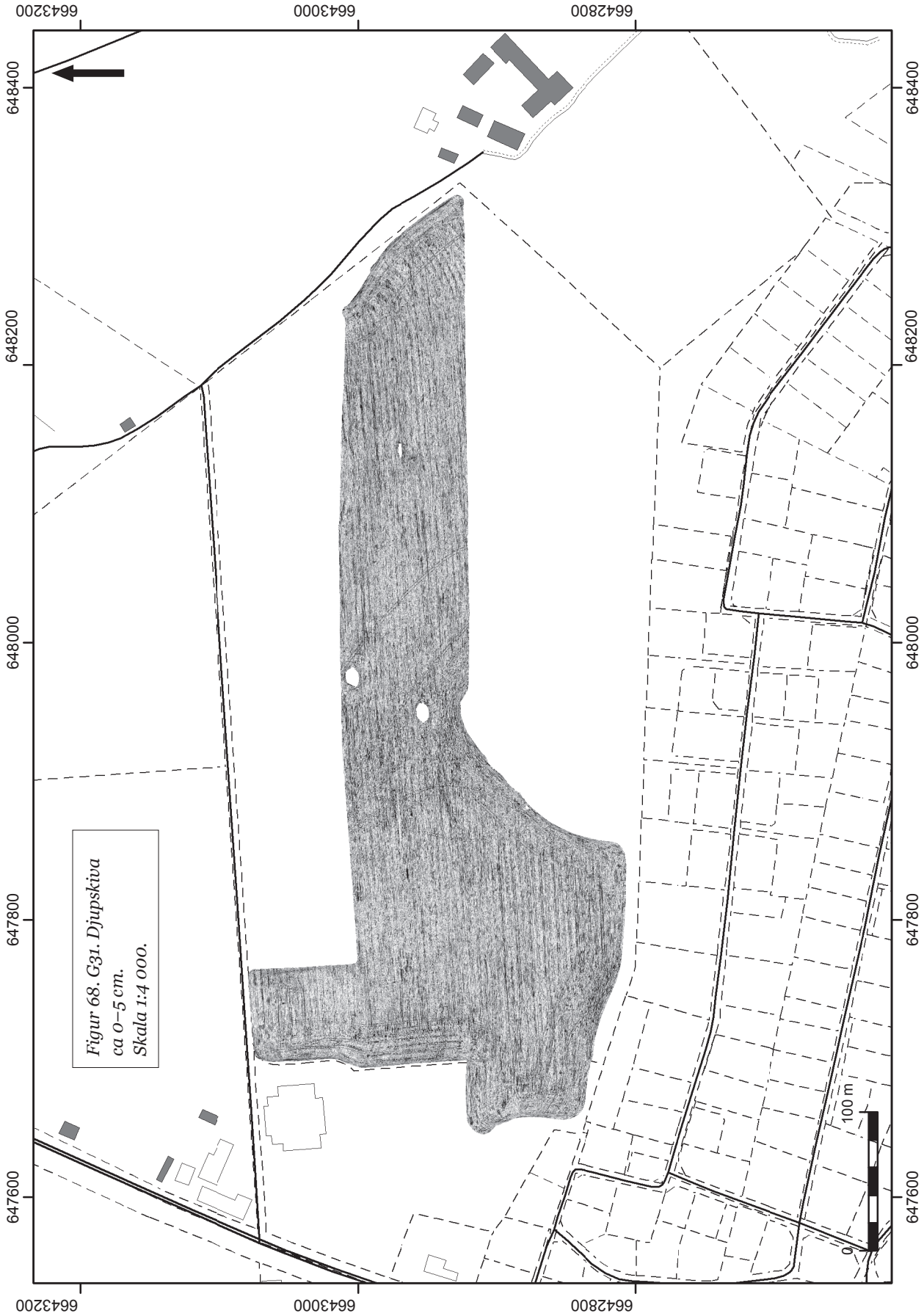


Figur 66. G29. Djupskiva ca 140–145 cm. Skala 1:4 000.

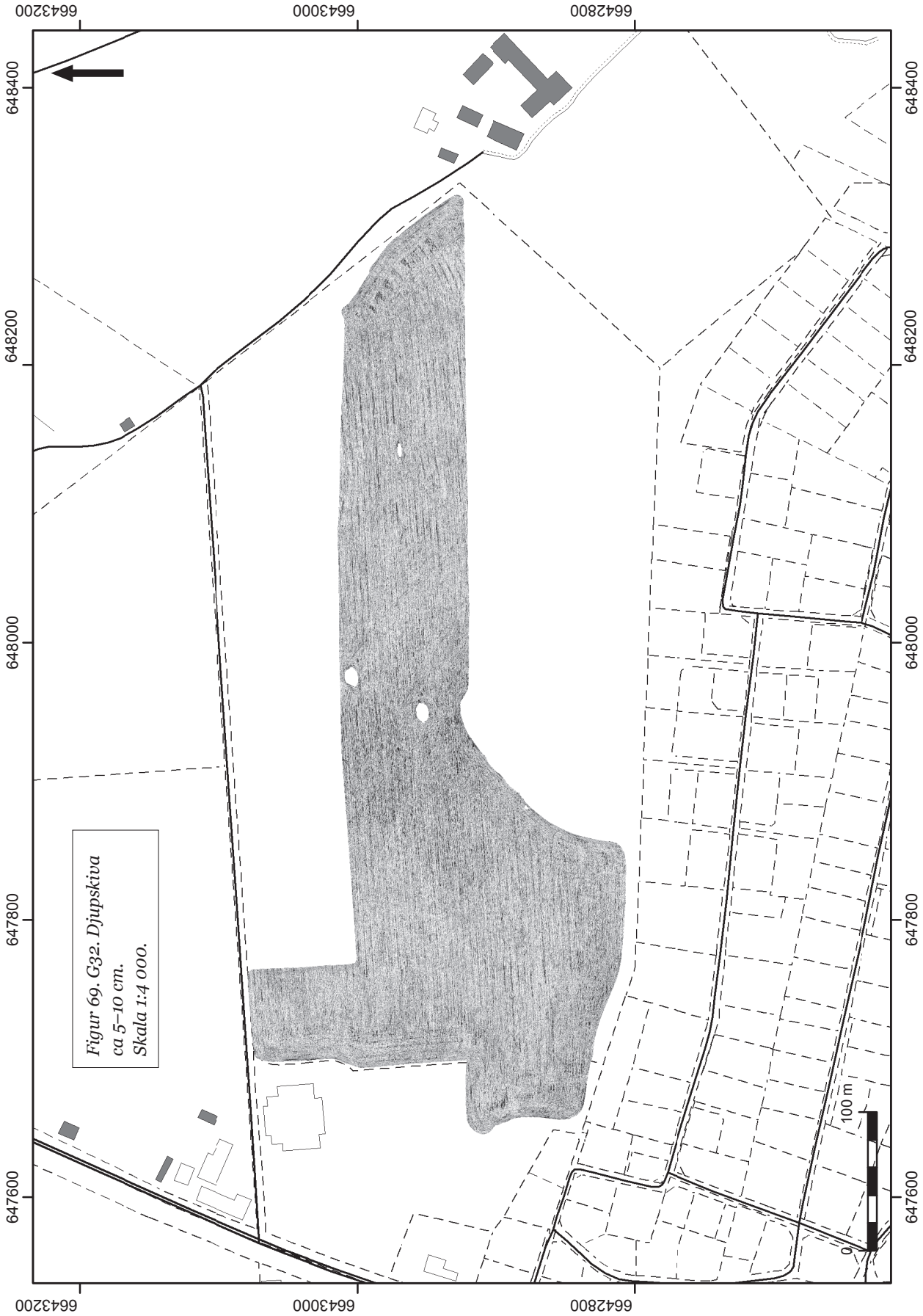


Figur 67. G30. Djupskiva ca 145–150 cm. Skala 1:4 000.

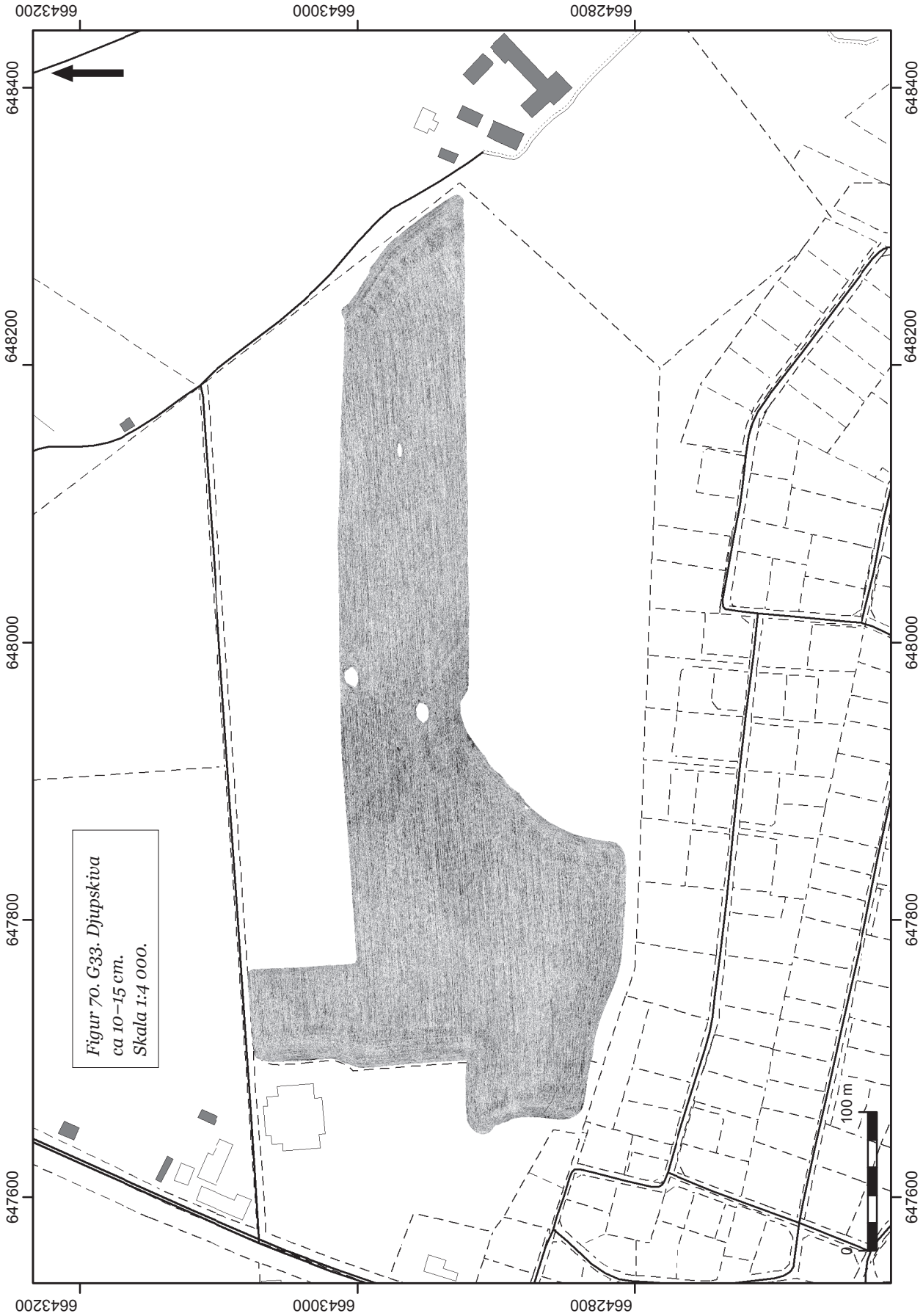
Undersökningsyta 2, GPR 2



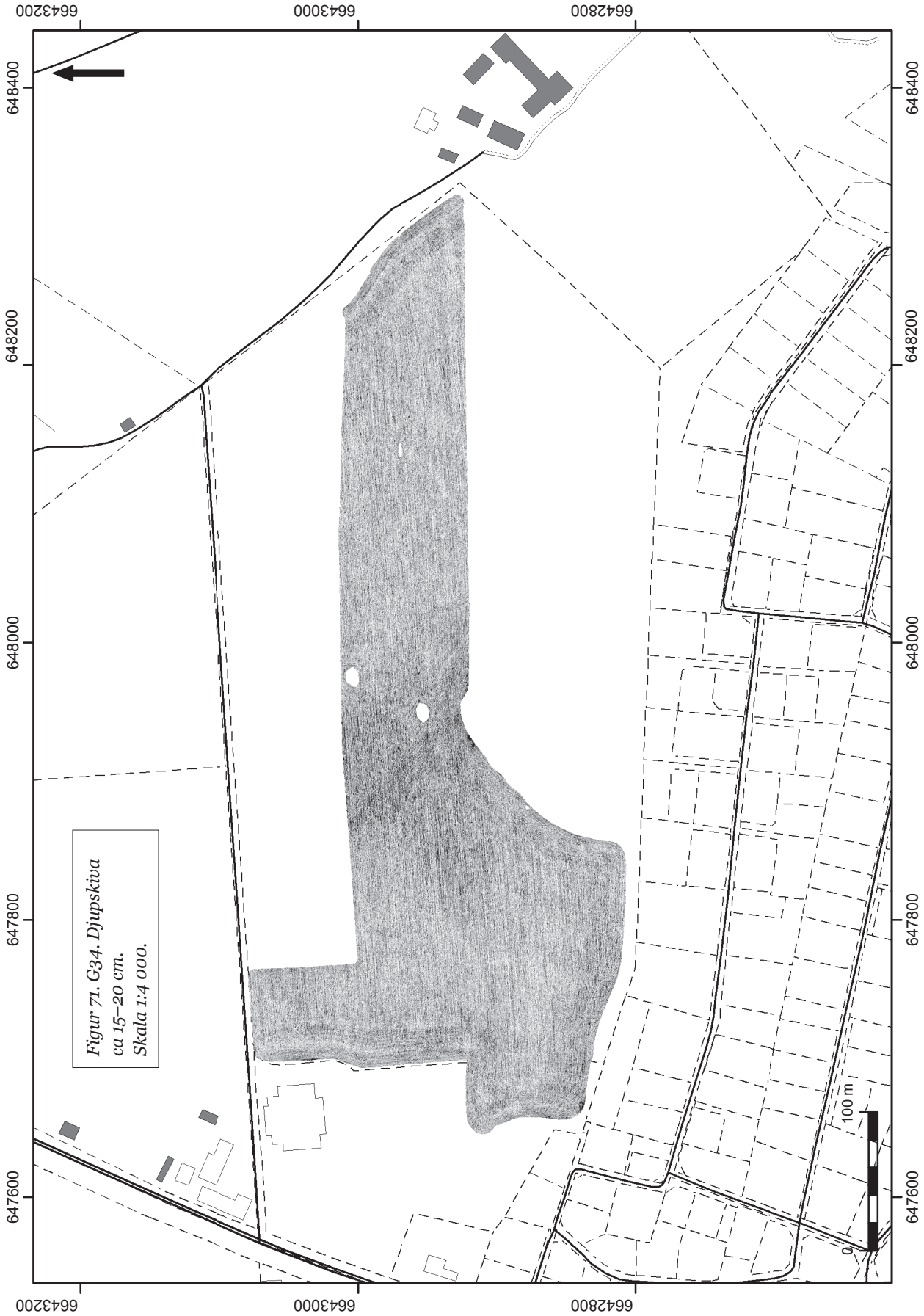
Figur 68. G31. Djupskiva ca 0–5 cm. Skala 1:4 000.



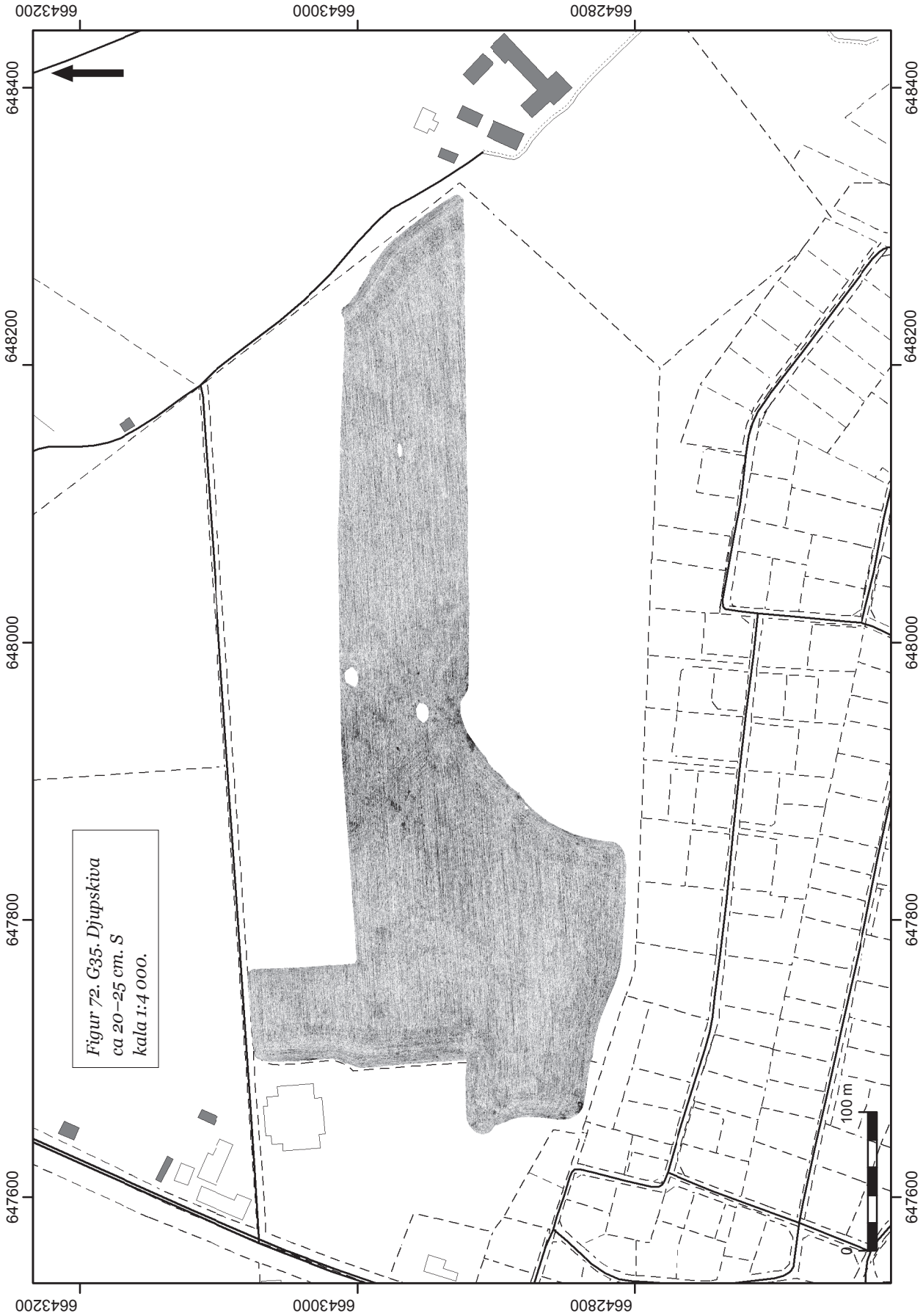
Figur 69. G32. Djupskiva ca 5–10 cm. Skala 1:4 000.



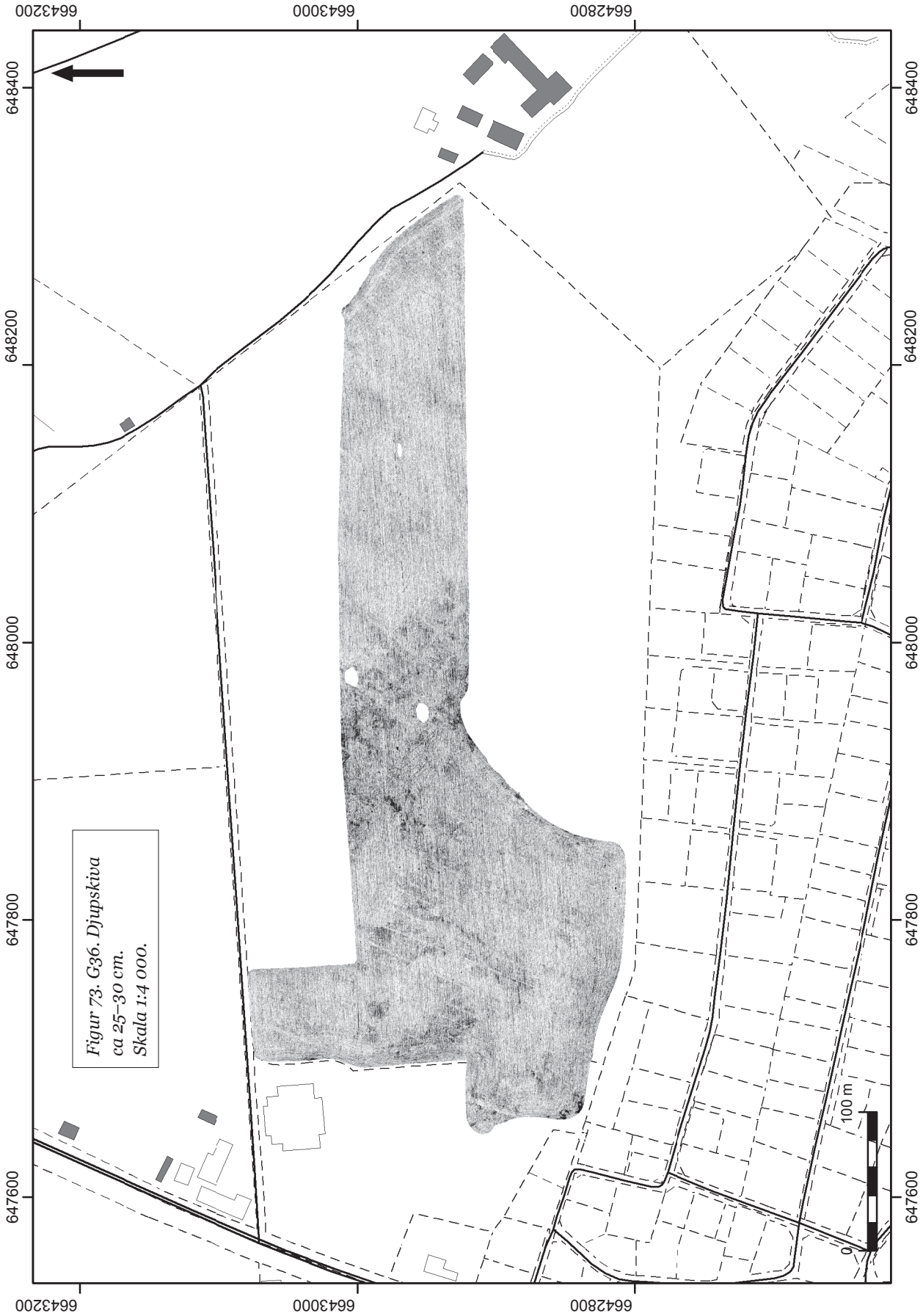
Figur 70. G33. Djupskiva ca 10–15 cm. Skala 1:4 000.



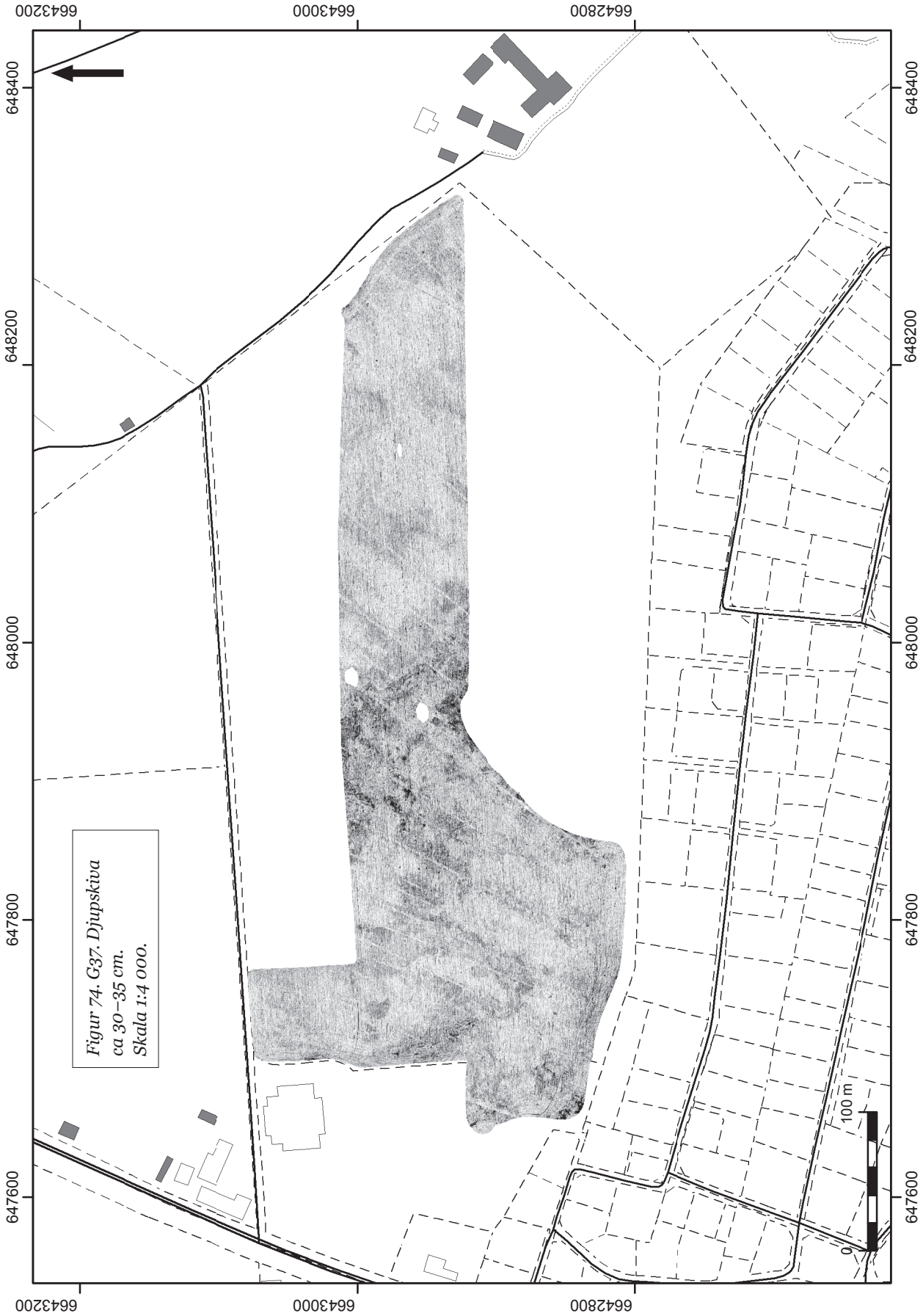
Figur 71. G34. Djupskiva ca 15–20 cm. Skala 1:4 000.



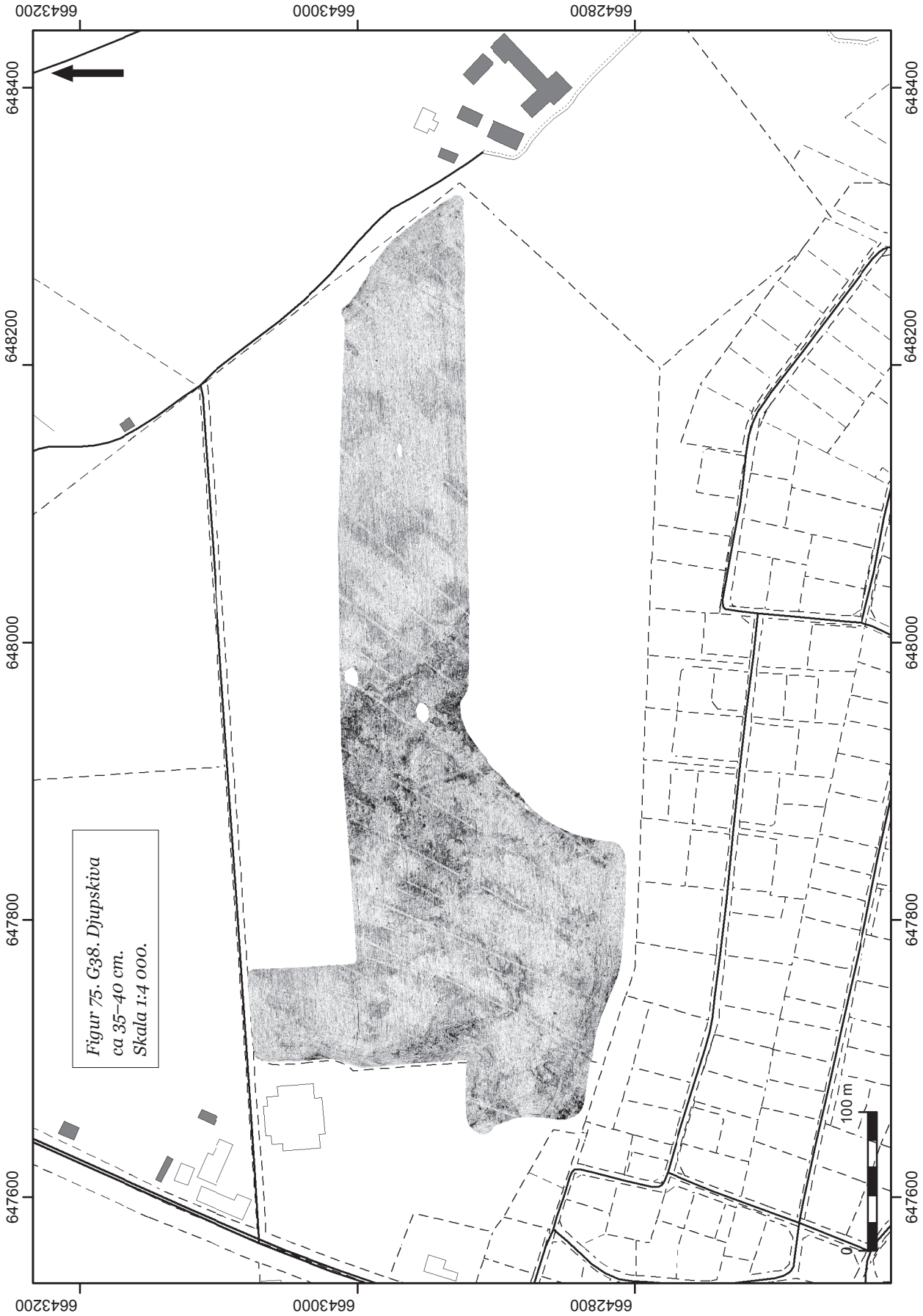
Figur 72. G35. Djupskiva ca 20–25 cm. S kala 1:4 000.



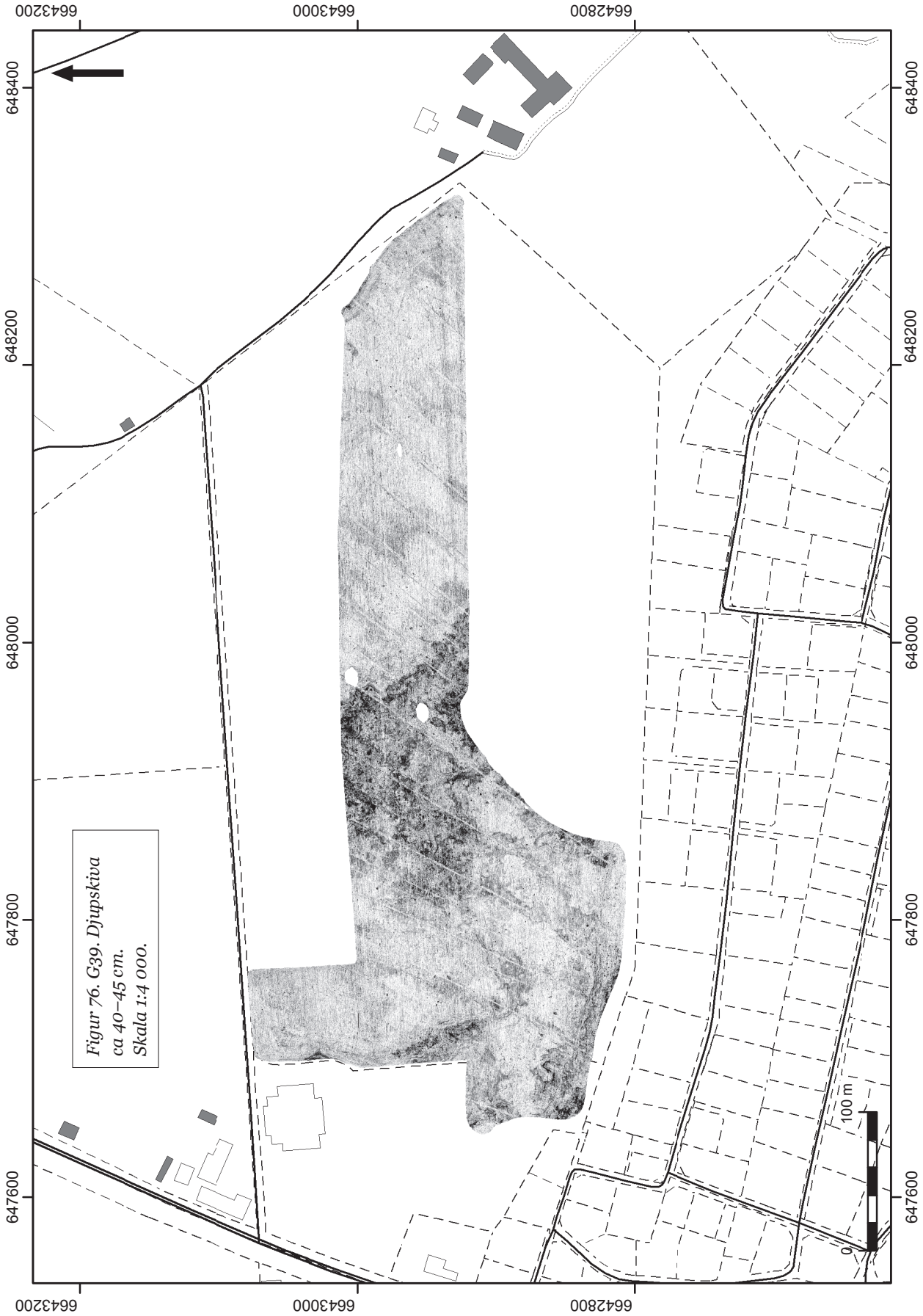
Figur 73. G36. Djupskiva ca 25–30 cm. Skala 1:4 000.



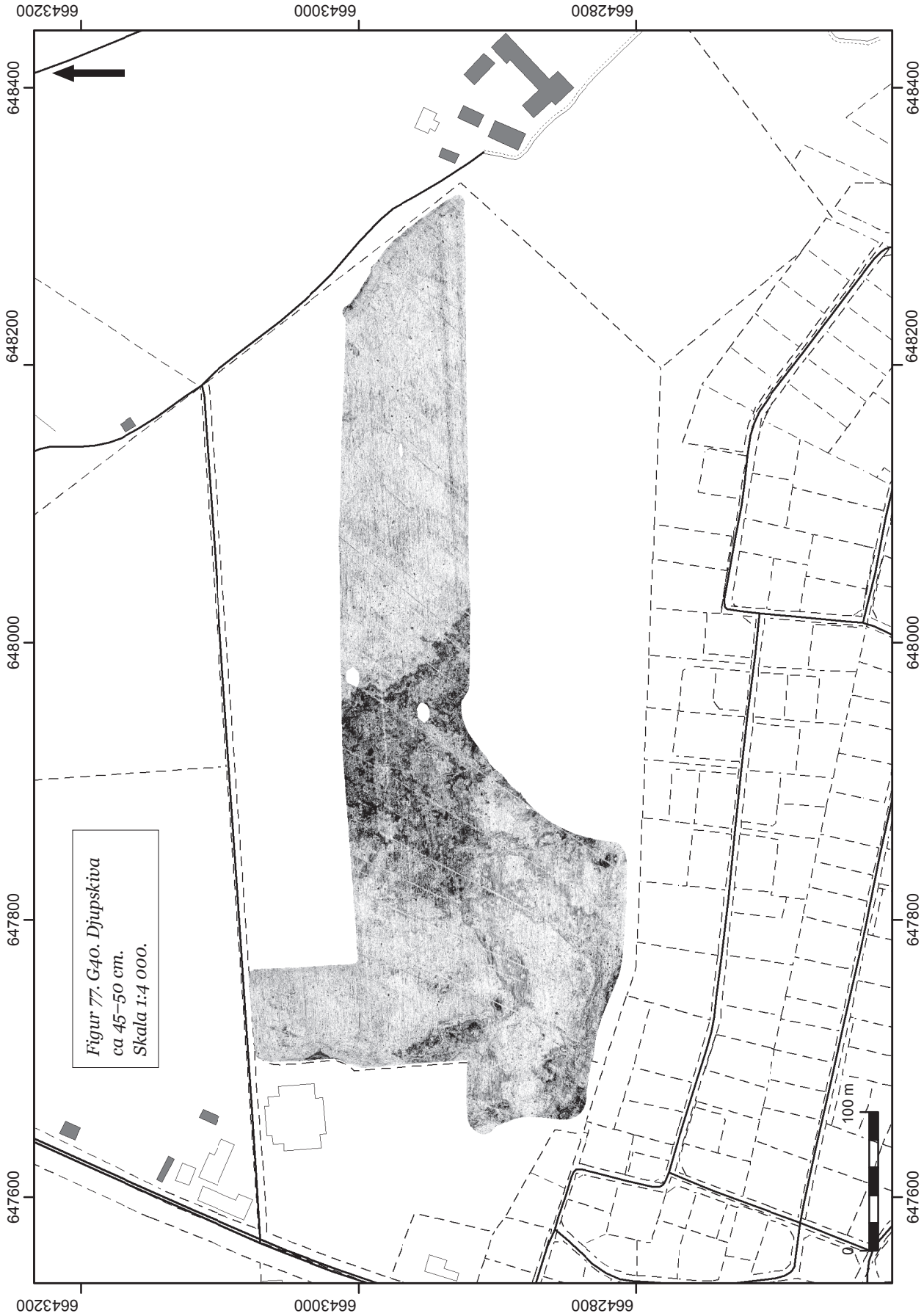
Figur 74. G37. Djupskiva ca 30–35 cm. Skala 1:4 000.



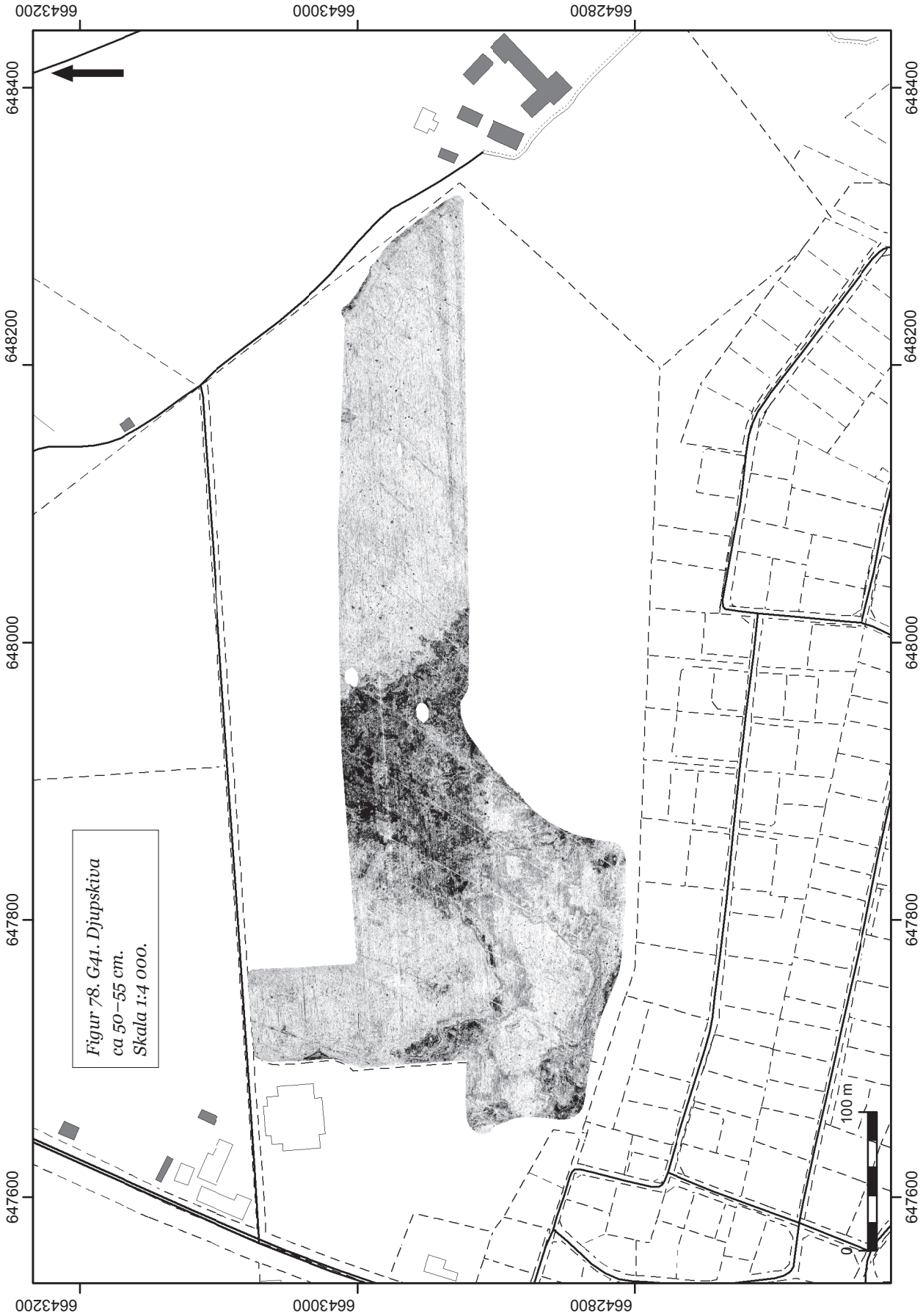
Figur 75. G38. Djupskiva ca 35–40 cm. Skala 1:4 000.



