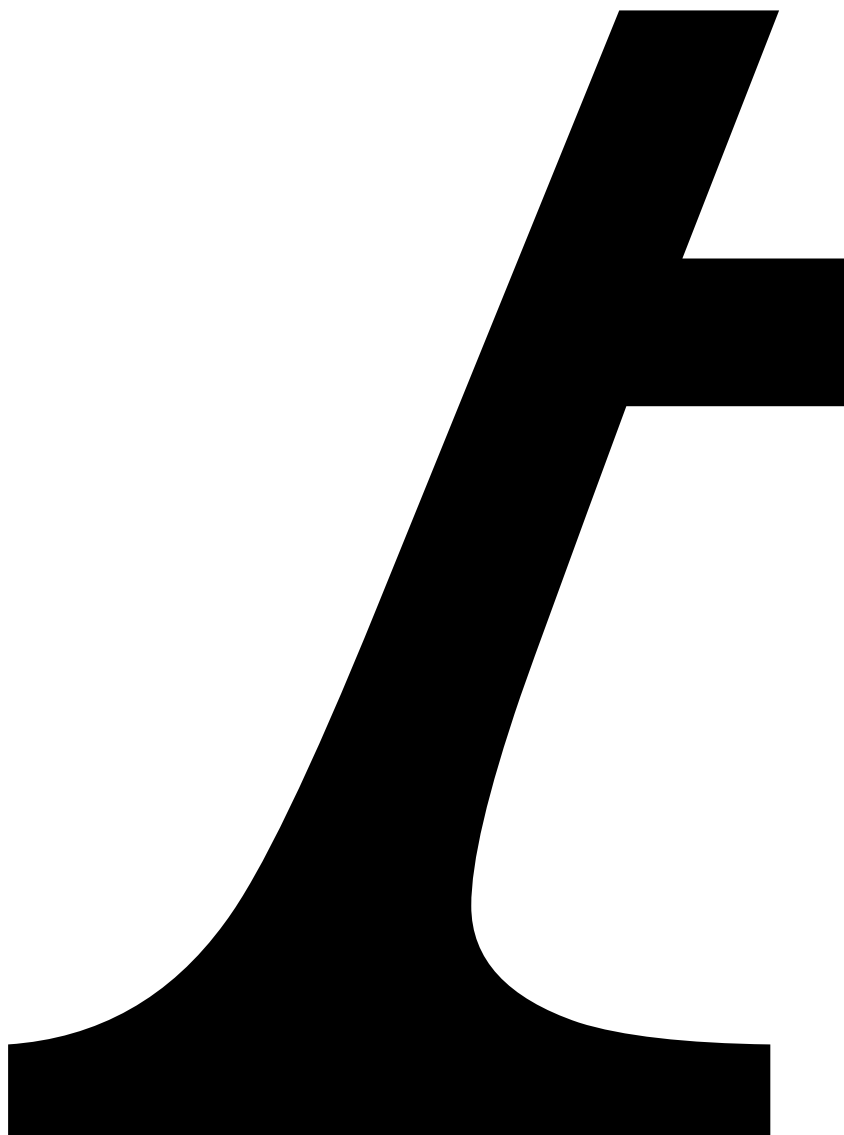




Broborg fornborg

En forskningsundersökning av den vitrifierade muren

Rapport 2018:127
Arkeologisk provundersökning

Uppsala län, Uppland, Knivsta kommun,
Husby-Långhundra socken, Husby-Lundby 1:5 och Mälsta 1:6,
Husby-Långhundra 156:1

Mia Englund
med bidrag av Jens Heimdahl, Fredrik Larsson,
Ola Magnell och Erik Ogenhall

Broborg fornborg

En forskningsundersökning av den vitrifierade muren

Rapport 2018:127
Arkeologisk provundersökning

Uppsala län, Uppland, Knivsta kommun,
Husby-Långhundra socken, Husby-Lundby 1:5 och Mälsta 1:6,
Husby-Långhundra 156:1

Dnr 5.1.1-01422-2015

Mia Englund
med bidrag av Jens Heimdahl, Fredrik Larsson,
Ola Magnell och Erik Ogenhall



Arkeologerna

Statens historiska museer

Arkeologerna

Statens historiska museer

Våra kontor

Linköping

Lund

Mölndal

Stockholm

Uppsala

Kontakt

010-480 80 00

info@arkeologerna.com

fornamn.efternamn@arkeologerna.com

www.arkeologerna.com

Arkeologerna

Statens historiska museer

Rapport 2018:127

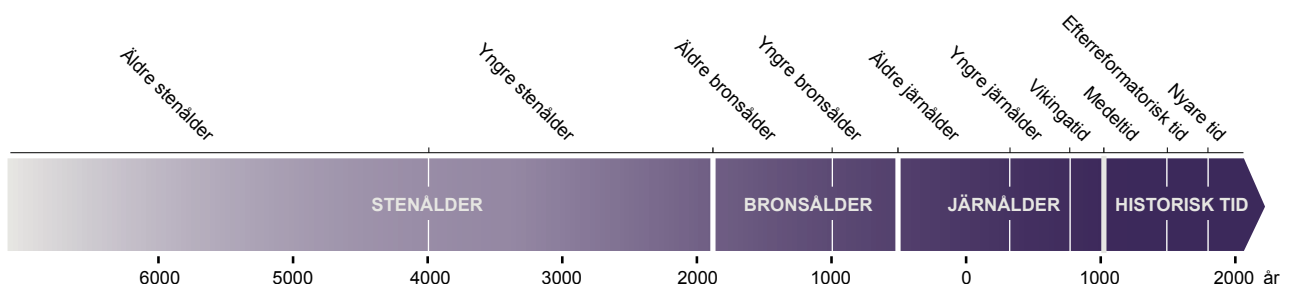
Upphovsrätt, där inget annat anges, enligt Creative Commons licens CC BY.

Villkor på <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/se>

Tryck/utskrift: Åtta.45 Tryckeri AB, 2018

Innehåll

Sammanfattning	5	Tolkning och återkoppling till frågeställningarna	18
Inledning	5	Murens ålder?	18
Antikvarisk bakgrund	5	Murens konstruktion	18
Topografi och fornlämningsmiljö	5	Stenmaterialet i muren	19
Forskningshistorik	7	Övrig ny kunskap	19
Tidigare undersökningar	8	Det internationella forskningsprojektet	20
Målsättning och frågeställningar	9	Referenser	21
Metod och genomförande	9	Historiska kartor	22
Avvikelser från undersökningsplanen	10	Administrativa uppgifter	23
Publik verksamhet	10	Bilagor	24
Resultat	10	Bilaga 1. Schakttabell	24
Stenmaterialet i muren	10	Bilaga 2. Anläggningstabell	24
Den arkeologiska undersökningen	11	Bilaga 3. Fyndtabeller	27
Anläggningar	11	Bilaga 4. Djurben från Broborg – osteologisk analys	29
Schakt 741	11	Bilaga 5. Makroskopisk analys av jordprover från Broborg	30
Lager	11	Bilaga 6. Vedartsanalys	32
Mur	13	Bilaga 7. ¹⁴ C-resultat	33
Övriga karterade anläggningar	14	Figur 3–20	38
Mur	14		
Fynd	15		
Ben	15		
Bränd lera	15		
Naturvetenskapliga analyser	15		
Osteologi	15		
Makrofossil	15		
Vedart	16		
¹⁴ C-analyser	16		
Källmaterialet och felkällor	16		
Tolkning av resultaten	16		





Figur 1. Läget för undersökningen markerat på utsnitt ur Terrängkartan blad 620 UPPSALA, skala 1:50 000, och Sverigekartan.

Sammanfattning

Arkeologerna, Statens historiska museer (SHM), genomförde under sommaren (del 1) och hösten (del 2) 2017 en arkeologisk provundersökning av Broborg fornborg i Uppland. Provundersökningen är en del i ett internationellt forskningsprojekt där olika typer av material och deras beständighet i ett långtidsperspektiv studeras.

Undersökningen genomfördes med ett handgrävt schakt i borgens nordöstra del. Ett större antal prover av olika typer har även insamlats, både från schaktet och från omgivande ytor i borgen. Resultaten från provundersökningen visar att den inre, vitrifierade muren sannolikt är anlagd under tidigt 400-tal e.Kr. Den undersökta delen av muren består av två murliv uppbyggda av block och däremellan en skalmur i sten. Den övre delen av skalmuren tolkas vara avsiktligt förglasad med hjälp av höga temperaturer och en utdragen upphettning. Bergartsmaterialet i muren består av granit, ryolit samt amfibolit. Stenmaterialet i muren bedöms med stor sannolikhet vara lokal.

Inledning

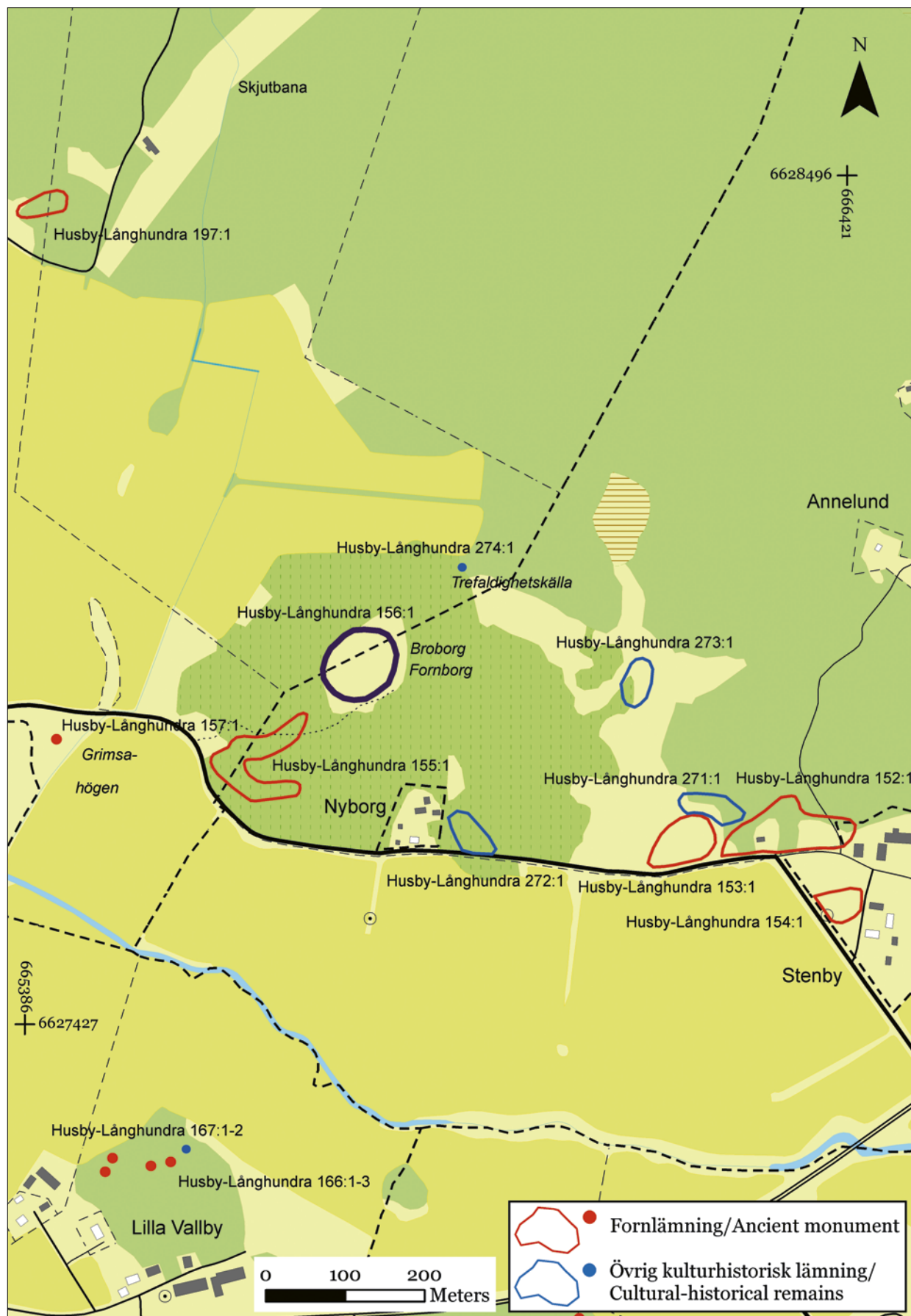
Efter beslut från länsstyrelsen i Uppsala län har Statens historiska museer, Arkeologerna, under tiden 7–8 juni samt 4–11 oktober 2017 utfört en arkeologisk provundersökning av fornlämningen Husby-Långhundra 156:1 inom fastigheten Husby-Lundby 1:5 och Mälsta 1:6 (figur 1 och 2). Bakgrunden till undersökningen är ett samarbetsprojekt mellan Arkeologerna, The US Department of Energy, Office of River Protection, PNNL (The Pacific Northwest National Laboratory) och Tekedo, där förglasat material från förhistoriska kontexter undersöks. Syftet med forskningsprojektet är att studera olika typer av material, bl.a. förglasade, för att undersöka hur dessa beter sig i ett långtidsperspektiv.

Projektledare i fält var Eva Hjärthner-Holdar. Ansvarig för rapporten var biträdande projektledare Mia Englund. Avsnittet om stenmaterialet i muren har författats av Erik Ogenhall, som också har utfört samtliga bergartsbestämningar i fält. Avsnittet om 14C-materialet och dess tolkning har författats av Fredrik Larsson. Den osteologiska analysen har utförts av Ola Magnell (bilaga 4). Jens Heimdahl och Erik Ogenhall har utfört analyserna av makrofossil (bilaga 5) respektive vedart (bilaga 6).