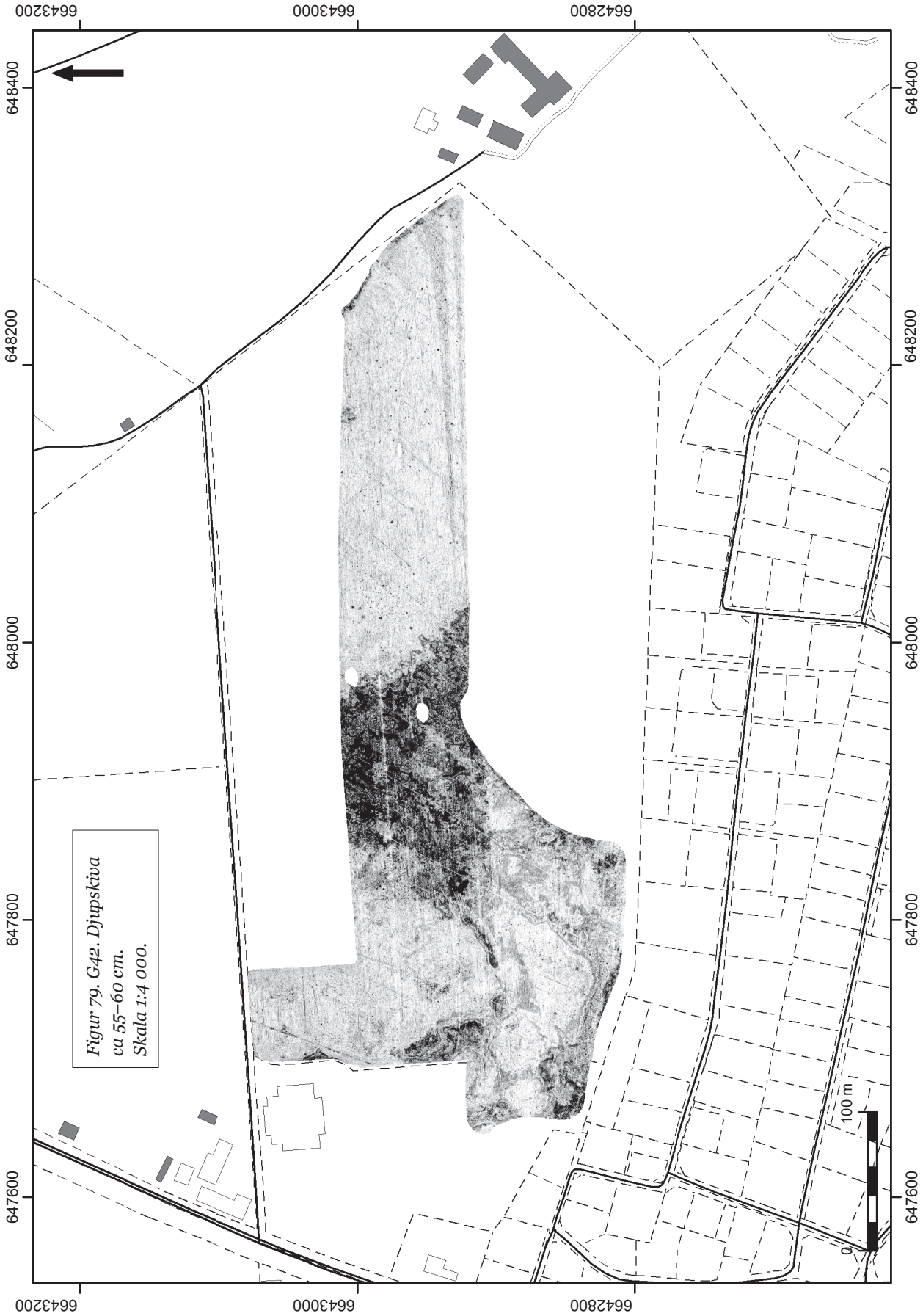
Figur 76. G39. Djupskiva ca 40–45 cm. Skala 1:4 000.



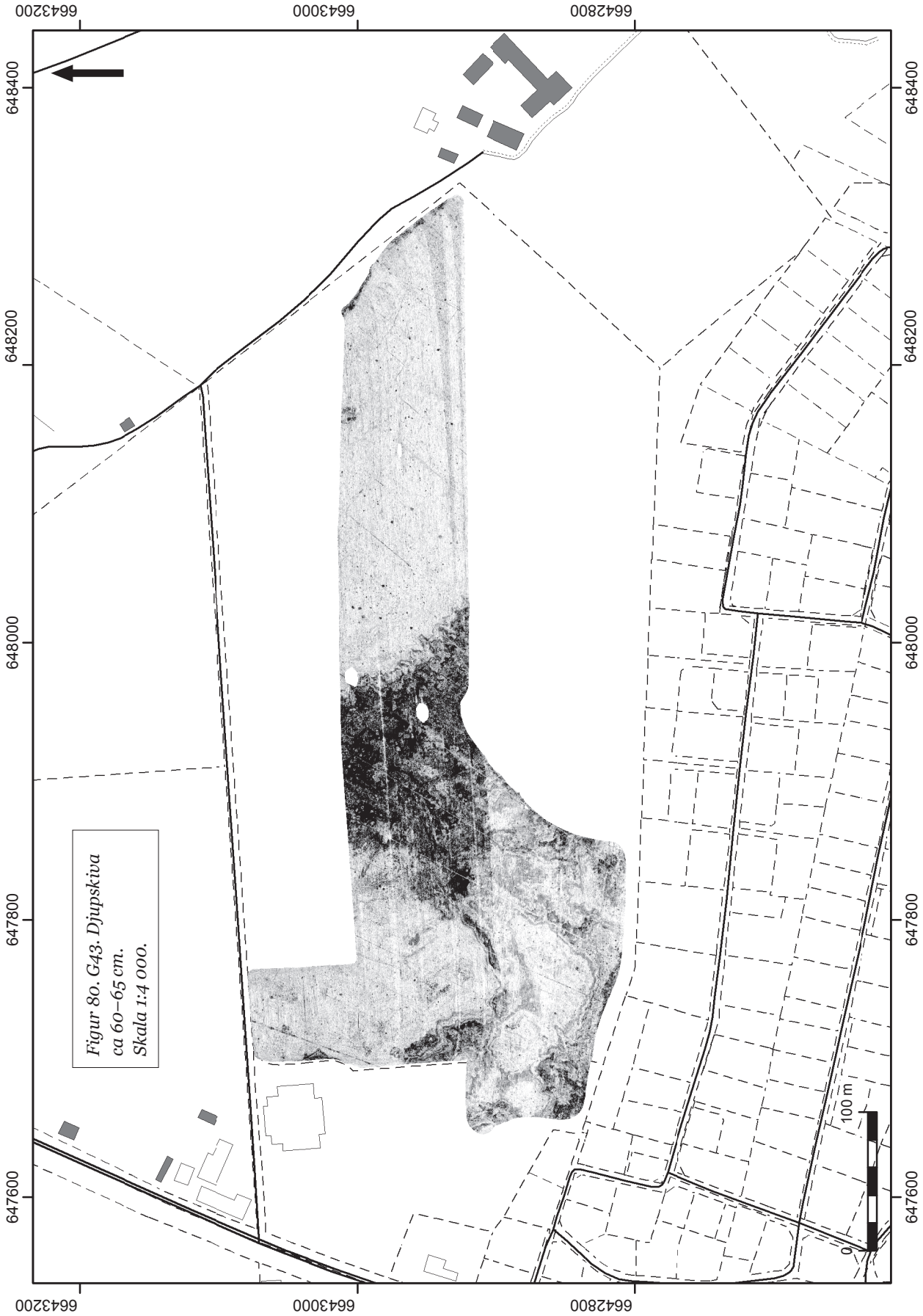
Figur 77. G40. Djupskiva ca 45–50 cm. Skala 1:4 000.



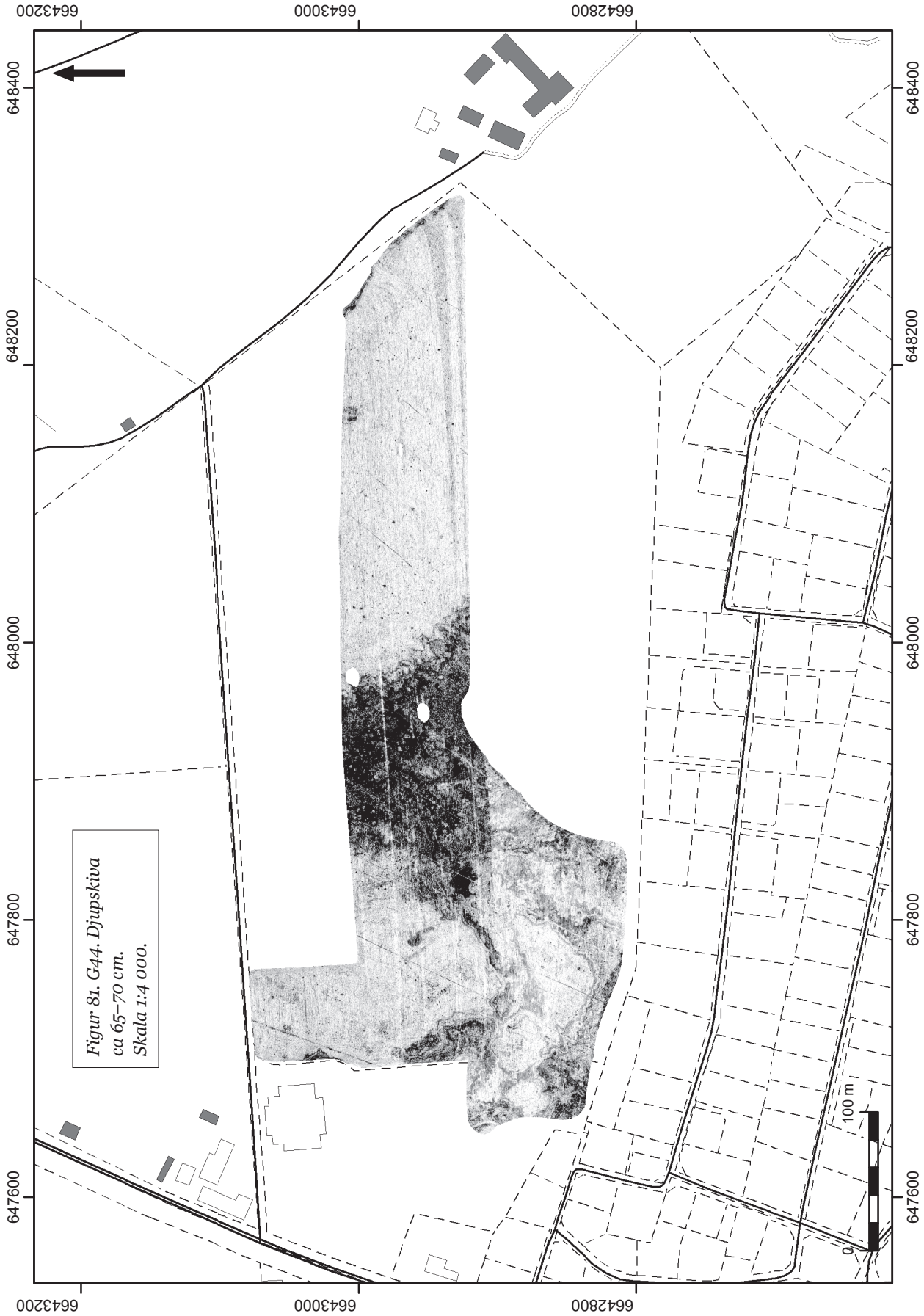
Figur 78. G41. Djupskiva ca 50–55 cm. Skala 1:4 000.



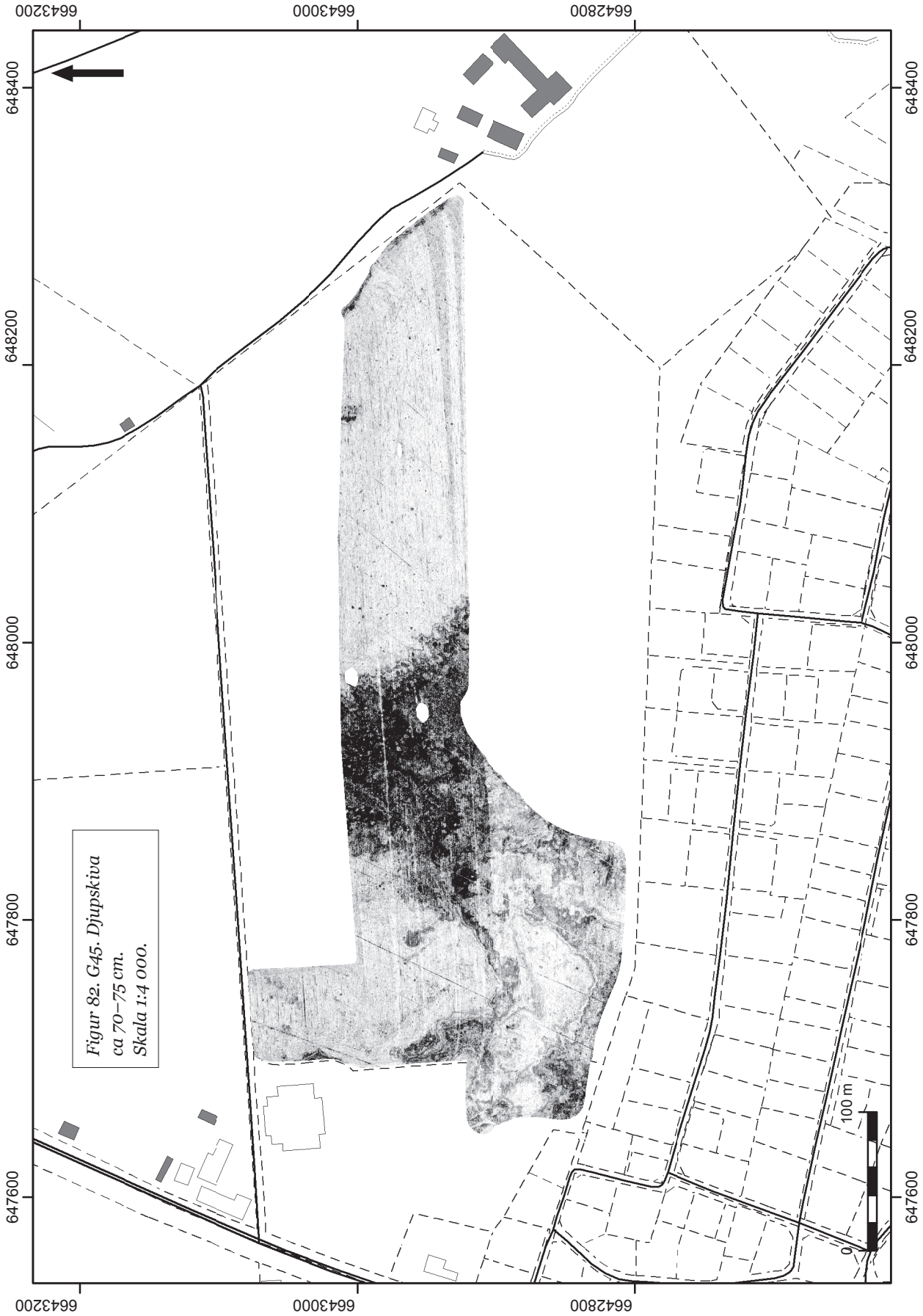
Figur 79. G42. Djupskiva ca 55–60 cm. Skala 1:4 000.



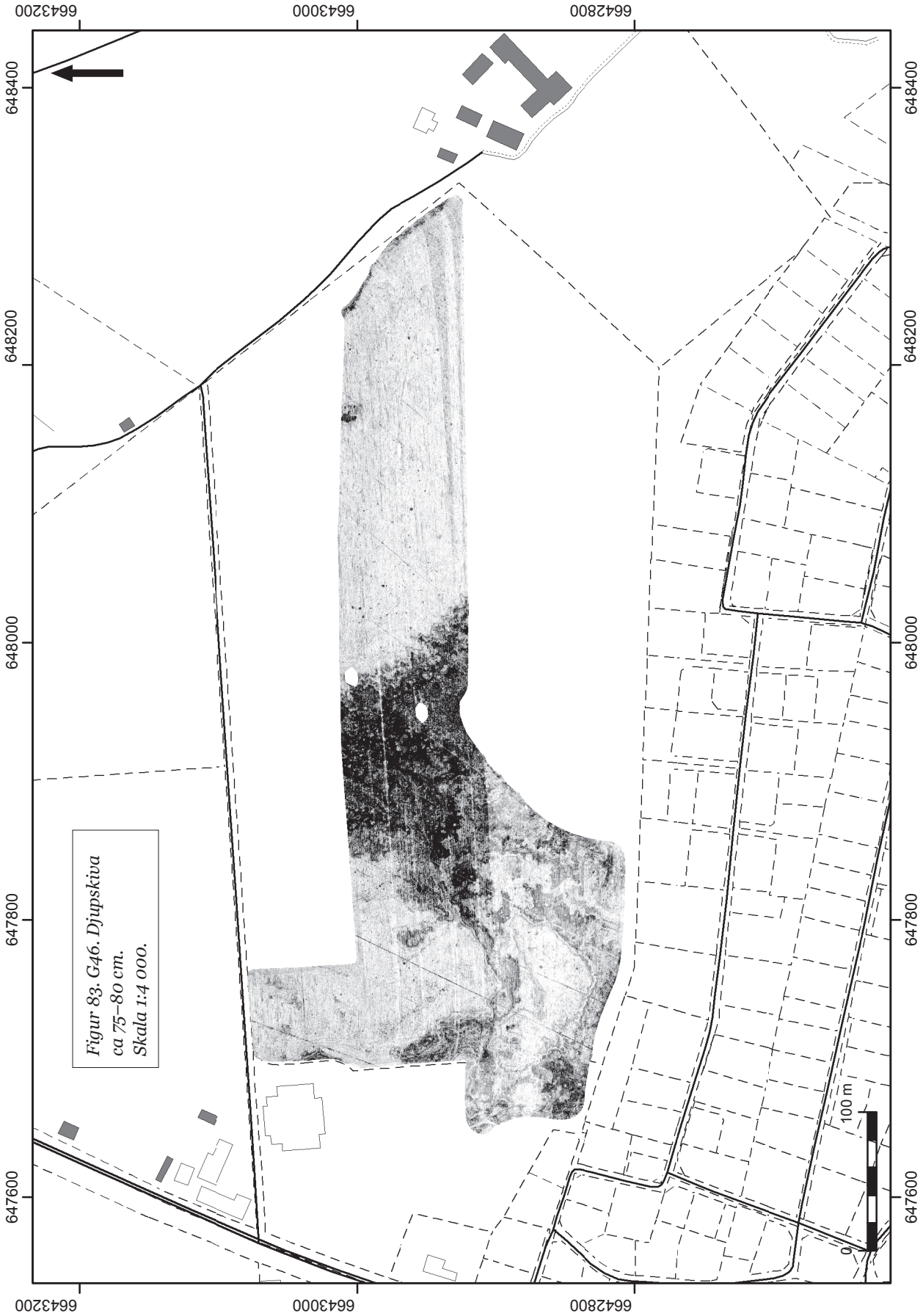
Figur 80. G43. Djupskiva ca 60–65 cm. Skala 1:4 000.



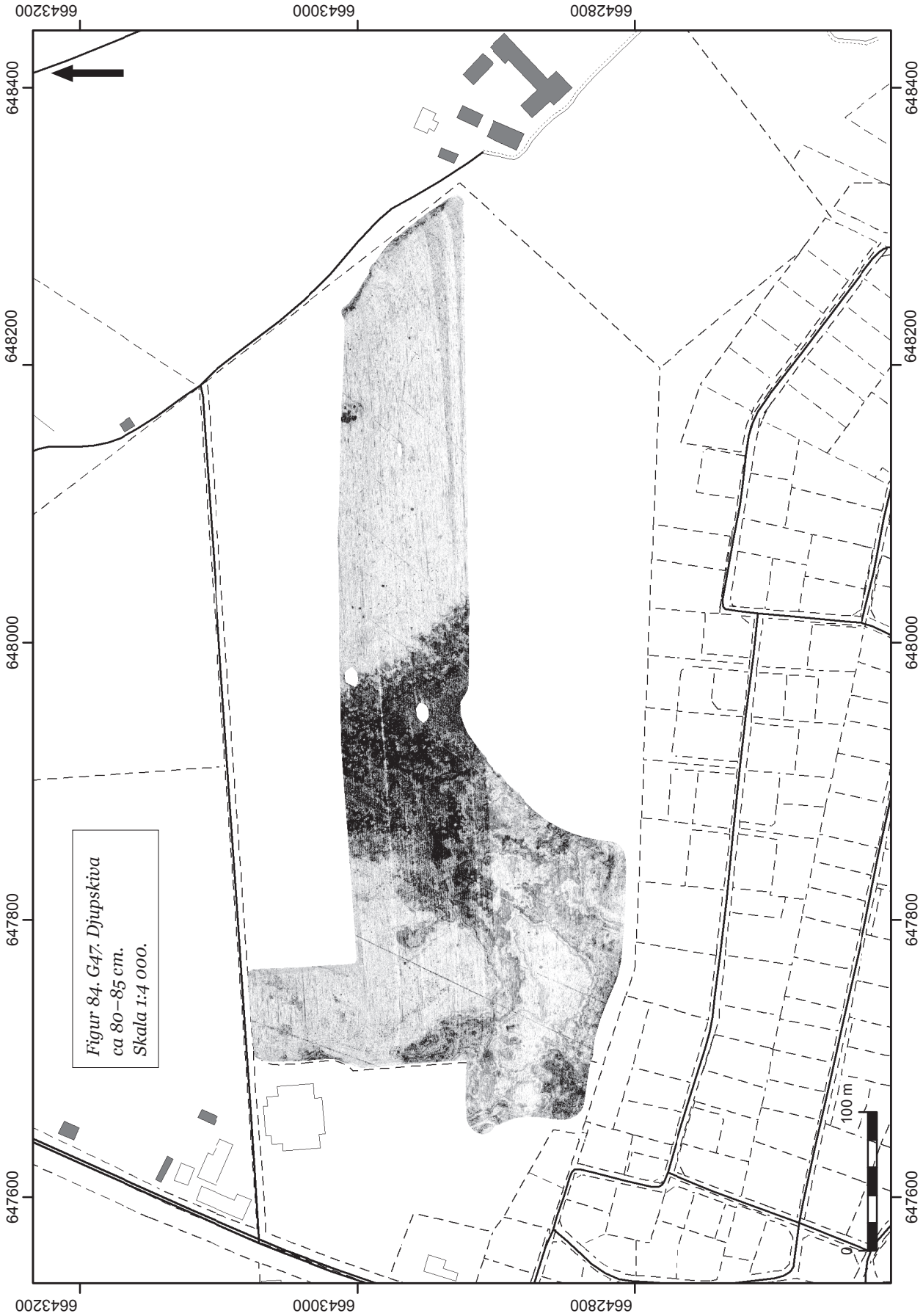
Figur 81. G44. Djupskiva ca 65–70 cm. Skala 1:4 000.



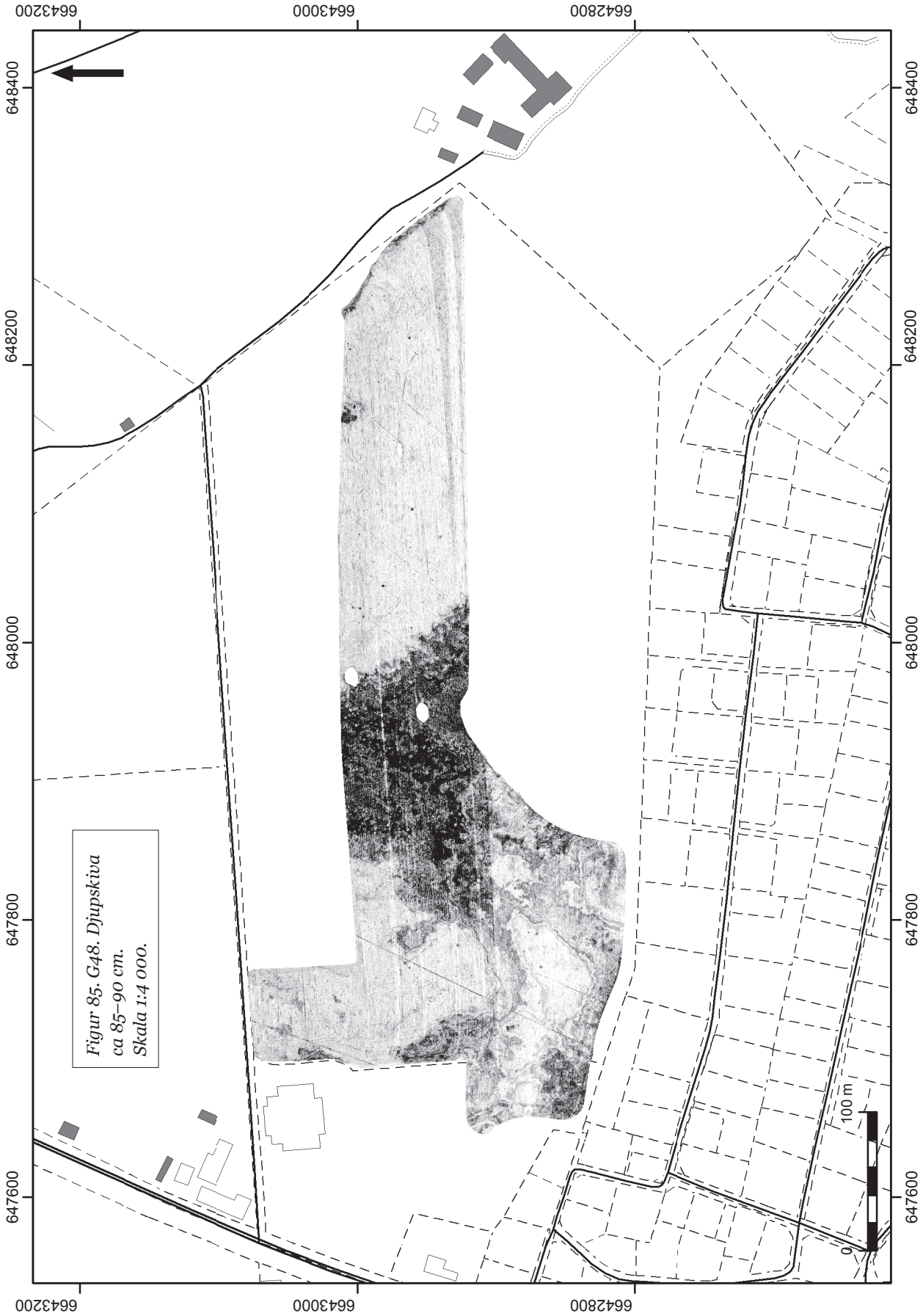
Figur 82. G45. Djupskiva ca 70–75 cm. Skala 1:4 000.



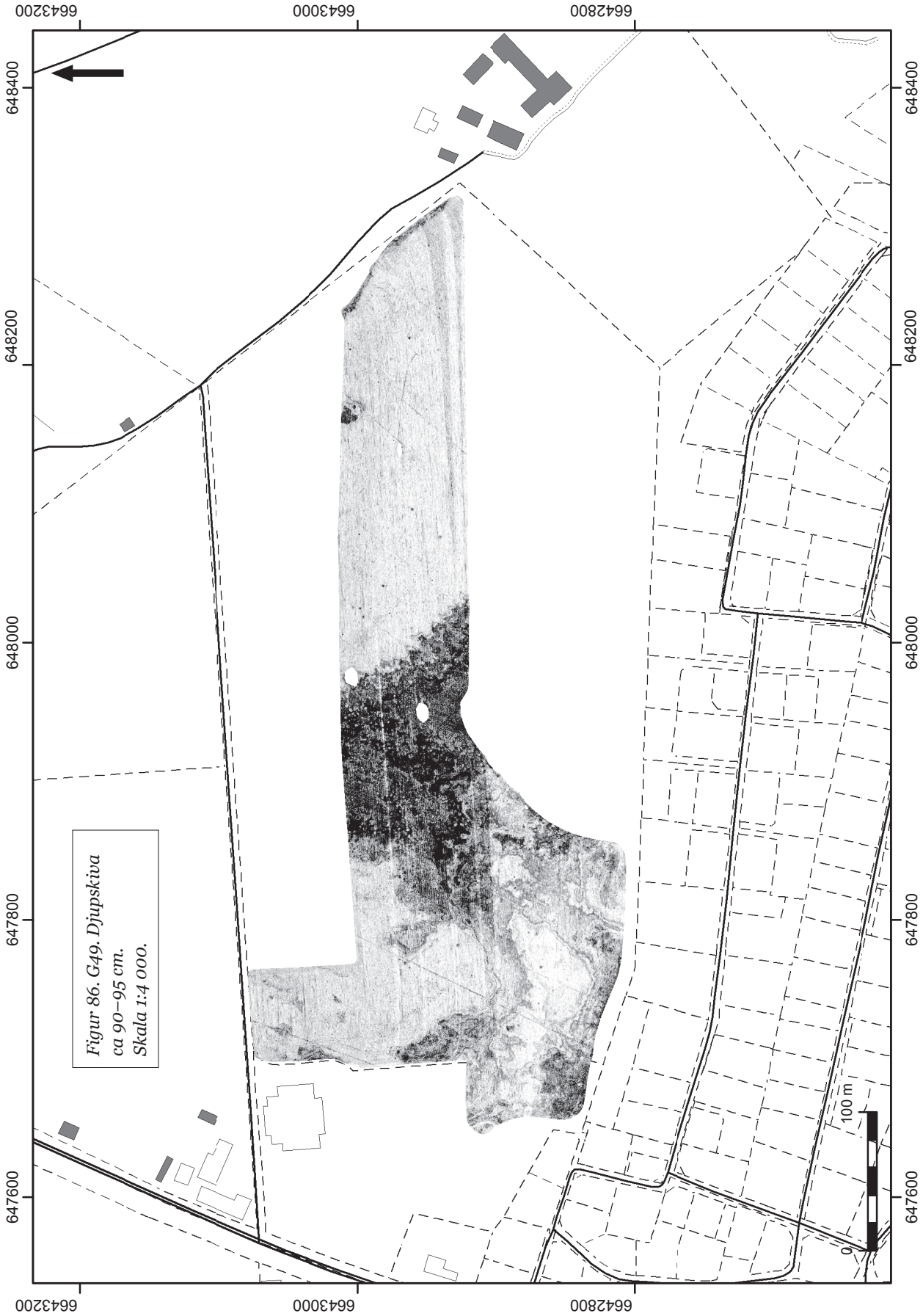
Figur 83. G46. Djupskiva ca 75–80 cm. Skala 1:4 000.



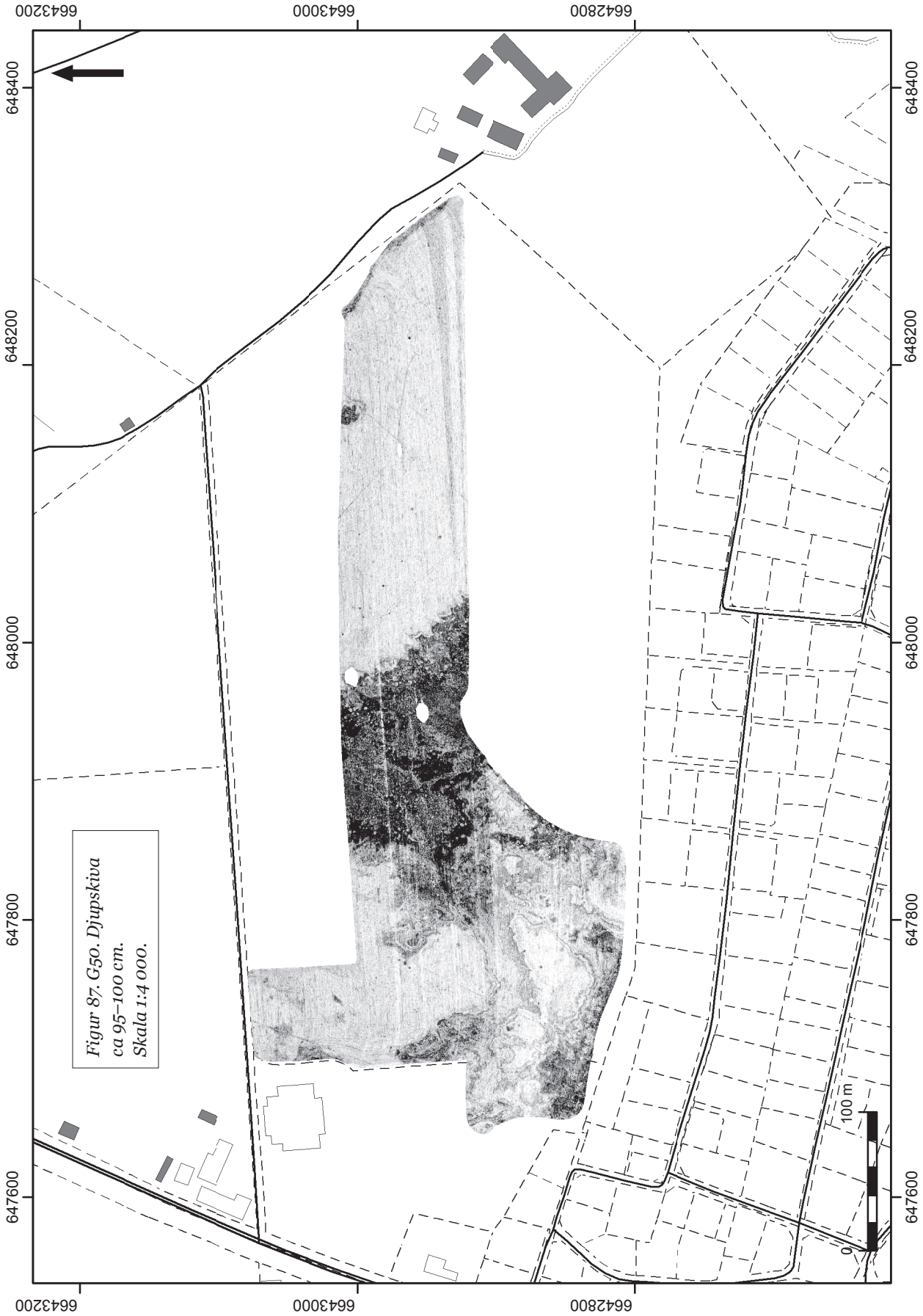
Figur 84. G47. Djupskiva ca 80–85 cm. Skala 1:4 000.



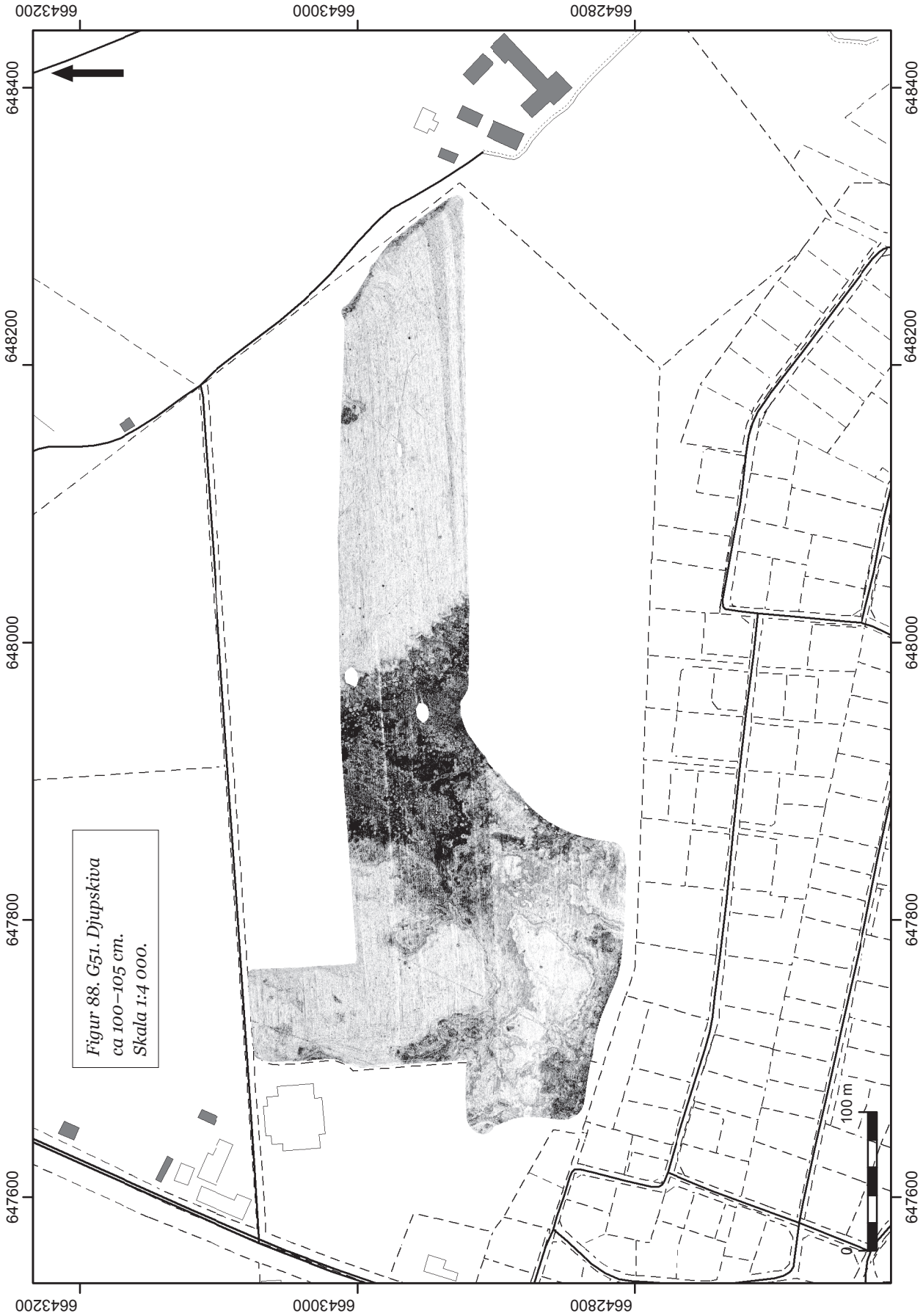
Figur 85. G48. Djupskiva ca 85–90 cm. Skala 1:4 000.



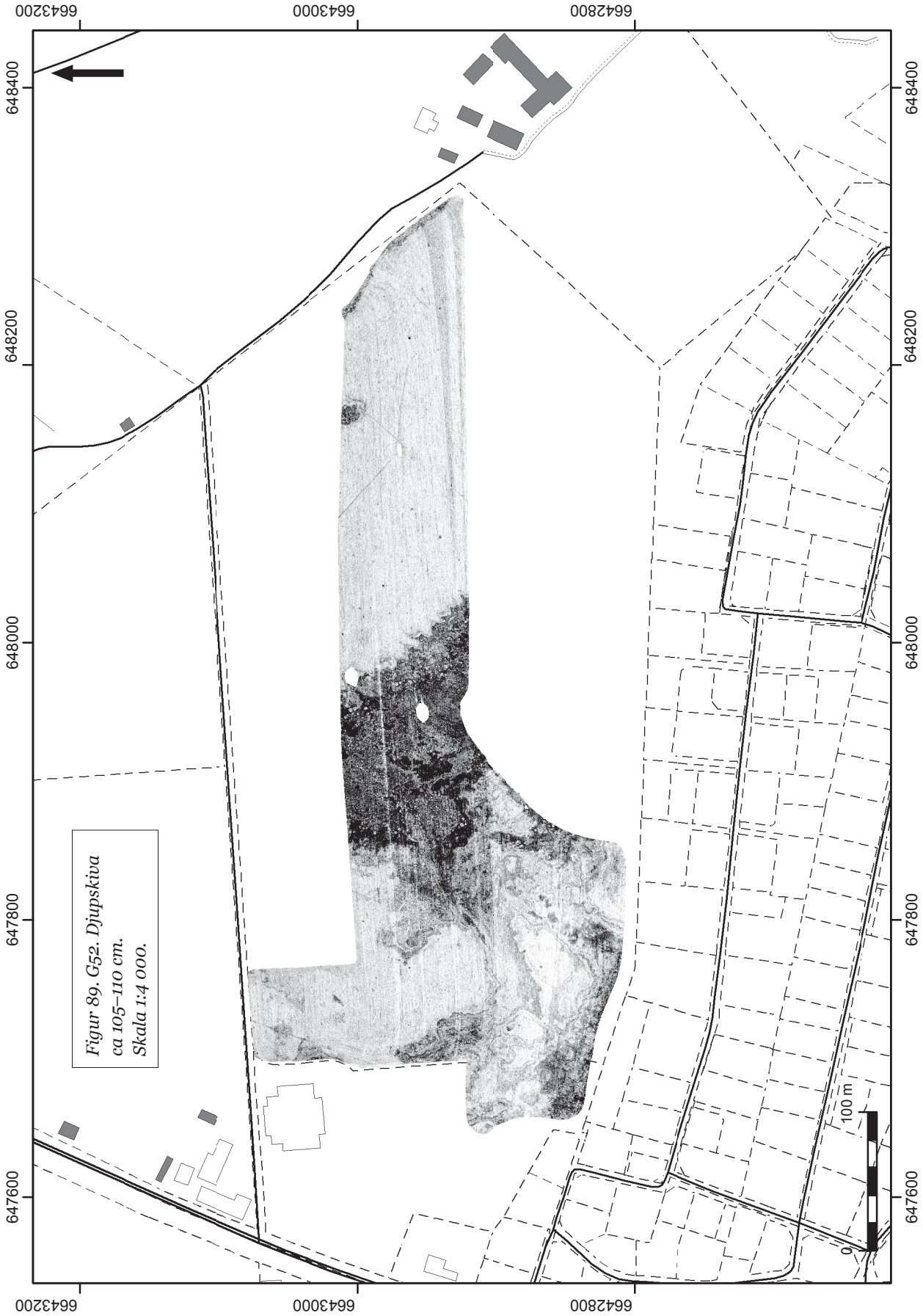
Figur 86. G49. Djupskiva ca 90–95 cm. Skala 1:4 000.



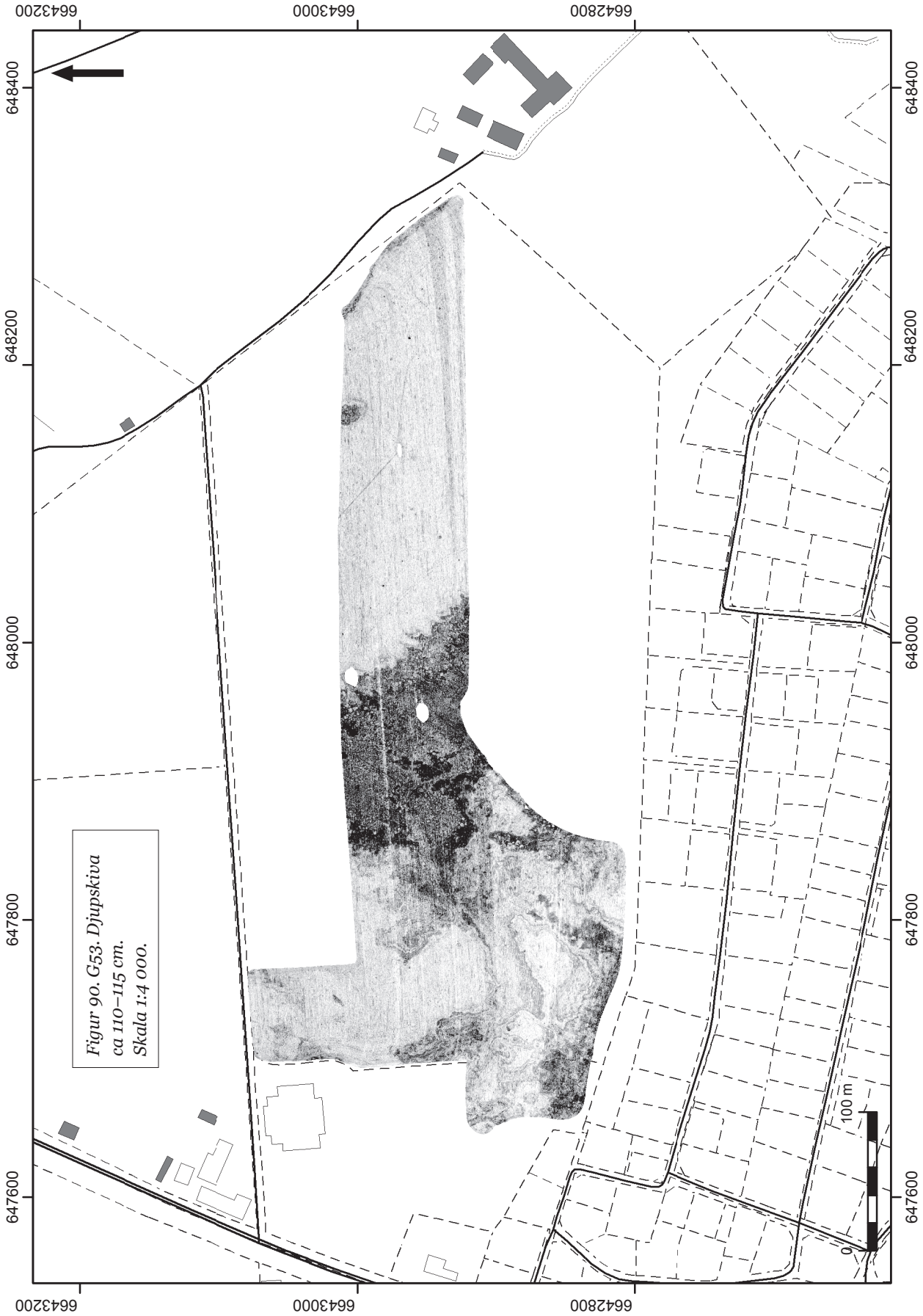
Figur 87. G50. Djupskiva ca 95–100 cm. Skala 1:4 000.



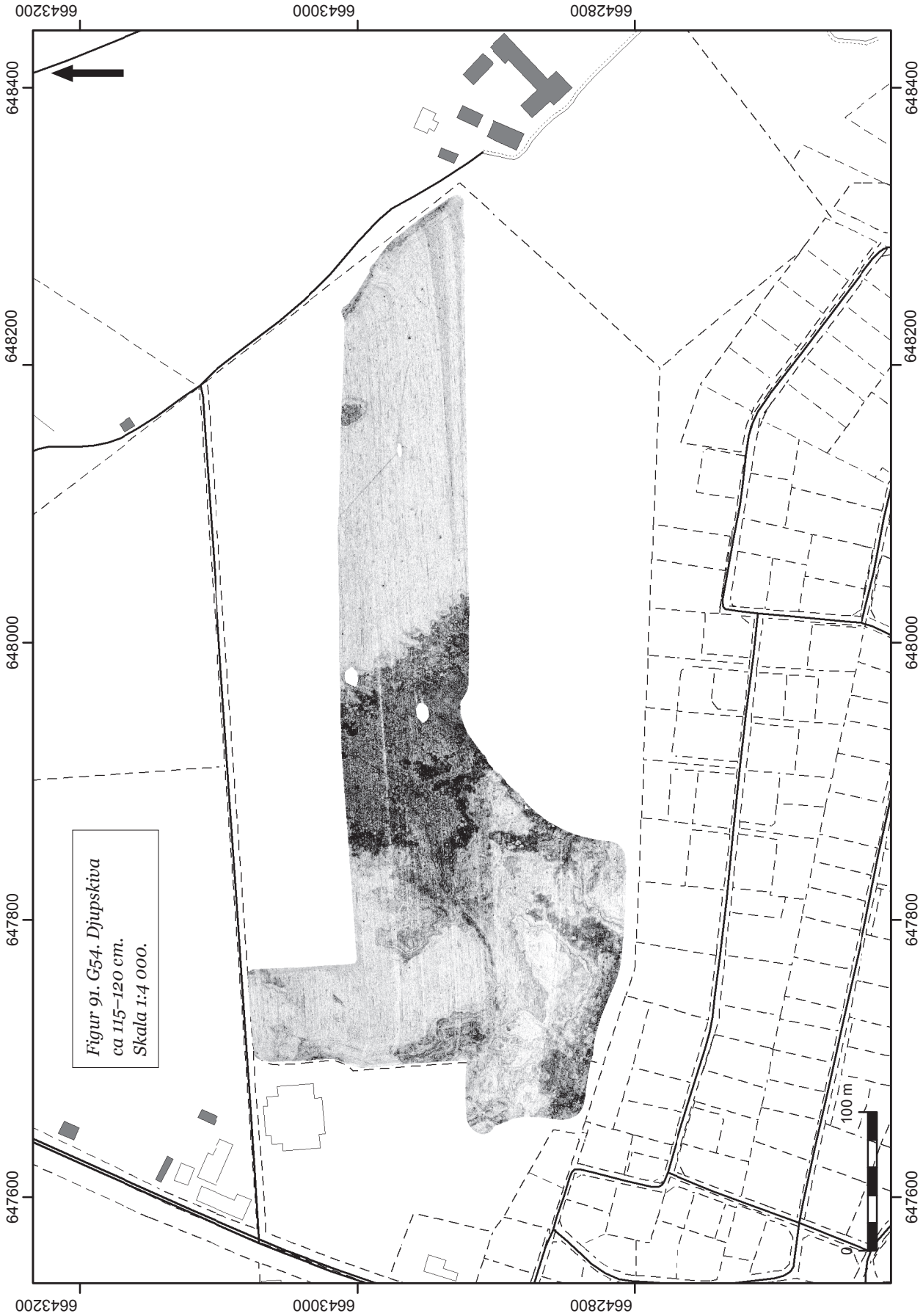
Figur 88. G51. Djupskiva ca 100–105 cm. Skala 1:4 000.



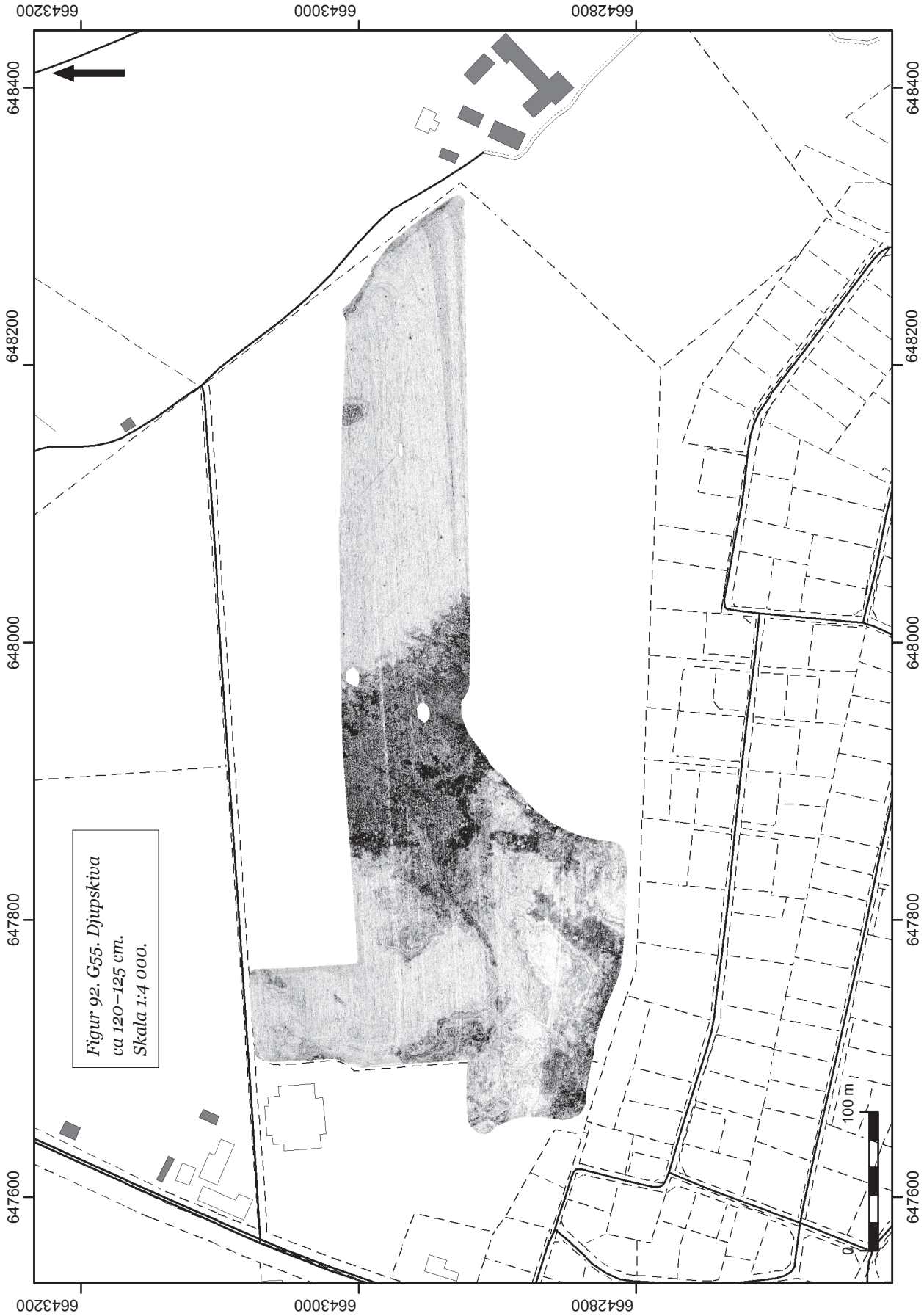
Figur 89. G52. Djupskiva ca 105–110 cm. Skala 1:4 000.



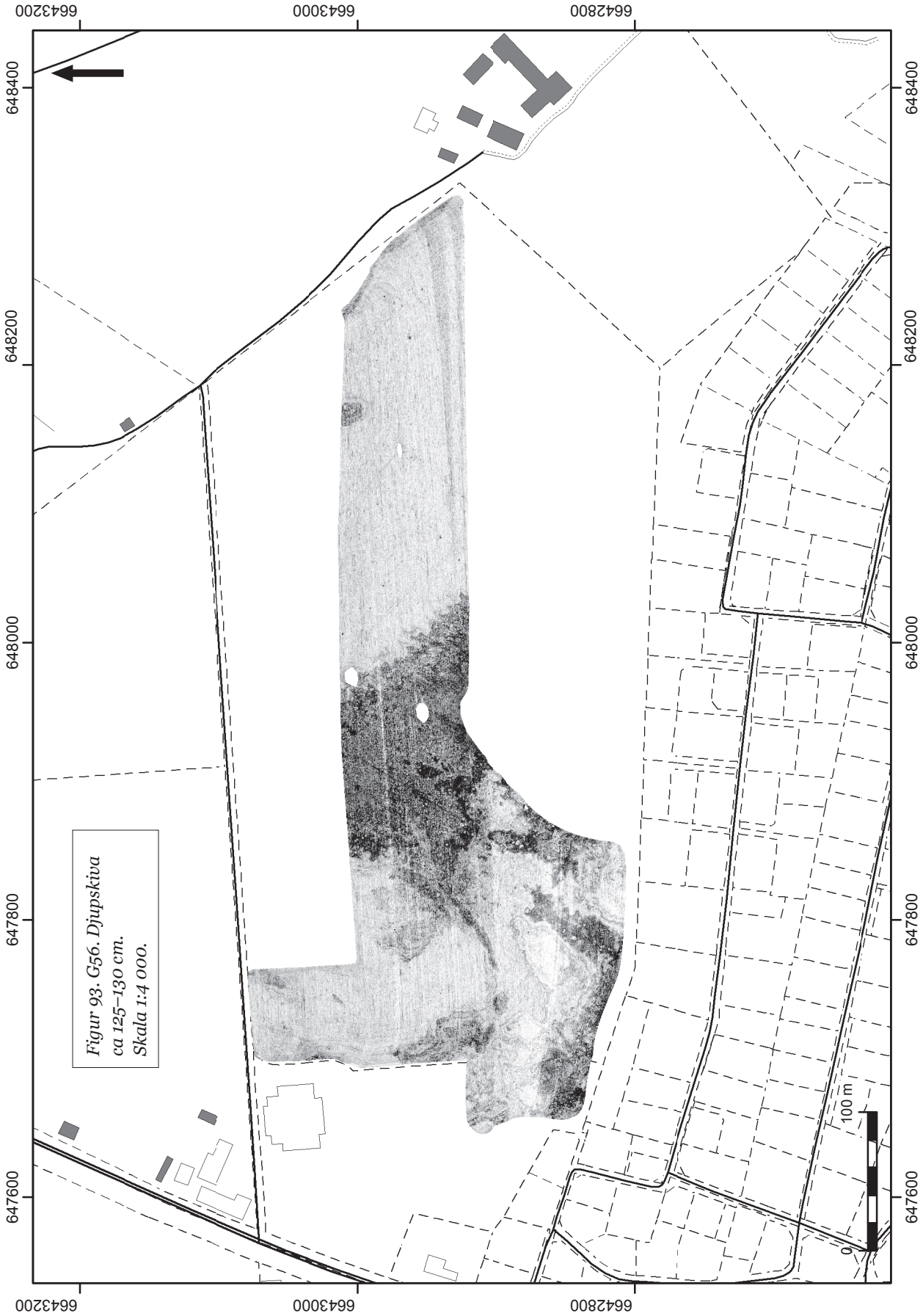
Figur 90. G53. Djupskiva ca 110–115 cm. Skala 1:4 000.



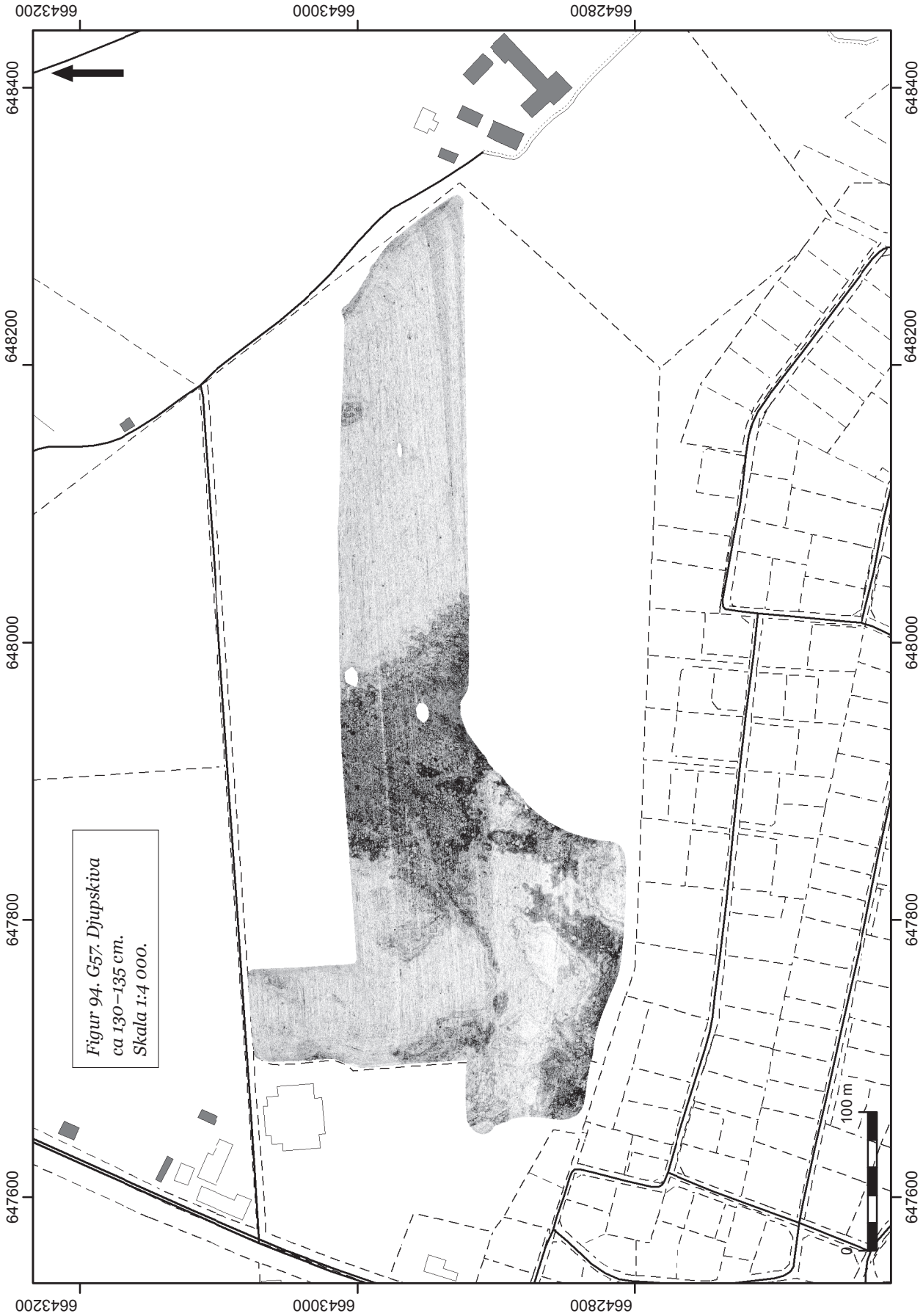
Figur 91. G54. Djupskiva ca 115–120 cm. Skala 1:4 000.



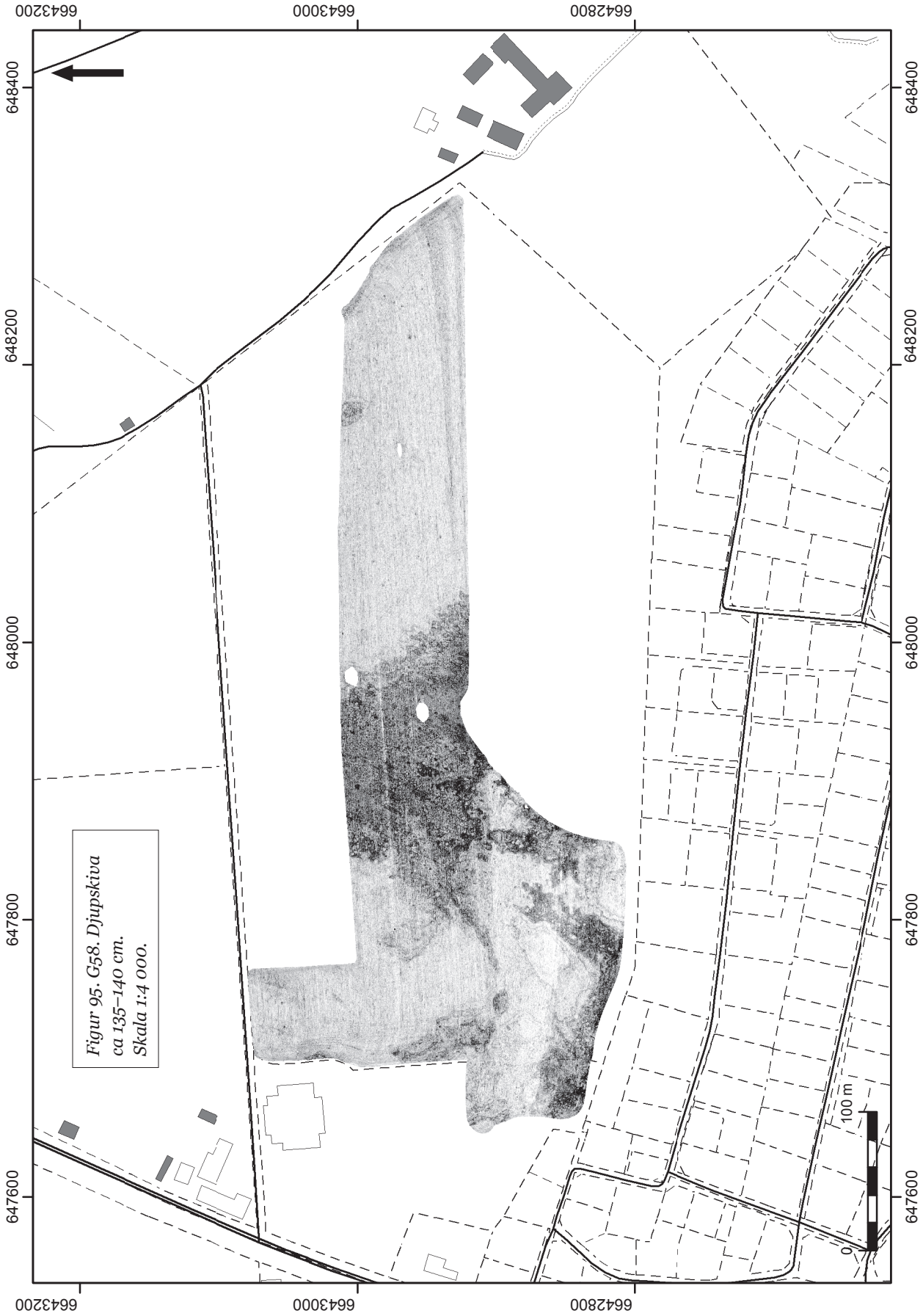
Figur 92. G55. Djupskiva ca 120–125 cm. Skala 1:4 000.



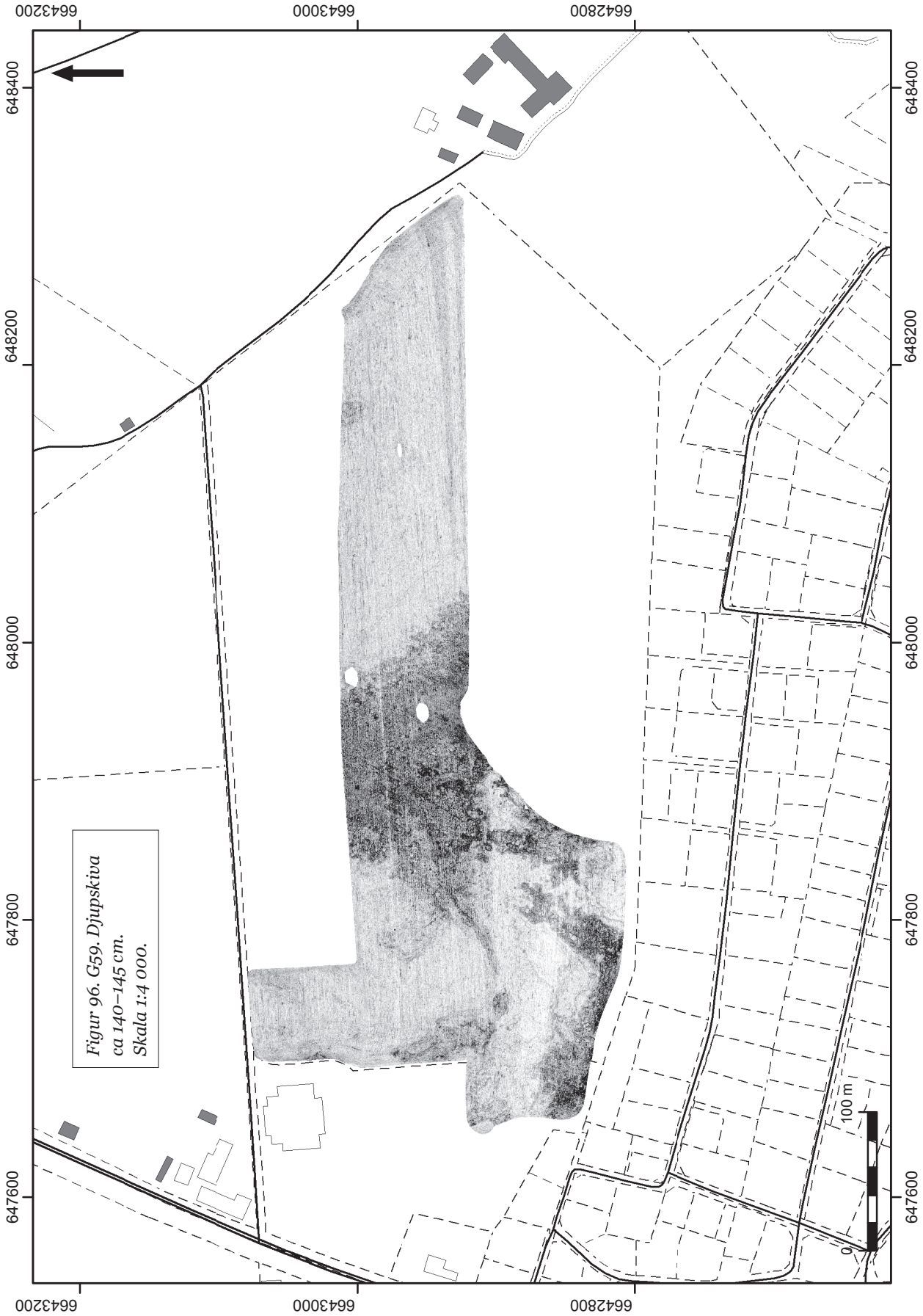
Figur 93. G56. Djupskiva ca 125–130 cm. Skala 1:4 000.



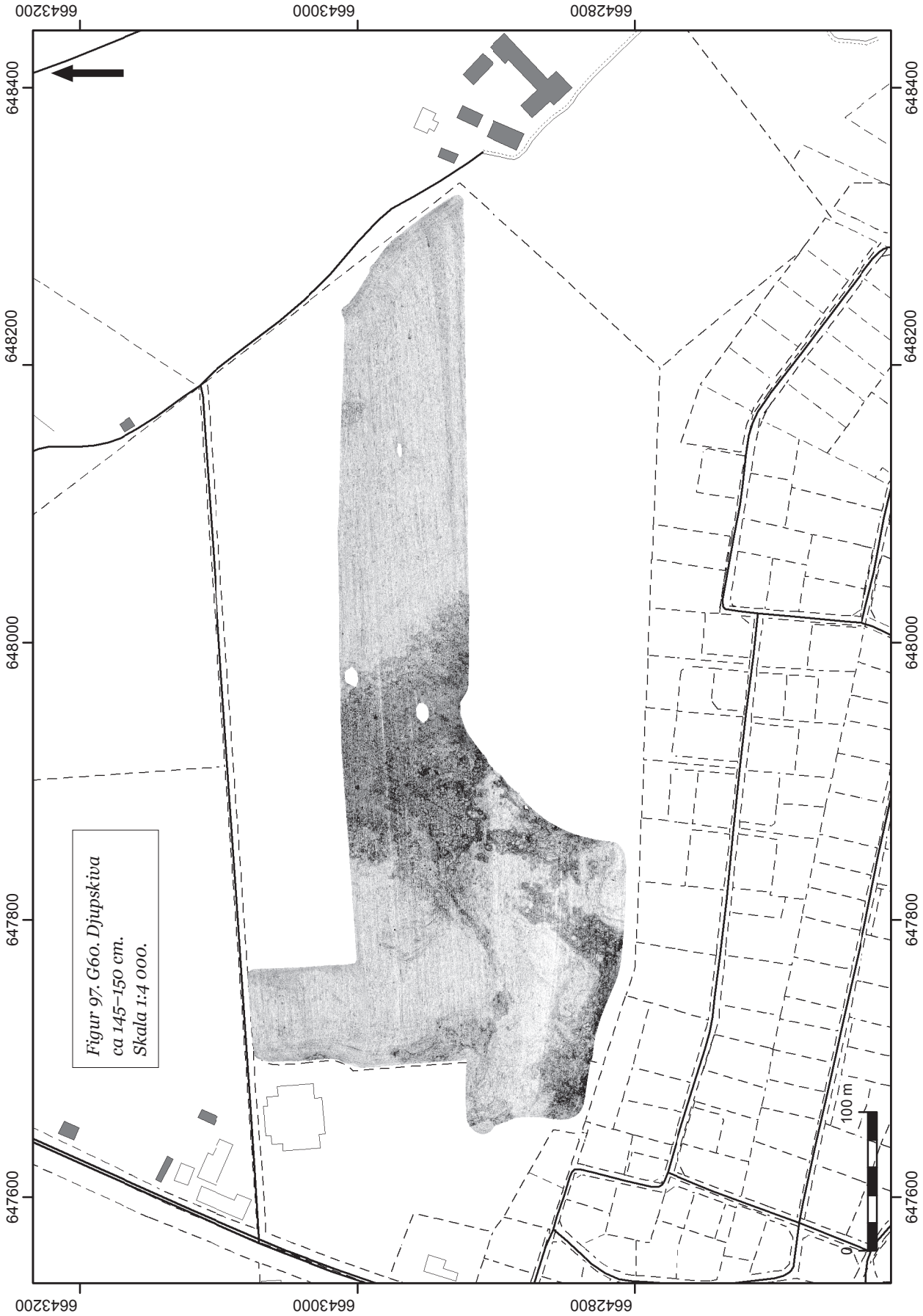
Figur 94. G57. Djupskiva ca 130–135 cm. Skala 1:4 000.



Figur 95. G58. Djupskiva ca 135–140 cm. Skala 1:4 000.

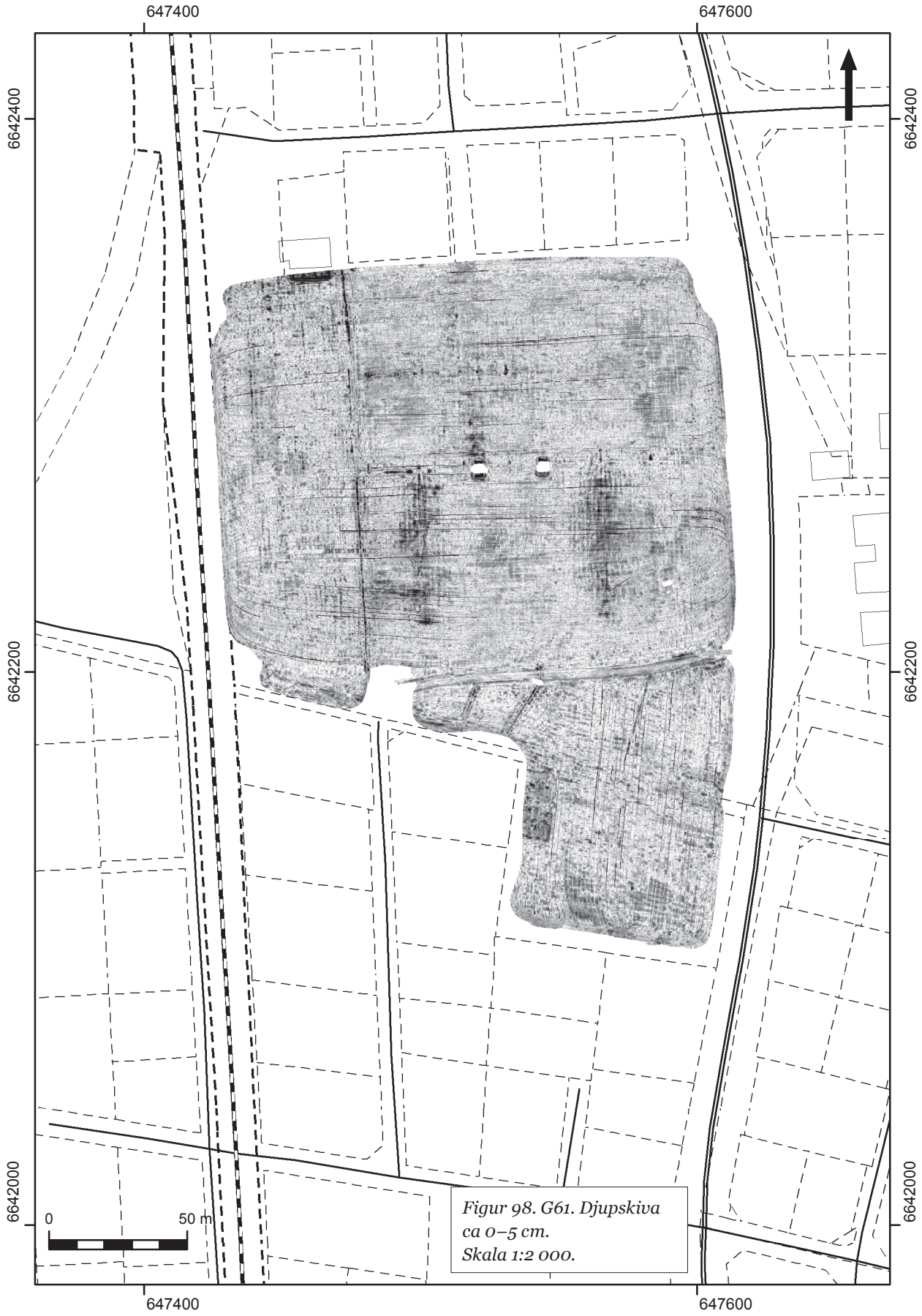


Figur 96. G59. Djupskiva ca 140–145 cm. Skala 1:4 000.

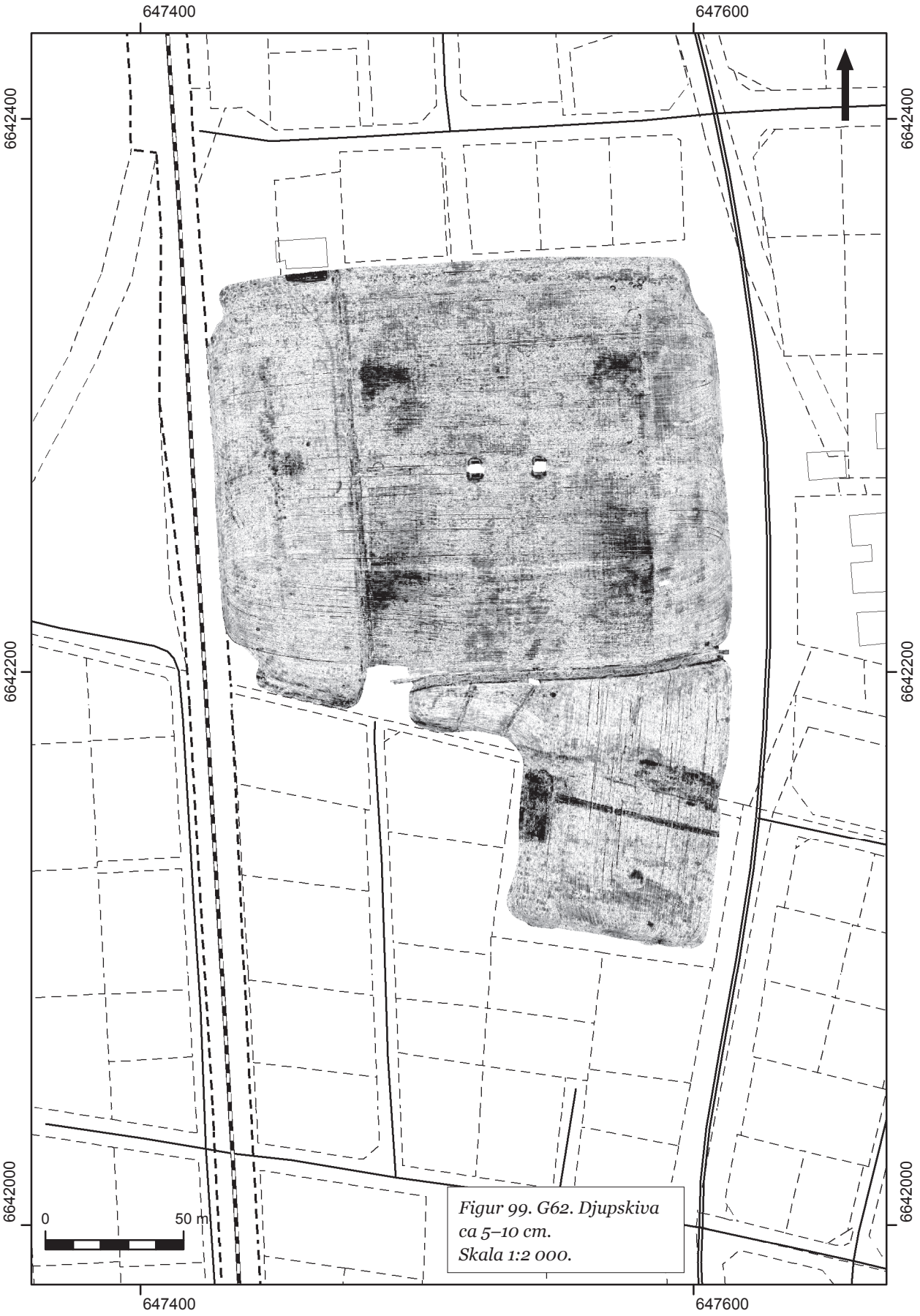


Figur 97. G60. Djupskiva ca 145–150 cm. Skala 1:4 000.

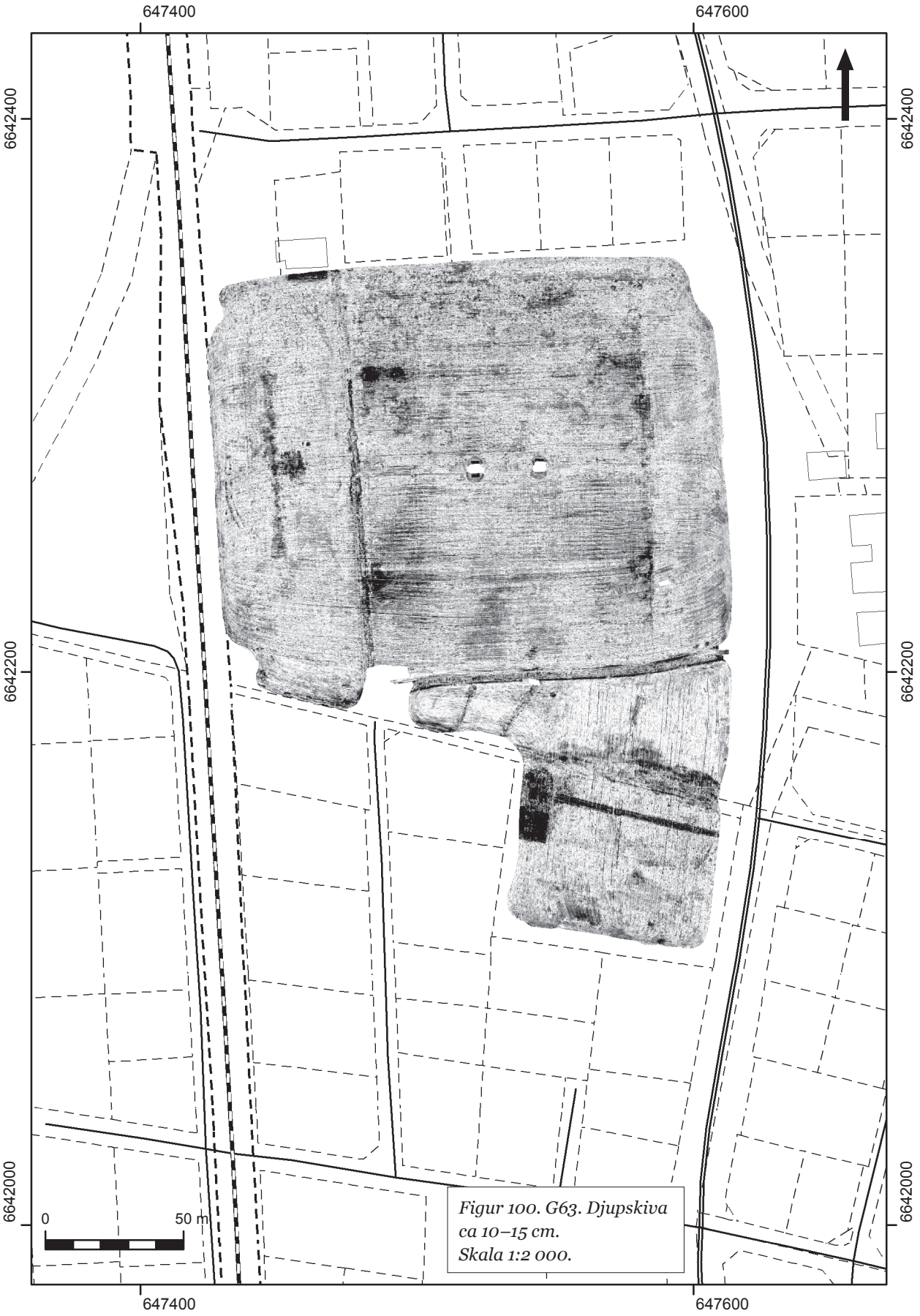
Undersökningsyta 3, GPR 3



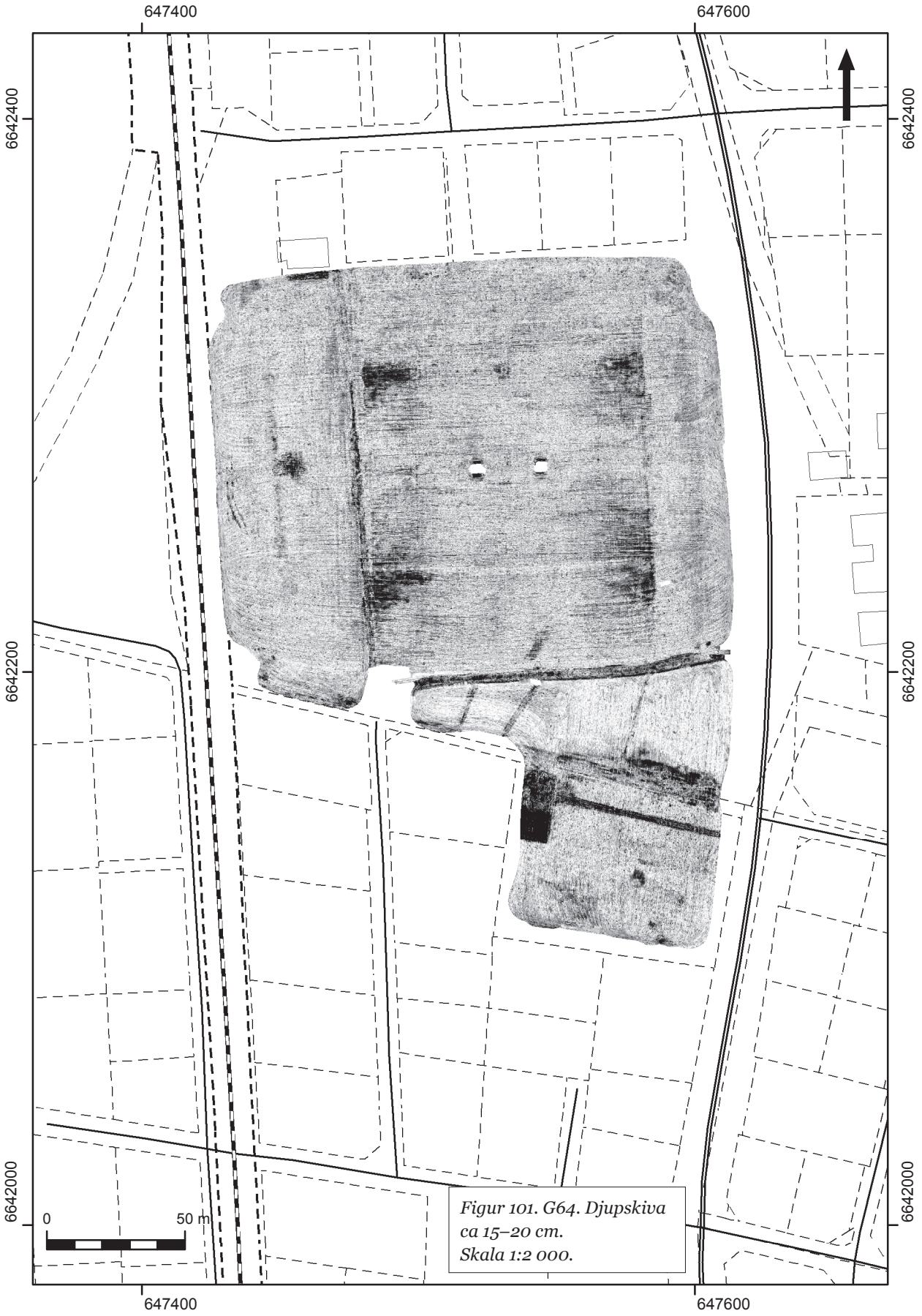
Figur 98. G61. Djupskiva ca 0–5 cm. Skala 1:2 000.