Antikvarisk bakgrund

Topografi och fornlämningsmiljö

Broborg fornborg är belägen cirka 20 kilometer sydost om Uppsala, vid en långsträckt dalgång som är en del av den så kallade "Långhundraleden" (figur 8). Borgen har anlagts på ett höjddparti, cirka 45 meter över havet, på dalgångens norra sida. Nedanför borgen rinner Storån fram. Långhundraleden var en forntida vattenled mellan Östersjön och det inre av Uppland (Eklund m.fl. 2011). Det nuvarande namnet på borgen är gammalt och användes redan på 1600-talet (SOFI), men fornborgen har även haft namnvarianter såsom Broberg slott,



Figur 2. Undersökningsområdet (lila linje) och närbelägna fornlämningar (enligt FMIS) markerade på utdrag ur Fastighetskartan, blad 66G 2GN ÖSTUNA. Skala 1:7 000.

Broborg slott och Stenborg. I det historiska kartmaterialet från 1687 (A17:36–37) finns borgen och höjdläget schematiskt avbildat, med antydning till murar samt ett centralt parti med block som har vissa likheter med de tomtningar som senare diskuterats. Även ett troligt gränsrör har markerats i dess norra parti. Huruvida detta är en markering från historisk tid eller en del av den förhistoriska lämningen är svårt att bedöma. Det är dock tydligt att fornborgen utgjort gräns mellan Lundby och Stenby ägor från åtminstone 1600-tal och framåt. Förleden i namnet Broborg syftar troligen till en äldre bro över Storån (Strid 1999:90).

Fornlämningsmiljön i området består av gravfält och enstaka gravar, en skärvtenshö, rösen och yngre lämningar i form av torpgrunder (Husby-Långhundra 271, 272 och 273). I området finns även en trefaldighetskälla (Husby-Långhundra 274). Flera av gravfälten (Husby-Långhundra 152, 153 och 154) är belägna norr om vägen som löper nedanför borgen och förbi byn Stenby. Dessa består framförallt av ett antal runda stensättningar och enstaka högar. Gravfältet närmast sydväst om Broborg (Husby-Långhundra 155) består av runda och rektangulära stensättningar, ett röse, en hög, en rest sten och en skärvtenshö. Längre åt sydväst, söder om vägen, finns en skadad hög (Husby-Långhundra 157), känd som Grimsahögen. Högen förknippas med en sägen om hövdingadottern Grimsa, en sägen som brukar knytas till Broborg fornborg (figur 2).

Byn Stenby är belagd sedan 1350 e.Kr. (SOFI). De relativt stora gravfälten i anslutning till gården pekar mot en relativt stor eller långvarig bebyggelse i området redan under förhistorisk tid. Sammantaget tyder fornlämningsmiljön runt Broborg på ett stort tidsdjup vad gäller områdets nyttjande, från bronsålder till historisk tid.

Forskningshistorik

I Sverige finns det över 1000 registrerade fornborgar och många tros härröra från samma tid som Broborg (Ambrosiani 1978; Olausson 1995). Olausson har i sin avhandling (1995), kategoriserat de uppländska hägnadslämningarna som tillhörande fyra olika typer. Det rör sig om s.k. gravhägnader, vallanläggningar, fornborgar och höjdbosättningar (Olausson 1995:157). Detta har gjorts genom att granska dem ur kronologiska, topografiska och funktionella perspektiv. Exempelvis har olika typer av vallar, inre lämningar och dateringar studerats (Olausson 1995:147ff). För Broborgs del förs lämningen tydligt till kategorin fornborgar (Olausson 1995:254). Förekomsten av eventuella tomtningar/husgrunder och kulturlager inne i befästningen innebär dock att fornborgen kanske också, åtminstone delvis, kan ses som en form av höjdbosättning. Här är dock den väsentligt mer väl undersökta Runsaborgen ett mycket tydligare exempel på denna kategori (Olausson 2011, 2014).

Endast ett fåtal fornborgar har undersökts arkeologiskt. På det svenska fastlandet har borgarna konstruerats på höjdlägen, vid geografiskt fördelaktiga lägen (Kresten & Ambrosiani 1992). En studie över samtliga då kända (fram till år 1980) svenska vitrifierade fornborgar publicerades 1992 (Kresten & Ambrosiani 1992). De flesta borgarna av denna typ, till vilken Broborg fornborg hör, är belägna nära sjöarna Mälaren och Hjälmaren.

Vitrifierade fornborgsvallar är sammankittade av ett glasigt material, som skapats genom smältning av bergarter vid höga temperaturer (Youngblood m.fl. 1978; Kresten & Ambrosiani 1992). Flera teorier har framförts angående de förglasade vallarna, huruvida de varit avsiktligt konstruerade eller oavsiktligt skapade genom exempelvis brand (för forskningshistorik se exempelvis Engström 1984).

Den rådande tolkningen vad gäller Broborg är att murens förglasning med största sannolikhet är en planerad och avsiktlig handling. Konstruktionen har skapats genom höga temperaturer (1130–1230 °C) och en utdragen upphettning. Två komponenter, amfibolit och granitisk gnejs, har utvalts och använts för att få en hållbar vitrifierad produkt (Kresten & Ambrosiani 1992). Syftet med detta var troligen avsikten att skapa en stark försvarsmur, eller mer specifikt en stark grund för murens överbyggnad.

Tidigare undersökningar

Tidigare undersökningar av Broborg har utförts av Gunnar Gihl under tidigt 1900-tal och Upplandsmuseet under sommaren 1982 och 1983. Den förstnämnda undersökningen är inte formellt avrapporterad. Gihl sammanfattar undersökningen som följer;

”Vid grävningar inom Billerstenaborgen i Altuna och Broborg i Husby-Långhundra har jag anträffat rikligt med kol. ... Den inom den sistnämnda borgen observerade ”husgrunden” synes ej erbjuda några möjligheter för grävning, då jordlagret inom densamma är ytterst tunt” (Gihl 1918:87).

Upplandsmuseets båda mindre undersökningar avrapporterades år 2009 (Fagerlund 2009). Det första året flygfotograferades Broborg, ett sökschakt grävdes över borgens sydvästra del och ett antal kvadratmeterstora provgropar undersöktes. Ett antal eventuella tomtningar/husgrunder dokumenterades i borgens sydvästra del. För det andra året planerades en fosfatkartering, en utökning av provrutor samt ett upprättande av en skalenlig nivåkarta över borgen. Ett flertal grundläggande frågeställningar rörande Broborgs uppbyggnad och funktion skulle besvaras av undersökningen (Fagerlund 2009:27).

Tre ¹⁴C-analyser finns från dessa undersökningar (Fagerlund 2009:16 f). Ett förmodat stolphål beläget någon meter innanför den inre borgvallens krön, cirka 0,45 meter under den inre borgvallens yta är daterat till 430–660 e.Kr. (1 σ). Då provet (St 8675) består av träkol av ek, har det troligen en hög egenålder. Eftersom detta är ett äldre provresultat har den även en bred standardavvikelse. Sannolikt har stolpen rests under folkvandringstid eller tidig vendeltid. Ett av proven är märkt ”Grimsahögen”. Detta är en gravhög nedanför borgen som daterats genom en ¹⁴C-analys (St 10104) till 860–1160 e.Kr. (1 σ). Det finns dock inga säkra uppgifter på att någon undersökning av högen har utförts. Det sista daterade provet (St 9804) är taget ”ett 20-tal meter väster om borgmuren”. Det är oklart exakt i vilken kontext provet är taget. Detta ¹⁴C-prov gav en datering till 350 f.Kr.–30 e.Kr. (1 σ), vilket sannolikt motsvarar den senare delen av förromersk järnålder.

Det finns i det efterlämnade materialet från 1980-talet även några uppgifter om resultat av termoluminiscensdateringar. Risölaboratoriet ska i ett tidigt skede ha levererat en datering på bränningen av ”slag-

gen” i murkrönet till 600 e.Kr. (Fagerlund 2009:19). Kresten omnämner ytterligare en termoluminiscensdatering. Det som daterats i detta fall är skörbränd gnejsgranit, beläget strax nedanför det förglasade murkrönet. Dateringen i detta prov anges till 740 ± 100 e.Kr. (Kresten & Kero 1992). Det ska enligt muntliga uppgifter finnas ytterligare material som termoluminiscensdaterats, dessa analyser har dock gett osäkra och disparata resultat (Fagerlund 2009:19).

Målsättning och frågeställningar

Målsättningen med forskningsprojektet är att bättre förstå den långsiktiga beständigheten hos glas som används för inneslutning av radioaktivt material. Förglasat material (smälta bergarter) från förhistoriska fornborgar är ett lämpligt studieobjekt för förståelsen av naturliga åldringsprocesser i materialet. I detta sammanhang har intresset väckts för den cirka 1500 år gamla förglasade muren vid Broborg i Uppland.

En del material från Broborg har tidigare studerats och analyserats inom projektet (Pearce m.fl. 2017; Sjöblom m.fl. 2013; Sjöblom m.fl. 2016; Weaver m.fl. manus; Weaver m.fl. 2016). Detta material härrör från Peter Krestens undersökning (Kresten & Ambrosiani 1992) av fornborgen. Ovan nämnda provmaterial har dock förvarats en längre tid i en icke kontrollerad miljö. Det var därför av vikt att nya prover togs, där kontakt med mark och väder samt bland annat mikroorganismer/bakteriers påverkan kan studeras och analyseras.

Utifrån frågeställningen om hur beständigheten i denna typ glas, bestående av smälta bergarter är, planerades provtagning av material för undersökning i form av olika typer av kemiska, termiska och mikrobiologiska analyser. Målsättningen med denna mindre provundersökning var således i första hand att erhålla lämpligt provmaterial för analyser. Den arkeologiska målsättningen är att generera ny kunskap kring Broborgs datering och konstruktion. För att uppfylla denna målsättning har tre frågeställningar satts upp;

- Vilken ålder har murens konstruktion?
- Hur ser murens konstruktion ut i den undersökta delen?
- Varifrån är materialet som ingår i murens konstruktion hämtat?

Metod och genomförande

I projektets del 1 i juni 2017 karterades den förglasade delen av muren. Ett större antal (55 stycken) ytliga markprover insamlades, främst i den förglasade delen av muren (figur 3). Dessa externa prover är avsedda för mikrobiologiska studier.

Tidpunkten och genomförandet av det arkeologiska arbetet i projektets del 1 och 2 har utförts enligt undersökningsplanen. Den arkeologiska provundersökningen har genomförts genom att ett schakt (OS741) togs upp i murens nordöstra del. Schaktet har en storlek på 7 kvadratmeter. Samtliga påträffade lager och anläggningar har rensats fram, undersökts och dokumenterats. Ett område (OS754) intill OS741 har torvats av för att bättre kunna dokumentera konstruktionsdetaljer i muren. Det endast avtorvade området är 2,8m² stort (figur 7). Schaktväggarna mot öst och väst har fotograferats samt ritats i skala 1:10 (figur 9 och 10). Den framrensade, förglasade delen av muren i schaktet har även 3D-fotograferats.

Ett större antal externa prover (93 stycken) har insamlats från ytan av fornlämningen, samt från olika kontexter i schakten. Proverna består av borrhärdar, jordprover och bergartsprover. Med begreppet ”externa prover” avses provmaterial som endast är karterat av Arkeologerna. Dessa prover har skickats till USA för vidare analyser inom forskningsprojektet (figur 4 och 5). Utöver de externa proverna har ¹⁴C-prover och makroprover insamlats.

Avvikelser från undersökningsplanen

Flygfotograferingen som skulle ha utförts under provundersökningens del 1 i juni 2017 har inte kunnat genomföras. Projektet erhöll inte tillstånd för drönarfotografering på grund av att undersökningsområdet är beläget inom Arlandas kontrollzon. I efterhand kom reglerna för drönarfotografering att ändras, varför en flygfotografering på 50 meters höjd var möjlig. Den 27 april 2018 utfördes därför en drönarfotografering över borgen (figur 11 och 12).

Publik verksamhet

Undersökningen har visats för ett 30-tal besökare. Längre visningar har hållits för doktorander vid institutionen för arkeologi och antik historia vid Uppsala universitet samt Arbetsgruppen Långhundraleden. Undersökningen har även visats för boende i området samt enstaka turister. En informationsskylt om projektet har också funnits på plats, nedanför borgen. Forskningsprojektet och den arkeologiska provundersökningen har dessutom förmedlats via Arkeologernas hemsida www.arkeologerna.com. På hemsidan har projektet presenterats med en uppdragssida och tillhörande blogg. Under fältarbetet har provundersökningen förmedlats med sex blogginlägg.

Under rapportfasen sattes 3D-modellen över den undersökta, förglasade delen av muren samman. Modellen lades ut på Arkeologernas sida på Sketchfab <https://sketchfab.com/models/8320273854fb-4f6cbd6ce972f7acb45c> samt förmedlades via ett blogginlägg. Under våren 2018 höll projektet efter inbjudan ett föredrag om undersökningen för Arbetsgruppen Långhundraleden.

Resultat

Stenmaterialet i muren

En översiktlig okulär bedömning av bergarterna i murens stenblock gjordes i samband med den arkeologiska undersökningen. Blocken, som varierar kraftigt i storlek, domineras av måttligt förskiffrade röd-grå granitiska bergarter med varierande kornstorlek där medelkorniga är vanligast. Underordnat påträffas bl.a. mörkare och oftast finkorniga bergarter, amfiboliter (t.ex. Ogenhall 2016), som enligt tidigare undersökningar visat sig vara utvalda för att aktivt påverka murens förglasning (Kresten 1983; Kresten & Ambrosiani 1992). Bergarterna i murens stenblock stämmer väl överens med förväntade bergarter i omgivande morän, vilka fått sitt material från den lokala/regionala berggrunden (Arnbom & Persson 2001; Ogenhall 2016).