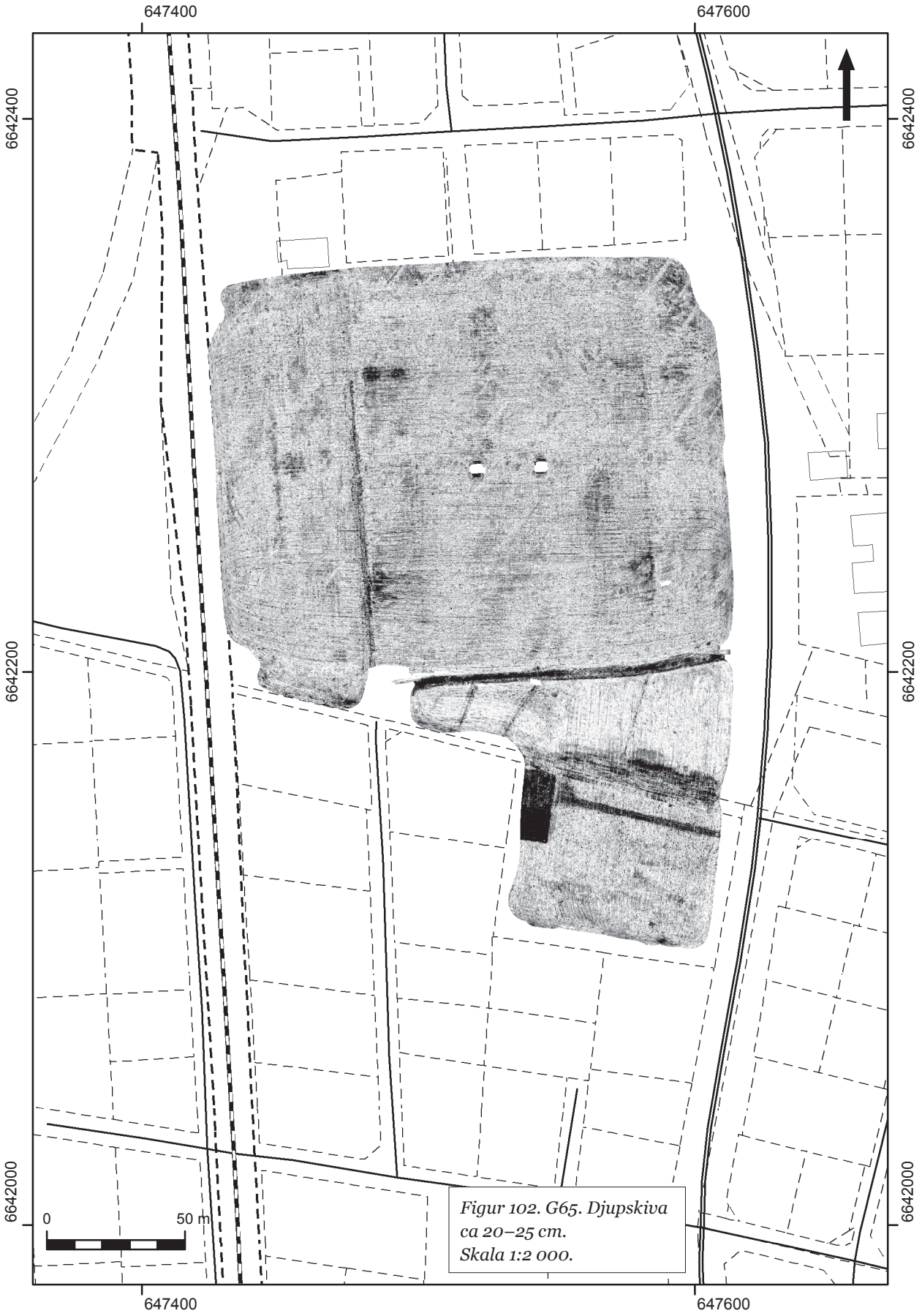
Figur 99. G62. Djupskiva ca 5–10 cm. Skala 1:2 000.



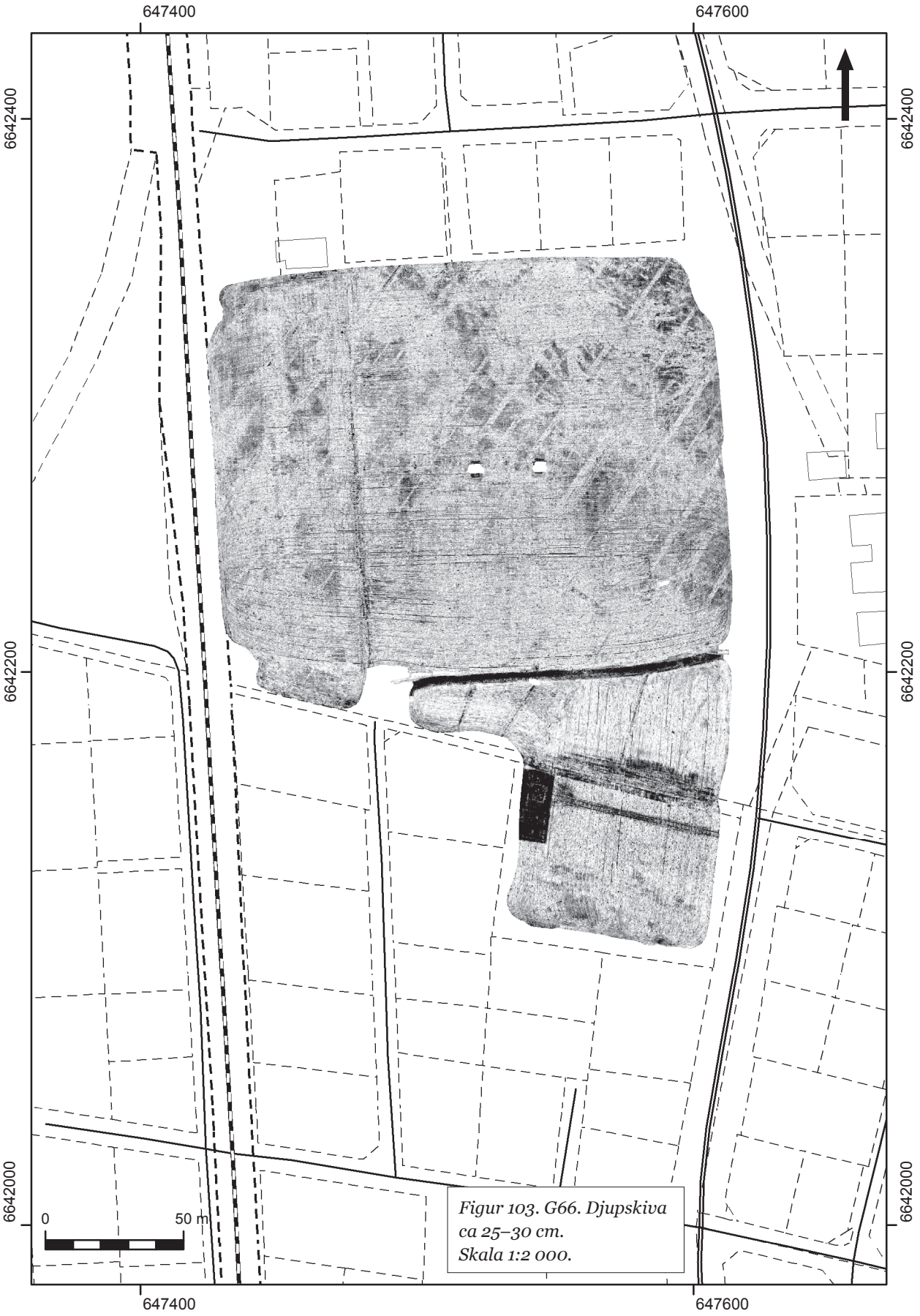
Figur 100. G63. Djupskiva ca 10–15 cm. Skala 1:2 000.



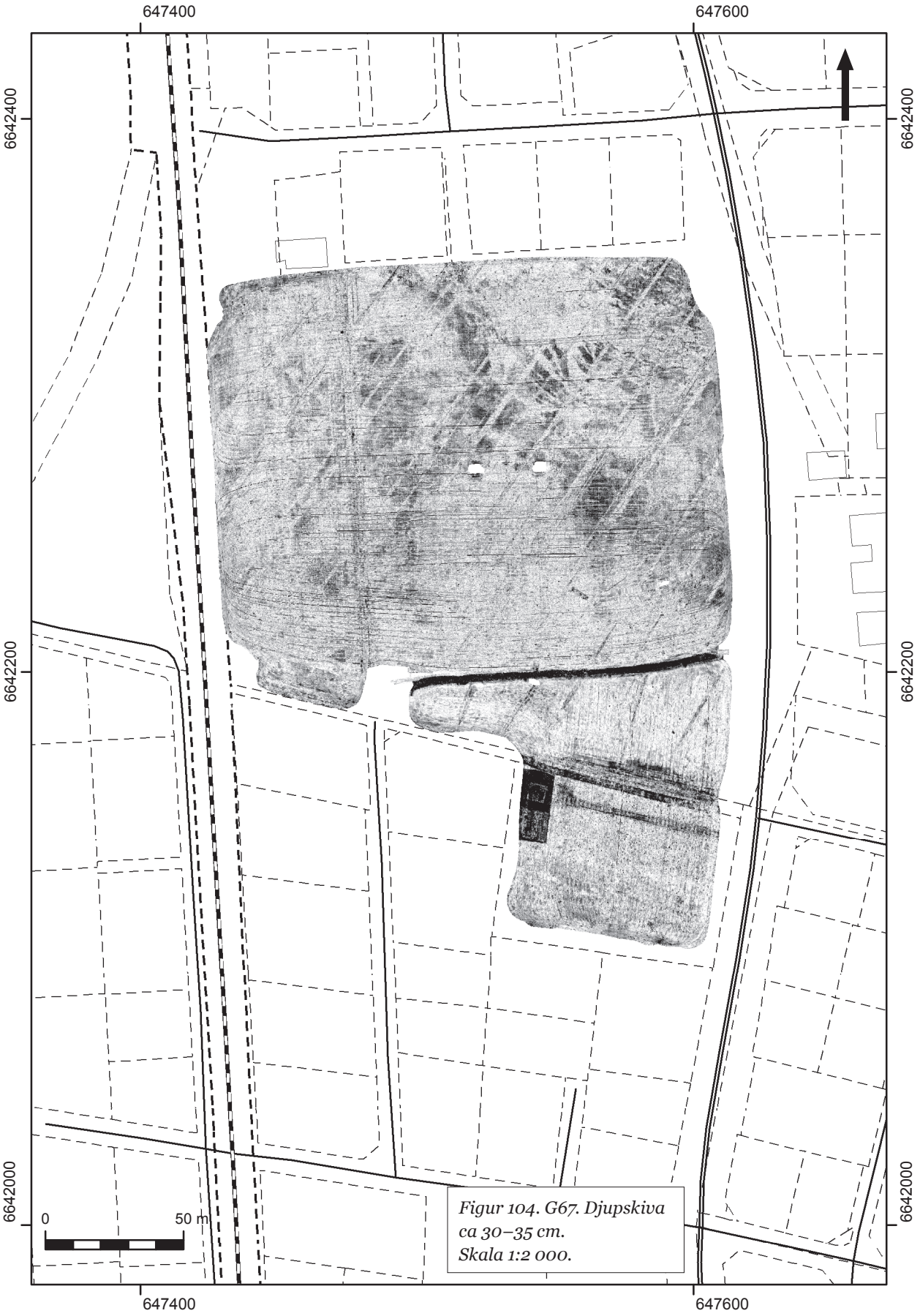
Figur 101. G64. Djupskiva ca 15–20 cm. Skala 1:2 000.



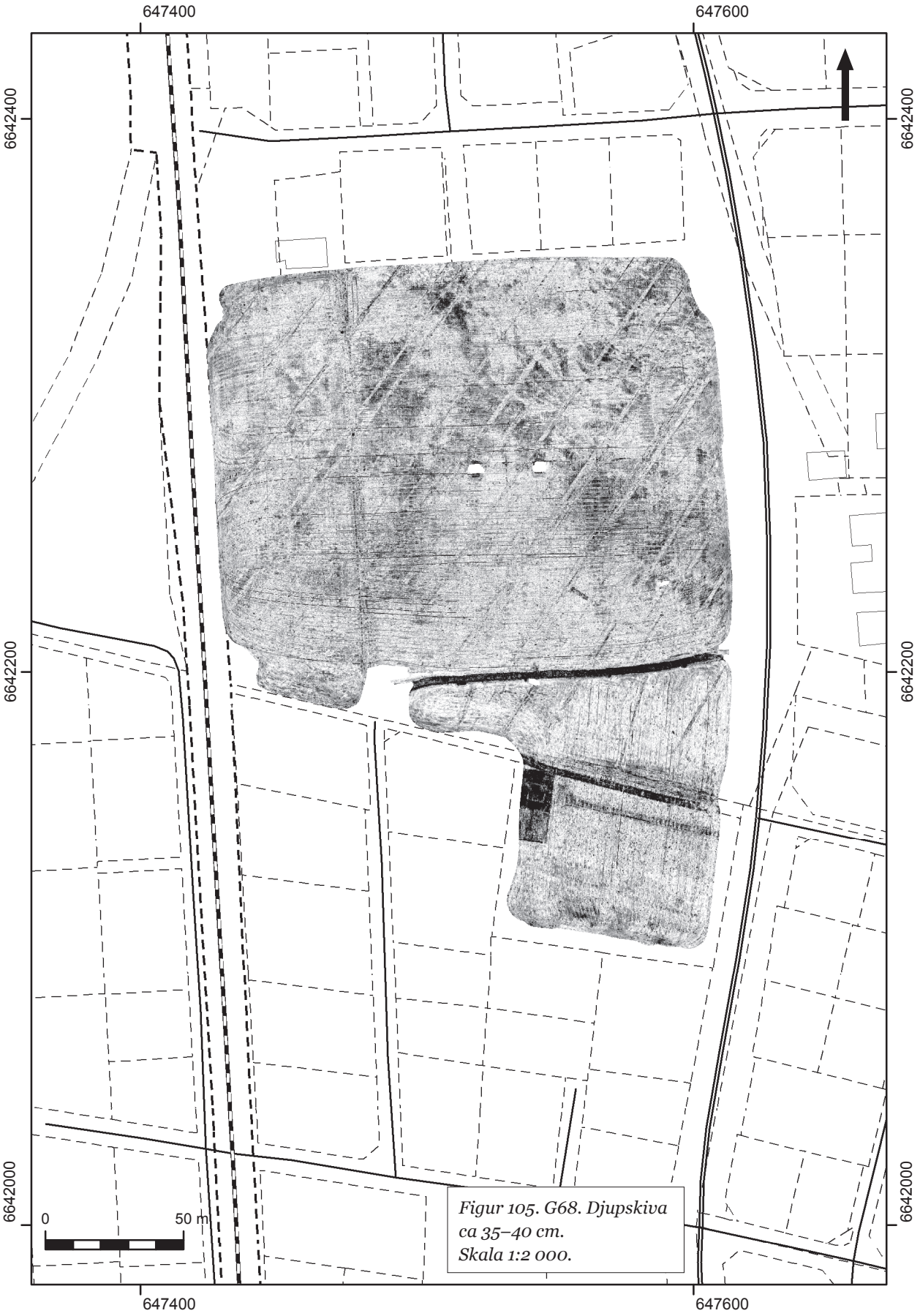
Figur 102. G65. Djupskiva ca 20–25 cm. Skala 1:2 000.



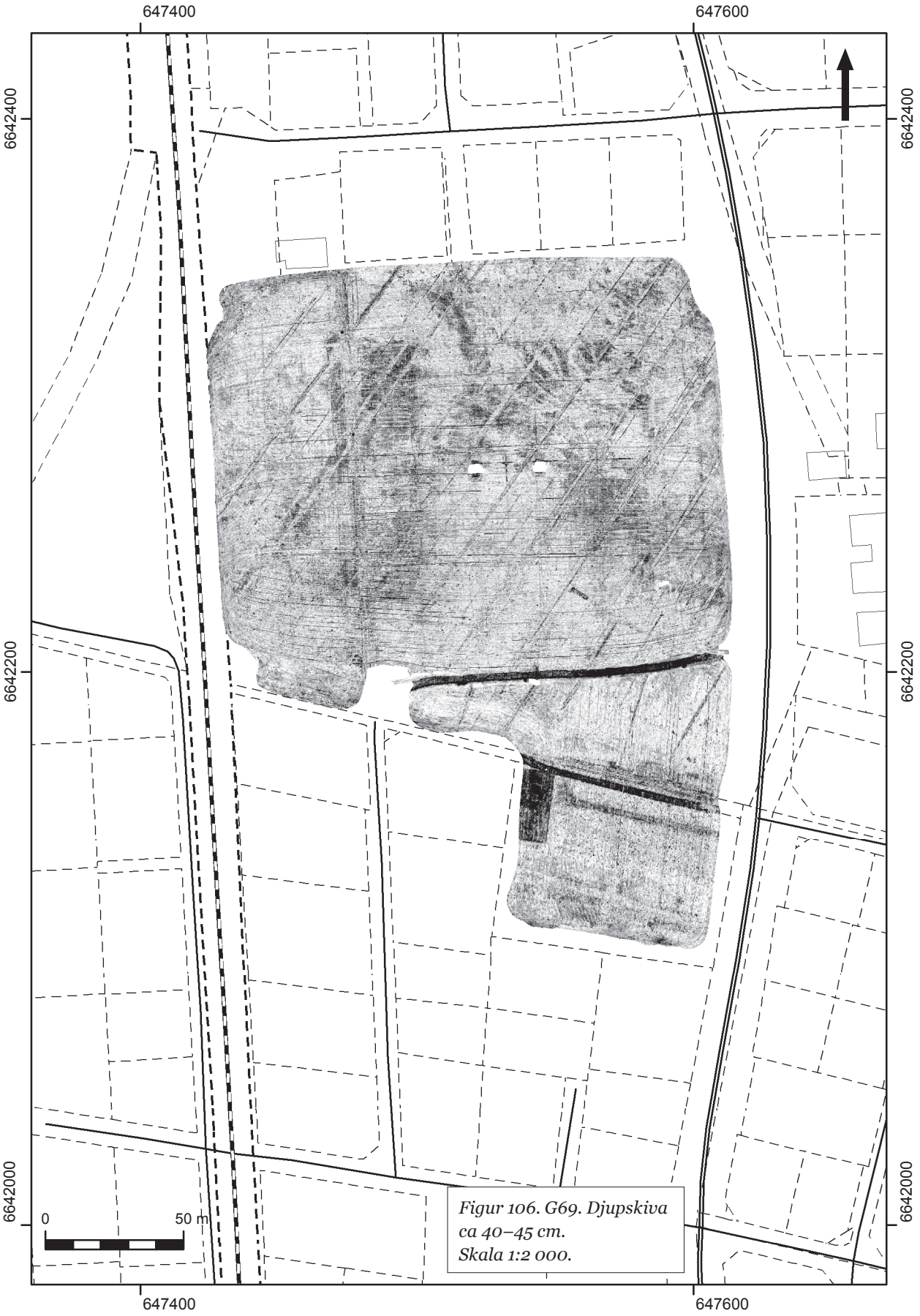
Figur 103. G66. Djupskiva ca 25–30 cm. Skala 1:2 000.



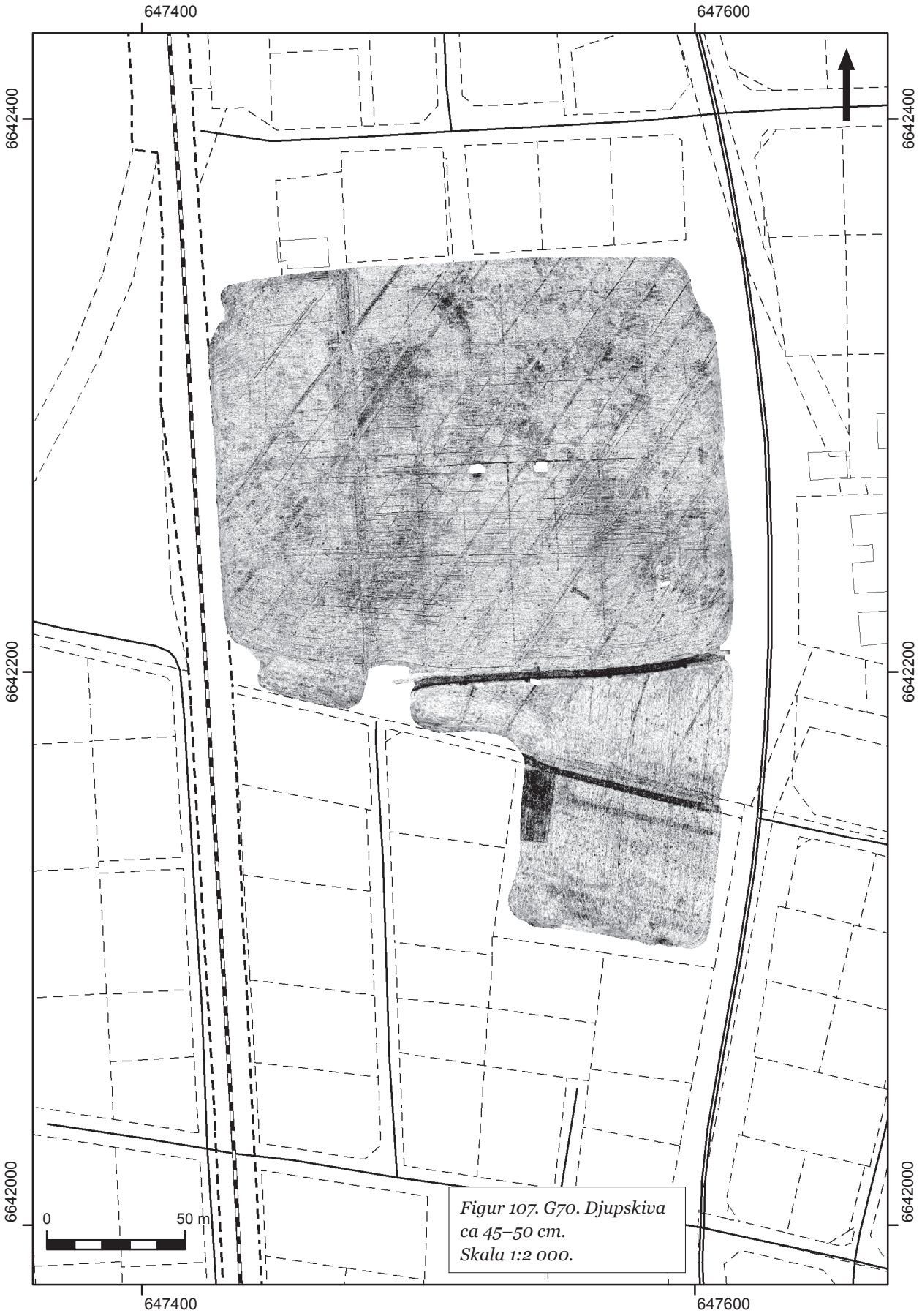
Figur 104. G67. Djupskiva ca 30–35 cm. Skala 1:2 000.



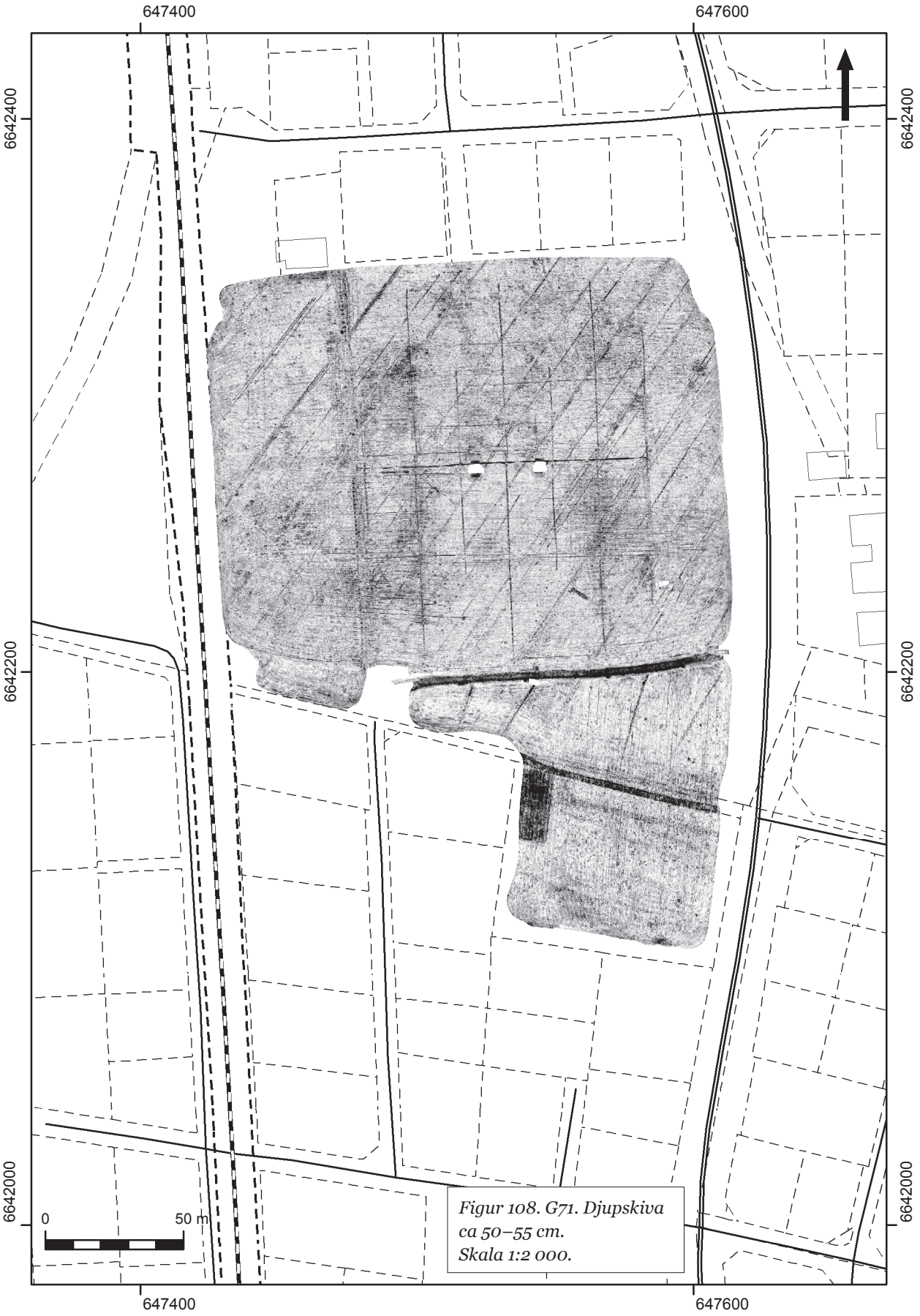
Figur 105. G68. Djupskiva ca 35–40 cm. Skala 1:2 000.



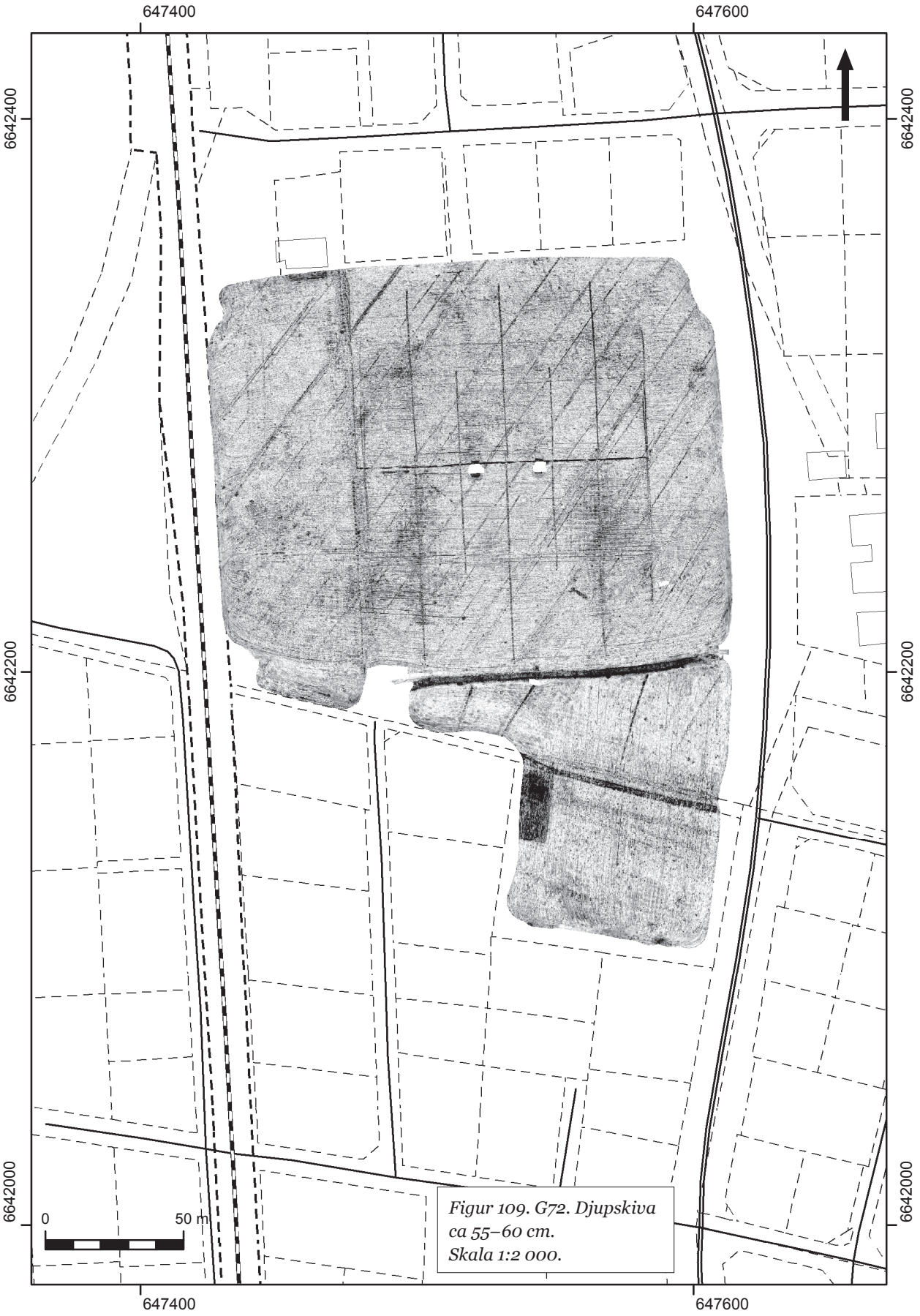
Figur 106. G69. Djupskiva ca 40–45 cm. Skala 1:2 000.



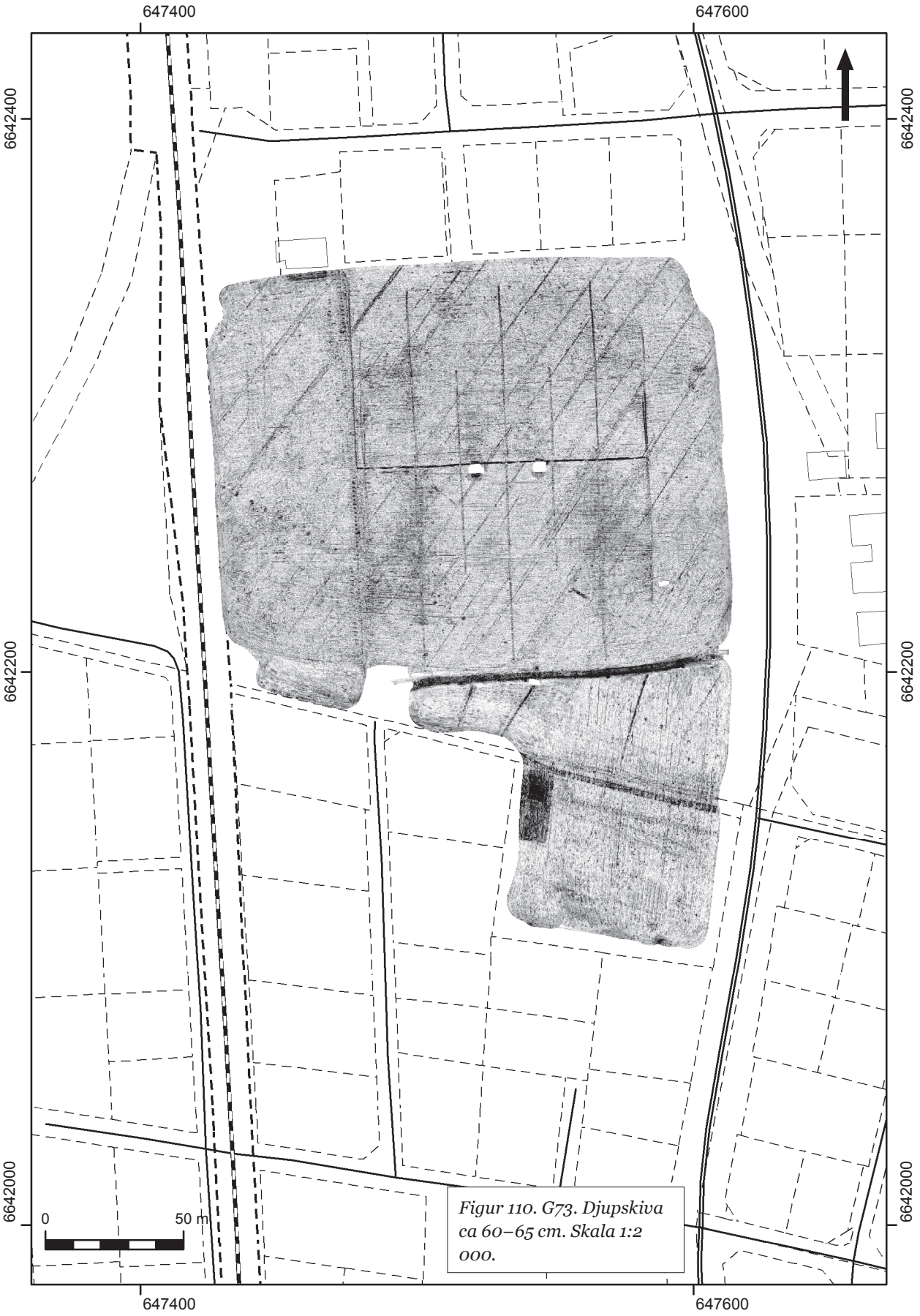
Figur 107. G70. Djupskiva ca 45–50 cm. Skala 1:2 000.



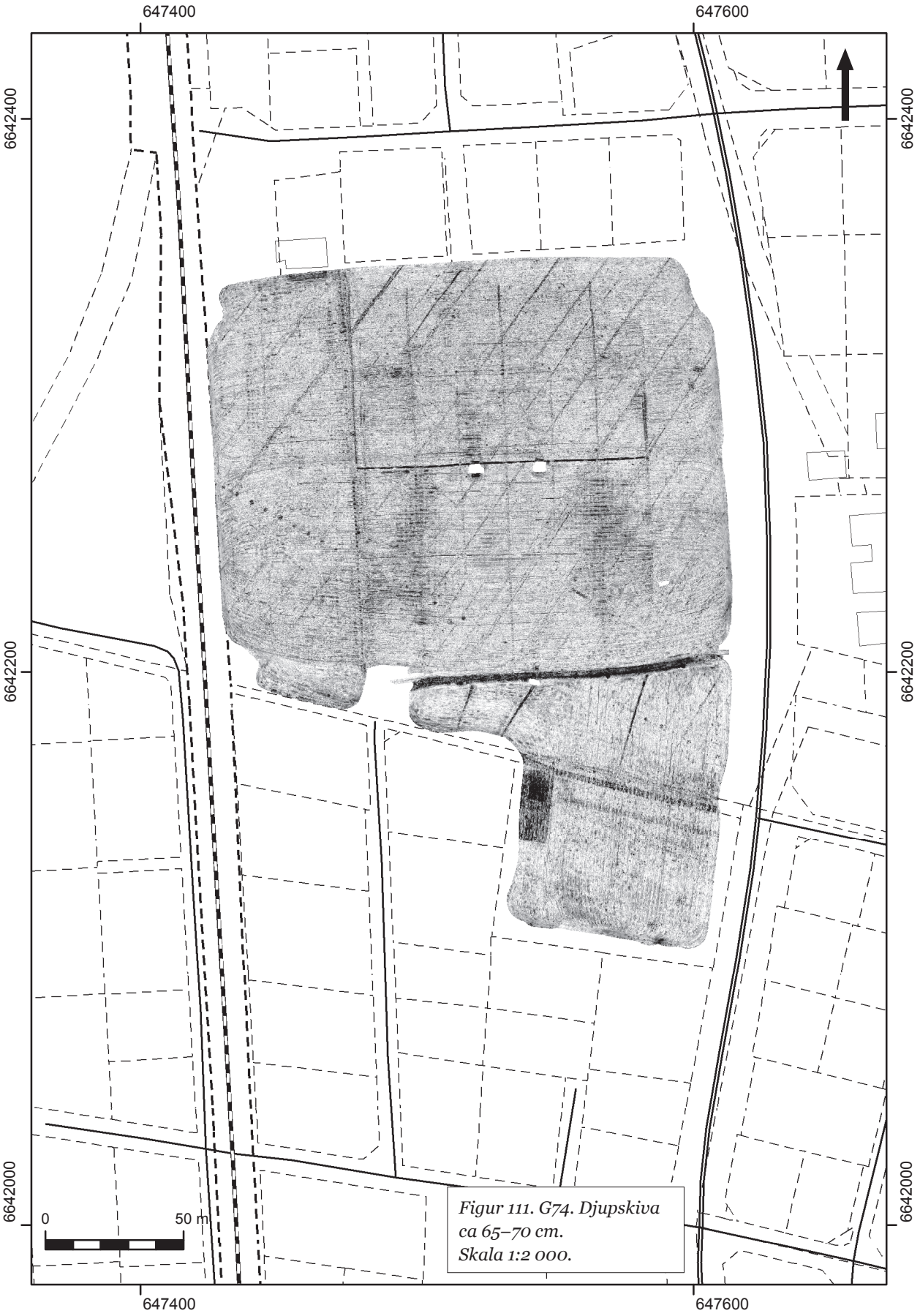
Figur 108. G71. Djupskiva ca 50–55 cm. Skala 1:2 000.



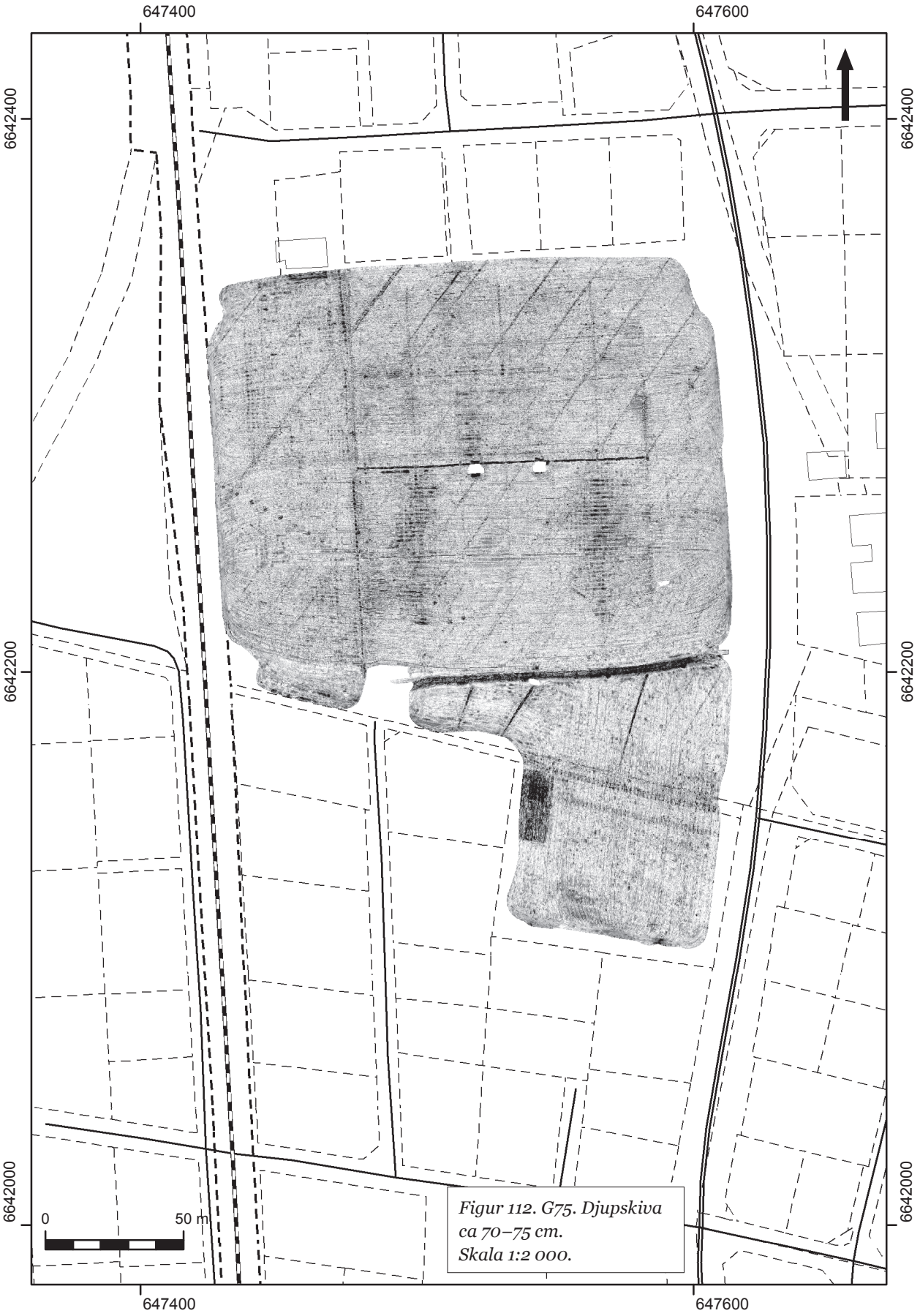
Figur 109. G72. Djupskiva ca 55–60 cm. Skala 1:2 000.



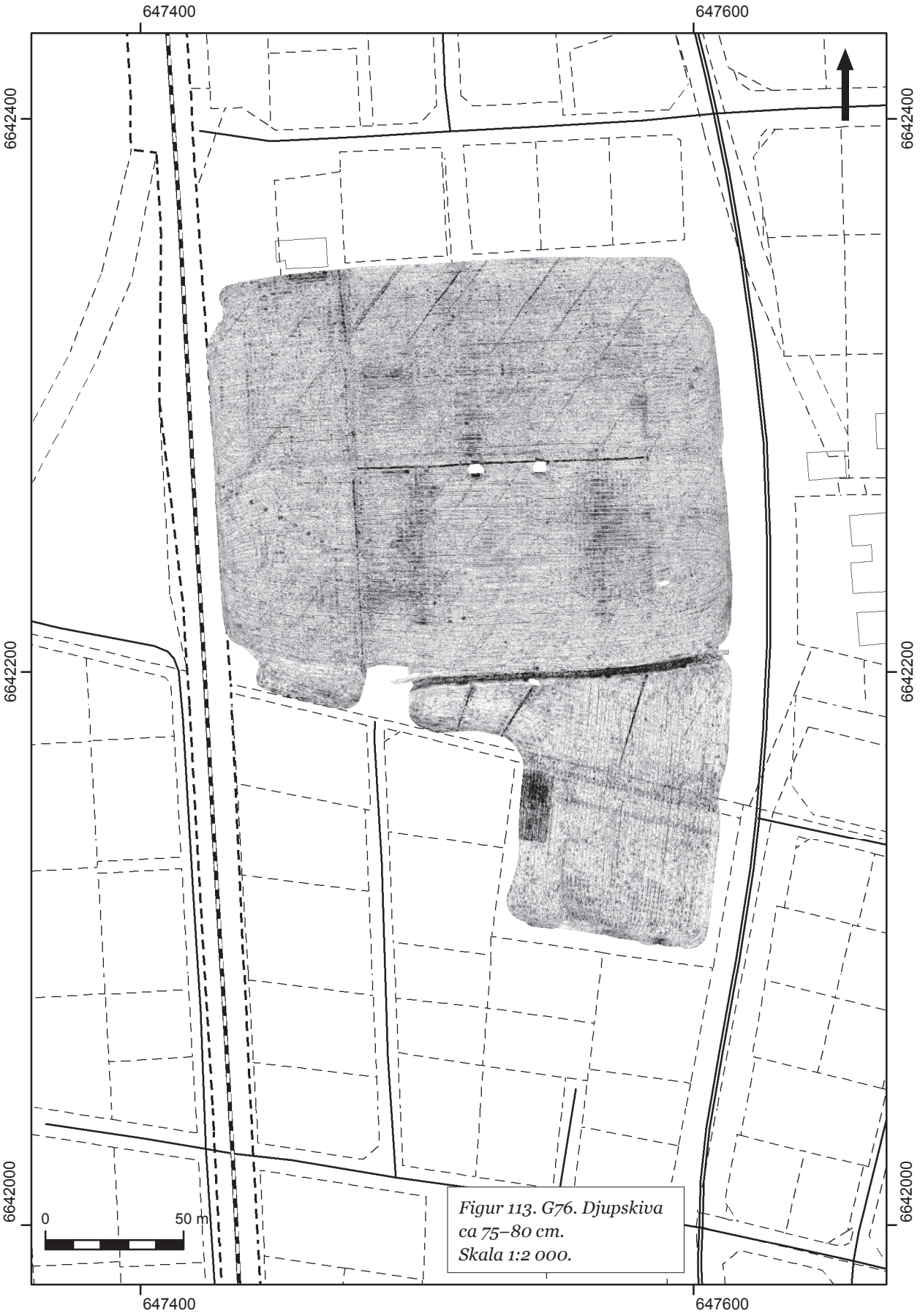
Figur 110. G73. Djupskiva ca 60–65 cm. Skala 1:2 000.



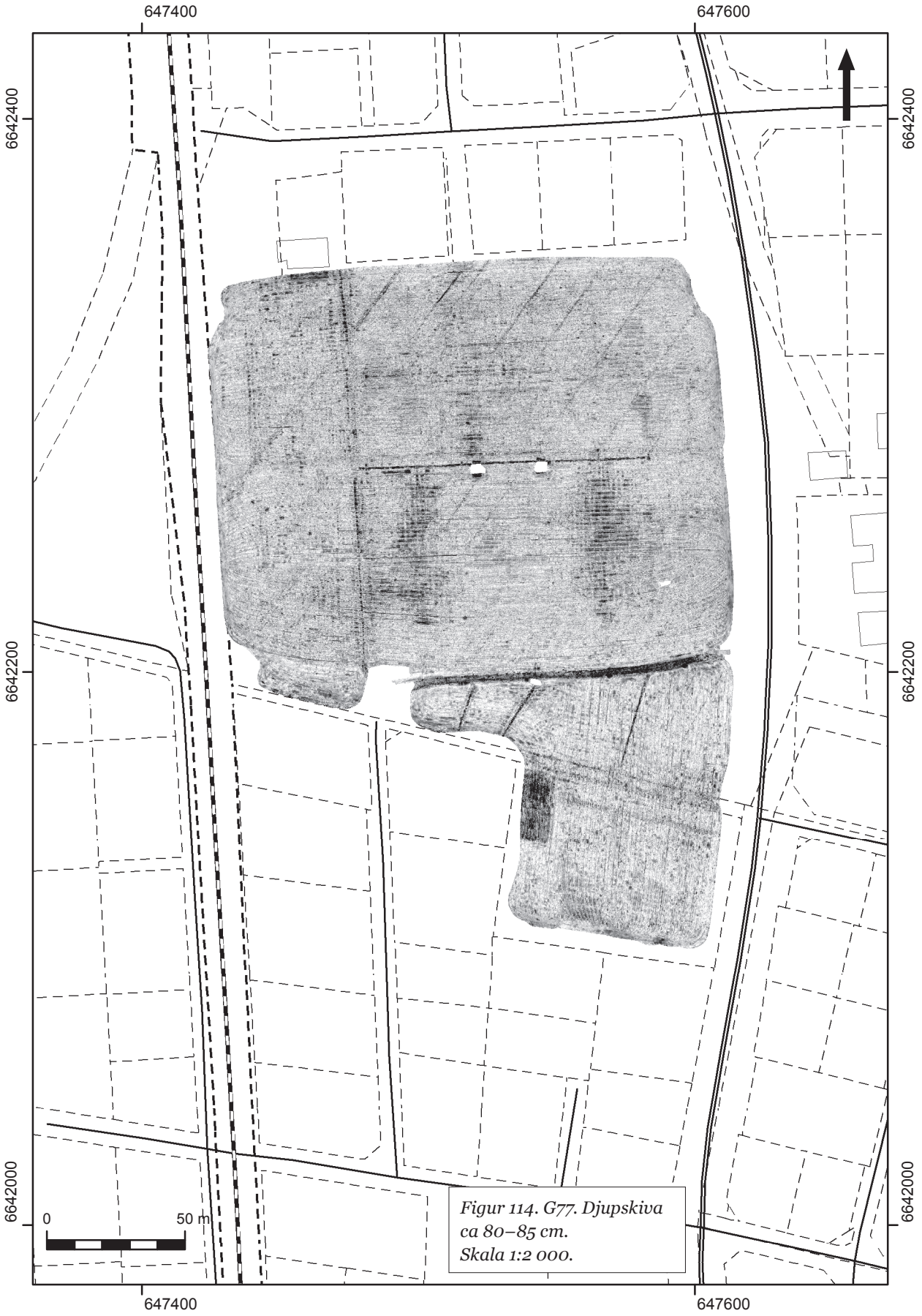
Figur 111. G74. Djupskiva ca 65–70 cm. Skala 1:2 000.



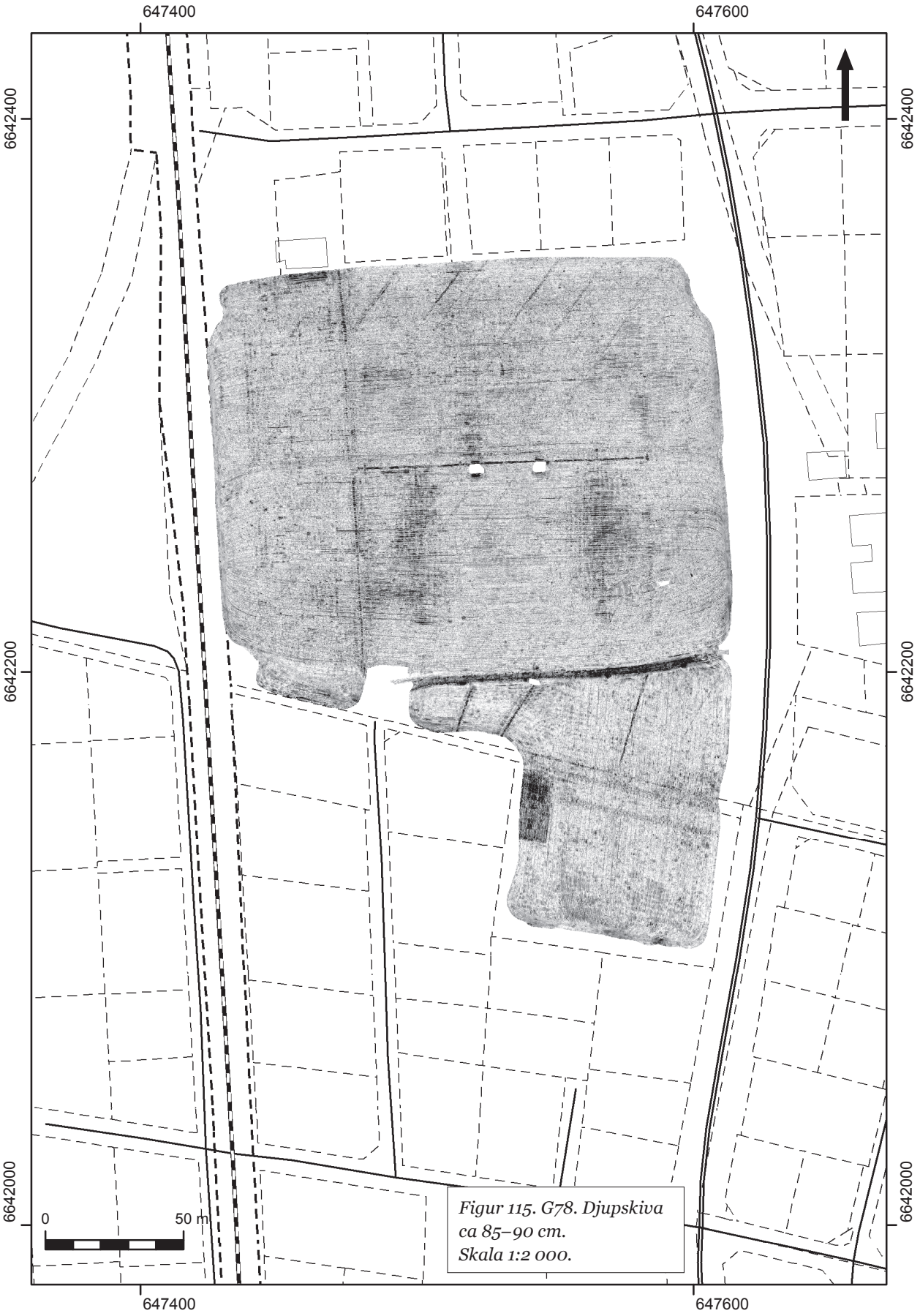
Figur 112. G75. Djupskiva ca 70–75 cm. Skala 1:2 000.



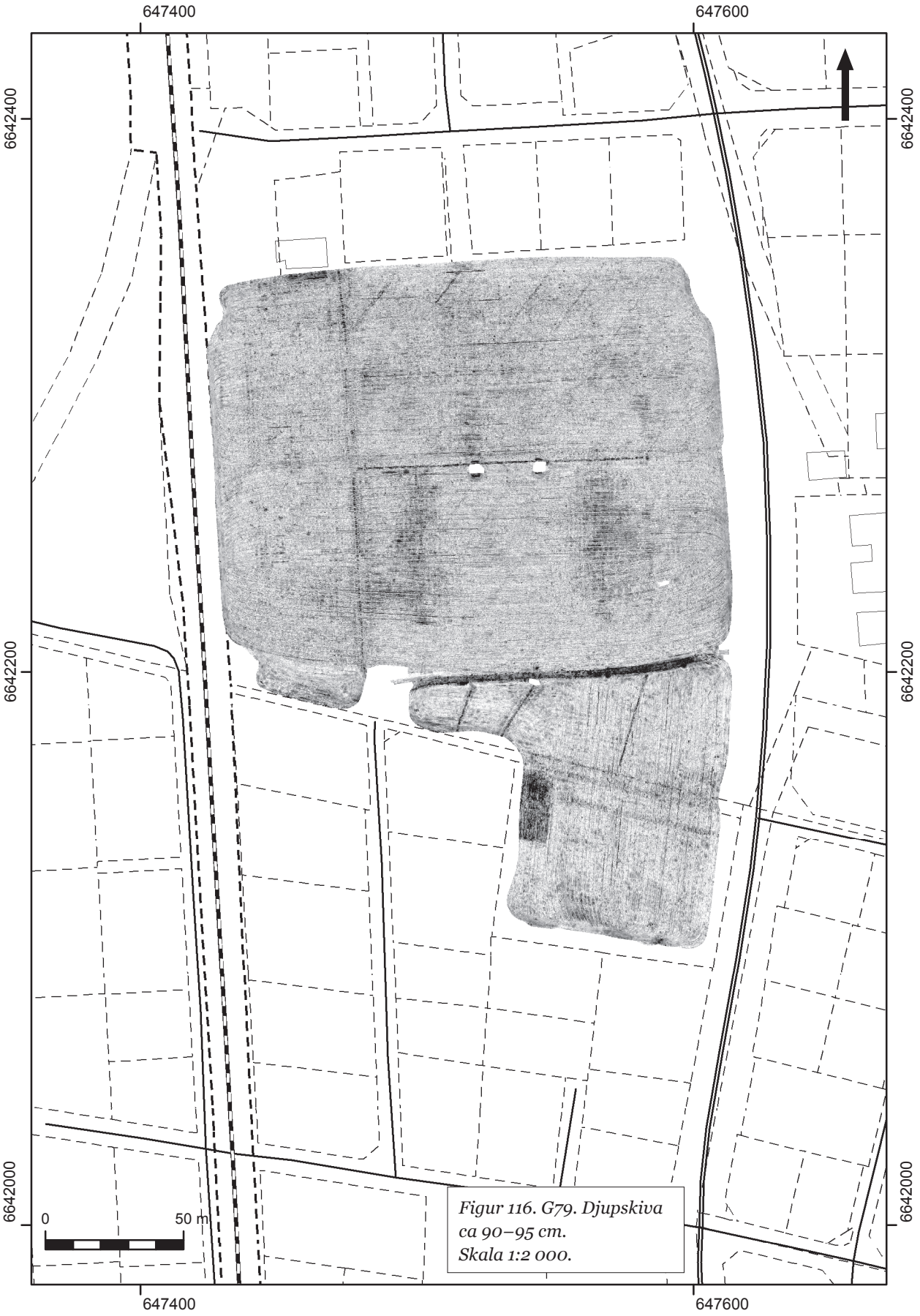
Figur 113. G76. Djupskiva ca 75–80 cm. Skala 1:2 000.



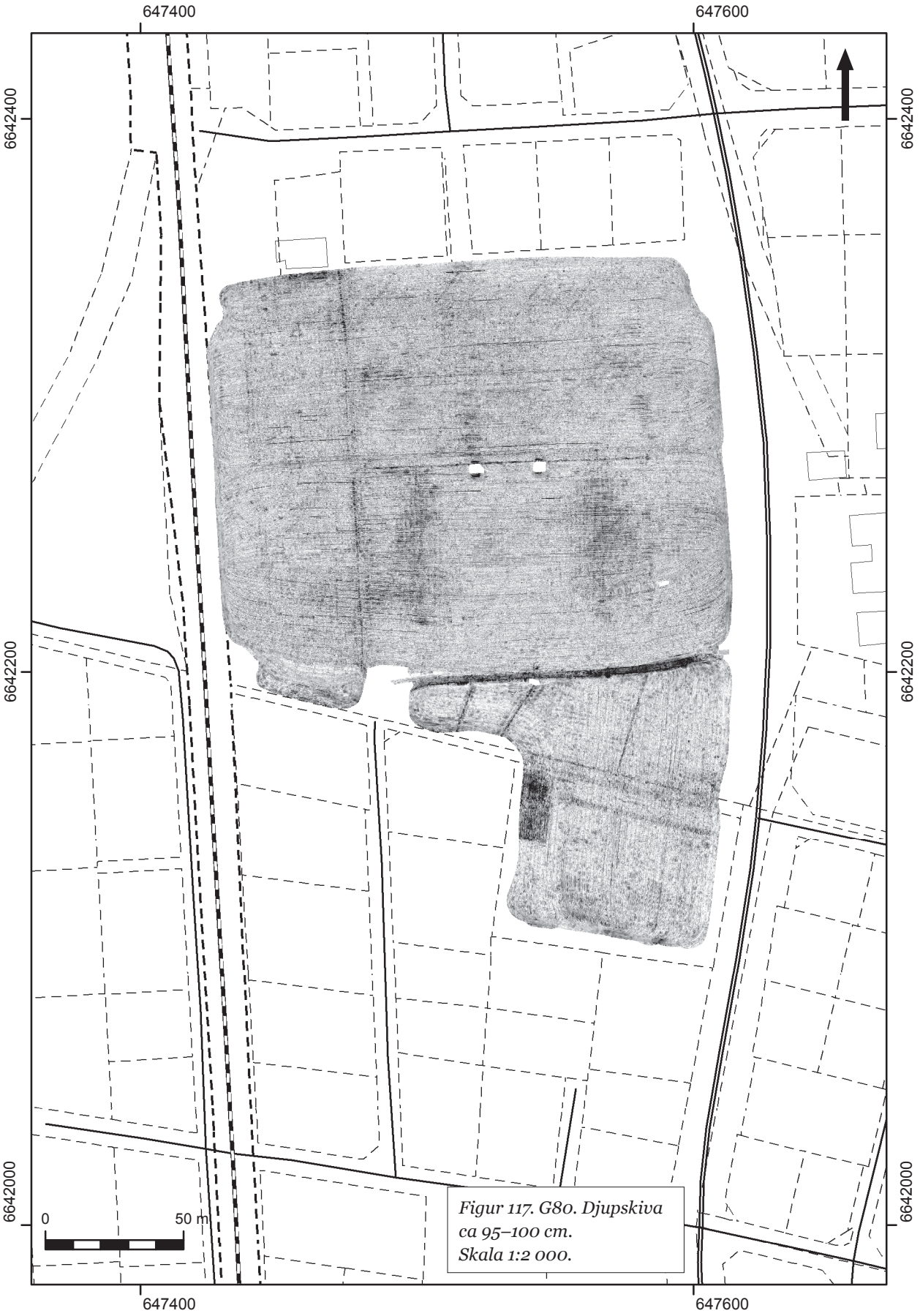
Figur 114. G77. Djupskiva ca 80–85 cm. Skala 1:2 000.



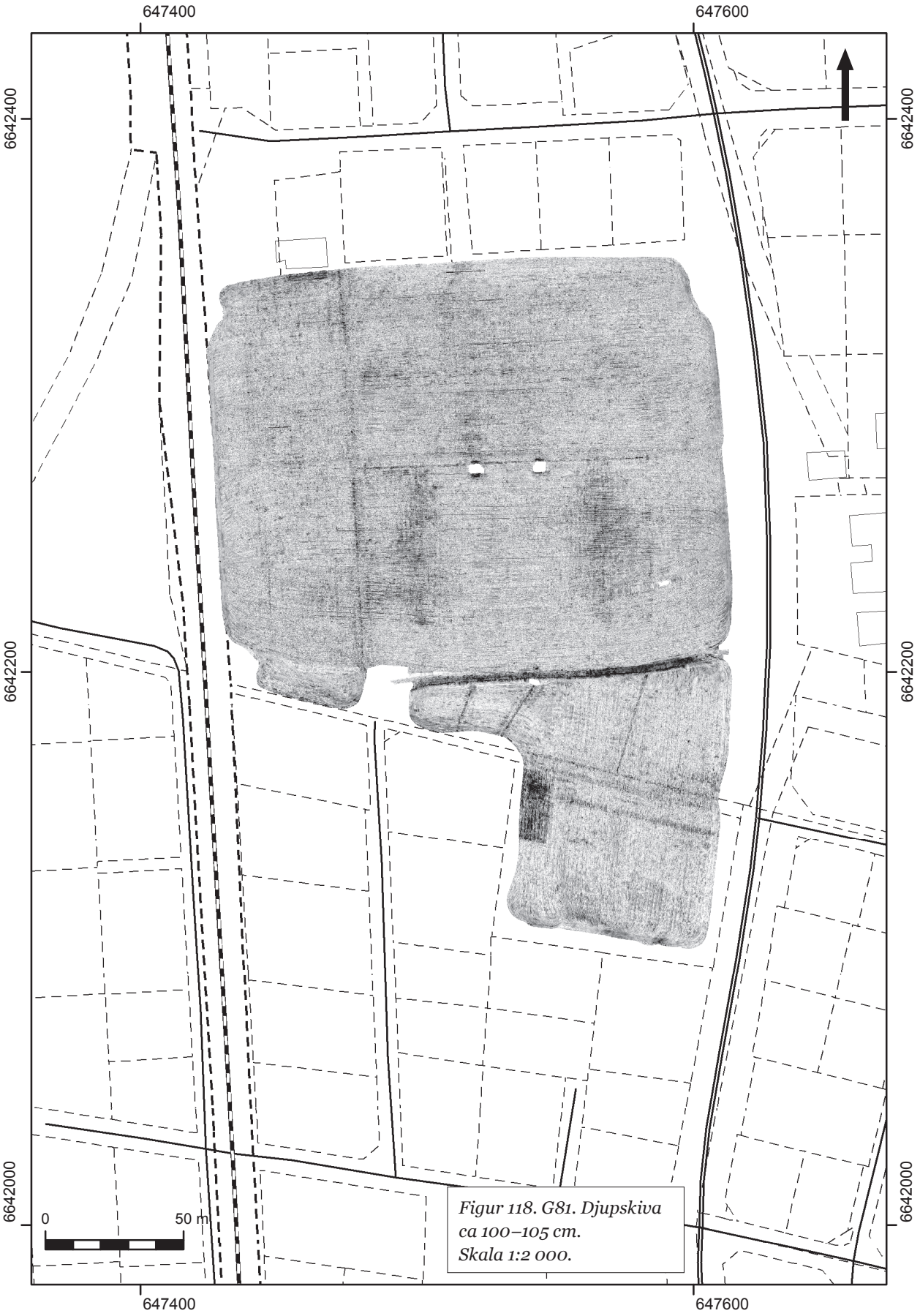
Figur 115. G78. Djupskiva ca 85–90 cm. Skala 1:2 000.



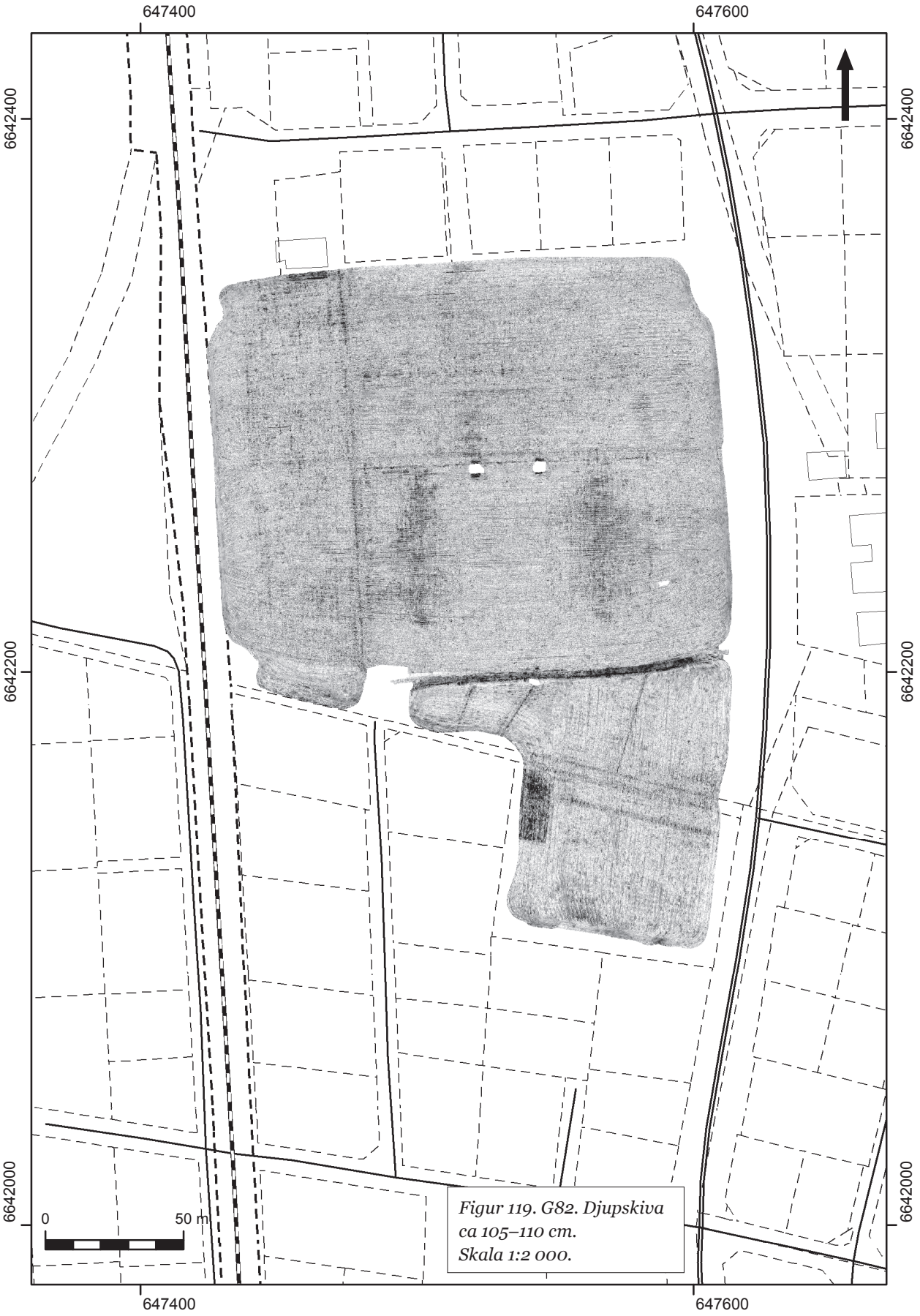
Figur 116. G79. Djupskiva ca 90–95 cm. Skala 1:2 000.



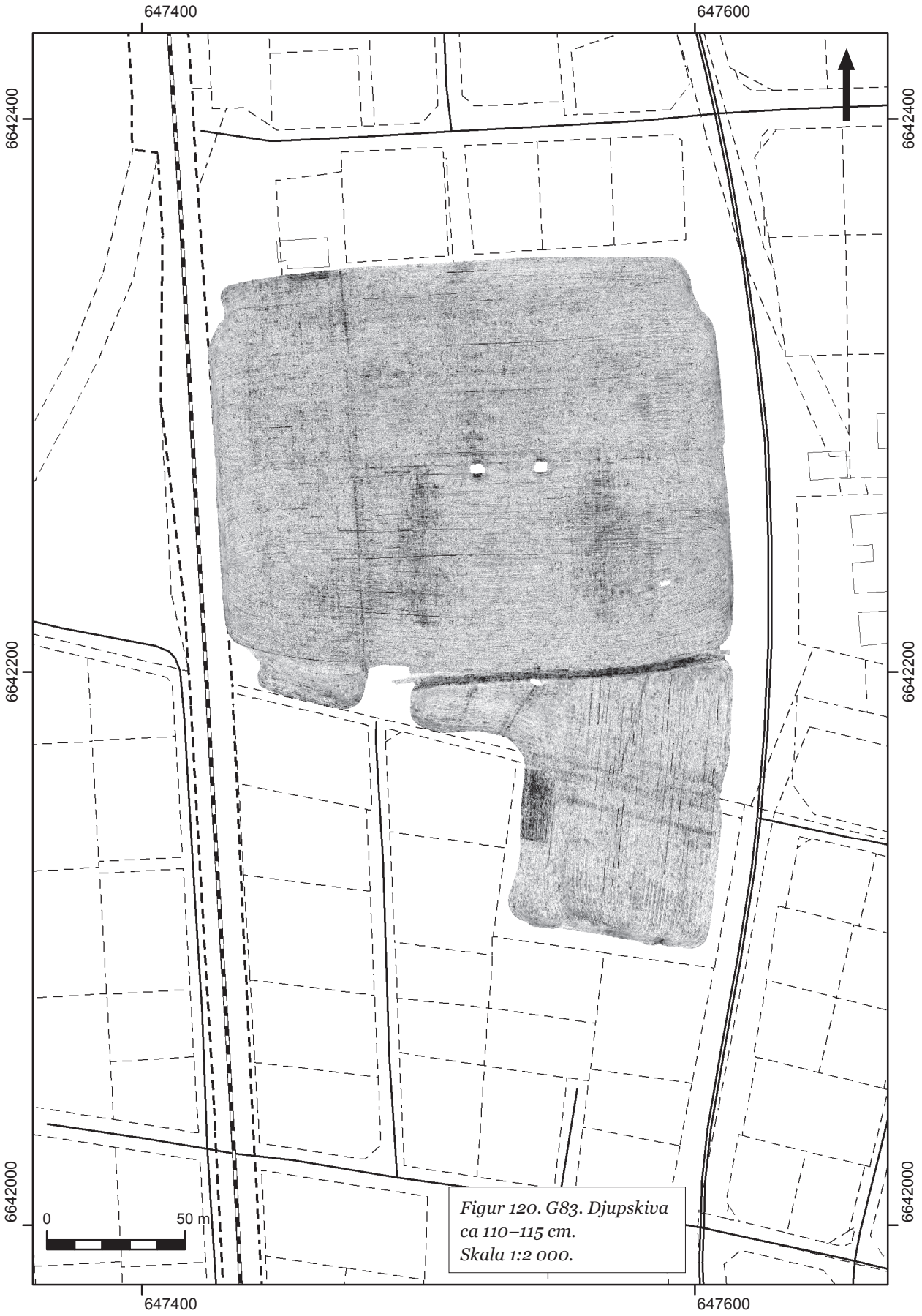
Figur 117. G80. Djupskiva ca 95–100 cm. Skala 1:2 000.



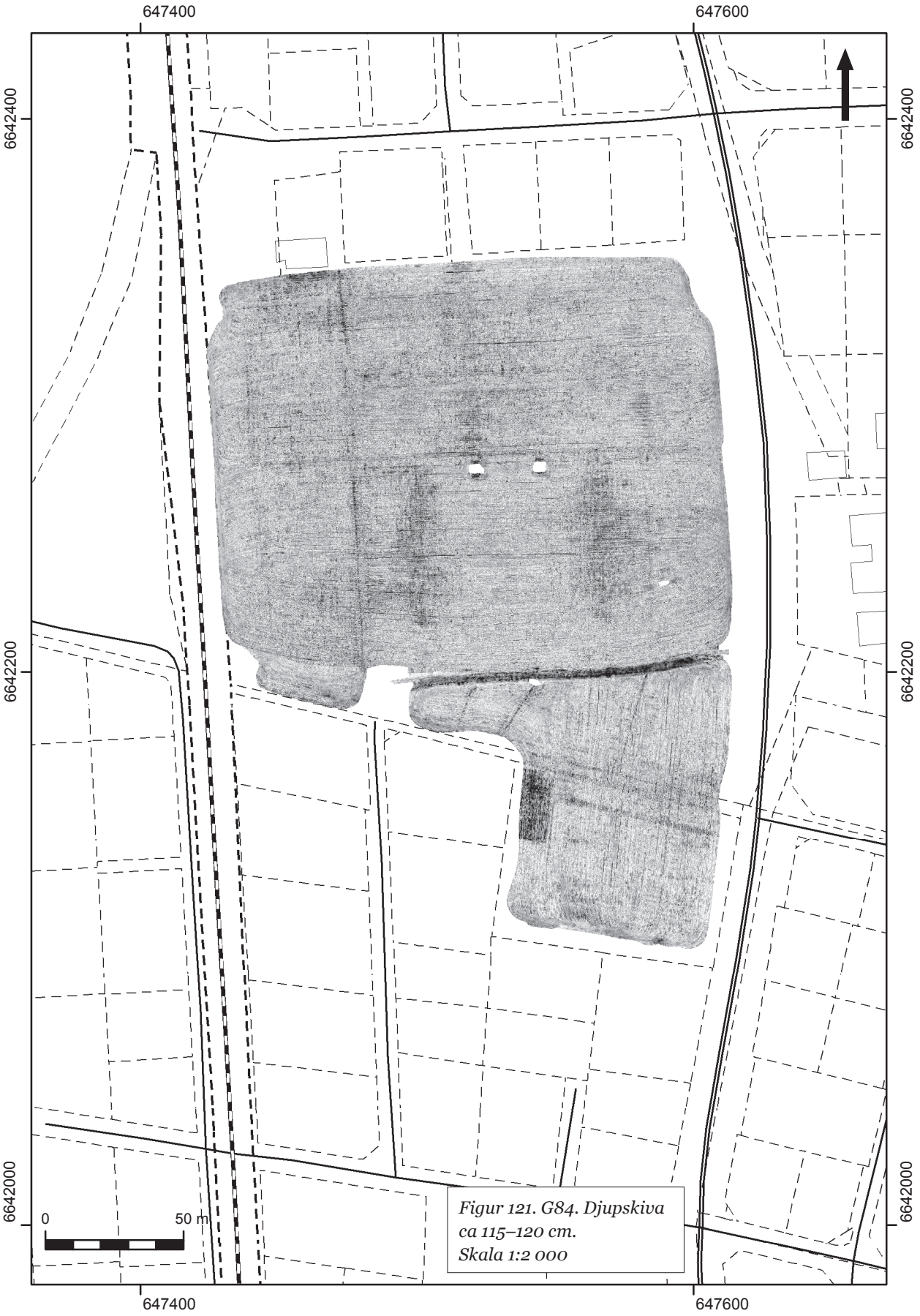
Figur 118. G81. Djupskiva ca 100–105 cm. Skala 1:2 000.



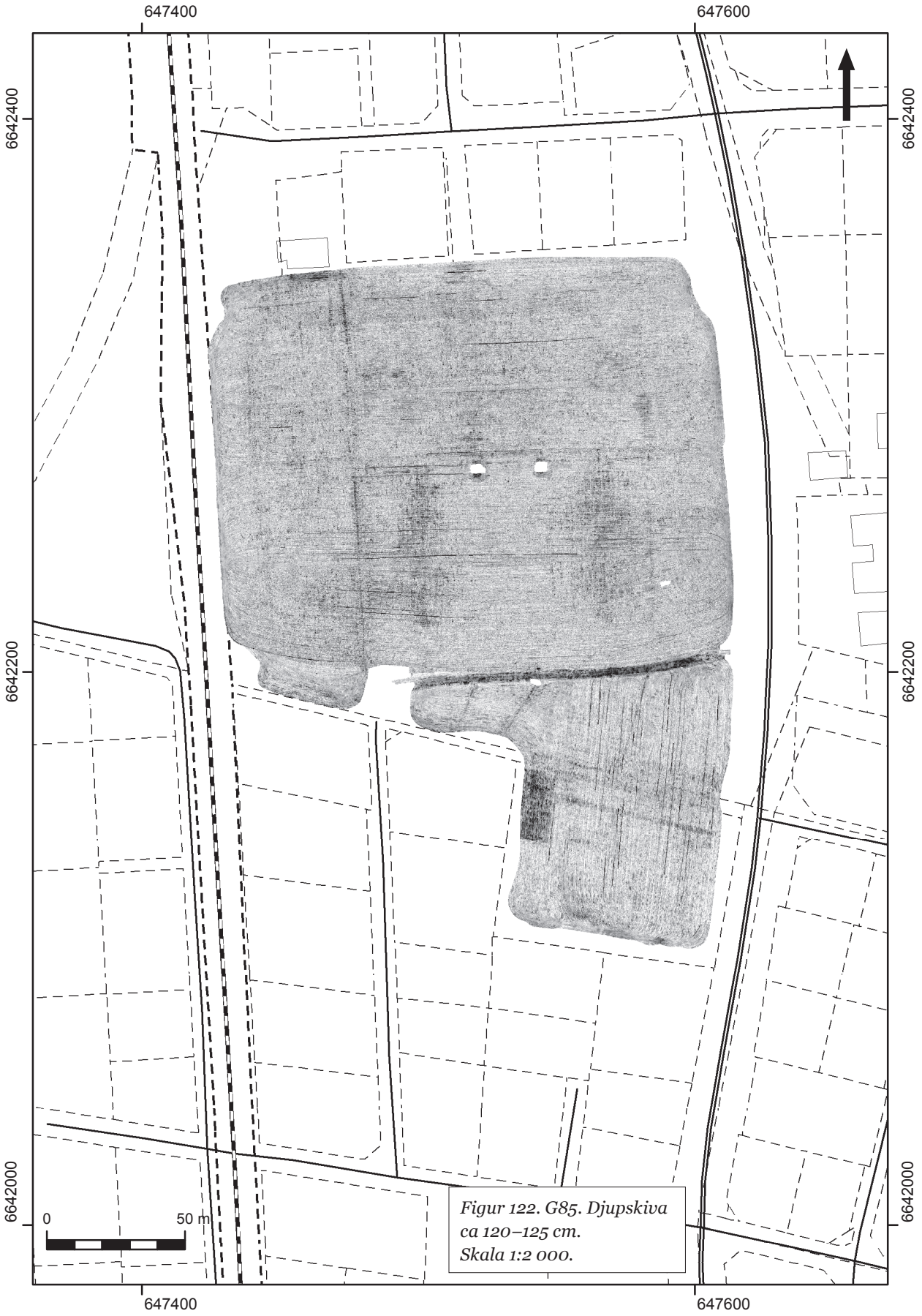
Figur 119. G82. Djupskiva ca 105–110 cm. Skala 1:2 000.



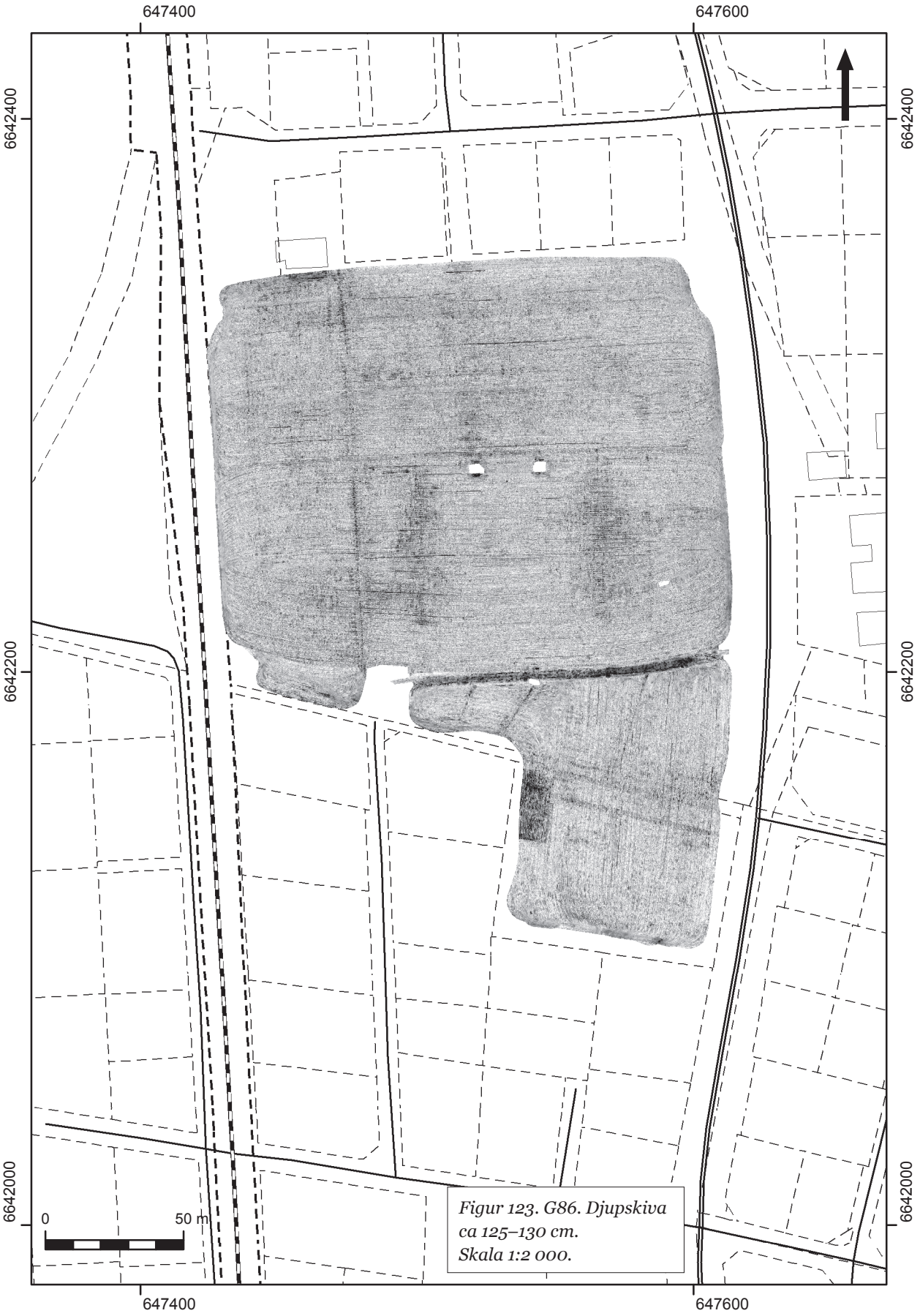
Figur 120. G83. Djupskiva ca 110–115 cm. Skala 1:2 000.