Höjden på vilken den förglasade fornborgen är belägen har tidigare föreslagits vara en moränkulle (Kresten m.fl. 1993). Nya strukturgeologiska mätningar pekar dock mot att kullen snarast består av granitisk berggrund med genomkorsande diabasgångar. I den nordvästra

slänten utanför kallmuren är granitens förskiffring 220/86 och två parallella diabasgångar, cirka 0,2 meter breda, följer denna förskiffring. Ytterligare sannolika hållar direkt utanför murarna har förskiffringar på cirka 228/88, 222/76 samt 206/90 (högerhandsregel). Sammantaget pekar dessa observationer mot att Broborg är belägen på en bergknalle av granit, som huvudsakligen täcks av morän.

Den arkeologiska undersökningen

Den arkeologiska provundersökningen har i alla delar gett ett gott kunskapsutfall. Samtliga för projektet nödvändiga prover har kunnat insamlas. Eftersom schaktet placerades i en välbevarad del av den förglasade inre muren, har viktiga konstruktionsdetaljer kunnat dokumenteras.

Nedanstående tabell är en redovisning av olika typer av lämningar som påträffats (tabell 1). Ett mindre antal objekt (delar av den förglasade muren) utanför de upptagna schakten karterades och dokumenterades. Detta gjordes i syfte att beskriva särskilda detaljer i murens konstruktion (figur 6).

För att kunna datera murens konstruktion i den undersökta delen samt vissa aktiviteter innanför muren har ett antal ¹⁴C-dateringar utförts. Totalt har sju stycken ¹⁴C-dateringar på olika material från olika kontexter i det undersökta schaktet analyserats. Proven har analyserats av Ångströmlaboratoriet (tabell 2).

Tabell 1. Typer av anläggningar som undersökts eller endast karterats.

Typ av anläggning	Antal
Lager	6
Murdelar	8

Anläggningar

Totalt påträffades 14 anläggningar. Dessa bestod av olika delar av själva muren samt olika typer av lager (tabell 1, bilaga 2 samt figur 6 och 7). Nedan presenteras anläggningarna per område och kategori.

Schakt 741

Lager

A413

Mörkt torvlager innehållande lite träkol och måttligt med skärvig och skörbränd sten ytligt i lagret. Torven som bestod av mossor och fetbladsväxter var tunnare ovan den inre, förglasade delen av muren (A668). Fragment (15–20 stycken) av förglasad sten fanns ytligt i schaktets södra del, dessa tolkas vara utrasade från A668. Lagerdjupet var 0,05–0,15 meter.

A506

Lager som tolkas ha tillkommit vid aktiviteter inne i borgen samt möjligen vid murens konstruktion. Lagrets storlek i schaktet var 1×2,20 meter, i profil var lagret oregelbundet i formen. Lagret bestod av svart silt med en kraftig stenpackning (0,02–0,30 meter stora stenar bestående av moränsten, skärvsten, skörbränd sten samt smält sten) och enstaka fragment av bränd lera. Fyndmaterialet bestod av brända ben och bränd lera. Stenpackningen i lagret var tätare mot norr. Lagerdjupet var 0,2–0,6 meter. Lagret daterades med fyra ¹⁴C-analyser. Den

första av dessa (Ua-57542) är recent, dateringresultatet är 1690–1920 e.Kr. (1 σ). De övriga tre analysresultaten ligger väl samlade inom folkvandringstid; (Ua-57543) 430–570 e.Kr. (1 σ), (Ua-57545) 420–540 e.Kr. (1 σ) och (Ua-57546) 430–560 e.Kr. (1 σ). Dateringsresultaten diskuteras närmare under avsnittet ¹⁴C-analyser”.

A531

Lagret tolkas utgöra rasering av den förglasade muren (A668 och A679). Lagret var 3,50×2,20 meter stort i schaktet och hade en oregelbunden form i profil. Det bestod av rödbrunt grus, troligen helt bestående av fragmenterad sten från muren. Rikligt med smält, skörbränd och skärvig sten (0,01–0,2 meter stora). På krönet, ovan A668, utgjordes lagret av ett mer finkornigt material, enstaka stenar fanns dock. I norr sluttade lagret ned mot blocken i den inre vallen, denna del av A531 bestod till större del av skärvig sten. Lagret hade ett tvärt slut vid den inre vallens stora block. Lagret hade samma karaktär i norr samt på krönet av muren, det innehöll rikligt med grus, smält sten och skärvsten (0,05–0,4 meter stora). I söder bestod lagret av rikligt med grus och sten (0,05–0,20 meter stora), men endast enstaka värmepåverkade/smälta stenar. Mot söder var lager A531 beläget intill/på samma nivå som A506. Lagerdjupet var 0,06–1 meter.

A608

Lager tolkad som kulturpåverkad undergrund. I schaktet var lagret 1,3×1 meter stort. Lagret undersöktes till ett största djup av 0,50 meter. Lagret bestod av silt samt välsorterad, rundad, mindre moränsten (0,05–0,10 meter stora). Den norra delen av lagret var svart av sot och innehöll enstaka träkolsfragment. Den södra delen av lagret var brunt till färgen.

A614

Påfört brungult sandlager, 0,45×0,25 meter stort. Lagret hade oregelbunden form i plan och profil. Lagret innehöll inga komponenter eller fynd. Det var beläget mellan två smälta stenpartier (A679 och A668). A614 överlagrades av A531. Lagerdjupet var 0,05–0,07 meter.

A697

Lager tolkat som fyllning i skalmuren. Lagrets storlek i schaktet var 1,8×1,2 meter. Det var beläget under den övre, förglasade delen av muren, A668. Lager A697 var relativt plant, och bestod av kraftigt värmepåverkade stenar (skärviga och skörbrända). Stenarna (0,10–0,40 meter stora) bestod av bergarterna granit (till största del), ryolit och amfibolit. Stenarna var ljusröda och grå till färgen. Mellan stenarna fanns stora hålrum, dessa var inte tätt packade/lagda. Stenarna i lagrets norra del var tydligt mindre värmepåverkade. Lager A697 innehöll samma bergarter som den förglasade delen av muren (A668), dessa var dock inte smälta. Lager A697 är undersökt till ett största djup på 0,60 meter. På detta djup togs två makrofossilprover (PM101 och PM102). Träkol bestående av en kvist/örtfragment är daterat till (Ua-57544) 1295–1395 e.Kr. (1 σ). Denna sena datering bedöms inte ha någon relation till anläggandet eller brukandet av fornborgen. Troligen hör den samman med en mer sentida skogsbrand, då organiskt material rasat ned i den relativt glesa fyllningen av sten

(bilaga 5). Dateringsresultaten diskuteras närmare under avsnittet ¹⁴C-analyser”.

Mur

A200

Karteringen avser borgens inre, förglasade del av muren. Anläggningen är endast karterad i plan.

A510

En i plan hästskoformad del av A200. A510 representerar formen och riktningen av en kavitet i den förglasade delen av muren. Kaviteten var belägen på murens undersida. I plan var A510 2×0,40 meter stor. Kavitetens/öppningens storlek var 0,40×0,60 meter i murens ytterkant, längst in i muren var håligheten 0,15×0,20 meter stor. Öppningen var riktad mot väst (figur 7 och 13). Jämför med beskrivningen av A668.

A568

En i plan hästskoformad del av A200. A568 representerar formen och riktningen av en kavitet i den förglasade delen av muren. Kaviteten var belägen på murens undersida. I plan var A568 0,80×0,30 meter stor. Kavitetens/öppningens storlek var 0,20×0,25 meter i murens ytterkant, längst in i muren var håligheten 0,15×0,15 meter stor. Öppningen var riktad mot nordöst (figur 7 och 14). Jämför med beskrivningen av A668.

A668

Murdelen utgör den övre, förglasade delen (del av A200) (figur 19). Denna del av muren rensades fram med skärslav och gotlandshacka, därefter bröts lagret upp med hjälp av spett, hacka och slägga. Lagrets storlek i schaktet var 1,4×1,4 meter och djupet varierade från 0,2 meter i ytterkanterna, till 0,8 meter centralt i muren. I profil var lagret något oregelbundet till formen (figur 15). Mellan de förglasade/smälta stenarna som var väl sammanhållna i ett gråblått lager/skikt fanns ställvis ett rödbrunt grus (A531). A668 bestod av skörbränd (dominerar) och smält sten (0,03–0,25 meter stora). Stenarnas ursprungliga storlek har varit ca 0,15×0,25 meter. Stenarna bestod av bergarterna granit, ryolit och amfibolit. Förglasningen var mer omfattande vid ytterkanterna i nordöst och sydväst samt vid A510 och A568. Den förglasade delen av muren har en daterats med två ¹⁴C-analyser. Det ena provet (Ua-57786) daterades till 900–590 f.Kr. (1 σ). Det andra (Ua-59097) daterades till 900–1030 e.Kr. (1σ). Dessa dateringar bedöms inte ha någon relation till anläggandet eller brukandet av fornborgen. Dateringsresultaten diskuteras närmare under avsnittet ¹⁴C-analyser”.

A679

Den övre, förglasade delen av muren, har i det undersökta schaktet ID A679 och A668 (del av A200). A679 bedömdes i plan som en möjlig utrasad del av A668. I profilen ses dock tydligt att A668 och A679 består av ett och samma lager. Denna del av muren rensades fram med skärslav och gotlandshacka, därefter bröts lagret upp med hjälp av spett, hacka och slägga. Lagrets storlek i schaktet var 0,90×0,50 meter och djupet/höjden på denna del av muren var 0,60 meter. I

profil var lagret något oregelbundet till formen. A679 bestod av för-glasade/smälta stenar som var väl sammanhållna i ett gråblått lager/skikt fanns ställvis ett rödbrunt grus (A531). A679 består av skör-bränd (dominerar) och smält sten (0,03–0,25 meter stora). Stenarnas ursprungliga storlek har varit cirka 0,15×0,25 meter. Stenarna bestod av bergarterna granit, ryolit och amfibolit.

T630

Block bestående av amfibolit. Denna var gropvittrad och mörkgrön, basisk. Blocket var troligen skörbränd och den var troligen förskiffrad. T630 var 0,50×0,50 meter stor. Blockets höjd var minst 0,35 meter. T630 bildar tillsammans med T641 och T654 det södra murlivet (figur 16).

T641

Block bestående av amfibolit. Denna var gropvittrad och mörkgrön, basisk. Blocket var troligen skörbränd och den var troligen förskiffrad. T630 var 0,50×0,50 meter stor. Blockets höjd var minst 0,35 meter. T630 bildar tillsammans med T641 och T654 det södra murlivet (figur 16).

T654

Block bestående av granit. Denna var medel-grovkornig och hade viss förskiffring. Möjligen skörbränd, brun biotit kunde inte observeras. T654 var 0,30×0,35 meter stor. Blockets höjd var minst 0,25 meter. T654 bildar tillsammans med T630 och T641 det södra murlivet.

T728

Block bestående av granit. Denna var medel-grovkornig, med viss förskiffring. Rik på sprickor, sannolikt skörbränd. Brun biotit kunde inte observeras. T728 var 0,9×1,2 meter stor. Blockets höjd var minst 0,45 meter. T728 representerar troligen ett påfört block som tillhörde det södra murlivet.

Övriga karterade anläggningar

Mur

A711

Del av A200, endast karterad och beskriven i plan. A711 bestod av ett större fragment av den förglasade delen av muren (A200), som inte var belägen in situ (figur 17). Fragmentets längd var 1,05 meter, bredden 0,85 meter. Höjden/tjockleken var som störst 0,45 meter. Fragmentet hade träkolsavtryck som var 0,06×0,13 meter stora (figur 18). Karteringen A711 visar brottet där fragmentet ursprungligen suttit. Här bestod materialet huvudsakligen av granitblock, cirka 0,05–0,20 meter stora. De flesta stenarna var kantiga, enstaka rundade. Biotiten var oftast brunfärgad. Graniten var "grusigt" smält på undersidan, samt kraftigt skörbränd i den undre delen av A711/A200. Det fanns enstaka större amfibolitblock. En glasig smälta som runnit ned mot undersidan bestod sannolikt av amfibolit. Den smälta undersidan av A711 hade en innesluten horisont av kolavtryck. Stenkonstruktioner liknande A510 och A568 fanns även här.

A769

Del av A200, endast karterad och beskriven i plan. A769 bestod av en boxliknande konstruktion i den förglasade delen av muren. Boxens

längd var 2 meter, bredden 1,25 meter. Höjden var som störst 0,6 meter (högst i kanterna, försänkning centralt). Kaviteter/öppningar liknande A510 och A568 fanns även under A769.

A786

Del av A200, endast karterad och beskriven i plan. A786 bestod av två boxliknande konstruktioner i den förglasade delen av muren. De två boxarna sitter ihop med en smal midja. Den totala längden var 4,5 meter, bredden 1–1,4 meter. Höjden var som störst 0,5 meter. Kaviteter/öppningar liknande A510 och A568 fanns även under A786.

Fynd

Sammanlagt har 25 fyndposter tillvaratagits och registrerats (bilaga 3). Fyndmaterialet består av ben och bränd lera. Samtliga fynd påträffades i schaktets södra del, i aktivitetslager A506. Fyndmaterialet presenteras nedan per materialkategori.

Ben

Samtliga fynd av brända ben, 24 fyndposter (F2–F25), har genomgått osteologisk analys (bilaga 4). Benen påträffades relativt samlat i aktivitetslager A506.

Bränd lera

En fyndpost (F1) av bränd lera med avtryck påträffades i aktivitetslager A506. Fyndet kan inte definieras närmare okulärt.

Naturvetenskapliga analyser

Osteologi

En osteologisk analys har genomförts på hela det påträffade benmaterialet (bilaga 4). Totalt har 40,2 g brända ben analyserats.

Analysen visar att samtliga brända ben är djurben med en hög fragmenteringsgrad. Trots detta har 53 % av benmaterialet identifierats till art. De bestämda djurbenen utgörs av ett mindre fragment av ländkota från får eller get, tre fragment (kota, revben och överarmsben) från ett medelstort djur som får eller svin och sju fragment av språngben från nöt. Från ett större djur motsvarande nötkreatur eller häst i storlek finns även ett revbensfragment och en del av en ledyta, troligen ett hálben.

Analysen indikerar ben från köttrika kroppsregioner som bål och bog. Detta tolkas som en indikation på att benmaterialet utgörs av matavfall. Fynd från nedre extremitet (språngben) klassificeras som slaktavfall. Flertalet ben verkar ha utsatts för temperaturer över 800°C i samband med brand eller i härdar.

Makrofossil

Makrofossilprov samlades in från kontexter som bedömdes kunna innehålla organiskt material lämpligt för analys och ¹⁴C-datering. Proverna togs i aktivitetslager A506 samt i ett lager i skalmuren, A697. Totalt insamlades fyra prover, varav tre valdes ut för analys. Den fullständiga rapporten återfinns i bilaga 5.

Analysen visar att proverna från aktivitetslager A506 präglas av spår efter matlagning. De innehåller förkolnad säd och kryddor (enbär), brända och obrända benfragment, samt förkolnade klumpar med krusta som kan vara rester av bröd. Sammansättningen tolkas som typisk

för matlagningsanläggningar som exempelvis lågtemperaturugnar eller kokgropar. Provet från lager A697 i skalmuren präglas främst av oförkolnat material. I provet fanns även gott om benfragment av ett slag som vanligtvis inte förknippas med matrester. Provet tolkas vara insamlat från en plats i skalmuren som varit utsatt för grov bioturbation. Material av större storlek har av olika anledningar hamnat på platsen. Provet innehöll dock även förkolnade växtrester med låg egenålder som bedömdes kunna vara lämpliga för datering av murens förglasning.

Vedart

Två kolprov insamlades, båda från aktivitetslager A506. Kolproven bestod av i det ena fallet (PK606) av fragment av barrträd, tall eller gran. Det andra kolprovet (PK607) bestod av lövträd, möjligen ek. Den fullständiga rapporten återfinns i bilaga 6.

Ett kolprov (Ua-57786) insamlades även av Ångströmlaboratoriet från det förglasade stenmaterialet från muren (A668). Stenmaterialet hade utvalts av Erik Ogenhall, som även deltog vid provtagningen. Syftet var att om möjligt datera förglasningstillfället av A668. Till detta prov finns ingen vedartsanalys. Kolprovet insamlat på Ångström består av en mindre mängd finkornigt träkol inneslutet i den smälta stenen (Erik Ogenhall, muntlig uppgift). Ytterligare ett kolprov (Ua-59097) från den förglasade delen av muren (A668) insamlades vid ett senare tillfälle. Detta kolprov insamlades av Erik Ogenhall och bestod av en mindre mängd finkornigt träkol/sot inneslutet i den smälta stenen. Till detta prov finns ingen vedartsanalys. Även denna provtagning utfördes i syfte att om möjligt datera förglasningstillfället av A668.

¹⁴C-analyser

Sju prover valdes ut för ¹⁴C-analys (tabell 2 och bilaga 7). Urvalet baserades på att i möjligaste mån säkerställa murens och det förglasade materialets tillkomst och ålder.

Källmaterialet och felkällor

Tre olika källmaterial har daterats; förkolnade sädeskorn, träkol från träd samt kraftigt eld- och värmepåverkat träkol/sot. Ur daterings-synpunkt hade sädeskornen högst och det utbrunna träkolet/sotet lägst källvärde.

Sädeskornens egenålder var mycket låg och deras koppling till mänsklig verksamhet stark. Träkolets egenålder var varierande men kvistar/rottdelar/örtfragment har trots allt en lägre egenålder, som mest några enstaka årtionden. Kopplingen till mänsklig verksamhet vad gäller detta material var medelhög, sett till att de insamlats från tydliga arkeologiska kontexter. Det utbrunna träkolet/sotet gick inte att artbestämma. Någon vedstruktur gick heller inte att utskilja. Materialet har insamlats från mindre hålrum i den smälta stenen, som frampreparerats genom sönderdelning av de sammansmälta stenarna. Kontexten var därmed säker och primär, men bedömningen av provmaterialets typ högst osäker. Sammantaget var därför materialet bestående av sot att betrakta som ett svagt källmaterial. Det var behäftat med flera okända variabler.

Tolkning av resultaten

De tre kontexter som valts ut för datering är A668 som utgör delar av den vitrifierade muren, A697 – ett lager under skalmuren, samt A506

– ett lager som avsatts i kanten av den vitrifierade muren samt delvis ovanpå raseringsmassor från den samma (tabell 2 och bilaga 7).

Som tidigare diskuterats är det daterade materialet från A668 att betrakta som ett källmaterial med lågt källvärde. Detta styrks även av resultaten med dateringar till både yngre bronsålder (Ua-57786) och sen vikingatid (Ua-59097). Resultaten från denna kontext är svårtolkade. Om den äldre dateringen på något sätt skulle tillhöra anläggandet av den vitrifierade muren under den mellersta delen av järnålder, skulle egenåldern på det daterade materialet behöva vara 1000 år eller högre. Alternativt skulle äldre träkol oavsiktligt behövt ha omlagrats inne i muren under dess smältning. För den yngre dateringen fanns ett annat problem då den verkade vara allt för sentida. En egenålder på 50–100 år är fullt rimligt på virke, detta skulle ha inneburit en tidigmedeltida fällning av ett eventuellt träd. Sammantaget motsäger dateringarna varandra, och ett anläggande av den vitrifierade muren under yngre bronsålder eller tidig medeltid passar mycket dåligt med de arkeologiska observationerna. Istället är det troligt att dateringarna hänger samman med att sammanblandat organiskt material daterats, eller att materialet genom markprocesser – trots det relativt kompakta stenmaterialet – hade förts in i hålrummen i stenen under en senare tid efter vitrifieringen. Ett annat alternativ är att de höga temperaturerna i stenen under själva förglasningstillfället medfört någon form av kemisk process som påverkat dateringens resultat. Oavsett anledning bedömer vi att dessa två dateringar inte går att använda för murens och det förglasade materialets åldersbestämning.

Ett örtfragment som påträffades långt ned i skalmurens fyllning, A697, hade ett relativt gott källvärde sett till materialets låga egenålder. Kontexten var dock problematisk då skalmurens relativt ihåliga struktur har gjort den genomsläpplig för kontaminerande material (se avsnitt "Anläggningar" och bilaga 5). Örtfragmentets datering till högmedeltid (Ua-57544) understryker ytterligare kontextens svaghet då den inte hör samman med det övriga arkeologiska materialet. Vi bedömer därför att denna datering inte går att använda för murens och det förglasade materialets åldersbestämning.

Från aktivitetslager A506 utfördes fyra dateringar på olika typer av material. Tre av dessa (Ua-57543, Ua-57545, Ua-57546) var förhållandevis samstämmiga, medan en datering (Ua-57542) var kraftigt avvikande. Den sistnämnda dateringen till senmodern tid representerar utan tvekan en recent inblandning i en störd del av aktivitetslagret. Vi bedömer därför att denna inte går att använda för murens och det förglasade materialets tillkomst och åldersbestämning. De övriga tre dateringarna på sädeskorn och en kvist från ett lövträd (möjligen ek), hade minimala eller låga egenåldrar samt var insamlade i ostörda delar av lagret. Sammantaget bedömer vi att dessa tre dateringar går att använda för murens och det förglasade materialets åldersbestämning. För att bedöma deras samtidighet utfördes en kombinationsdatering (figur 20), vilken indikerar att dateringarna skulle kunna vara från samma tidsperiod. Sigma 1 intervallet kan tolkas som att lager A506 kan ha börjat avsättas under mellersta folkvandringstid. Då lagret överlagrar delar av raseringen från den vitrifierade muren, är det troligt att muren är något äldre än lagrets tillblivelse. I detta sammanhang bör även det stolphål som låg innanför den inre borgvallens krön och som under en äldre undersökning daterades till 430–660 e.Kr. nämnas (Fagerlund 2009:16 f). Denna datering passar väl in i en samlad aktivitetsfas från tidig folkvandringstid och framåt.

Tabell 2. ¹⁴C-dateringarna från provundersökningen av Broborg fornborg.

Kontext	Prov nr	Lab nr	δ13C ‰ V-PDB	¹⁴ C-ålder BP	Kalibrerat med 1 σ	Kalibrerat med 2 σ	Material
A506	PK606	Ua-57542	-27,3	97±29	1690–1730 AD (20,7%) 1810–1920 AD (47,5%)	1680–1740 AD (27,1%) 1800–1930 AD (68,3%)	Träkol. Barrträd, troligen tall
A506	PK607	Ua-57543	-24,9	1542±30	430–500 AD (44,0%) 530–570 AD (24,2%)	420–590 AD (95,4%)	Träkol. Lövnträd, möjligen ek
A697	PM102	Ua-57544	-24,6	621±30	1295–1325 AD (26,7%) 1345–1395 AD (41,5%)	1290–1400 AD (95,4%)	Träkol. Kvist och örtfragment
A506	PM599	Ua-57545	-23,4	1577±31	420–540 AD (68,2%)	410–560 AD (95,4%)	Förkolnat skalkorn
A506	PM605	Ua-57546	-23,9	1546±31	430–500 AD (47,5%) 510–560 AD (20,7%)	420–580 AD (95,4%)	Förkolnat havre
A668	PKX	Ua-57786	-23,1	2614±70	900–750 BC (57,5%) 690–660 BC (3,6%) 640–590 BC (7,2%)	930–520 BC (95,4%)	Träkol/sot
A668	PKX2	Ua-59097	-24,6	1055±36	900–920 AD (0,7%) 960–1030 AD (67,5%)	890–1030 AD (95,4%)	Träkol/sot

Tolkning och återkoppling till frågeställningarna

Den arkeologiska målsättningen med undersökningen var att generera ny kunskap kring Broborgs datering och konstruktion. För att uppfylla denna målsättning sattes tre frågeställningar upp;

- Viken ålder har murens konstruktion?
- Hur ser murens konstruktion ut i den undersökta delen?
- Varifrån är materialet som ingår i murens konstruktion hämtat?

Nedan redovisas och diskuteras dessa frågeställningar under respektive rubrik.

Murens ålder?

Den förglasade delen av muren (A668) täcktes av ett raseringslager (A531). Detta lager tolkas ha bildats då den förglasade delen av muren med tiden delvis vittrat söder. Möjligen kan muren ha byggts på och förbättrats i omgångar. I den västra profilen (figur 10) är det tydligt att ett lager (A506) överlagrar raseringslagret (A531). Detta betyder att A506 bildats av aktiviteter inne i borgen då muren redan funnits på plats en tid. Aktivitetslagret har med en kombinationsdatering (figur 20) daterats till mellersta folkvandringstid, 432–542 e.Kr. (1 σ). Detta betyder att den vitrifierade muren, åtminstone i denna del av borgen, troligen är anlagd under tidigt 400-tal.

Murens konstruktion

I den del av borgen som undersökts, kan murens konstruktion tydligast studeras i den västra profilen (figur 10). Som helhet vilar den inre vallen på blockig morän. Mot söder begränsas muren av det södra murlivet som bestod av ett antal större block av granit och amfibolit. I norr begränsas muren på liknande sätt av större block i samma bergarter. Mellan det södra och det norra murlivet fanns en skalmur (A697) bestående av kraftigt värmepåverkade stenar av granit, ryolit och amfibolit. Ovanför skalmuren fanns den förglasade delen av muren (A668). Den förglasade delen innehöll samma bergarter som skalmuren, nämligen granit, ryolit samt amfibolit.

Förglasningen var mer omfattande vid ytterkanterna av A668 (i norr och söder) samt vid A510 och A568, vilket antyder att värmekällan

och ett eventuellt bläster som fått stenmaterialet att smälta kan ha varit placerad vid dessa platser. Möjligen har blocken ingående i murliven till viss del fungerat som reflektorstenar för att koncentrera värmen vid upphettningen av de stenar som skulle förglasas. Vid en plats (A711) av den förglasade delen av muren noterades att undersidan hade en innesluten horisont av träkolavtryck (figur 18), vilket indikerar att träkol brukats som bränsle i smältprocessen av stenmaterialet.

En hypotes skulle kunna vara att träkol och utvalt stenmaterial varvats i det område som skulle förglasas. Kunskapen om exempelvis järnframställning, där malm och träkol varvas i en ugn för att reducera malmen, bör ha varit relativt utbredd under denna tid (t.ex. Hjärthner-Holdar 1993). De separata boxliknande konstruktioner som noterats, exempelvis A769 och A786 (figur 6), indikerar att stenmaterialet som skulle smältas kan ha hållits samman eller klätts in vid förglasningstillfället. En sådan eventuell yttre konstruktion kan ha haft funktionen av att koncentrera värmen och uppnå de höga temperaturer som behövdes för smältprocessen.