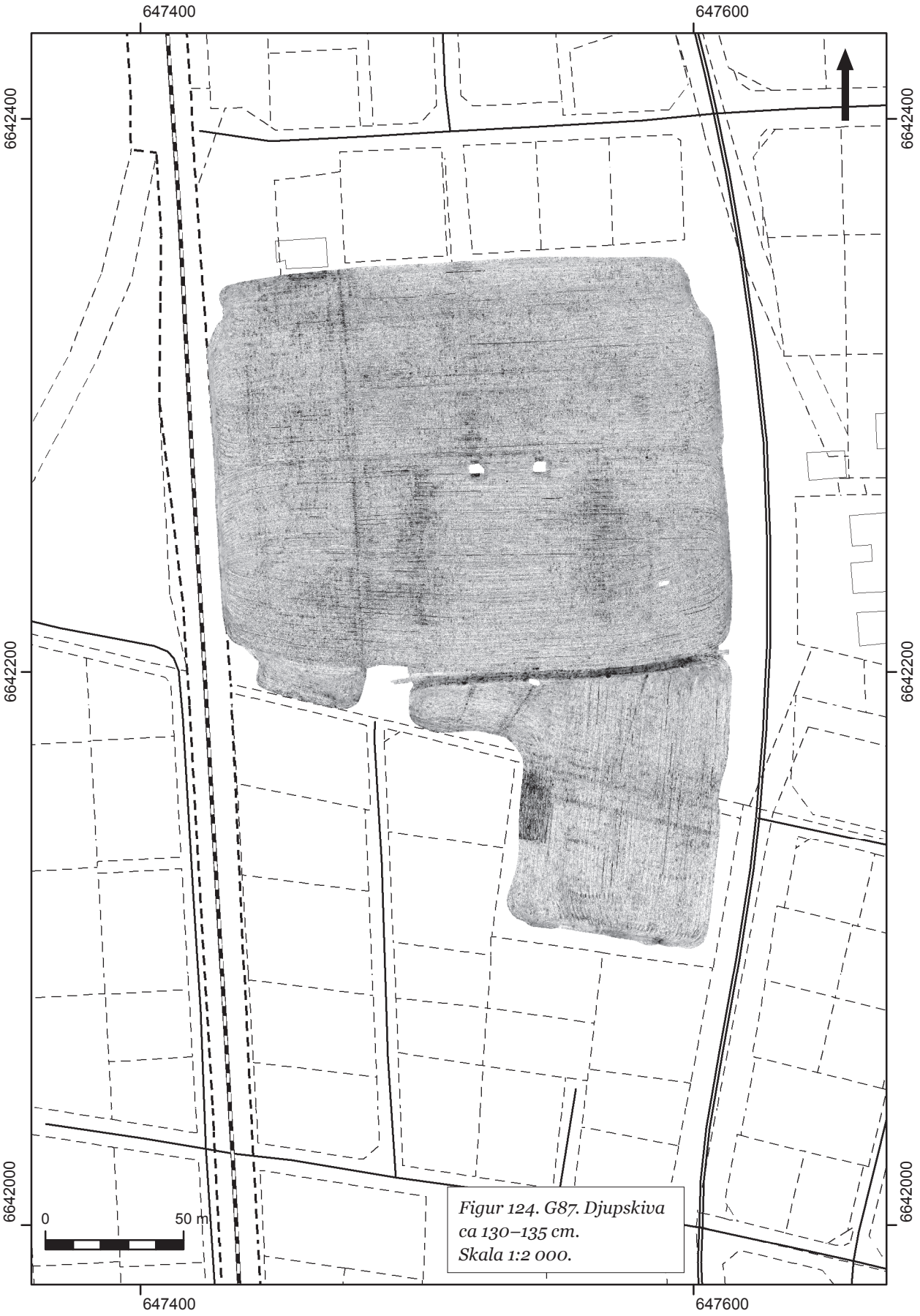
Figur 121. G84. Djupskiva ca 115–120 cm. Skala 1:2 000



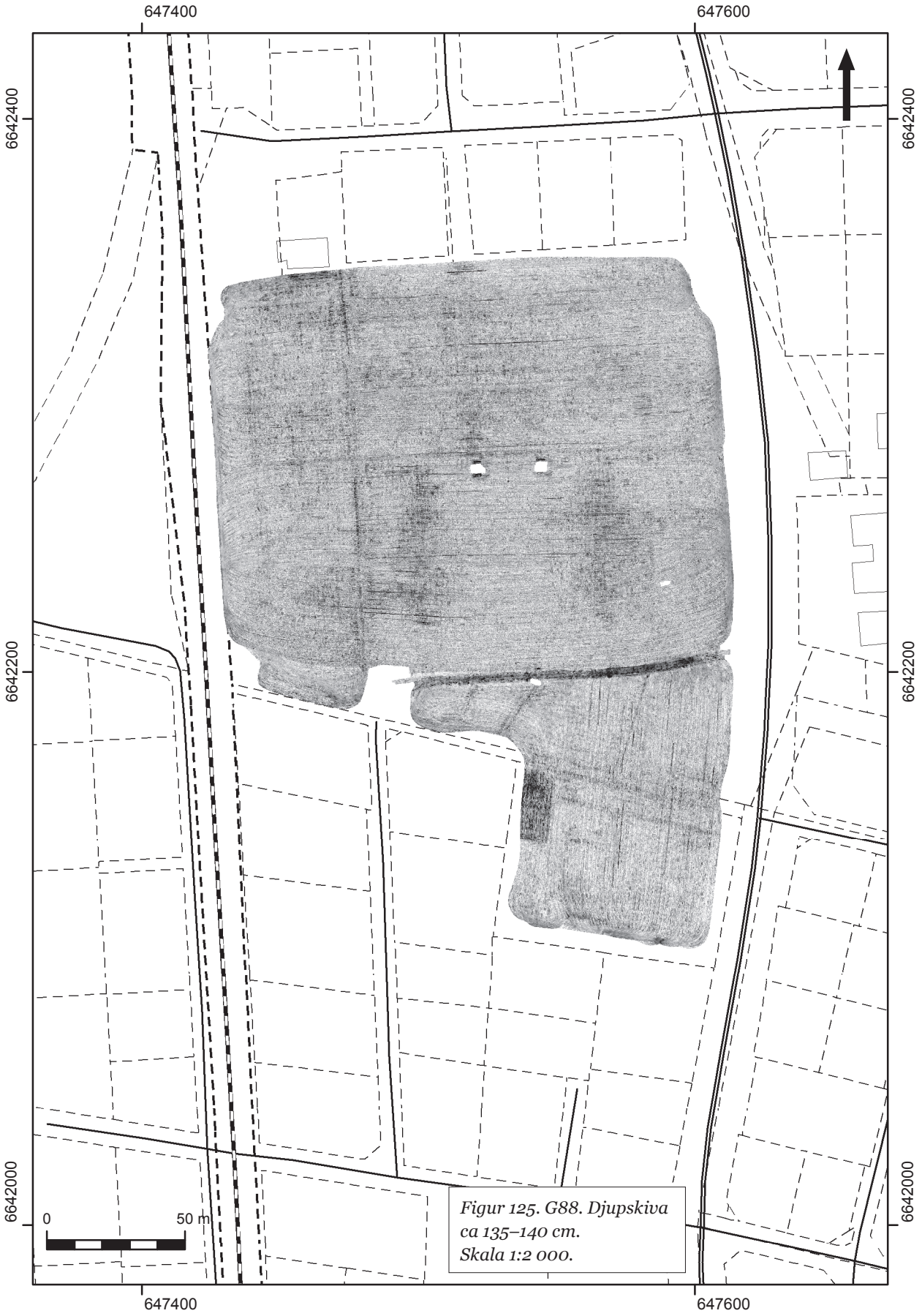
Figur 122. G85. Djupskiva ca 120–125 cm. Skala 1:2 000.



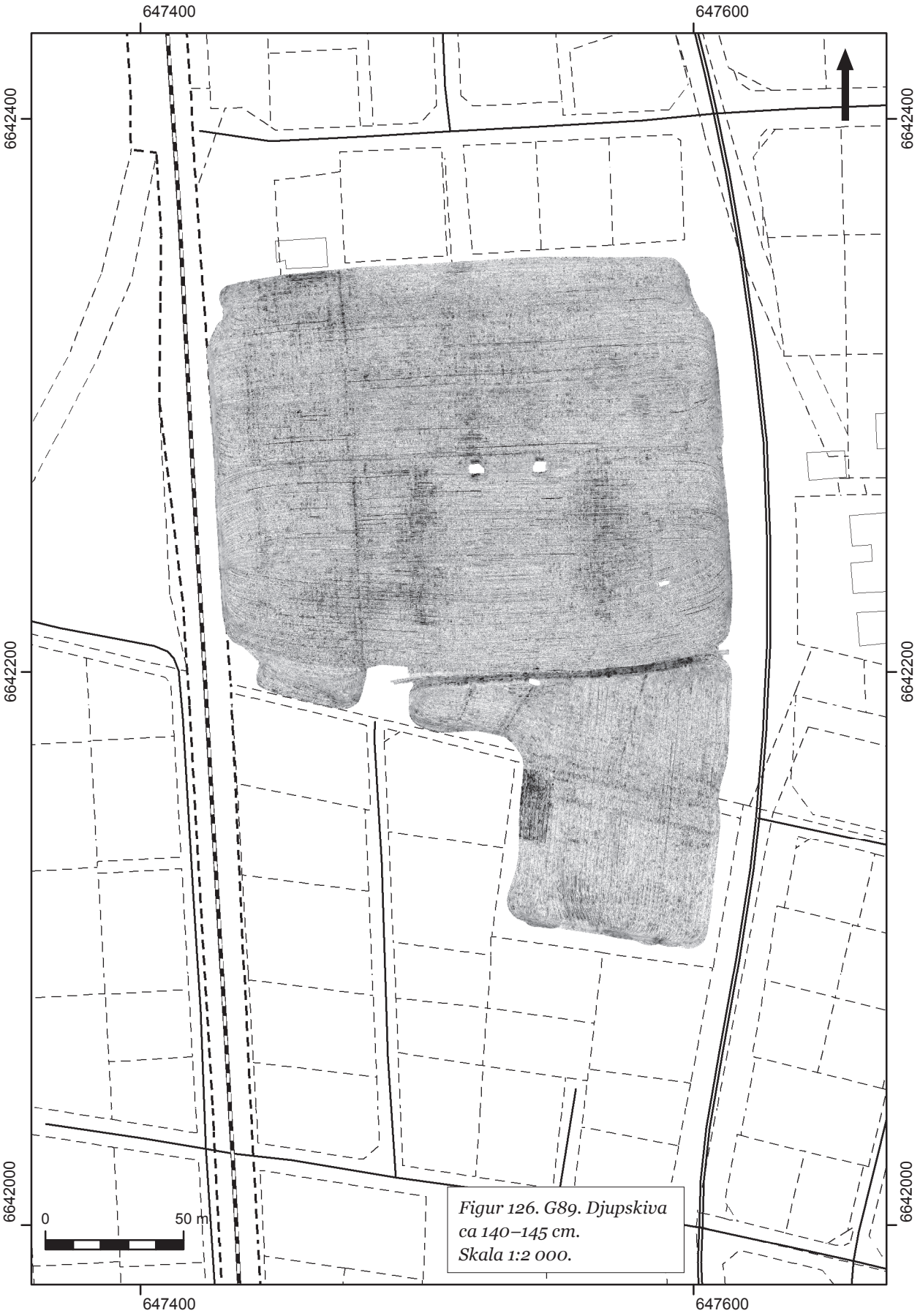
Figur 123. G86. Djupskiva ca 125–130 cm. Skala 1:2 000.



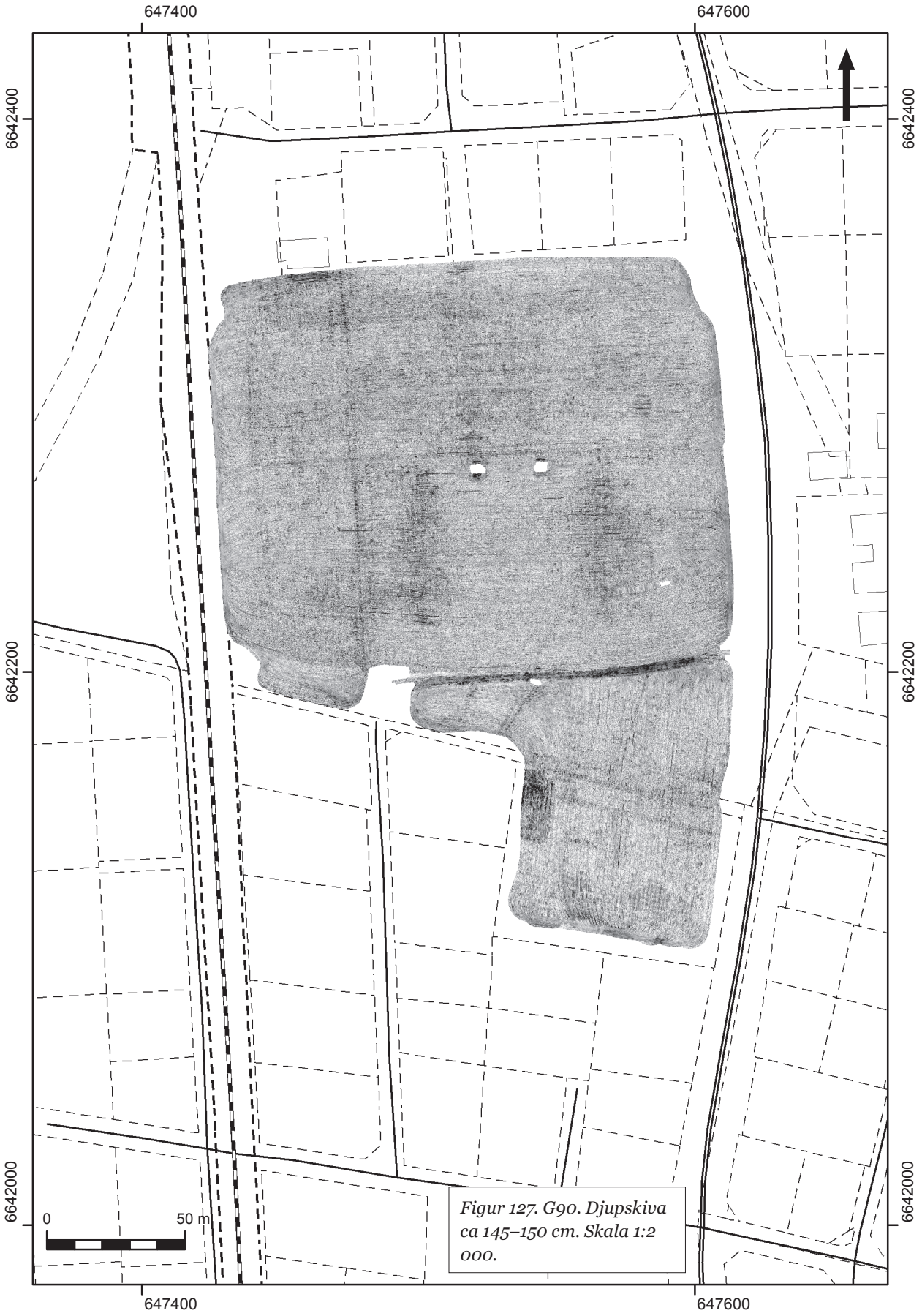
Figur 124. G87. Djupskiva ca 130–135 cm. Skala 1:2 000.



Figur 125. G88. Djupskiva ca 135–140 cm. Skala 1:2 000.

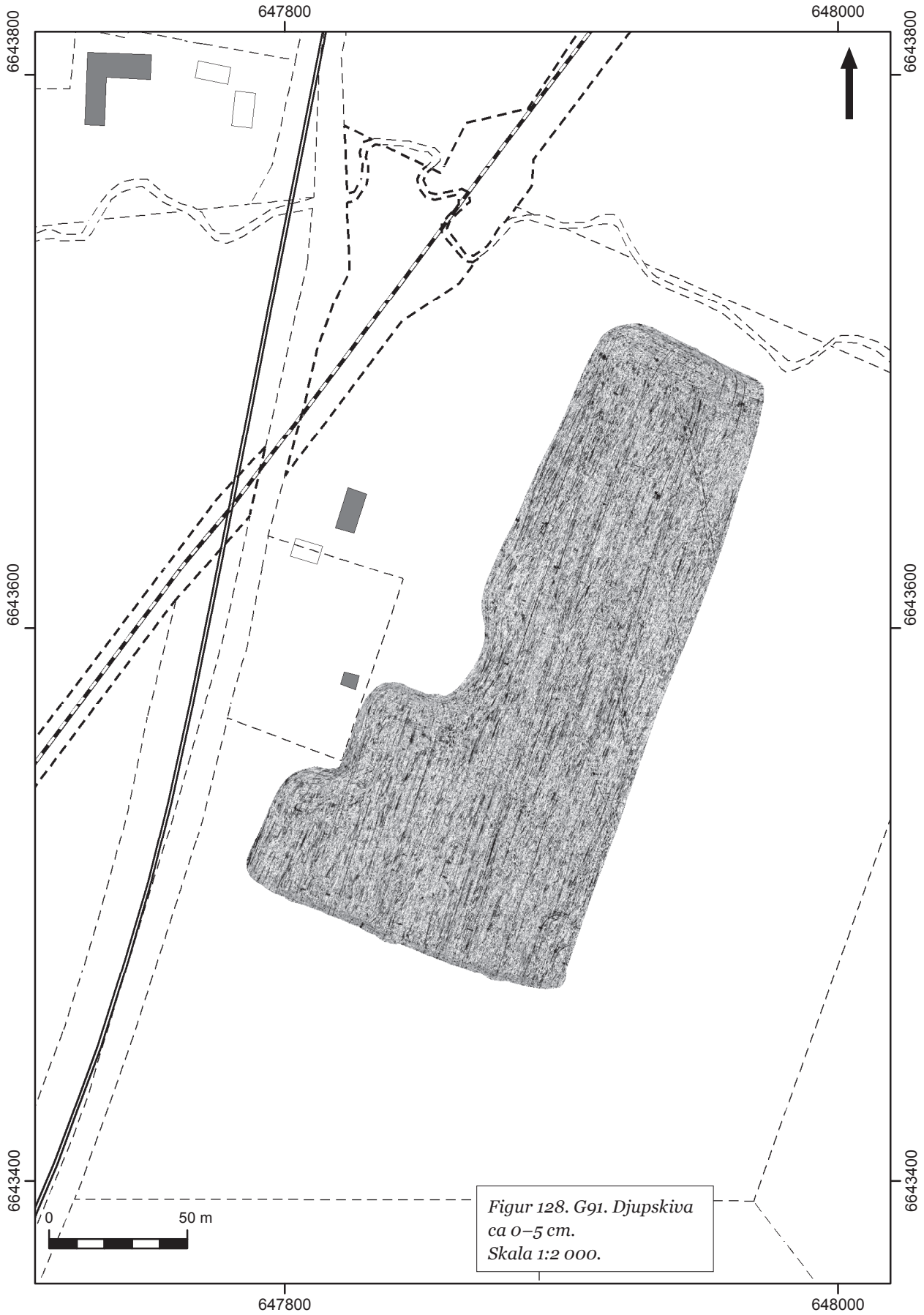


Figur 126. G89. Djupskiva ca 140–145 cm. Skala 1:2 000.

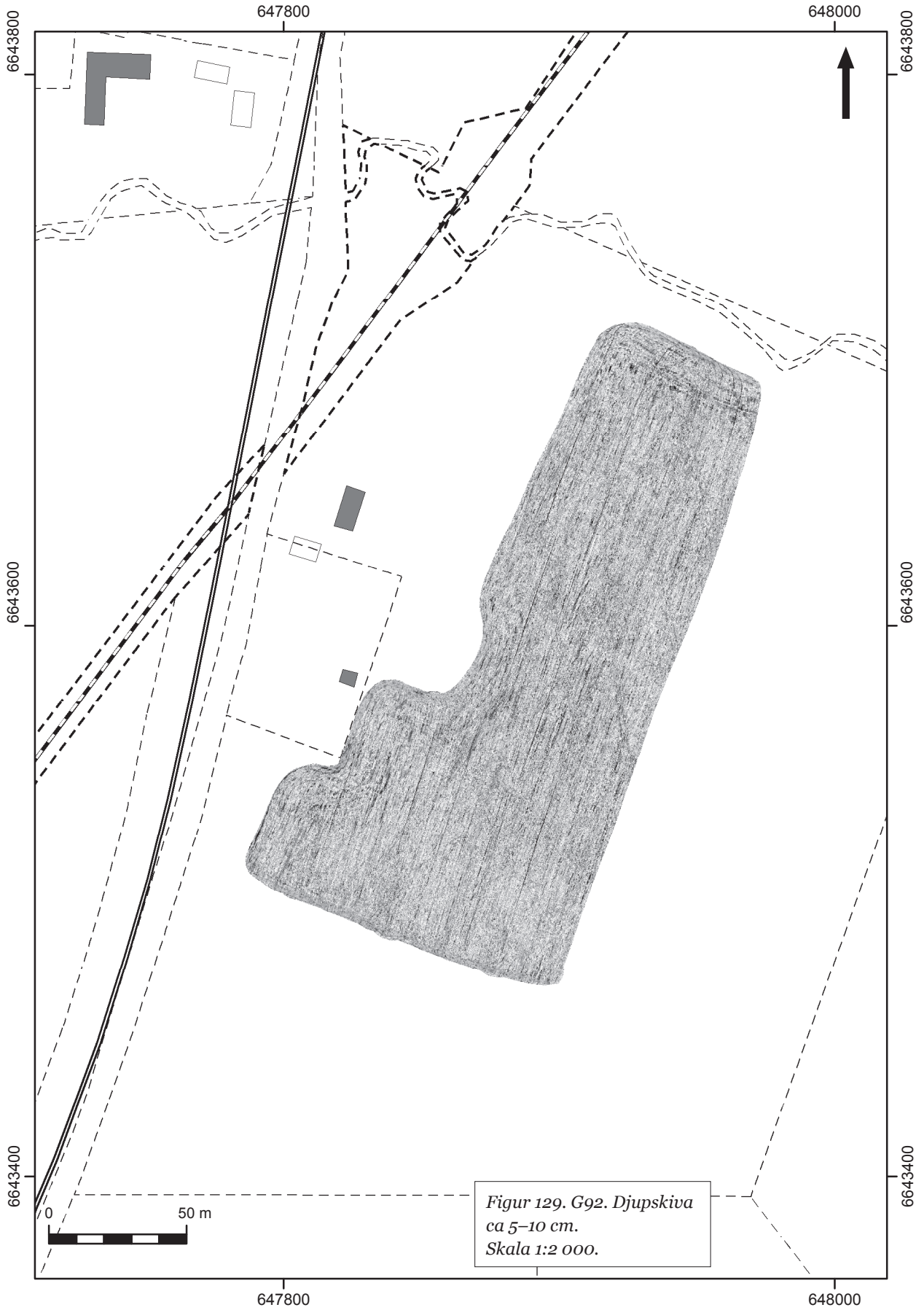


Figur 127. G90. Djupskiva ca 145–150 cm. Skala 1:2 000.

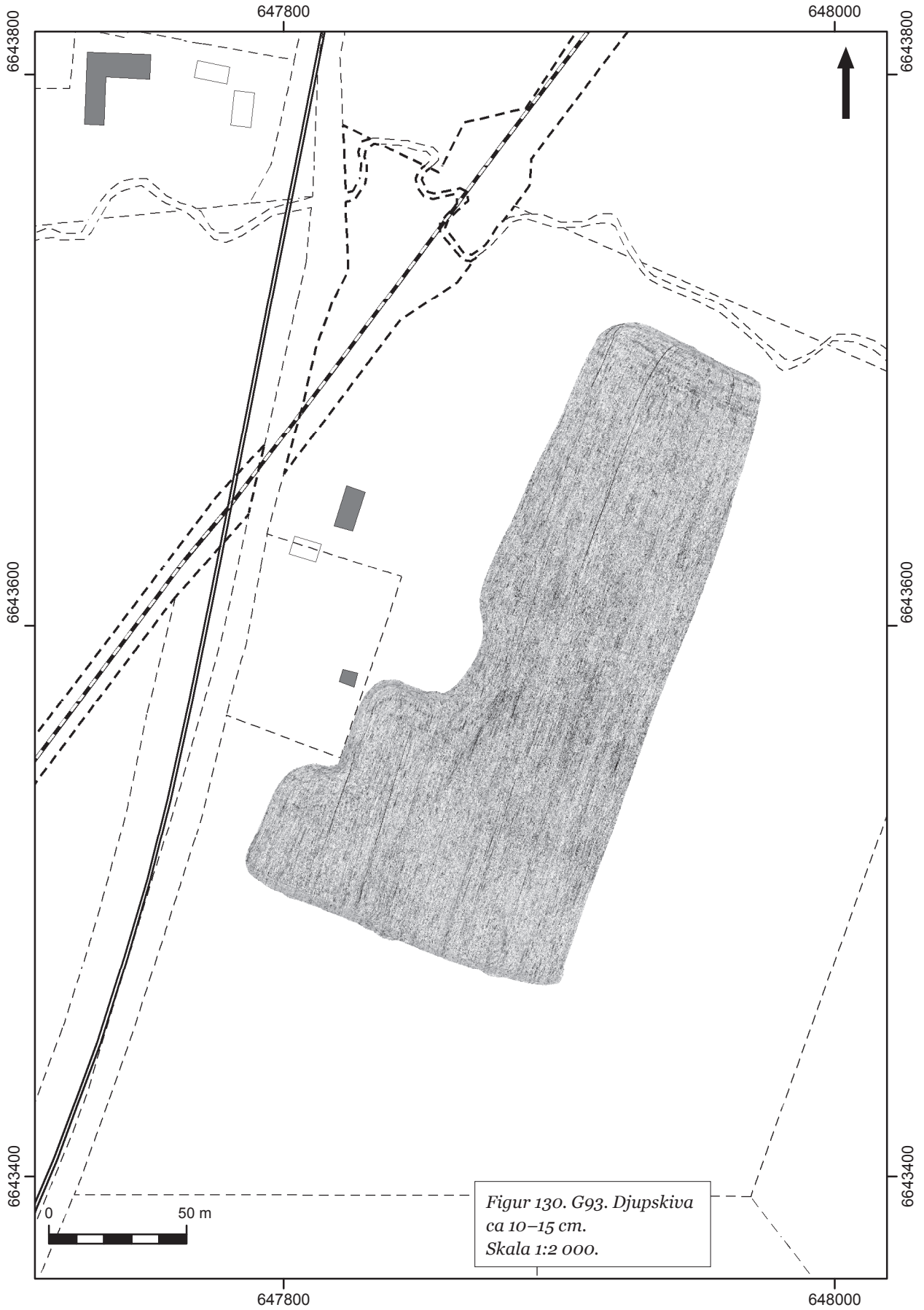
Undersökningsyta 4, GPR 4



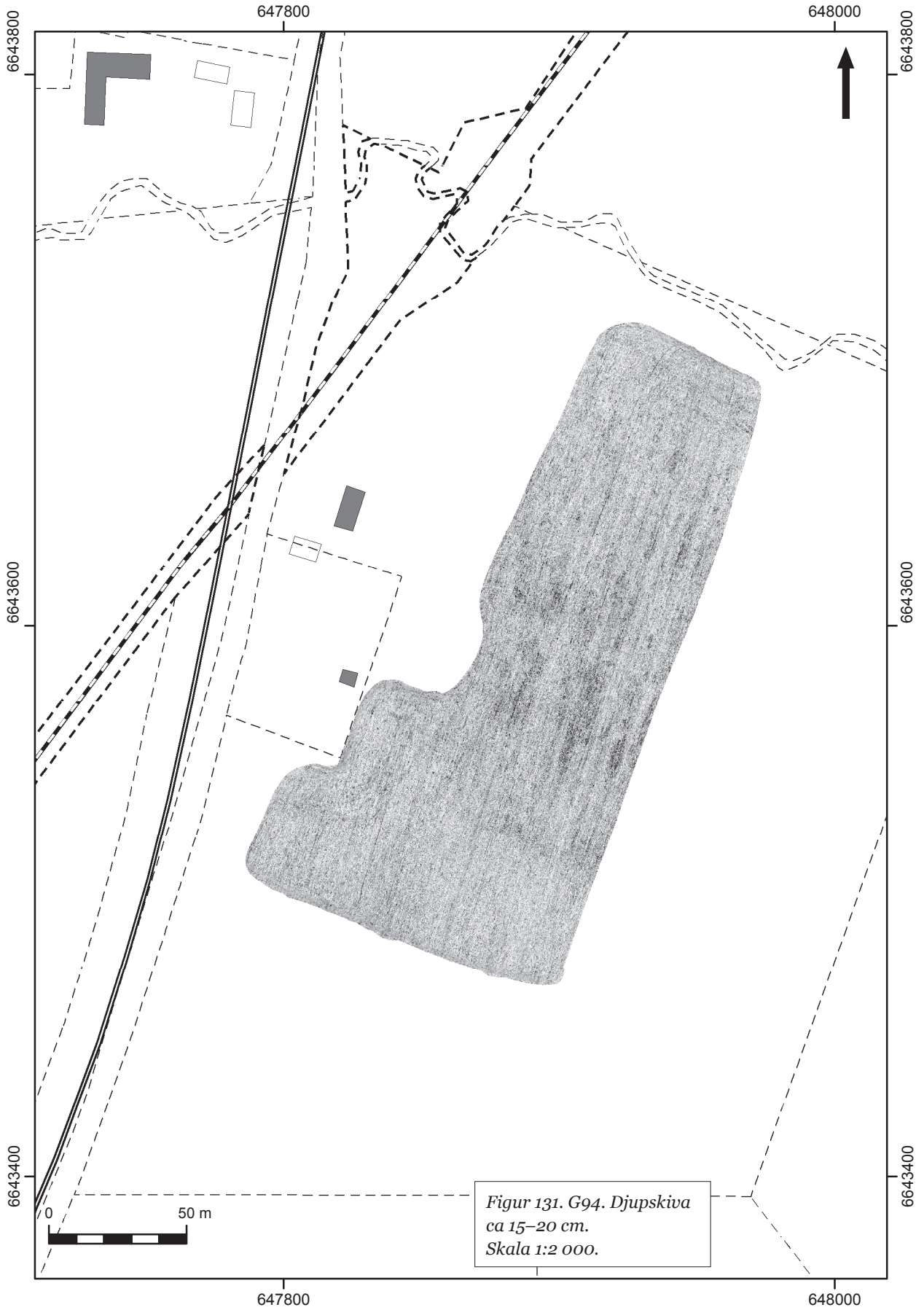
Figur 128. G91. Djupskiva ca 0–5 cm.
Skala 1:2 000.



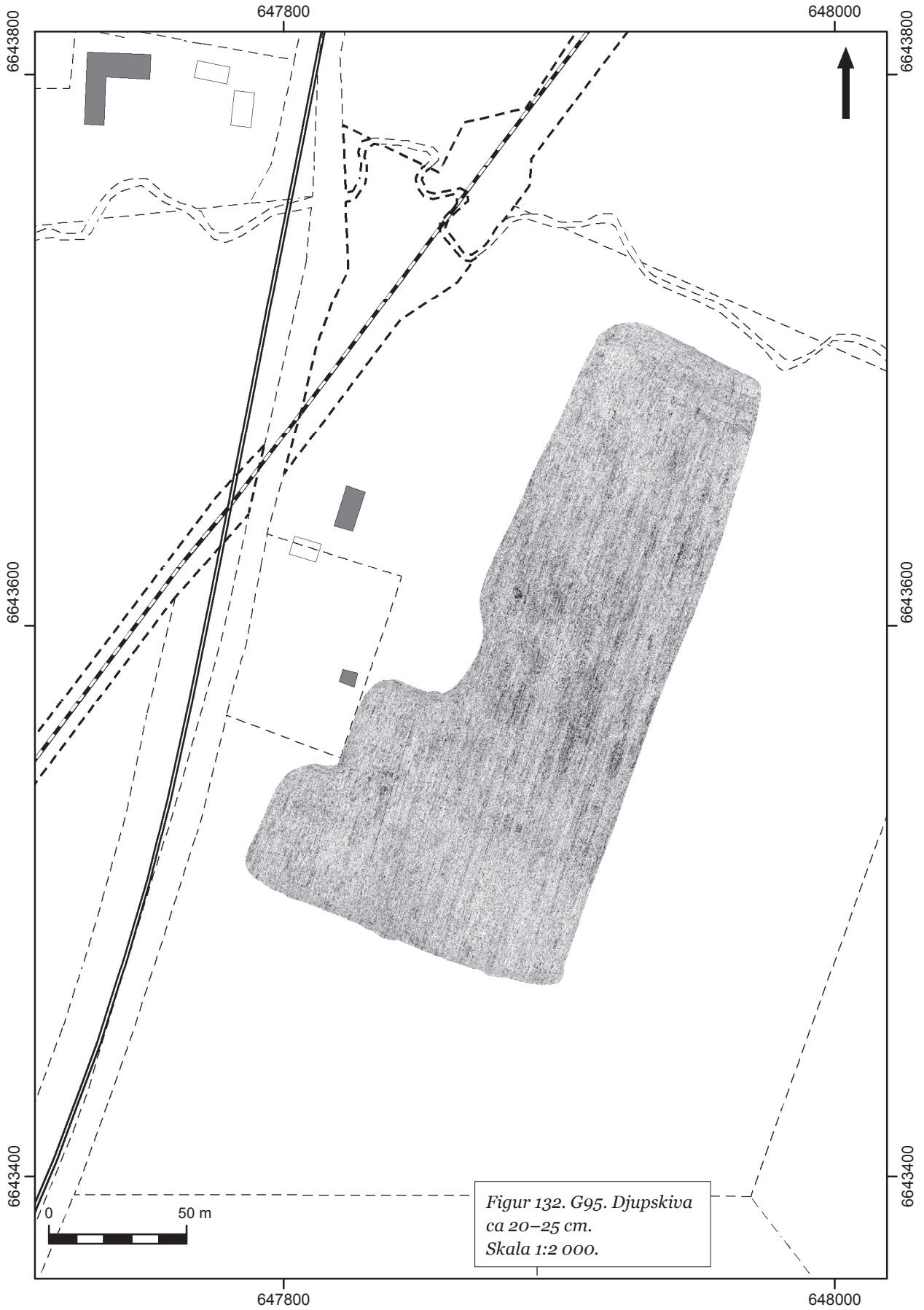
Figur 129. G92. Djupskiva ca 5–10 cm.
Skala 1:2 000.



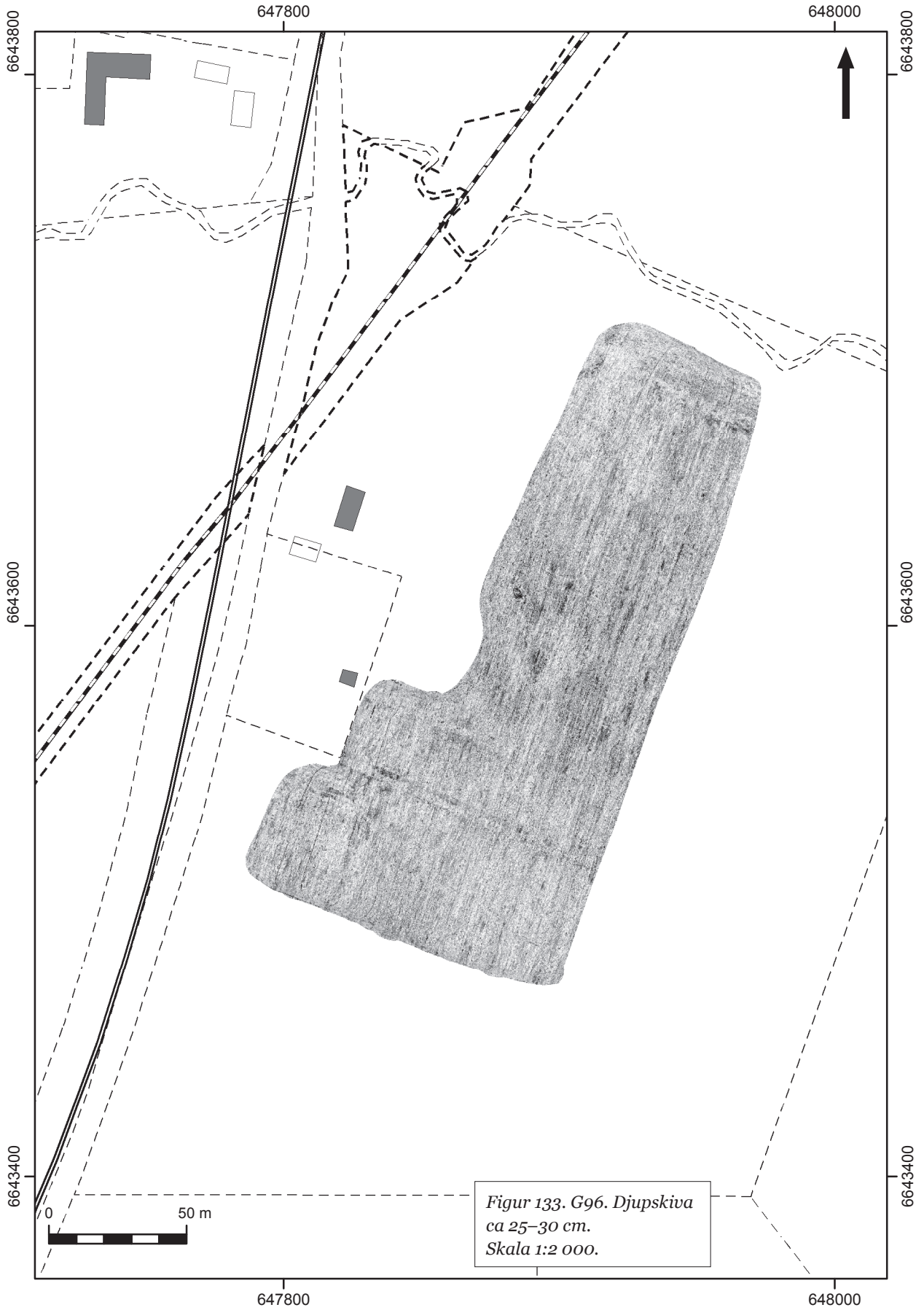
Figur 130. G93. Djupskiva ca 10–15 cm. Skala 1:2 000.



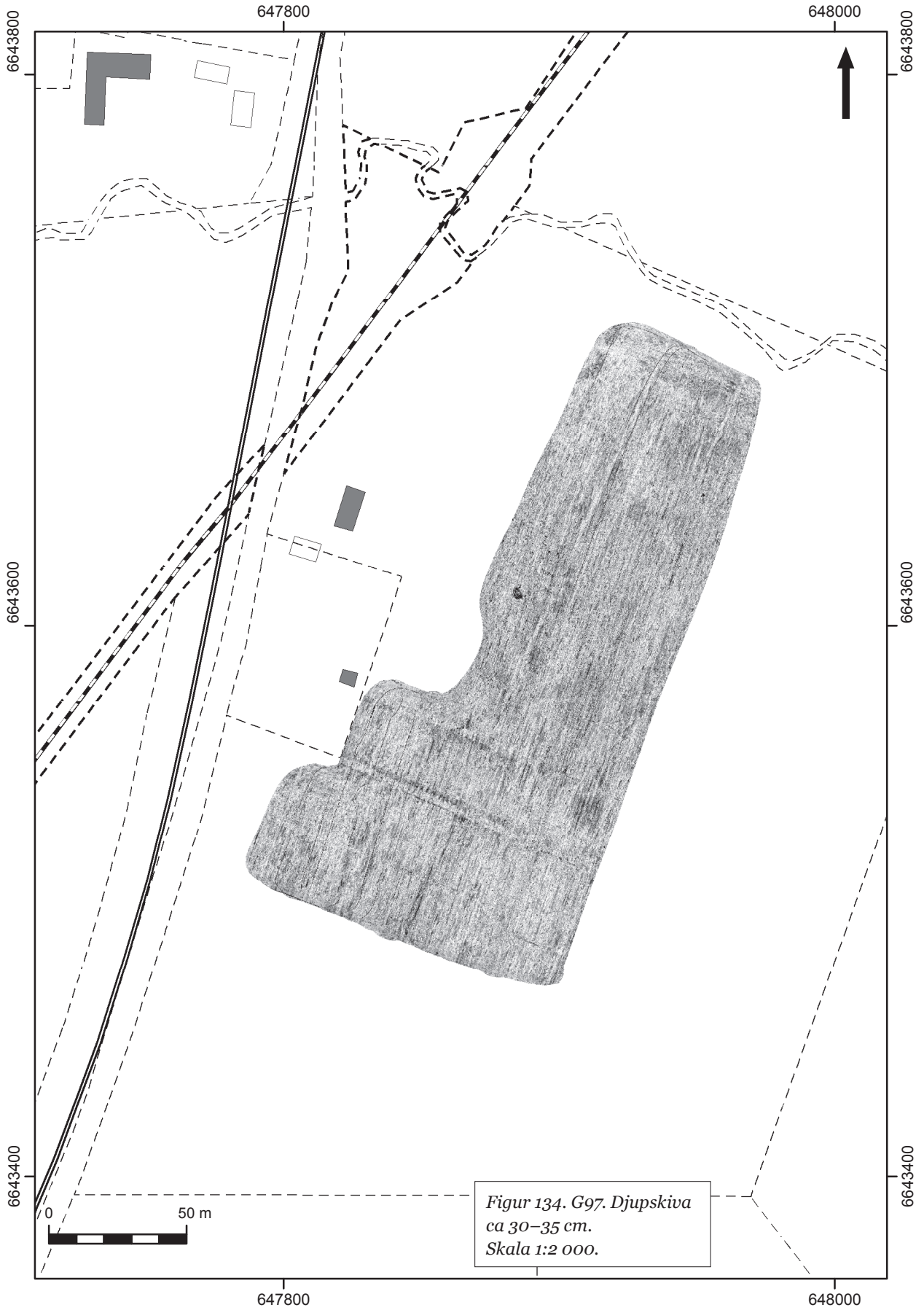
Figur 131. G94. Djupskiva ca 15–20 cm. Skala 1:2 000.



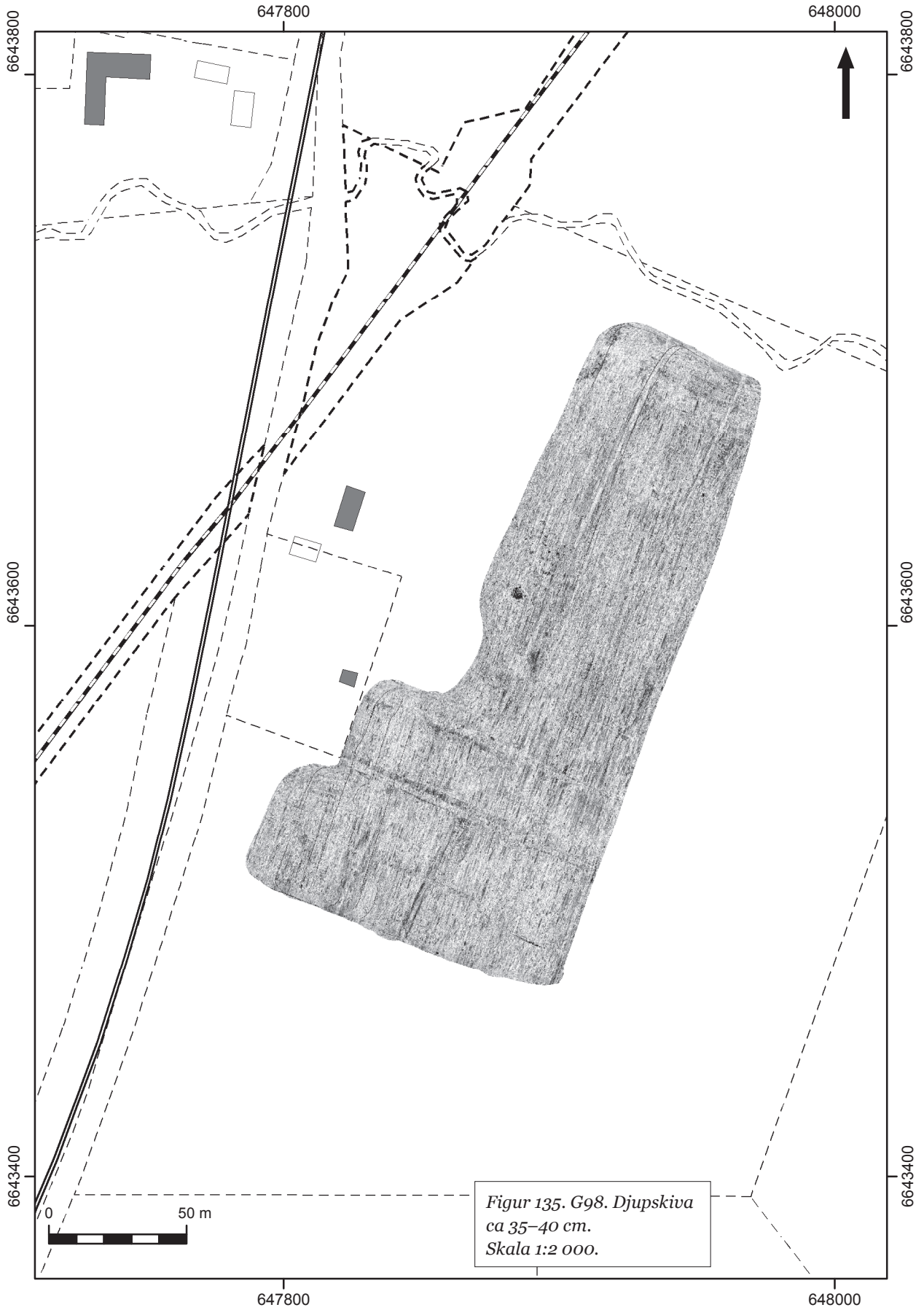
Figur 132. G95. Djupskiva ca 20–25 cm. Skala 1:2 000.