För tiden högteknologiska kunskaper har använts för att medvetet konstruera en hållbar och stark mur vid Broborg. Murtypen som identifierats har vissa likheter med andra fornborgar i Uppland, där ett eller fler murliv anlagts för att stötta upp packningar av stenmaterial (jämför Olausson 1995:148). Skillnaden är dock att vid Broborg har ovandelen av denna stenpackning medvetet smälts och därigenom tillformats som en boxliknande konstruktion av sten där både murliv och stenpackning sammanfogats i en mycket hållbar konstruktion (figur 19). Hållfastheten i fornborgens vall bör därmed ha ökat väsentligt över tid. Risken för att eventuella inre träkonstruktioner i vallen med tiden skulle ge vika bör också ha minskat. Konstruktionstypen har även minskat eller eliminerat behovet av att förstärka vallens nedre och inre delar med trävirke.

Stenmaterialet i muren

Bergartsbedömningen visar att bergarterna i muren väl stämmer överens med förväntade bergarter i den omgivande moränen, vilka erhållit materialet från den lokala/regionala berggrunden. Stenmaterialet i muren bedöms därför med stor sannolikhet vara lokal.

Övrig ny kunskap

Samtliga utförda analyser har bidragit till att en ögonblicksbild av aktiviteterna inne i borgen under folkvandringstid kan målas upp.

Innanför murarna har människor tillagat och konsumerat mat i form av kött, säd/bröd och kryddor. Maten har tillagats i härdar, kokgropar eller i lågtemperaturugnar. Mat kan även ha tillagats i skyddande ler- och örtförpackningar som tillagats i direktkontakt med glöd. Kryddor som enbär har troligen insamlats i närområdet. Befolkningen som vistades på Broborg hade även tillgång till havre, skalkorn och emmer-/speltvete. Köttkonsumtionen bestod av får/get och nöt, troligen även av svin. Som bränsle har både barrträd och lövträd brukats.

Sammantaget stärker de arkeologiska resultaten samt analysresultaten från provundersökningen hypotesen att Broborg fornborg, åtminstone periodvis, även fungerat som en form av höjdbosättning.

Det internationella forskningsprojektet

Inom forskningsprojektet har ett antal föredrag hållits om Broborg och dess vitrifierade mur. Dessa har hållits vid Materials Science & Technology 2017, Geological Society of America 2017, Goldschmidt 2008, Microscopy & Microanalysis 2018 Meeting och 24th Annual Meeting of the European Association of Archaeologist in Barcelona 2018. Under 2018 kommer ytterligare föredrag att hållas vid Materials Science & Technology 2018 och 2018 MRS Fall Meeting.

Ett antal artiklar har publicerats av projektmedarbetarna under åren, se exempelvis Pearce m.fl. 2017, Sjöblom m.fl. 2018 och Weaver m.fl. 2018. En större publikation om resultaten är under arbete. Den kommer att publiceras i samarbete med Smithsonian Institution. Den preliminära titeln på publikationen är "Past is Prologue: Ancient Glass Analogues for the Long-Term Disposal of Vitrified Nuclear Waste".

Referenser

- Ambrosiani, B. 1978. Burg, 29-31: Schwedische, finnisch und norwegische B. In: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, begr. Von J. Hoops, 2. Aufl. H. Bech, H. Jankuhn, K. Ranke & R. Wenskus (Eds.). Berlin.
- Arnbom, J.-O. & Persson, L. 2001. Bedrock map 11I Uppsala NV, scale 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning Af 210. Uppsala.
- Cappers, R. T. T., Neef, R. & Bekker, R- M. 2009. Digital atlas of economic plants. Groningen Archaeological Studies vol 9. Groningen.
- Eklund, O., Rahmqvist, S., Wirstad, J. & Vällfors, G. (red.). 2011. Nytt ljus över Långhundraleden. Bygder, båtar, natur. Arbetsgruppen Långhundraleden. Stockholm.
- Engström, J. 1984. Torsburgen. Tolkning av en gotländsk fornborg. AUN 6. Uppsala.
- Fagerlund, D. 2009. Fornborgen Broborg. Arkeologiska undersökningar 1982 och 1983. Upplandsmuseets rapporter 2009:05. Uppsala.
- Gihl, G. 1918. Upplands fornborgar. En antikvariskt-topografisk beskrivning. Upplands fornminnesförenings tidskrift, nr 33. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E. 1993. Järnets och järnmetallurgins introduktion i Sverige. AUN 16. Uppsala.
- Kresten, P. 1983. Broborgs förglasade mur. Arkeologi i Uppland, Upplandsmuseet, Rapport 6, 13. Uppsala.
- Kresten, P. & Ambrosiani, B. 1992. Swedish vitrified forts – a reconnaissance study. I: Fornvännen 1992:87. Stockholm.
- Kresten, P. & Kero, L. 1992. Broborgs förglasade vall. I: Uppland, Årsbok för medlemmarna i Upplands Fornminnesförening och hembygdsförbund 1992. Uppsala.
- Kresten, P., Kero, L. & Chryssler, J. 1993. Geology of the vitrified hill-fort Broborg in Uppland, Sweden. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 115. Stockholm.
- Ogenhall, E. 2016. Amphibolitic rocks near Broborg, Uppland. Chemical and mineralogical analyses of metamorphic mafic-intermediate rocks from outcrops near the pre-historic vitrified hillfort Broborg and a boulder in the hillfort Sweden, Uppland, Knivsta, Husby-Långhundra, RAÄ 156:1. Arkeologerna. GAL PM 2016:03. Uppsala.
- Olausson, M. 1995. Det inneslutna rummet – om kultiska hägnader, fornborgar och befästa gårdar i Uppland från 1300 f kr till Kristi födelse. Riksantikvarieämbetet. Arkeologiska undersökningar Skrifter nr 9. Studier från UV Stockholm. Stockholm.
- Olausson, M. (red.). 2014. Runsa borg. Representative life on a Migration Period hilltop site – a Scandinavian perspective. Papers from the project Runsa borg, Uppland no. 2. Östersund.
- Olausson, M. (red.). 2011. Runnhusa, bosättning på berget med de många husen. Skrifter från projektet Runsa borg, Eds socken, Uppland nr 1. Stockholm.

- Pearce, C., Weaver, J., Vicenzi, E., Lam, T., DePriest, P., Koestler, R., Varga, T., Miller, M., Arey, B., Conroy, M., McCloy, J., Sjöblom, R., Schweiger, M., Peeler, D. & Kruger, A. 2017. Investigating Alteration of Pre-viking Hillfort Glasses from the Broborg Hillfort Site, Sweden. Contributed Papers from Materials Science and Technology 2017 (MS&T17) October 8–12, 2017, David L. Lawrence Convention Center, Pittsburgh, Pennsylvania USA Copyright © 2017 MS&T17® DOI 10.7449/2017/MST_2017_957_959.
- Sjöblom, R., Ecke, H. & Brännvall, E. 2013. Vitrified forts as anthropogenic analogues for assessment of long-term stability of vitrified waste in natural environments. *Dev. Plann.* Vol. 8, No. 3 (2013). WIT Press.
- Sjöblom, R., Hjärthner-Holdar, E., Pearce, C., Ogenhall, E., Englund, M., McCloy, J., Weaver, J., Vicenzi, E., Peeler, D. & Kruger, A. 2018. The mystery of the vitrified ancient hillfort. *Kemivärlden Biotech Kemisk Tidskrift* 2018/1.
- Sjöblom, R., Weaver, J., Peeler, D., McCloy, J., Kruger, A., Ogenhall, E. & Hjärthner-Holdar, E. 2016. Vitrified hill-forts as anthropogenic analogues for nuclear waste glasses-project planning and initiation. *Dev. Plann.* Vol. 11, No. 6 (2016). WIT Press.
- Strid, J.P. 1999. Kulturlandskapets språkliga dimension. *Ortnamnen*. Riksantikvarieämbetet. Stockholm.
- Telldahl, T. 2014. Osteologisk analys av djurben från Odensfors fornborg, RAÄ 1:1, Vreta Kloster socken, Östergötland. Opublicerad rapport.
- Von Jacomet, S. 2006. Identification of cereal remains from archaeological sites. 2nd ed. IPAS Basel University, Basel.
- Wasylikowa, K. 1986. Analysis of fossil fruits and seeds. I: Berglund, B. E. (ed.): *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley & Sons Ltd.
- Weaver, J., McCloy, J., Ryan, J. & Kruger, A. 2016. Ensuring longevity: Ancient glasses help predict durability of vitrified nuclear waste. *American Ceramic Society Bulletin*, Vol. 96, No. 4.
- Weaver, J., Pearce, C., Sjöblom, R. et al. 2018. Pre-Viking Swedish Hillfort Glass: A Prospective Long-Term Alteration Analogue for Vitrified Nuclear Waste. *International Journal of Applied Glass Science*. 2018.
- Weaver, J., Sjöblom, R., McCloy, J., Miller, M., Varga, T., Arey, B., Conroy, M., Peeler, D. & Kruger, A. Investigating Long-Term Glass Alteration using Ancient Glasses from Broborg Hillfort, a Pre-Viking Swedish Fortification. *International Journal of Applied Glass Science*. Manus.
- Youngblood, E., Fredriksson, B. J., Kraut, F. & Fredriksson, K. 1978. Celtic vitrified forts: Implications of a chemical-petrological study of glasses and source rocks. *Journal of Archaeological Sciences*, 5.

Historiska kartor

Lantmäteristyrelsens arkiv

Geometrisk avmätning 1687 Husby-Långhundra socken, Lundby nr 1–5. A17:36–37.

Administrativa uppgifter

SHMMs dnr: 5.1.1-01422-2015.

Länsstyrelsens dnr: 431-1213-16.

SHMMs projektnr: A13670.

Intrasisprojekt: A2017:101.

Undersökningstid: 7–8 juni samt 4–11 oktober 2017.

Projektgrupp: Eva Hjärthner-Holdar (projektledare), Mia Englund (biträdande projektledare), Erik Ogenhall (geolog), Torbjörn Jakobsson Holback (arkeolog), Fredrik Larsson (arkeolog), Albert A. Kruger (PhD ORP Chief Glass Scientist, U.S. Department of Energy, Office of River Protection), Carolyn Pearce (PhD Scientist, Pacific Northwest National Laboratory), John McCloy (PhD Professor, School of Mechanical and Materials Engineering, Washington State University), Jack Clarke (PhD Researcher, University of Sheffield) och Rolf Sjöblom (Adjungerad Professor, Tekedo).

Drönarfoto: Fredrik Larsson, Arkeologerna.

Digitalisering av sektionsritningar: Henrik Pihl, Arkeologerna.

Planer: Fredrik Larsson, Arkeologerna.

Språk-/faktaundersökning: Anton Seiler, Arkeologerna.

Underkonsulter: Lambertsson Sverige AB och Ångströmlaboratoriet.

Exploateringsyta: 9,8 kvadratmeter.

Undersökt yta: 7 kvadratmeter. Endast avtorvad yta: 2,8 kvadratmeter.

Läge: Fastighetskartan, blad Storruta 11I.

Koordinatsystem: Sweref 99 TM.

Koordinater för undersökningsytans sydvästra hörn:
x 6627908 y 665829.

Höjdsystem: Rikets, RH 2000.

Dokumentationshandlingarna lagras tillsammans med
Intrasisdatabasen.

Fynd: F1–F25 förvaras hos Arkeologerna, Statens historiska museer, Uppsala, i väntan på fyndfördelningsbeslut.

Bilagor

Bilaga 1. Schakttabell

Schakt id	Area m ²	Djup	Undergrund	Beskrivning	N	E
741	6,996	0,60–2,10 meter.	Delvis grävd ned till undergrund. Morän.	Schakt beläget i fornborgens nordöstra del. Schaktet placerades över den förglasade/vitrifierade delen av den inre muren, A200.	6627910,212	665831,236
754	2,793	0,05–0,15 meter.	Ej grävd ned till undergrund.	Schakt beläget intill OS741. Ytan endast avtorvad i syfte att kunna dokumentera A510 samt i provtagningssyfte.	6627910,631	665829,86

Bilaga 2. Anläggningstabell

Anl. ID	Schakt/belägenhet	Typ	Undersökt andel	Undersökningsmetod	Beskrivning	N	E
200	Övriga karterade anläggningar.	Mur	1%	-	Karteringen avser borgens inre, förglasade del av muren.	6627887,296	665800,782
413	741, 754	Lager	100%	Hacka	Mörkt torvlager innehållande lite träkol och måttligt med skärvig och skörbränd sten ytligt. Torven (mossa, fetbladsväxter) var tunnare ovanför den inre, förglasade delen av muren (A668). Fragment (15-20 st.) av förglasad sten fanns ytligt i schaktets södra del, dessa tolkas vara utrasade från A668.	6627887,75	665836,306
506	741, 754	Lager	100%	Skärslev	Lager som tolkas ha tillkommit av aktiviteter inne i borgen samt möjligen vid murens konstruktion. Lagrets storlek i schaktet var 1x2,20 meter, i profil är lagret oregelbundet i formen. Lagret består av svart silt med en kraftig stenpackning (0,02-0,30 m stora stenar bestående av moränsten, skärvsten, skörbränd sten samt smält sten) och enstaka fragment av bränd lera. Fynd av brända ben. Lagrets stenpackning var tätare mot norr.	6627909,402	665829,399
510	741, 754	Mur	50%	Hacka	En i plan hästskoformad del av A200. A510 representerar formen och riktningen av en kavitet i den förglasade delen av muren. Kaviteten är belägen på murens undersida. I plan var A510 2x0,40 meter stor. Kavitetens/öppningens storlek var 0,40x0,60 meter i murens ytterkant, längst in i muren var håligheten 0,15x0,20 meter stor. Öppningen är riktad mot V. Jmf. beskrivning av A668.	6627910,892	665831,179

Anl. ID	Schakt/belägenhet	Typ	Undersökt andel	Undersökningsmetod	Beskrivning	N	E
531	741, 754	Lager	100%	Hacka	Lagret tolkas utgöra rasering av den förglasade muren (A668 och A679). Lagret var 3,50x2,20 meter stort i schaktet och hade oregelbunden form i profil. Det bestod av rödbrunt grus, troligen helt bestående av fragmenterad sten från muren. Rikligt med smält, skörbränd och skärvig sten (0,01-0,2 meter stora). På krönet, ovanför A668, utgjordes lagret av ett mer finkornigt material, enstaka stenar fanns dock. I norr sluttade lagret ned mot blocken i den inre vallen, denna del av A531 bestod till större del av skärvig sten. Lagret hade ett tvärt slut vid den inre vallens stora block. Lagret hade samma karaktär i norr samt på krönet av muren; rikligt med grus, smält sten och skärvsten (0,05-0,4 meter stora). I söder bestod lagret av rikligt med grus och sten (0,05-0,20 meter stora), men endast enstaka värmepåverkade/smälta stenar. Mot söder var lager A531 beläget intill/på samma nivå som A506.	6627910,559	665831,161
568	741	Mur	80%	Hacka	En i plan hästskoformad del av A200. A568 representerar formen och riktningen av en kavitet i den förglasade delen av muren. Kaviteten var belägen på murens undersida. I plan var A568 0,80x0,30 meter stor. Kavitetens öppningens storlek var 0,20x0,25 meter i murens ytterkant, längst in i muren var håligheten 0,15x0,15 meter stor. Öppningen var riktad mot NÖ. Jmf. beskrivning av A668.	6627911,442	665832,062
608	741	Lager	20%	Hacka	Lager tolkad som kulturpåverkad undergrund. I schaktet var lagret 1,3x1 meter stort. Lagret undersöktes till ett största djup av 0,50 meter. Lagret bestod av silt samt vålsorterad, rundad, mindre moränsten (0,05-0,10 meter stora). Den norra delen av lagret var svart av sot och innehöll enstaka träkolsfragment. Den södra delen av lagret var brunt.	6627909,06	665829,542
614	741	Lager	100%	Skärslev	Påfört brungult sandlager, 0,45x0,25 meter stort. Lagret hade oregelbunden form i plan och profil. Lagret innehöll inga komponenter eller fynd. Beläget mellan två smälta stenpartier (A679 och A668). A614 överlagrades av A531.	6627910,348	665831,3

Anl. ID	Schakt/belägenhet	Typ	Undersökt andel	Undersökningsmetod	Beskrivning	N	E
668	741	Mur	100%	Hacka	Den övre, förglasade delen av muren, har i det undersökta schaktet ID A668 (del av A200). Denna del av muren rensades fram med skårslev/gotlandshacka, därefter bröts lagret upp med hjälp av spett och hacka. Lagrets storlek i schaktet var 1,4x1,4 meter och djupet varierade från 0,2 meter i ytterkanterna, till 0,8 meter centralt i muren. I profil var lagret något oregelbundet till formen. Mellan de förglasade/smälta stenarna som var väl sammanhållna i ett gråblått lager/skikt fanns ställvis ett rödbrunt grus (A531). A668 bestod av skörbränd (dominerar) och smält sten (0,03-0,25 meter stora). Stenarnas ursprungliga storlek har varit ca 0,15x0,25 meter. Stenarna består av bergarterna granit, ryolit och amfibolit. Förglasningen var mer omfattande vid ytterkanterna i NÖ och SV samt vid A510 och A568.	6627910,78	665832,01
679	741	Mur	100%	Hacka	Den övre, förglasade delen av muren, har i det undersökta schaktet ID A679 och A668 (del av A200). A679 bedömdes i plan som en möjlig utasad del av A668. I profilen ses dock tydligt att A668 och A679 består av ett och samma lager. Denna del av muren rensades fram med skårslev/gotlandshacka, därefter bröts lagret upp med hjälp av spett och hacka. Lagrets storlek i schaktet var 0,90x0,50 meter och djupet/höjden på denna del av muren var 0,60 meter. I profil var lagret något oregelbundet till formen. A679 bestod av förglasade/smälta stenar som var väl sammanhållna i ett gråblått lager/skikt fanns ställvis ett rödbrunt grus (A531). A679 bestod av skörbränd (dominerar) och smält sten (0,03-0,25 meter stora). Stenarnas ursprungliga storlek har varit ca 0,15x0,25 meter. Stenarna bestod av bergarterna granit, ryolit och amfibolit.	6627909,926	665831,286
697	741	Lager	70%	Hacka	Lager tolkat som fyllning i skalmuren. Lagrets storlek i schaktet var 1,8x1,2 meter. Det var beläget under den övre, förglasade delen av muren, A668. Lager A697 var relativt plant, och bestod av kraftigt värmepåverkade stenar (skärviga och skörbrända). Stenarna (0,10-0,40 meter stora) bestod av bergarterna granit (till största del), ryolit och amfibolit. Stenarna var ljusröda och grå. Mellan stenarna fanns stora hålrum, dessa var ej tätt packade/lagda. Stenarna i lagrets norra del var tydligt mindre värmepåverkade. Lager A697 innehöll samma bergarter som den förglasade delen av muren (A668), dessa var dock ej smälta. Lager A697 är undersökt till ett största djup på 0,60 meter.	6627911,004	665832,12

Anl. ID	Schakt/belägenhet	Typ	Undersökt andel	Undersökningsmetod	Beskrivning	N	E
711	Övriga karterade anläggningar.	Mur	0%	-	Del av A200, endast karterad och beskriven i plan. A711 består av ett större fragment av den förglasade delen av muren (A200), ej in situ. Fragmentets längd är 1,05 meter, bredden 0,85 meter. Höjden/tjockleken är som störst 0,45 meter. Fragmentet har träkolsavtryck, 0,06x0,13 meter stora. Karteringen A711 (linje) visar brottet där fragmentet ursprungligen suttit. Här består materialet huvudsakligen av granitblock, ca 0,05-0,20 m stora. De flesta stenarna är kantiga, enstaka rundade. Biotiten är oftast brunfärgad. Graniten är "grusigt" smält på undersidan, samt kraftigt skörbränd i den undre delen av A711/A200. Det finns enstaka större amfibolitblock. En glasig smälta som runnit ned mot undersidan består sannolikt av amfibolit. Den smälta undersidan av A711 har en innesluten horisont av kolavtryck. Stenkonstruktioner liknande A510 och A568 finns även här.	6627891,292	665835,749
769	Övriga karterade anläggningar.	Mur	0%	-	Del av A200, endast karterad och beskriven i plan. En boxliknande konstruktion i den förglasade delen av muren. Anläggningens längd är 2 meter, bredden 1,25 meter. Höjden är som störst 0,6 meter (högs i kanterna, försänkning centralt). Kaviteter/öppningar liknande A510 och A568 finns även under A769.	6627879,98	665780,064
786	Övriga karterade anläggningar.	Mur	0%	-	Del av A200, endast karterad och beskriven i plan. Två (?) boxliknande konstruktioner i den förglasade delen av muren. De två boxarna sitter ihop med en smal midja. Den totala längden på anläggningen är 4,5 meter, bredden 1-1,4 meter. Höjden är som störst 0,5 meter. Kaviteter/öppningar liknande A510 och A568 finns även under A786.	6627876,253	665777,638

Bilaga 3. Fyndtabeller

Bränd lera

Fyndnr	Material	Sakord	Fragmenteringsgrad	Antal	Vikt (g)	Fyndinsamlingsmetod	Anläggning	N	E
F1	Bränd lera	Lerklining	Fragment	1	2	Handplock	A506	6627909,402	665829,399

Osteologi

Fyndnr	Material	Sakord	Fragmenteringsgrad	Antal	Vikt (g)	Fyndinsamlingsmetod	Anläggning	N	E
F2	Ben	Avfall	Fragment	2	<1	Handplock	A506	6627909,612	665830,092
F3	Ben	Avfall	Fragment	8	1	Handplock	A506	6627908,879	665829,384
F4	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627908,879	665829,384
F5	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627908,879	665829,384
F6	Ben	Avfall	Fragment	17	2	Handplock	A506	6627909,688	665829,956
F7	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627909,688	665829,956
F8	Ben	Avfall	Fragment	1	1	Handplock	A506	6627909,688	665829,956

Fyndnr	Material	Sakord	Fragmenterings-grad	Antal	Vikt (g)	Fyndinsamlings-metod	Anläggning	N	E
F9	Ben	Avfall	Fragment	1	1	Handplock	A506	6627909,688	665829,956
F10	Ben	Avfall	Fragment	1	1	Handplock	A506	6627909,688	665829,956
F11	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627909,688	665829,956
F12	Ben	Avfall	Fragment	1	1	Handplock	A506	6627909,688	665829,956
F13	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627909,454	665829,863
F14	Ben	Avfall	Fragment	17	2	Handplock	A506	6627909,454	665829,863
F15	Ben	Avfall	Fragment	3	<1	Handplock	A506	6627909,454	665829,863
F16	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627909,454	665829,863
F17	Ben	Avfall	Fragment	2	<1	Handplock	A506	6627909,454	665829,863
F18	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627909,454	665829,863
F19	Ben	Avfall	Fragment	46	6	Handplock	A506	6627909,319	665829,804
F20	Ben	Avfall	Fragment	1	<1	Handplock	A506	6627909,319	665829,804
F21	Ben	Avfall	Fragment	1	3	Handplock	A506	6627909,319	665829,804
F22	Ben	Avfall	Fragment	2	14	Handplock	A506	6627909,319	665829,804
F23	Ben	Avfall	Fragment	3	1	Handplock	A506	6627909,319	665829,804
F24	Ben	Avfall	Fragment	1	3	Handplock	A506	6627909,319	665829,804
F25	Ben	Avfall	Fragment	1	2	Handplock	A506	6627909,319	665829,804

Osteologisk specialregistrering

Fyndnr	Sakord	Bränd	Art	Kommentar	Kroppsregioner	Bendel	Benslag	Gnag
F2	Avfall	Ja	Oidentifierbart	Vitbränd, mindre djur (fisk, fågel?)				Nej
F3	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit				Nej
F4	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Svart-grå				Nej
F5	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit, mellanstort djur (får/hund)	Bål	Corpus	Costae	Nej
F6	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)					Nej
F7	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit	Bål		Vertebrae	Nej
F8	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)		Bål	Corpus	Costae	Nej
F9	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit			Ossa longum	Nej
F10	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Grå, större däggdjur	Bål	Corpus	Costae	Nej
F11	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit, medelstort djur (Ovis/Sus)	Bål		Vertebrae	Nej
F12	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit, medelstort djur (Ovis/Sus)	Övre extremitet	Diafys	Humerus	Nej
F13	Avfall	Nej	Däggdjur (Mammalia)					Nej
F14	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Brun-svart				Nej
F15	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit				Nej
F16	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit, medelstort djur			Ossa longum	Nej
F17	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Svart	Bål	Corpus	Costae	Nej
F18	Avfall	Ja	Får/get (Ovis/Capra)	Vit	Bål	Procesus articularis cau	Vertebrae lumbales	Nej
F19	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit, merparten hör sannolikt till astragalus				Nej
F20	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Vit			Vertebrae?	Nej
F21	Avfall	Ja	Däggdjur (Mammalia)	Grå, större däggdjur			Calcaneus?	Nej
F22	Avfall	Ja	Nötkreatur (Bos taurus)	Grå, sannolikt till samma astragalus	Nedre extremitet	Distal medial	Astragalus	Nej
F23	Avfall	Ja	Nötkreatur (Bos taurus)	Grå, sannolikt till samma astragalus	Nedre extremitet	Proximal medial	Astragalus	Nej
F24	Avfall	Ja	Nötkreatur (Bos taurus)	Grå, sannolikt till samma astragalus	Nedre extremitet	Proximal lateral	Astragalus	Nej
F25	Avfall	Ja	Nötkreatur (Bos taurus)	Grå, sannolikt till samma astragalus	Nedre extremitet	Proximal distal	Astragalus	Nej

Bilaga 4. Djurben från Broborg – osteologisk analys

Ola Magnell

Totalt 40,2 g ben påträffades i fem koncentrationer i aktivitetslager 506. Allt benmaterial är bränt och bortsett från 2,3 g svartbrända ben är övrigt osteologiskt material kalcinerat och grått eller vit. En medelvikt på 0,3 g återspeglar en hög fragmenteringsgrad, men trots detta har 53 % av benmaterialet identifierats till art. Detta beror på att de största benfragmenten är de som har identifierats.

Alla ben kommer från djur. Ett mindre fragment av ländkota (*vertebrae lumbales*) kommer från får eller get. Dessutom finns i benmaterialet ytterligare tre fragment av kota, revben och överarmsben från ett medelstort djur som får eller svin. Vidare påträffades tillsammans sju fragment av höger språngben från nötkreatur, vilka sannolikt kommer från samma ben. Från ett större djur motsvarande nötkreatur eller häst i storlek finns även ett revbensfragment och en del av en ledyta, som troligen är ett hälben, men där andra benslag inte helt kan uteslutas.

Det begränsade osteologiska materialet innebär att det är problematiskt att dra några större slutsatser om försörjning och aktiviteter, men några aspekter kan konstateras. Att nötkreatur och får/get är de arter som förekommer är förväntat från fornborgar. Nötkreatur är den mest frekvent förekommande djurarten i benmaterialen från fem fornborgar i östra Mellansverige och får/get är på flertalet näst vanligast (Telldahl 2014).