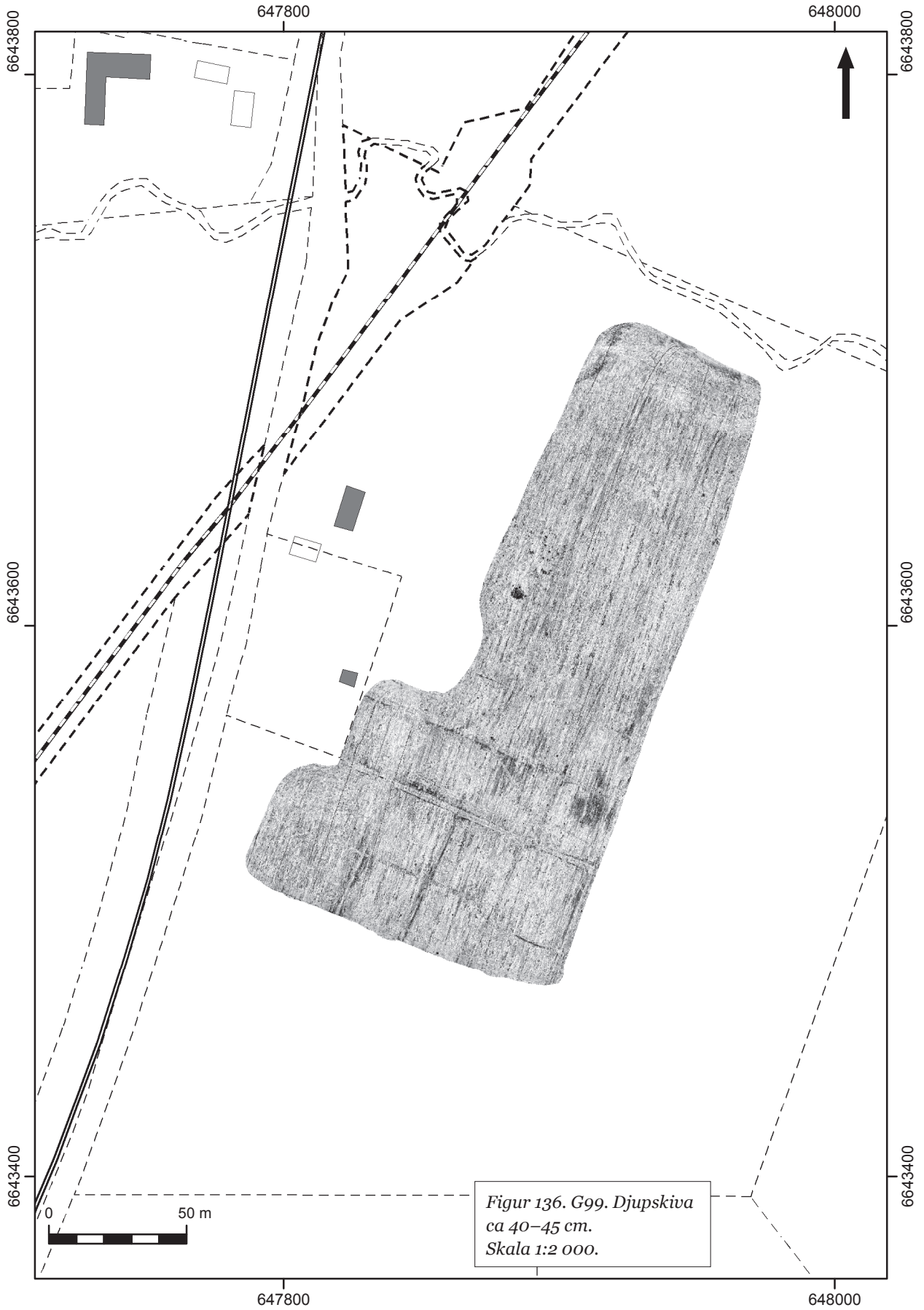
Figur 133. G96. Djupskiva ca 25–30 cm. Skala 1:2 000.



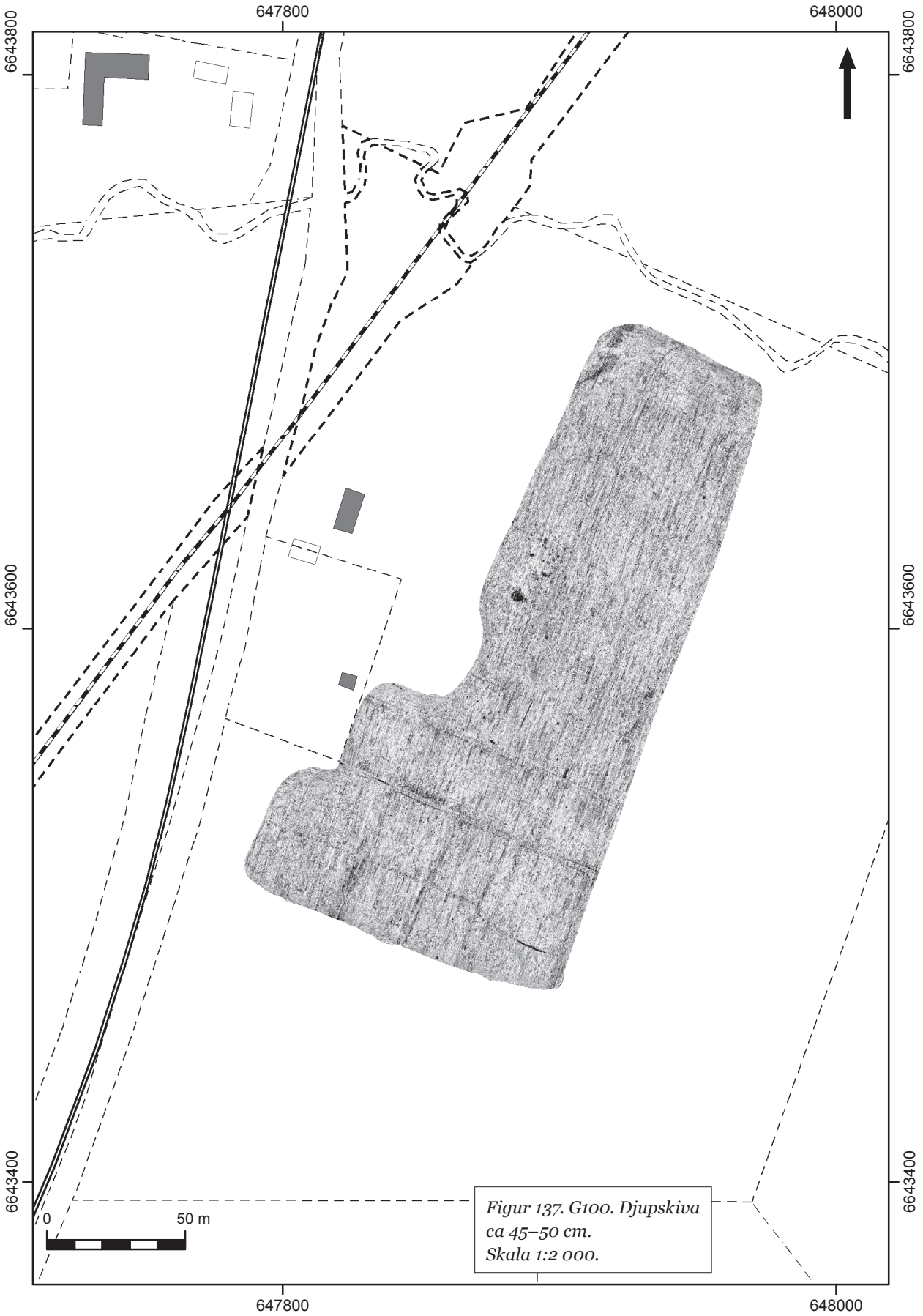
Figur 134. G97. Djupskiva ca 30–35 cm. Skala 1:2 000.



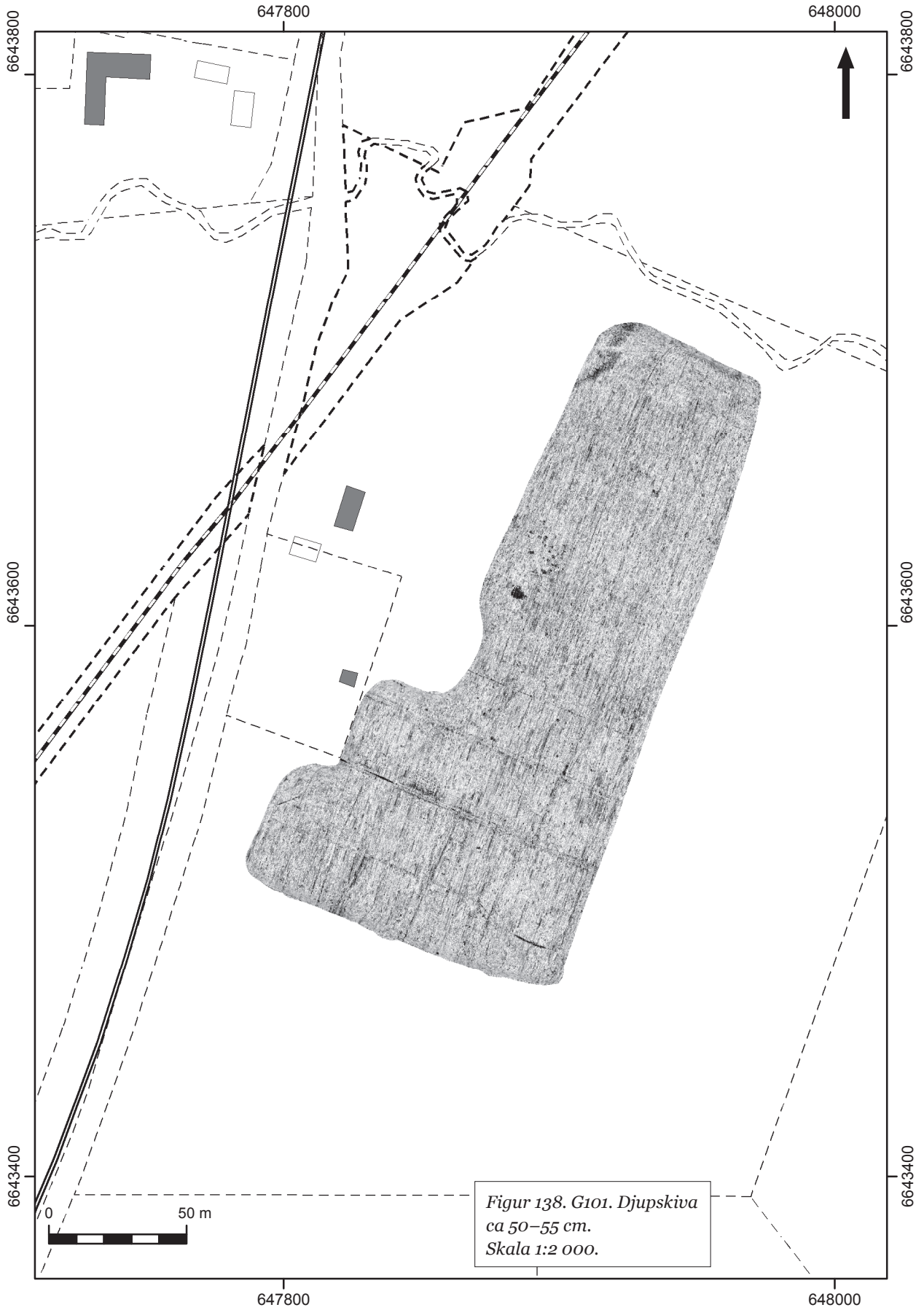
Figur 135. G98. Djupskiva ca 35–40 cm. Skala 1:2 000.



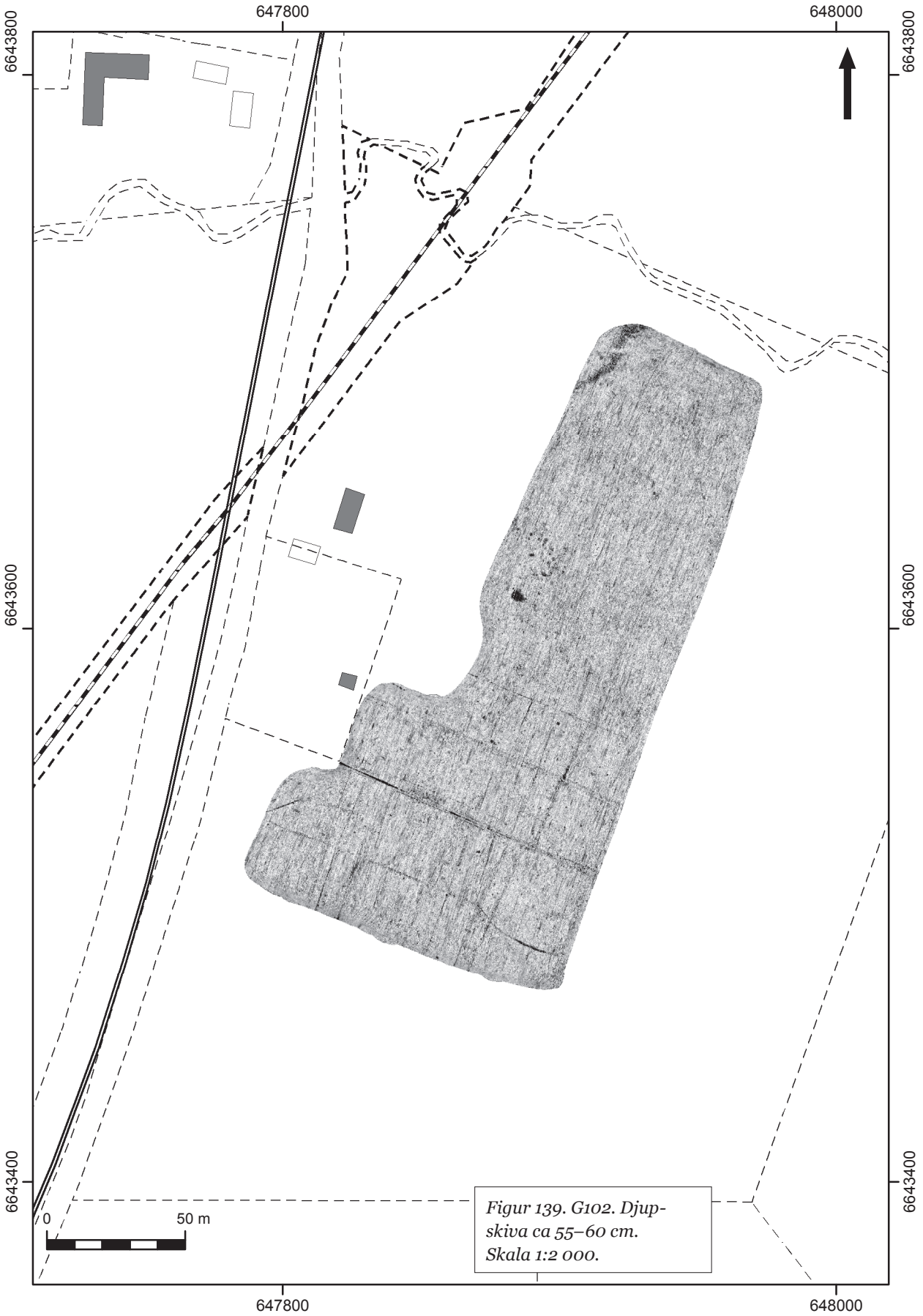
Figur 136. G99. Djupskiva ca 40–45 cm. Skala 1:2 000.



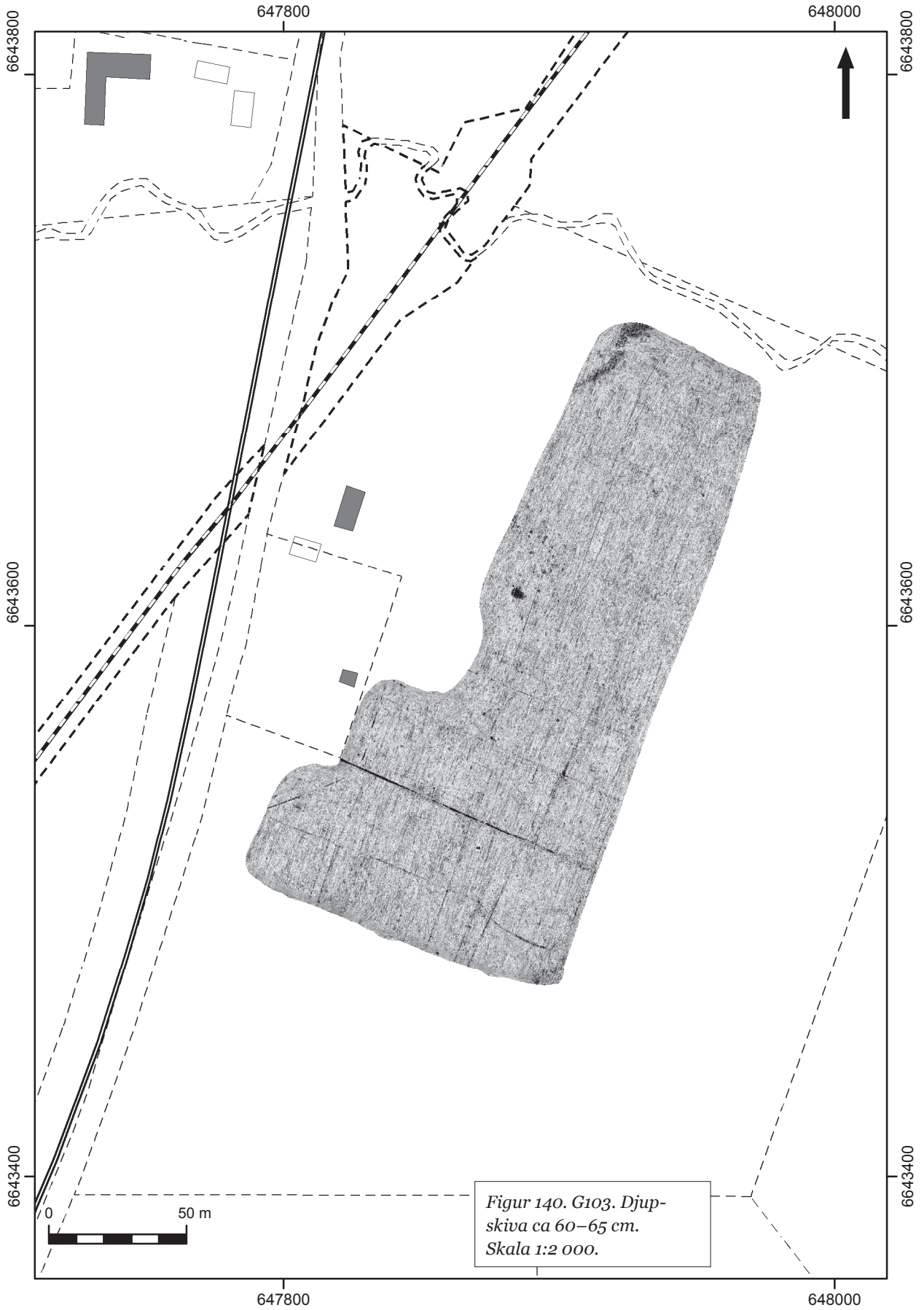
Figur 137. G100. Djupskiva ca 45–50 cm. Skala 1:2 000.



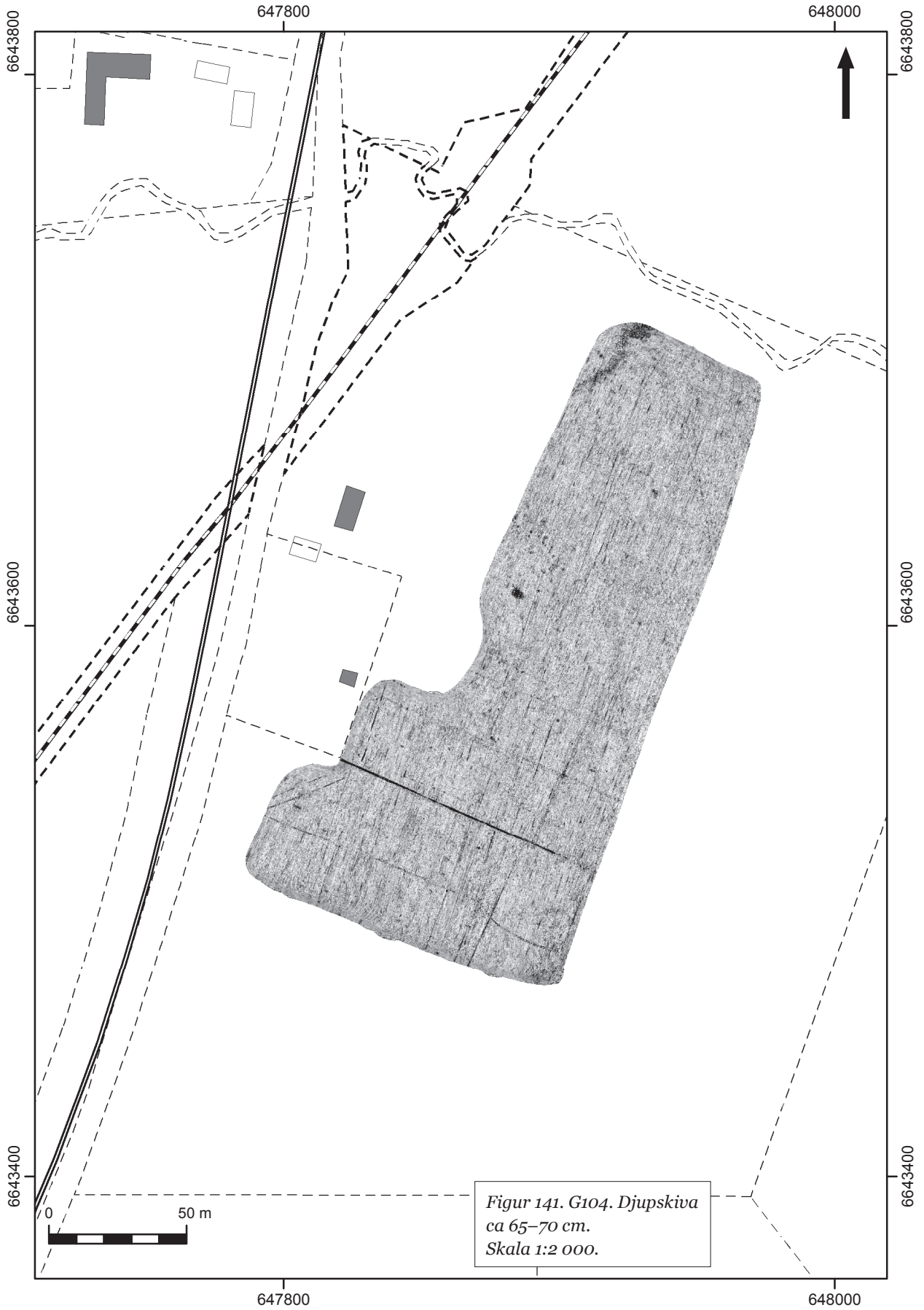
Figur 138. G101. Djupskiva ca 50–55 cm. Skala 1:2 000.



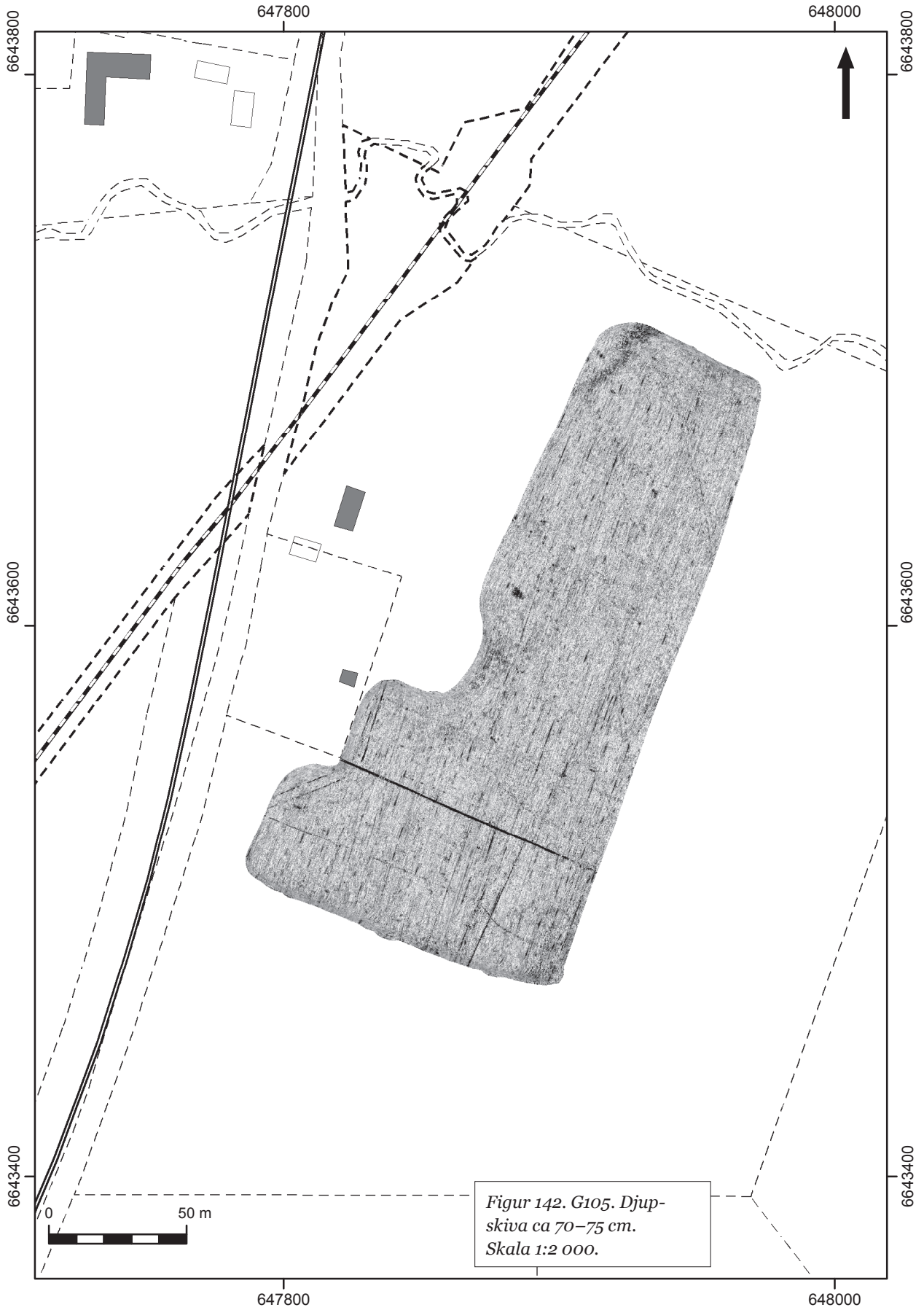
Figur 139. G102. Djupskiva ca 55–60 cm. Skala 1:2 000.



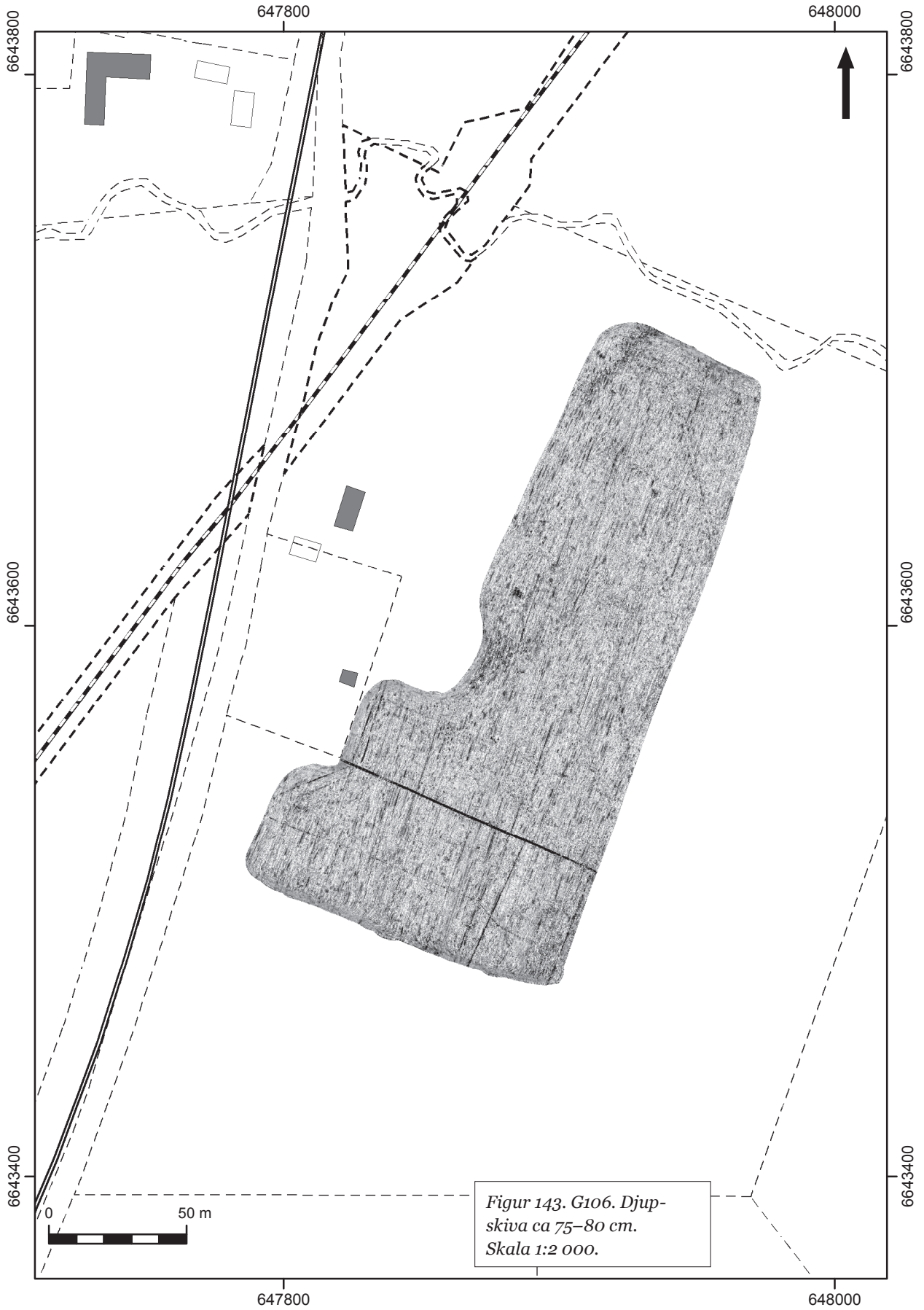
Figur 140. G103. Djupskiva ca 60–65 cm. Skala 1:2 000.



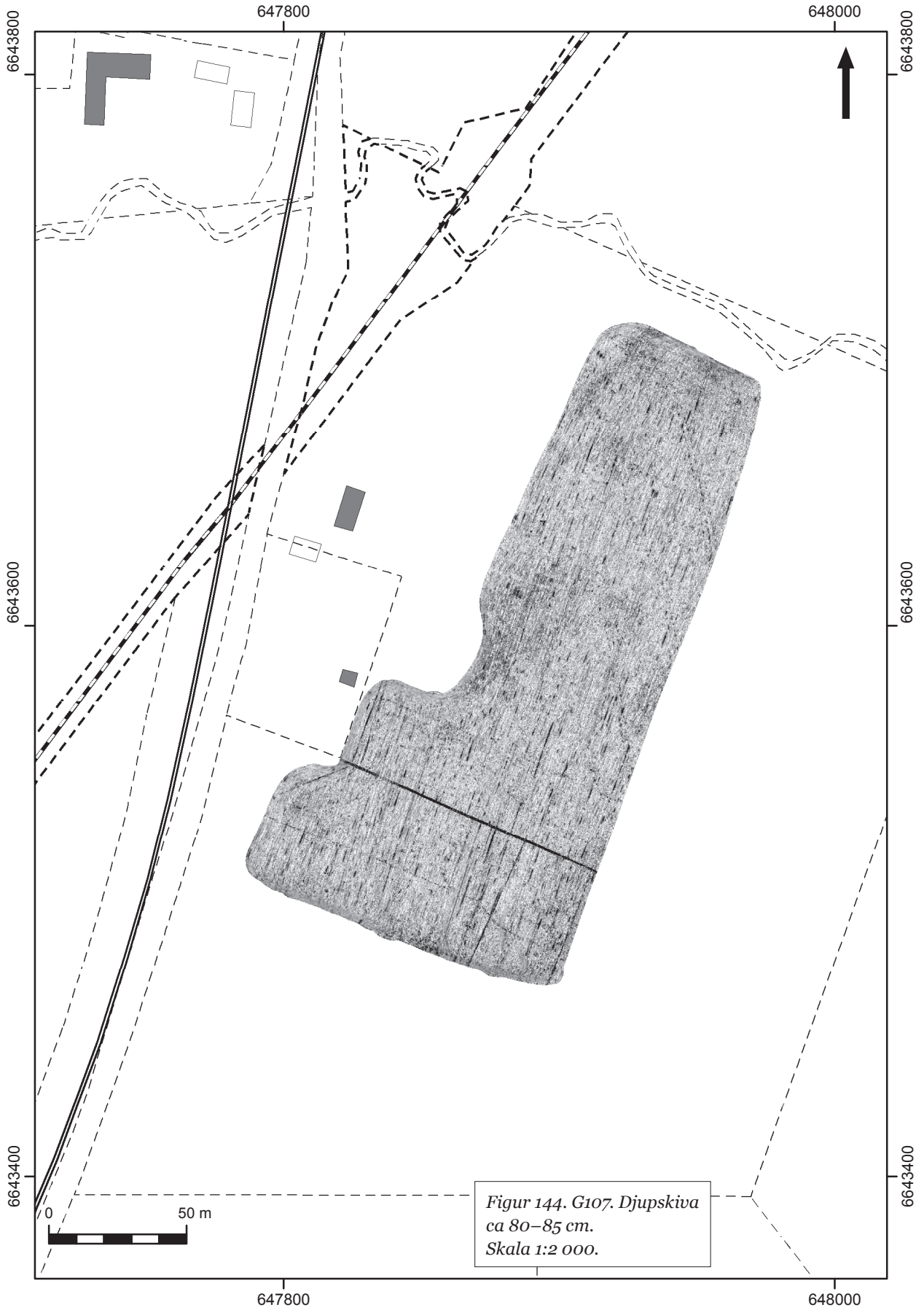
Figur 141. G104. Djupskiva ca 65–70 cm. Skala 1:2 000.



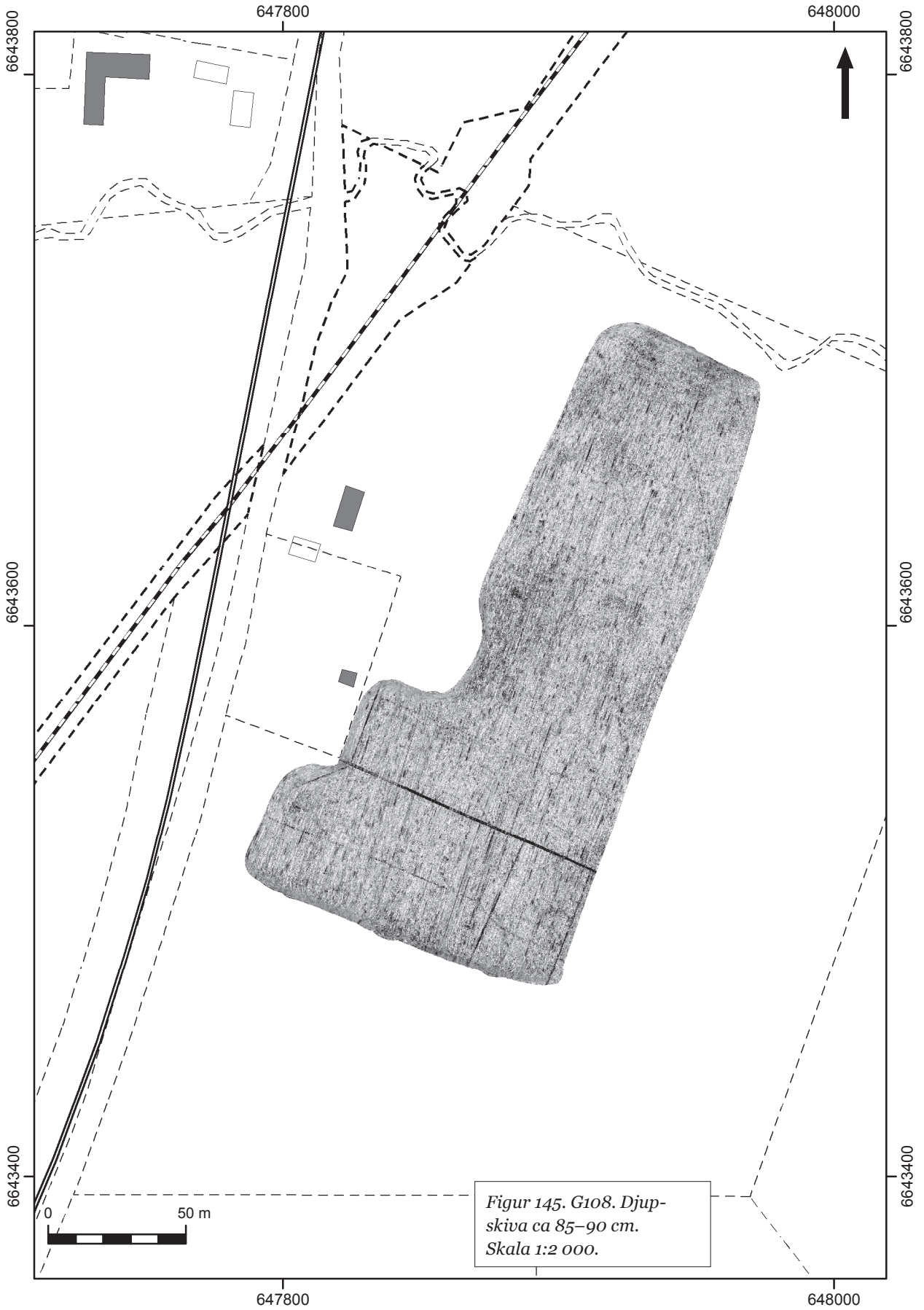
Figur 142. G105. Djupskiva ca 70–75 cm. Skala 1:2 000.



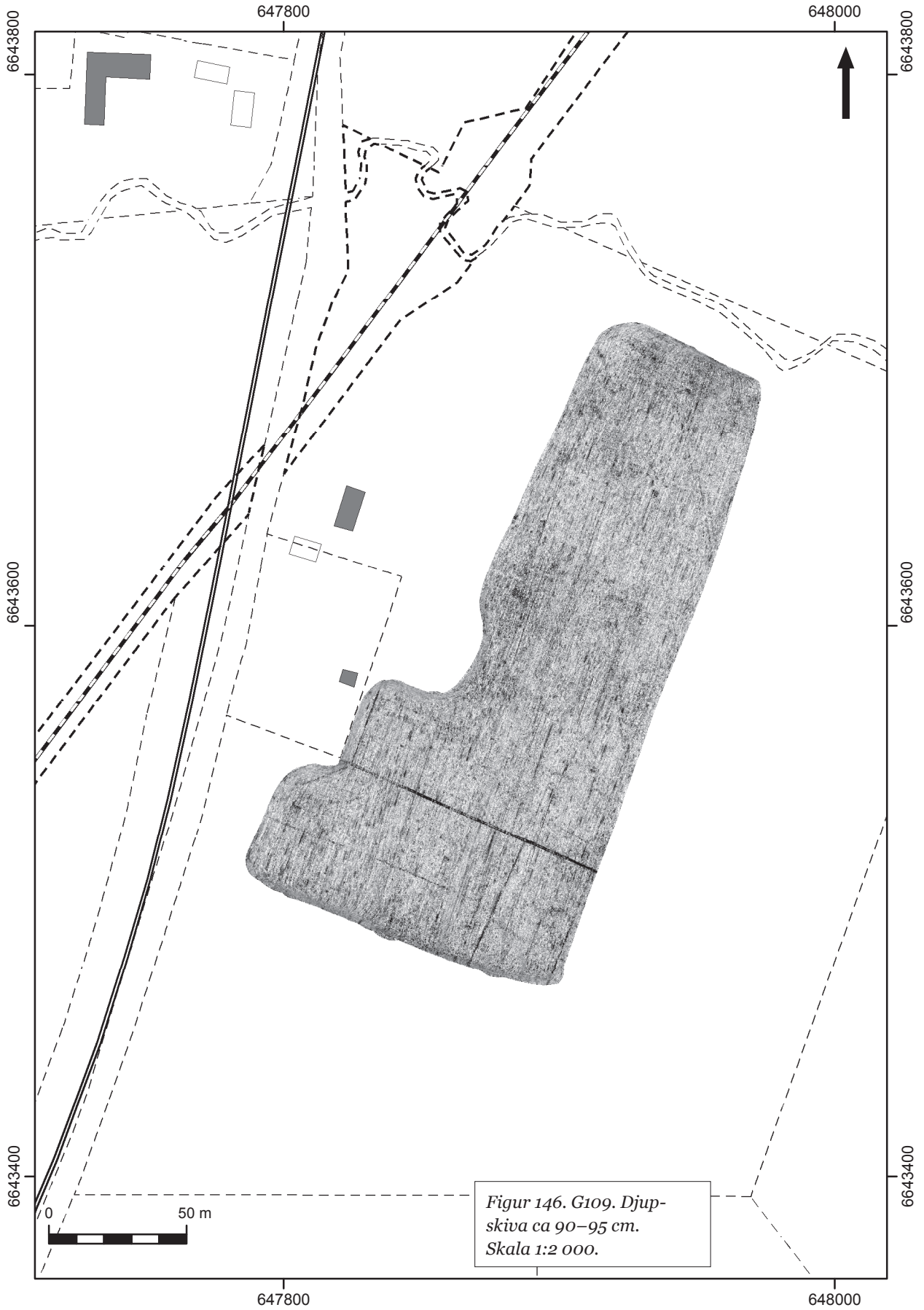
Figur 143. G106. Djupskiva ca 75–80 cm. Skala 1:2 000.