Flertalet av de fragment som har kunnat identifieras till benslag utgörs av revben, kotor och överarmsben, vilket representerar ben från köttrika kroppsregioner som bål och bog. Detta kan ses som en indikation att benmaterialet till stor del utgörs av matavfall. Fynd finns dock även från nedre extremitet, i form av språngben, som snarast kan klassificeras som slaktavfall.

Att flertalet av benen är kalcinerade tyder även på att benen har utsatts för höga temperaturer över 800°C i samband med brand eller i hädar.

Tabell 1. Benmaterialet från aktivitetslager 506, Broborg.

Art	Benslag	Antal	Vikt (g)
Djur		2	0,1
Däggdjur		99	13,3
Får/get (<i>Ovis/Capra</i>)	<i>vertebrae lumbales</i>	1	0,2
Medelstort däggdjur	<i>humerus, vertebrae, costae</i>	4	1,5
Större däggdjur	<i>costae, calcaneus?</i>	2	3,8
Nötkreatur (<i>Bos taurus</i>)	<i>astragalus</i>	7	21,3
		115	40,2

Bilaga 5. Makroskopisk analys av jordprover från Broborg

Jens Heimdahl

Bakgrund och syfte

Under den arkeologiska provundersökningen av den förglasade fornborgen Broborg, i Uppland 2017, togs tre jordprover för analys av makroskopiskt innehåll med fokus på växtrester. Ett viktigt syfte var också att söka efter lämpligt material med kort egenålder för ^{14}C -datering. Två prover togs i ett kulturlager tolkat som en aktivitetshorisont i själva borgen, innanför muren, och ett prov togs under hålrum in under skalmuren. Frågeställningarna inför analyserna är allmänt riktade mot huruvida det makroskopiska innehållet kan säga något mer om aktiviteterna i borgen och materialet i muren.

Metod och källkritik

Provtagningen genomfördes av arkeologerna under utgrävningen, och den provtagna volymen på proverna var två liter. Volymen mättes och jorden preparerades genom flotation enligt metod beskriven av Wasylikowa (1986) och våtsiktades med 0,25 mm maskvidd. Identifieringen av materialet skedde under ett stereomikroskop med 7-100 gångers förstoring. Som bestämningslitteratur användes främst Cappers m.fl. 2012 samt Jacomet 2006. Den makroskopiska analysen har främst behandlat växtmakrofossil (som inte är ved eller träkol), men även puppor, smältor, ben m.m. har eftersökts och kvantifierats.

Av innehållet av levande rottrådar och dagmaskkokonger är det tydligt att den provtagna jorden i samtliga prover utgör delar av aktiva biologiska horisonter där material av mindre fraktioner kontinuerligt har omlagrats till nutid. Därmed är endast det förkolnade materialet i provet rimligt att tolka som tillhörande den arkeologiska lämningen. I provet från skalmuren har bioturbationen varit särskilt stor, vilket diskuteras särskilt i tolkningen av detta prov.

Analysresultat

I resultattabellen (tabell 1) har material som inte är fröer och frukter kvantifierats enligt en grov relativ skala om 1–3 punkter, där 1 punkt innebär förekomst av enstaka (ca 1–5) fragment i hela provet. 2 punkter innebär att materialet är vanligt – att

det i stort sett hittas i alla genomletningar av de subsamplingar som görs. 3 punkter innebär att materialet är så vanligt att de tillhör de dominerande materialen i provet och man hittar det var man än tittar.

Diskussion

A506: Två prover från aktivitetslager innanför muren

Dessa två prover togs från olika platser i samma lager. De är likartade till innehållet, med en viss variation som visar att lagret inte är helt homogent utan kan innehålla vaga spår från olika kontexter som fortfarande ligger in situ.

Provernas innehåll präglas av spår av matlagning i form av förkolnad säd och kryddor (enbär), brända och obrända benfragment, samt förkolnade klumpar med krusta som kan vara rester av bröd. Sammansättningen är typisk för matlagningsanläggningar som ugnar eller vissa typer av kokgropar. I materialet finns också fragment som förefaller vara rödbränd lerklining, kanske spår av en ugnskonstruktion. Kvistar och örtfragmenten i materialet kan komma från denna konstruktion, eller vara spår av skyddande ler- och örtinpackningar av mat som tillagats i direktkontakt med glöd.

I proverna påträffades också glasade/sintrade smältor av den typ som ofta förekommer tillsammans med bränd lera/sand och som brukar tolkas som att t.ex. en ugnskonstruktion förvärmats till höga temperaturer innan den använts för t.ex. bakning. I prov 599 fanns också en cm-stor mineralsmälta som sammansmält med ett bergartsfragment på ett sådant sätt som beskrivs från den glasade borgmuren. Fragmentet är för stort för att dess förekomst ska kunna förklaras med dagmaskomrörning och en troligare förklaring är att denna förekomst beror på att muren förglasats innan eller under det att matlagningsanläggningen varit i funktion, men inte efteråt.

I materialet finns gott om sädeskorn som är lämpliga för ^{14}C -datering och som kommer att kunna datera matlagningshändelsen som sannolikt ägt rum efter murens förglasande.

A697: Jord under hålrum under skalmur

Materialet i denna jord präglades främst av oförkolnat material av typen hasselnötsskal, havrekärnor och hallon – vilket kan vara ett matförråd för ett grävande däggdjur. I materialet fanns också gått om benfragment av ett slag som normalt inte förknippas med matrester. Det kan antingen komma från djur som levt här och dött i sitt bo, eller vara hitsläpat som mat. Det är tydligt att denna plats i skalmuren är utsatt för grov bioturbation och att större material släpats hit från ytan.

I jorden hittades även förkolnade växtrester som visserligen kan vara likåldriga med murens förgla-

sande, men som också kan ha förts hit från ytan genom in och utpasserande av gnagare. Eftersom det är troligt att området brandhärjats i senare tid finns det alltså en risk att det förkolnade materialet i denna jord är av yngre datum än vad som är relevant för undersökningen. Däremot hittades i materialet förkolnade strån och örtdelar så att problem med eventuell egenålder kan undvikas. Detta material kommer antingen utgöra ett bra dateringsunderlag för murens förglasande, eller en bra datering för en senare brand på platsen.

Tabell 1. Analyserade makrofossilprov från Broborg.

Broborg		A	506		697
		PM	599	605	102
		Kontext	Aktivitetslager innanför muren		lager djupt i skalmuren
		Volym	2	2	2
	Vedartade växter	Träkol	••	••	••
		Kvistar och knoppar		•	•
	Örtartade växter	Strån och örtdelar	•	••	••
	Animalier	Benfragmet	••	••	••
		Brända benfragment	•	•	
	Matrester	Förkolnad klump (matrester?)		•	
		Rödbränd lera	•	••	
	Övrigt	Glasad/sintrad mineralsmälta		•	••
		Stensmälta	•		
Förkolnade frukter/fröer					
Insamlat	Enbär	<i>Juniperus communis</i>		1	
Odlat	Havre (ospec.)	<i>Avena</i> spp.		3	
	Sädeskorn (ospec.)	<i>Cerelaiea</i> indet.	1	8	
	Skalkorn	<i>Hordeum vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>	2	3	
	Emmer-/speltvete	<i>Triticum diccocum</i> / <i>spelta</i>	1		

Bilaga 6. Vedartsanalys

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Träkol
AnalysID	37	Antal fragment	1
Provnummer	PK606	Art	Barrträ, troligen tall
Name		Kommentar	¹⁴ C, kvist
Class		Material	Träkol
Detaljyta		Antal fragment	1
Anl./Strat.obj.	A506	Art	Barrträ, tall eller gran
Status		Kommentar	Kvist
Notering		Material	Träkol
Typ		Antal Fragment	1
Fragment ≥5mm	3	Art	Barrträ, tall eller gran
Analyserat antal	3	Kommentar	Kvist eller rot

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Träkol
AnalysID	38	Antal fragment	1
Provnummer	PK607	Art	Lövträd, möjligen ek
Name		Kommentar	¹⁴ C, kvist eller rot?
Class		Material	Träkol
Detaljyta		Antal fragment	+
Anl./Strat.obj.	A506	Art	Lövträd, möjligen ek
Status		Kommentar	Kvist eller rot?
Fragment ≥5mm	+10	Art	
Analyserat antal	+	Kommentar	

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Träkol
AnalysID	39	Antal fragment	
Provnummer	PM102	Art	Kvist och örtfragment
Name		Kommentar	¹⁴ C
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.		Art	
Status		Kommentar	
Notering	Makroprov	Material	

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Kol
AnalysID	40	Antal fragment	
Provnummer	PM599	Art	Skalkorn
Name		Kommentar	¹⁴ C
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.		Art	
Status		Kommentar	
Notering	Makroprov	Material	

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Kol
AnalysID	41	Antal fragment	
Provnummer	PM605	Art	Havre
Name		Kommentar	¹⁴ C
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.		Art	
Status		Kommentar	
Notering	Makroprov	Material	

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Träkol/sot
AnalysID	181	Antal fragment	Finkornigt pulver
Provnummer	PKX	Art	Okänd
Name		Kommentar	Provtaget på Ångström ur hålrum av inneslutet träkol.
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.	A668	Art	

Attribute	Value	Attribute	Value
Id		Material	Träkol/sot
AnalysID	339	Antal fragment	Finkornigt pulver
Provnummer	PKX2	Art	Okänd
Name		Kommentar	Provtaget ur hålrum av inneslutet träkol.
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.	A668	Art	

Bilaga 7. ^{14}C -resultatUPPSALA
UNIVERSITETÅngströmlaboratoriet
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Rum 4143Postadress:
Box 529
751 20 UppsalaTelefon:
018 – 471 30 59Telefax:
018 – 55 57 36Hemsida:
<http://www.tandemlab.uu.se>E-post:
Goran.Possnert@physics.uu.se

Uppsala 2018-01-30

Erik Ogenhall
Statens Historiska Museer
Arkeologerna
Hållnäsgratan 11
752 28 UPPSALA**Resultat av ^{14}C datering av träkol och makrofossil från Broborg, Knivsta, Uppland. (p 1426)****Förbehandling av träkol och liknande material:**

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas som i sin tur grafiteras genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

Förbehandling av makrofossiler:

1. 1 % HCl tillsätts (10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
2. 0,5 % NaOH tillsätts (1 timme, 60 °C). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

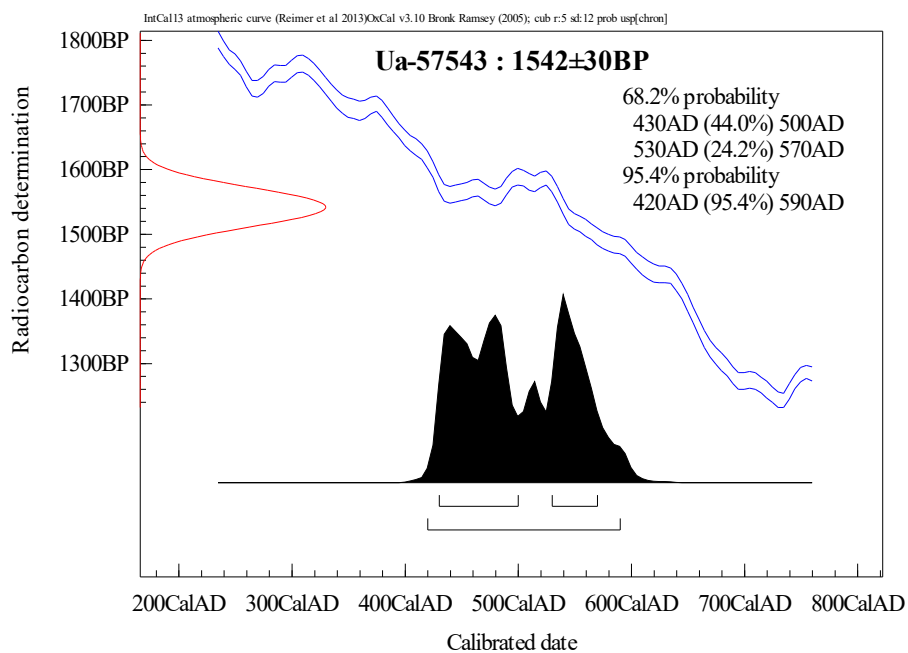
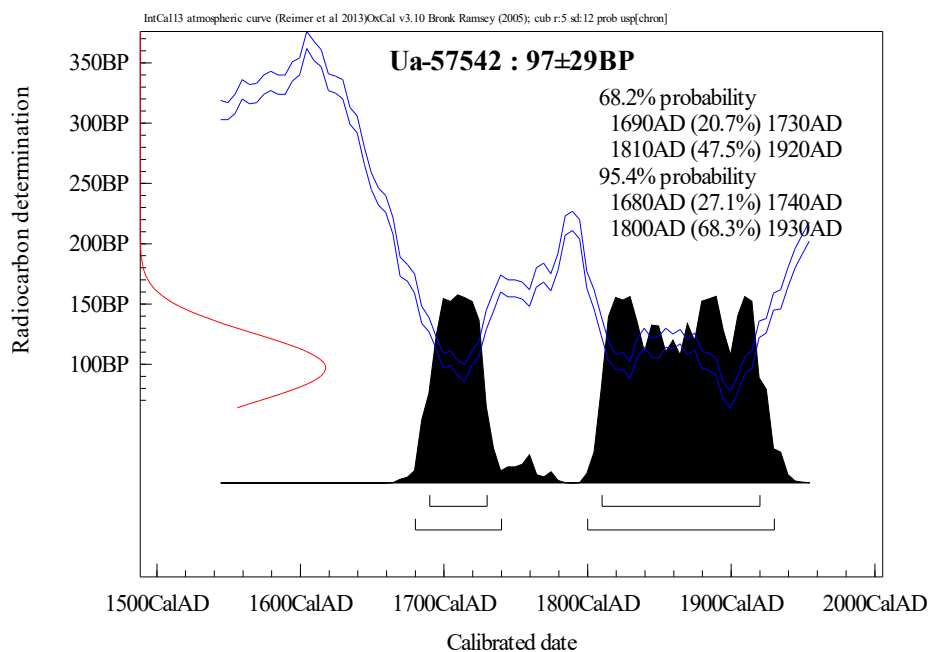
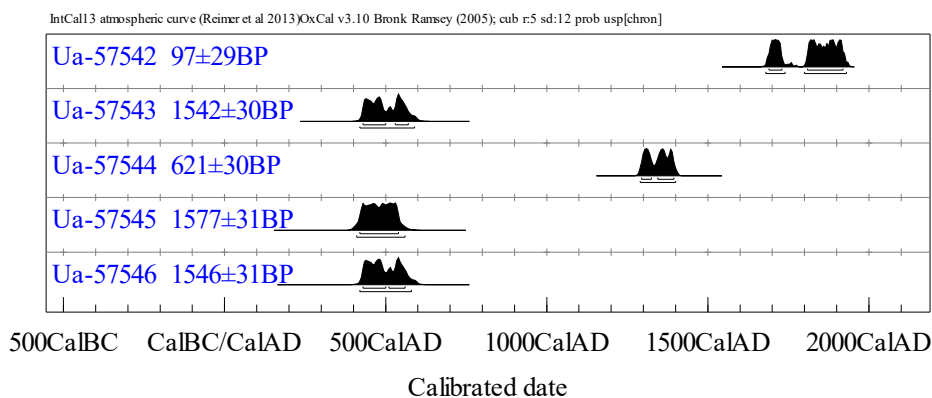
Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas som i sin tur grafiteras genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