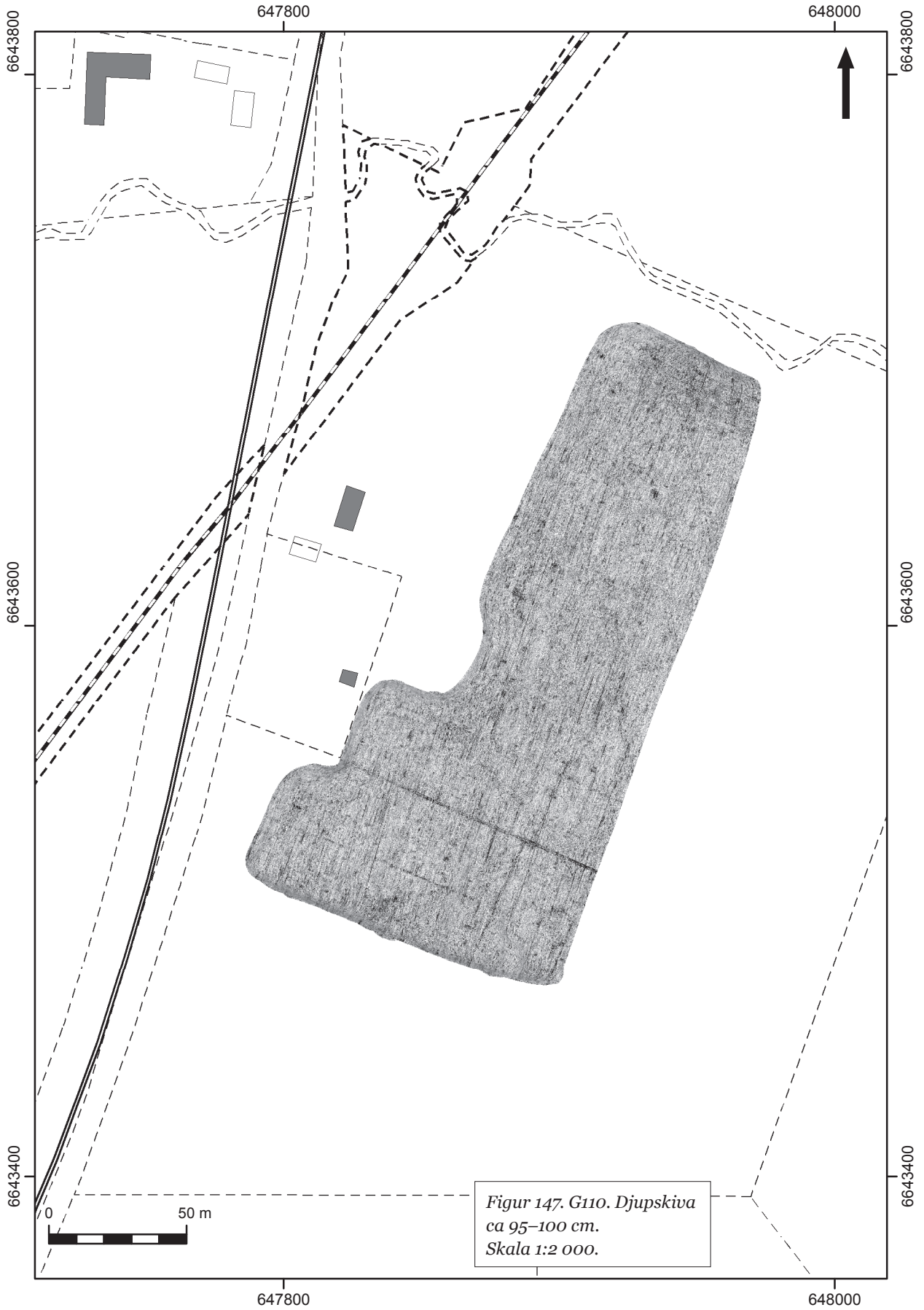
Figur 144. G107. Djupskiva ca 80–85 cm. Skala 1:2 000.



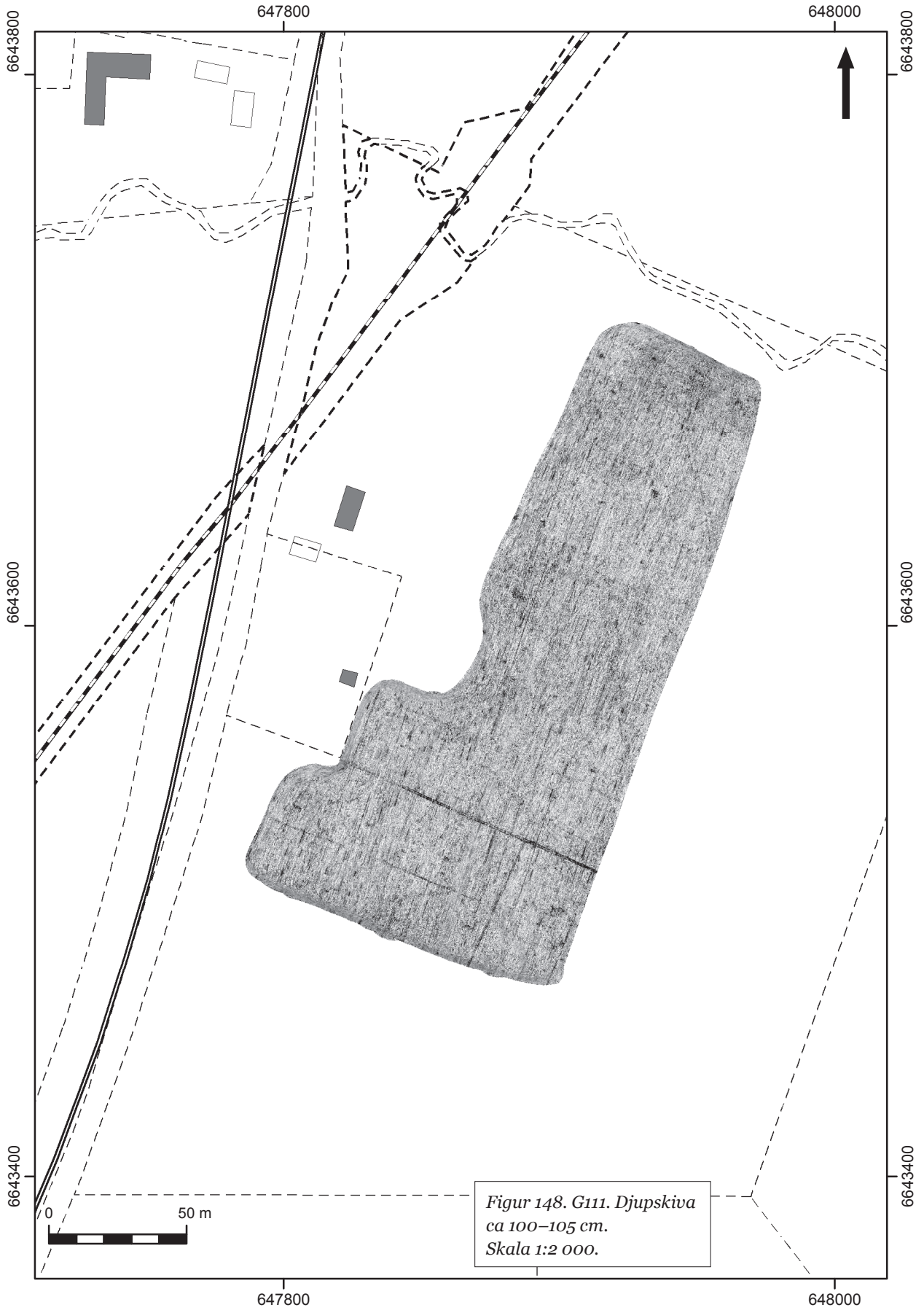
Figur 145. G108. Djupskiva ca 85–90 cm. Skala 1:2 000.



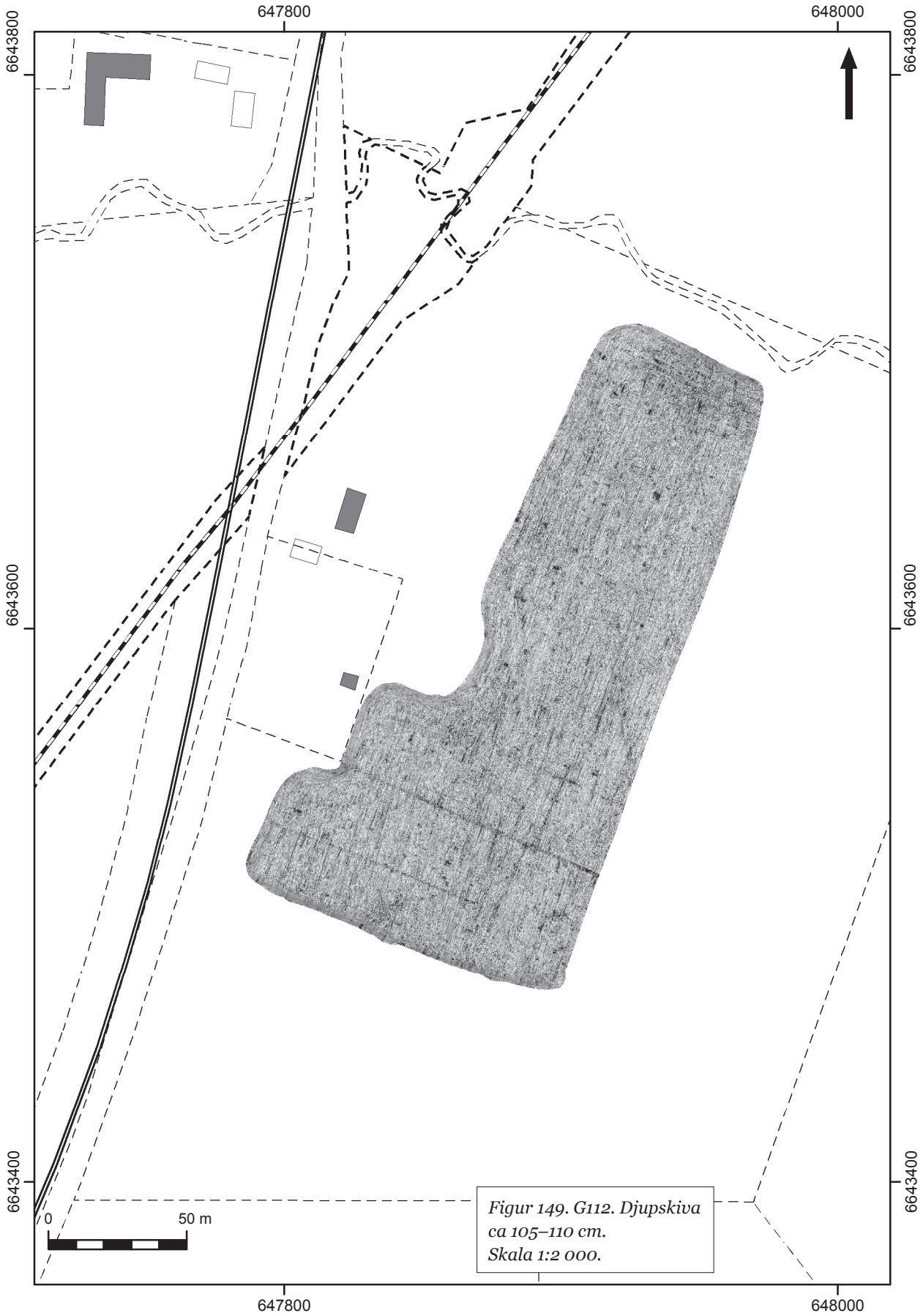
Figur 146. G109. Djupskiva ca 90–95 cm. Skala 1:2 000.



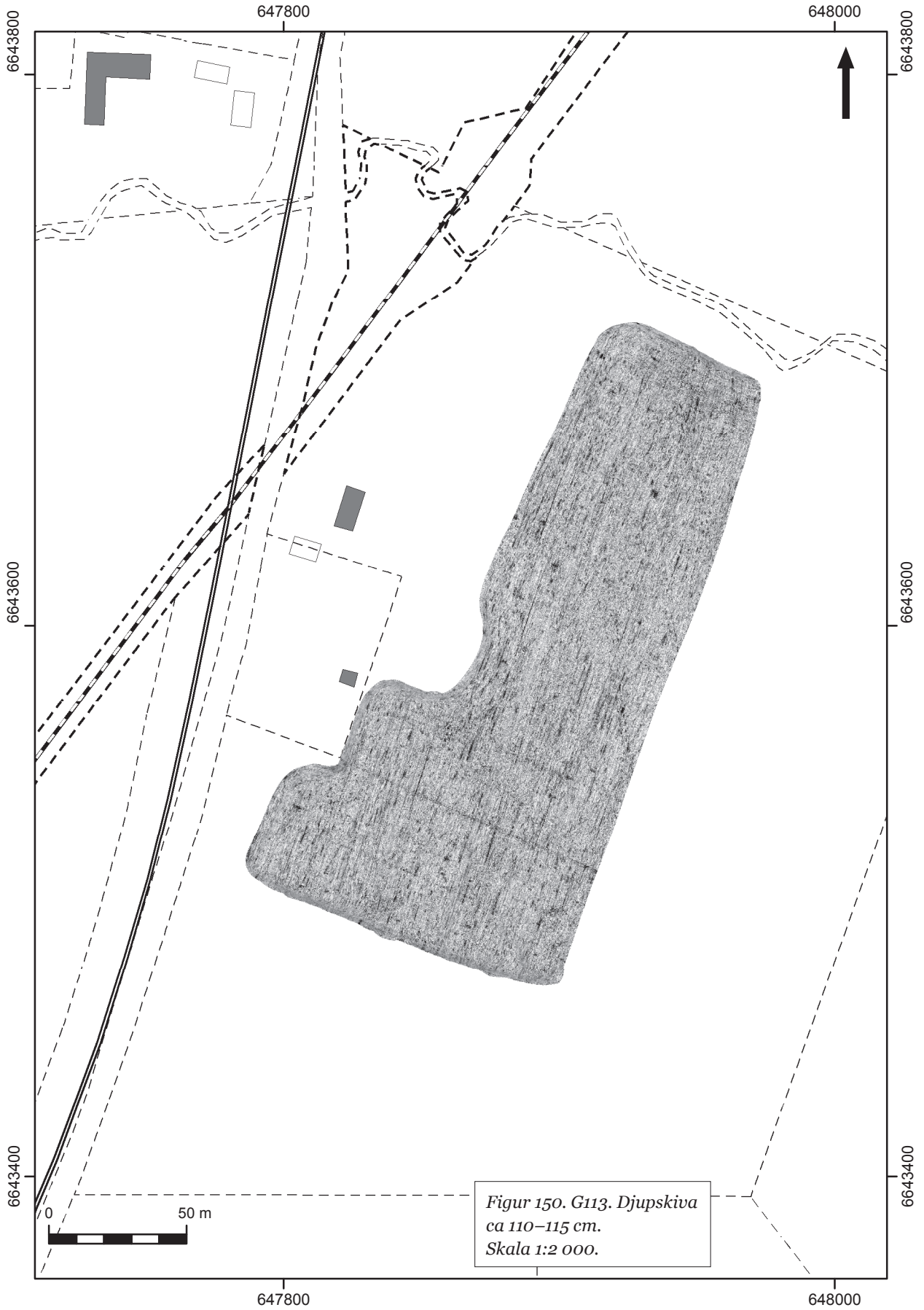
Figur 147. G110. Djupskiva ca 95–100 cm. Skala 1:2 000.



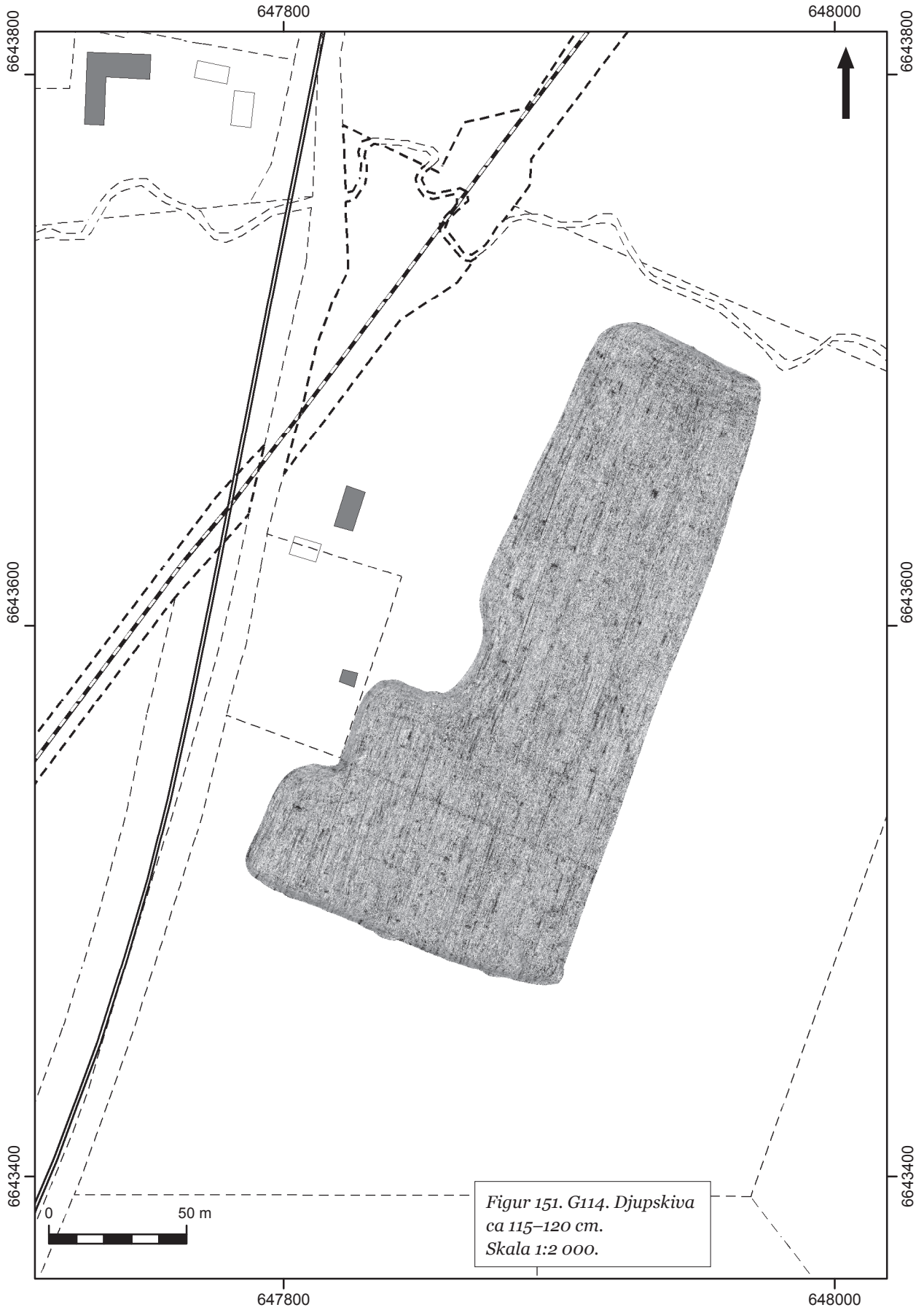
Figur 148. G111. Djupskiva ca 100–105 cm. Skala 1:2 000.



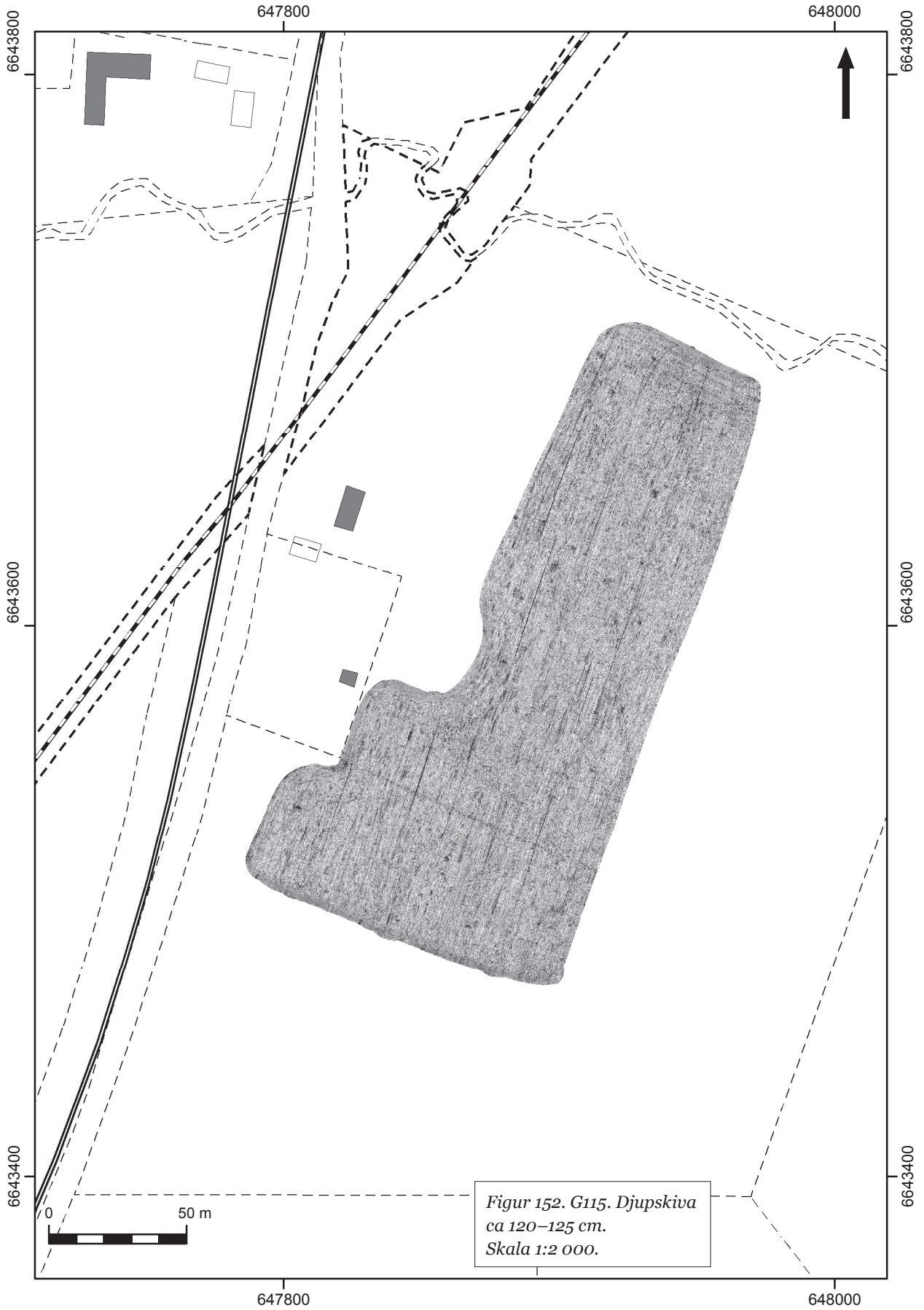
Figur 149. G112. Djupskiva ca 105–110 cm. Skala 1:2 000.



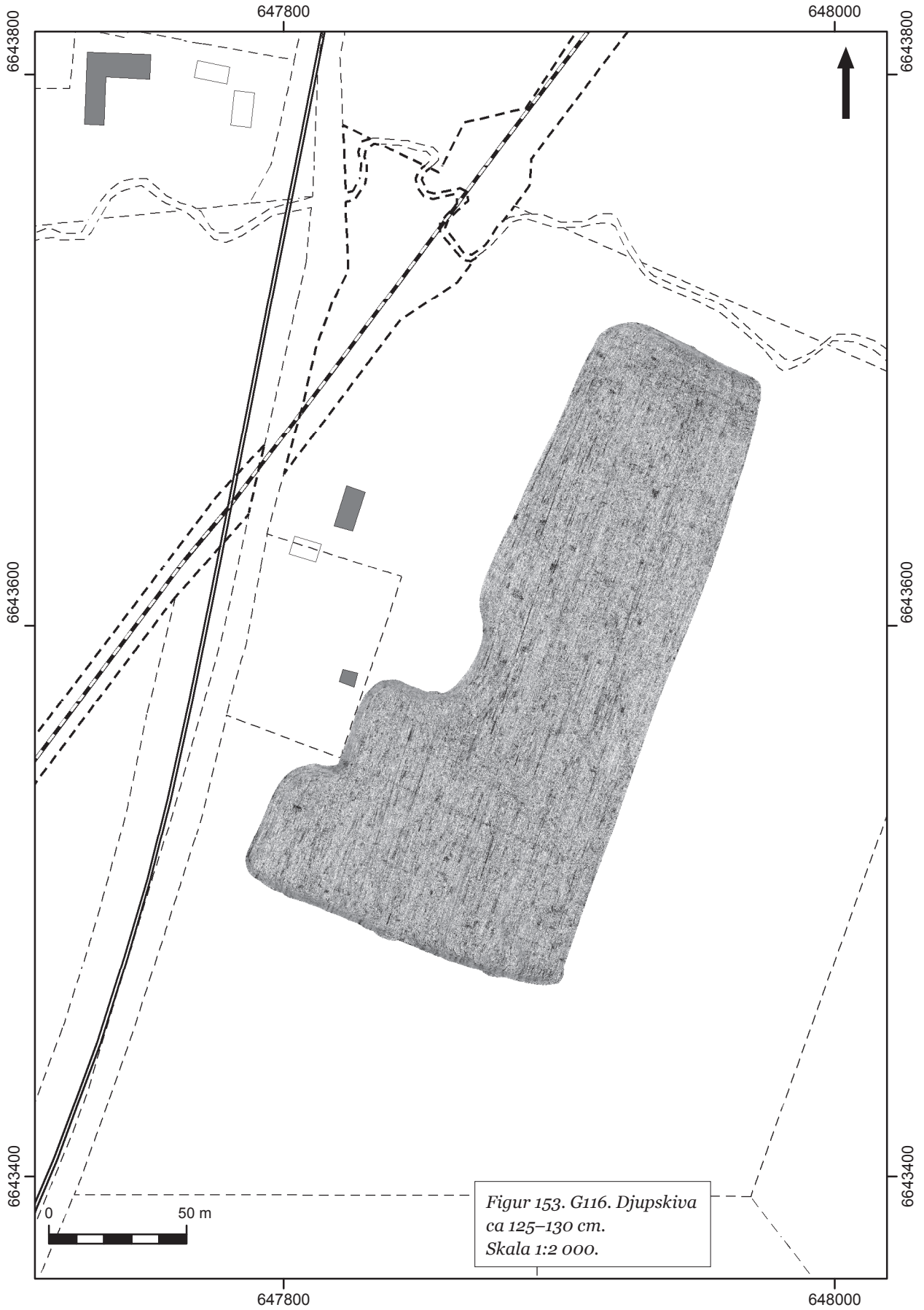
Figur 150. G113. Djupskiva ca 110–115 cm. Skala 1:2 000.



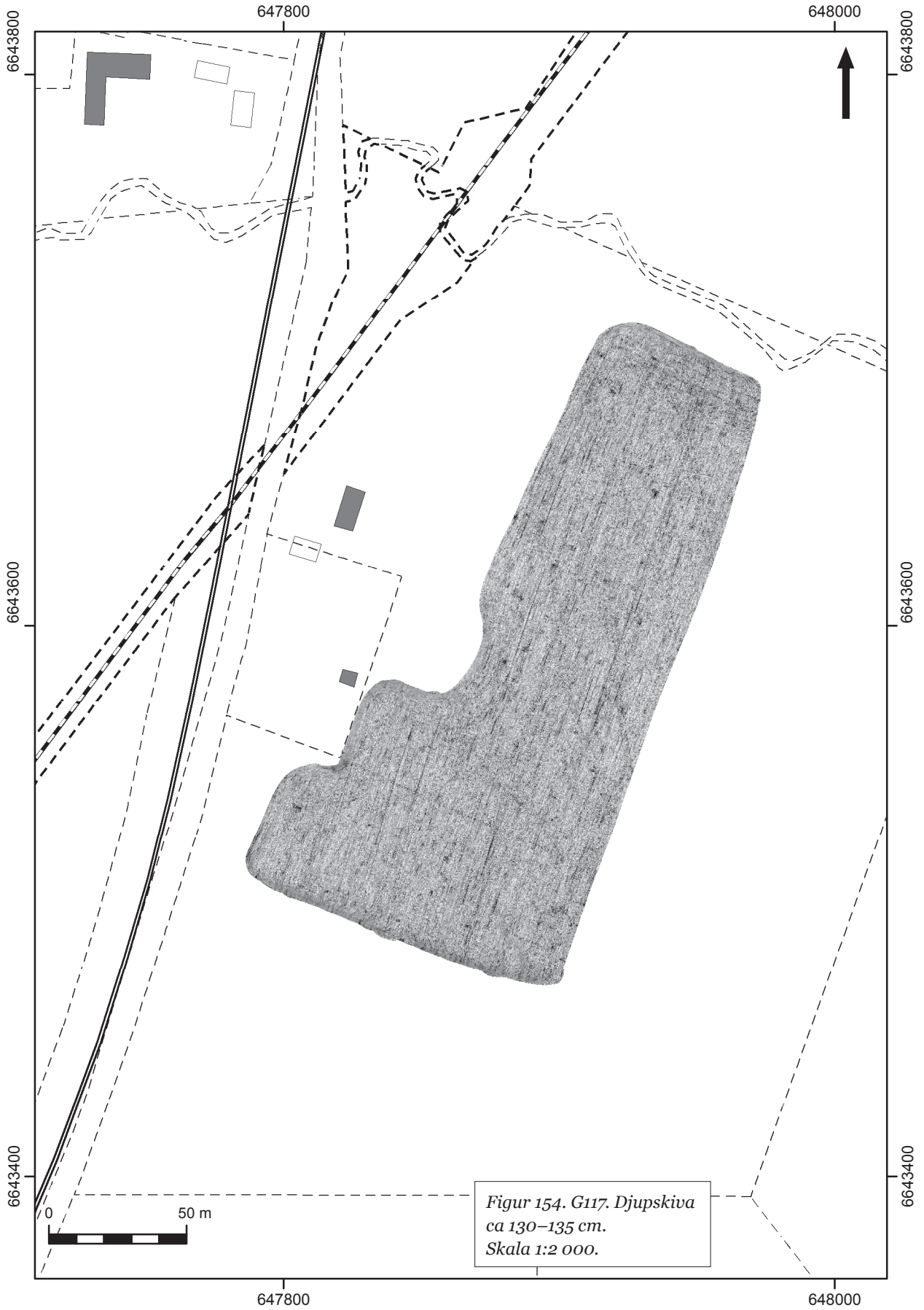
Figur 151. G114. Djupskiva ca 115–120 cm. Skala 1:2 000.



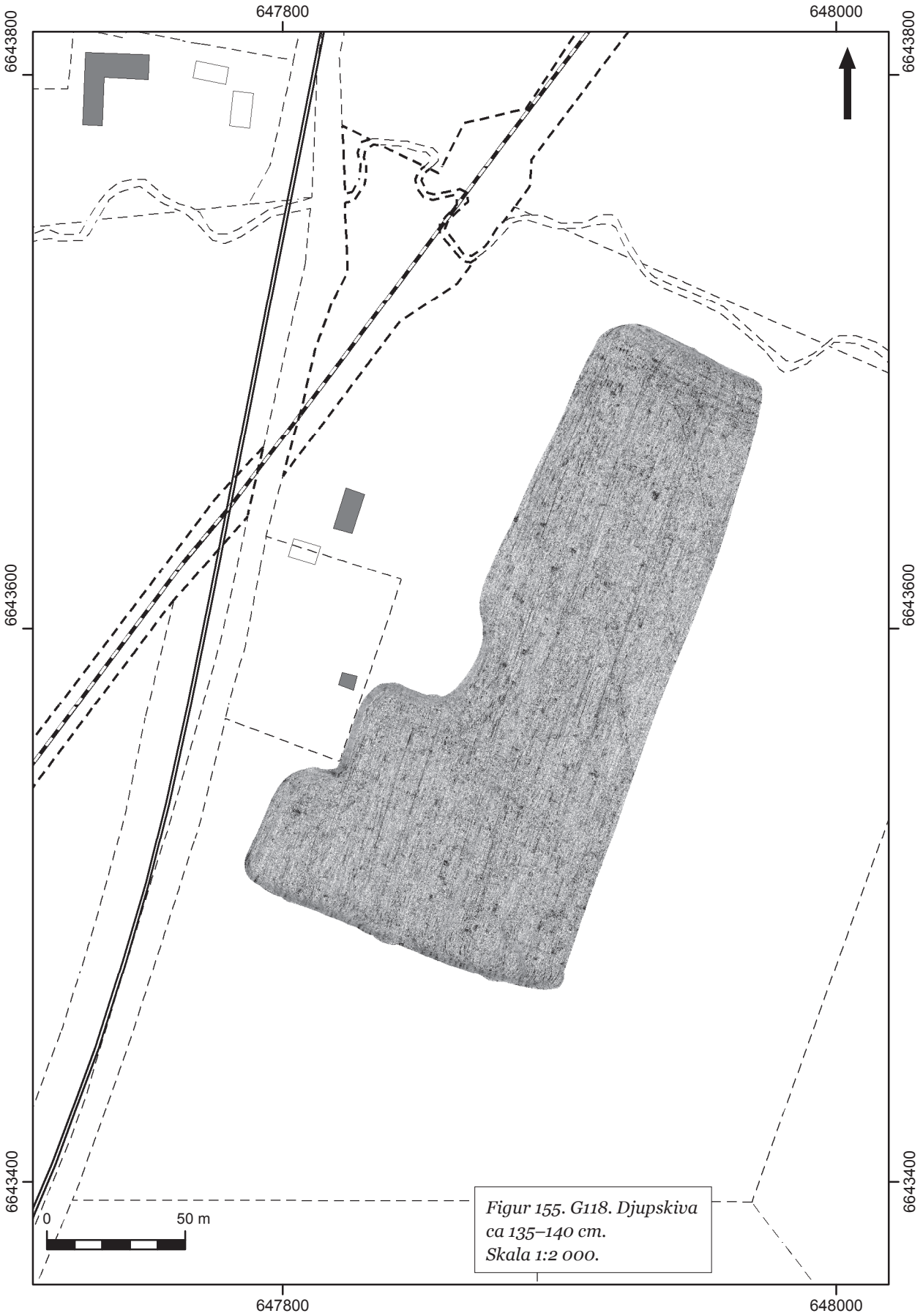
Figur 152. G115. Djupskiva ca 120–125 cm. Skala 1:2 000.



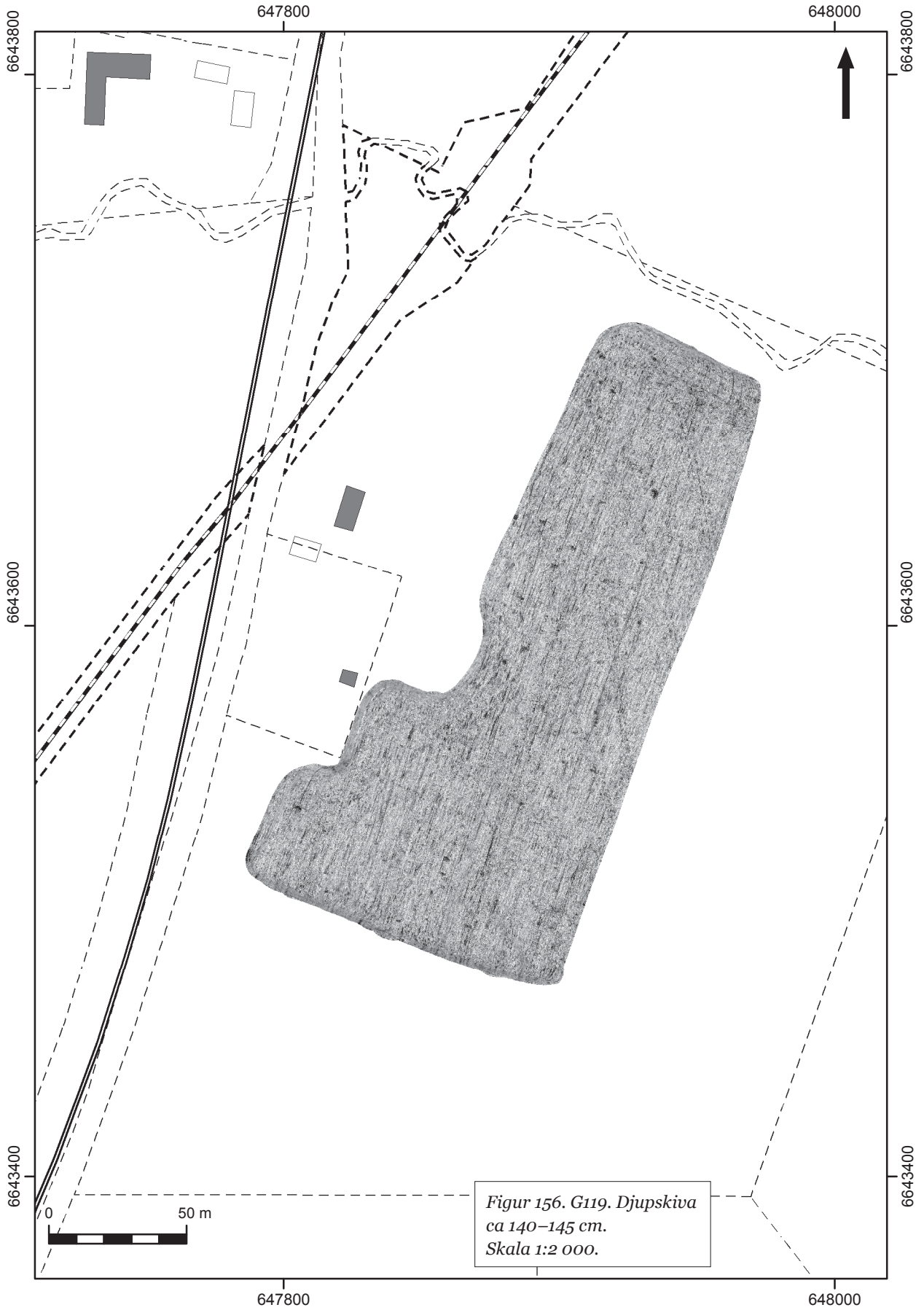
Figur 153. G116. Djupskiva ca 125–130 cm. Skala 1:2 000.



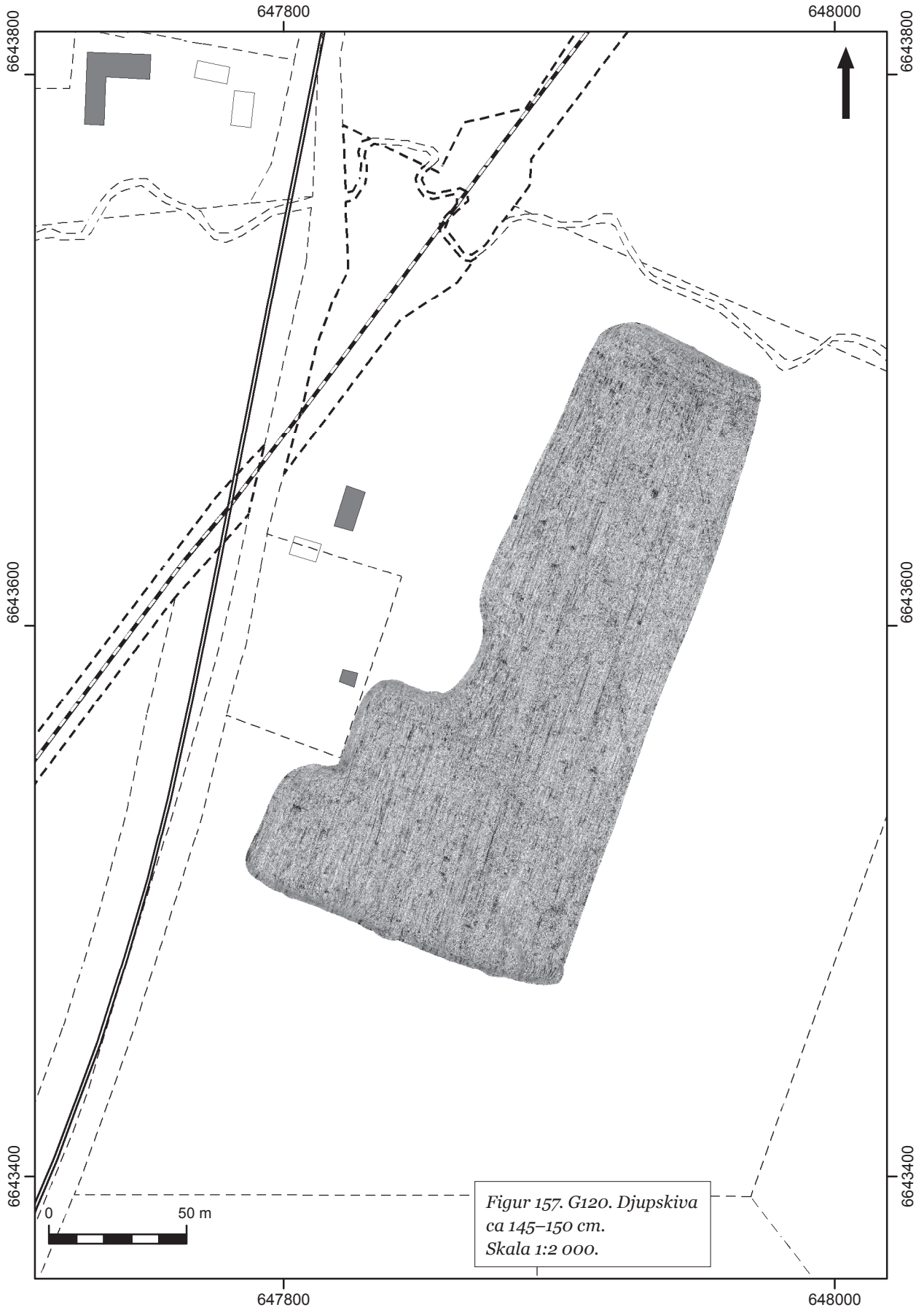
Figur 154. G117. Djupskiva ca 130–135 cm. Skala 1:2 000.



Figur 155. G118. Djupskiva ca 135–140 cm. Skala 1:2 000.



Figur 156. G119. Djupskiva ca 140–145 cm. Skala 1:2 000.



Figur 157. G120. Djupskiva ca 145–150 cm. Skala 1:2 000.

OKB-projektets publikationer

RAPPORTNR	TITEL
2017:1_1	at Upsalum – människor och landskapande Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_2	Projektintroduktion – om det arkeologiska projektet Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_3	Huskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_4	Gravkatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_5	Grophuskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_6	Brunnskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_7	Katalog över stolpfundament Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_8	Katalog över aktivitetsytor Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_9	Katalog över hägnader, stolpkonstruktioner och väglämningar Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_10	Föremålskatalog Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_11	Metallhantverket – arkeometallurgiska analyser Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_12	Gårdarnas djur – osteologisk analys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_13	Brandgravar vid Storby backe – osteologisk analys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_14	Växtfynd – makrofossil- och pollenanalys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_15	Keramik bland levande och döda Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_16	Stenfynd och kvarnstensanalys Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_17	Arkeologisk prospektering – magnetometer och georadardata Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_18	Järnföremål – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_19	Föremål av kopparlegering, övrig metall utom järn – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_20	Ben- och hornföremål – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_21	Glasföremål och övriga material – Rapporter från Acta KonserveringsCentrum AB Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_22	Arkeologiska forskningslaboratoriets analyser Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
2017:1_23	Två runbleck – analyser från Riksantikvarieämbetet Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala

ÖVRIGA PUBLIKATIONER	TITEL
Riksantikvarieämbetet, UV Rapport 2013:78	Gamla Uppsala – årsredogörelse år 2012 Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
Statens historiska museer, Arkeologiska uppdragsverksamheten, rapport 2015:28	Gamla Uppsala – årsredogörelse år 2013 Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
Arkeologerna, Statens historiska museer, rapport 2018:24	Gamla Uppsala – årsredogörelse år 2014–2017 Utbyggnad av Ostkustbanan genom Gamla Uppsala
Arkeologerna, Statens historiska museer, 2016 Seminarierapport	Socioekonomisk mångfald. Ritualer och urbanitet. Rapport från projektseminarium för Ostkustbanan (OKB) genom Gamla Uppsala

Arkeologerna

UPPLANDSMUSEET

SOCIETAS ARCHAEOLOGICA UPSALIENSIS