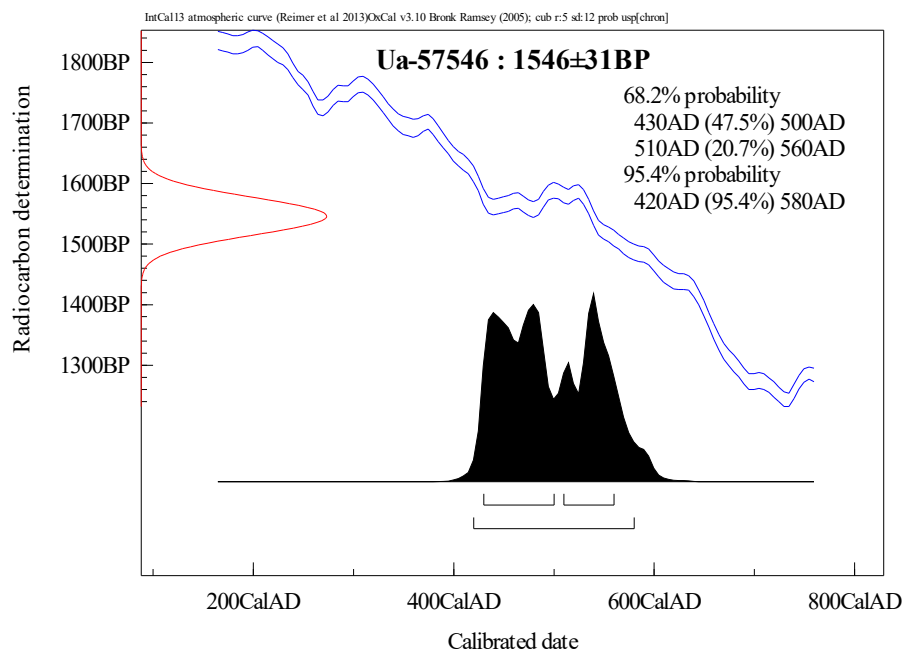
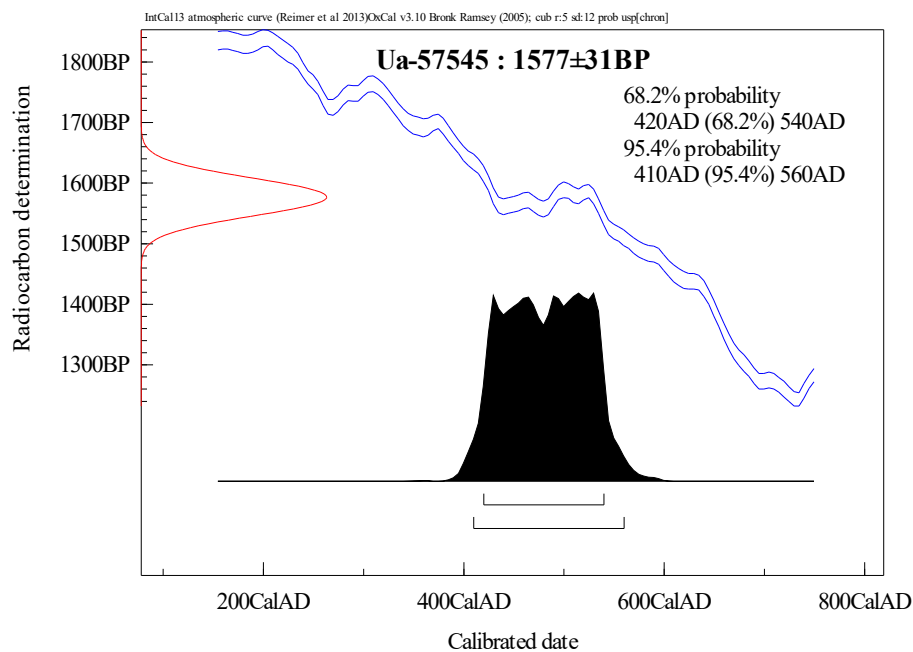
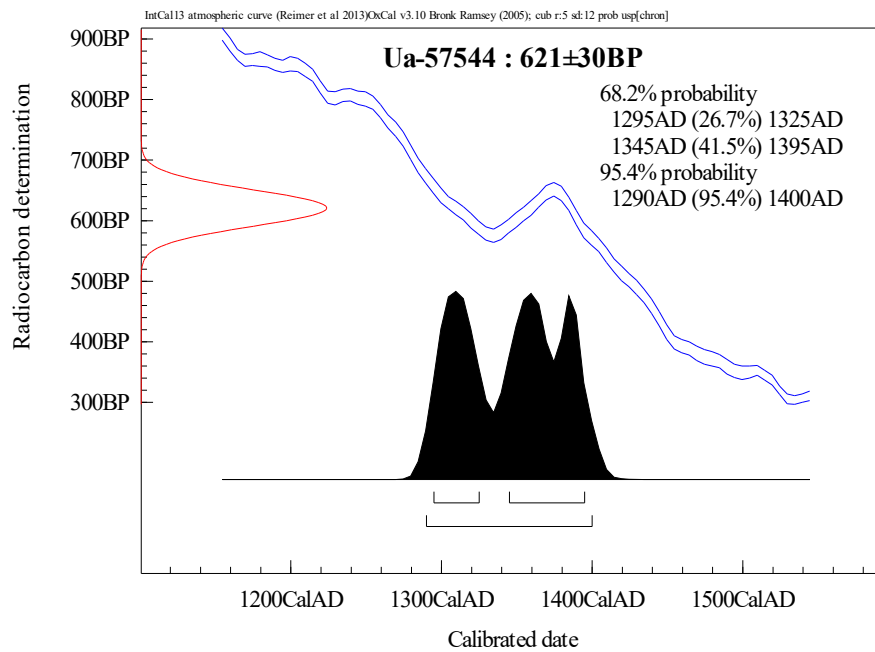
RESULTAT

Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\text{‰ V-PDB}$	^{14}C age BP
Ua-57542	PK606	-27,3	97 ± 29
Ua-57543	PK607	-24,9	1 542 ± 30
Ua-57544	PM102	-24,6	621 ± 30
Ua-57545	PM599	-23,4	1 577 ± 31
Ua-57546	PM605	-23,9	1 546 ± 31

Med vänlig hälsning

Göran Possnert / Lars Beckel







UPPSALA
UNIVERSITET

Ångströmlaboratoriet
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Rum 4143

Postadress:
Box 529
751 20 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 59

Telefax:
018 – 55 57 36

Hemsida:
<http://www.tandemlab.uu.se>

E-post:
Goran.Possnert@physics.uu.se

Uppsala 2018-02-23

Erik Ogenhall
Statens Historiska Museer
Arkeologerna
Hållnäsgratan 11
752 28 UPPSALA

Resultat av ^{14}C datering av organiskt material från Broborg, Knivsta, Uppland. (p 1462)

Förbehandling av träkol och liknande material:

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

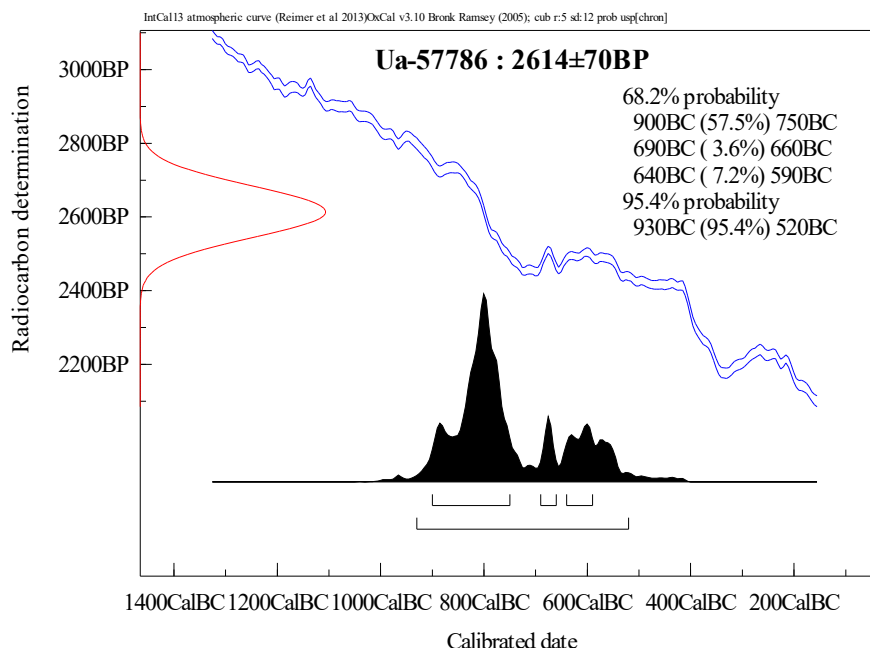
Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas som i sin tur grafiteras genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

RESULTAT

Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}_{\text{‰}}$ V-PDB	^{14}C age BP
Ua-57786	Broborg PKX	-23,1	2 614 $\pm$ 70

Med vänlig hälsning

Göran Possnert / Lars Beckel





UPPSALA
UNIVERSITET

Ångströmlaboratoriet
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Rum 4143

Postadress:
Box 529
751 20 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 59

Telefax:
018 – 55 57 36

Hemsida:
<http://www.tandemlab.uu.se>

E-post:
Goran.Possnert@physics.uu.se

Uppsala 2018-07-03

Erik Ogenhall
Statens Historiska Museer
Arkeologerna
Hållnäsgratan 11
752 28 UPPSALA

Resultat av ^{14}C datering av träkol från Broborg, Husby-Långhundra 156:1, Knivsta, Uppland. (p 1670)

Förbehandling av träkol och liknande material:

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

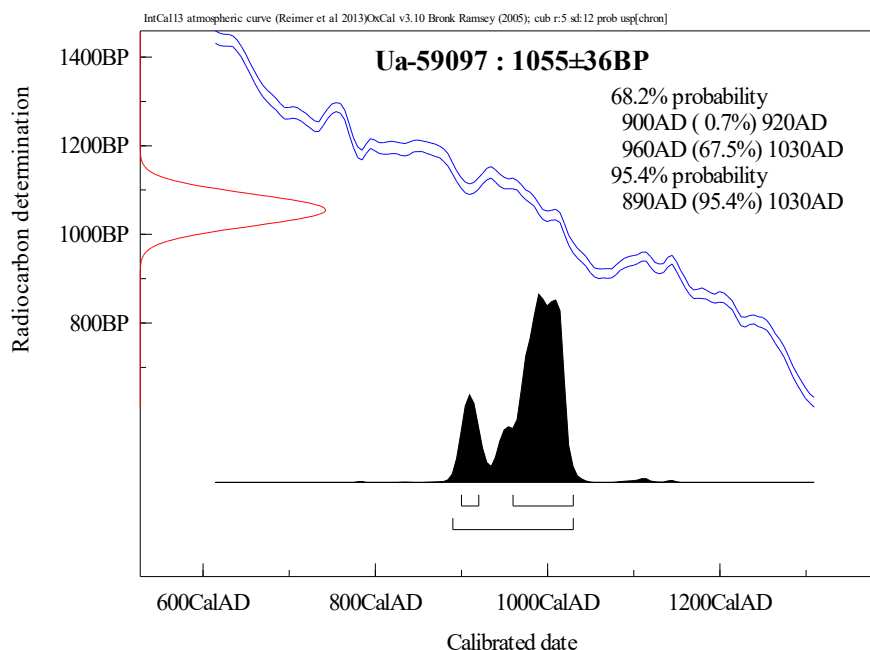
Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas som i sin tur grafiteras genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen SOL daterats.

RESULTAT

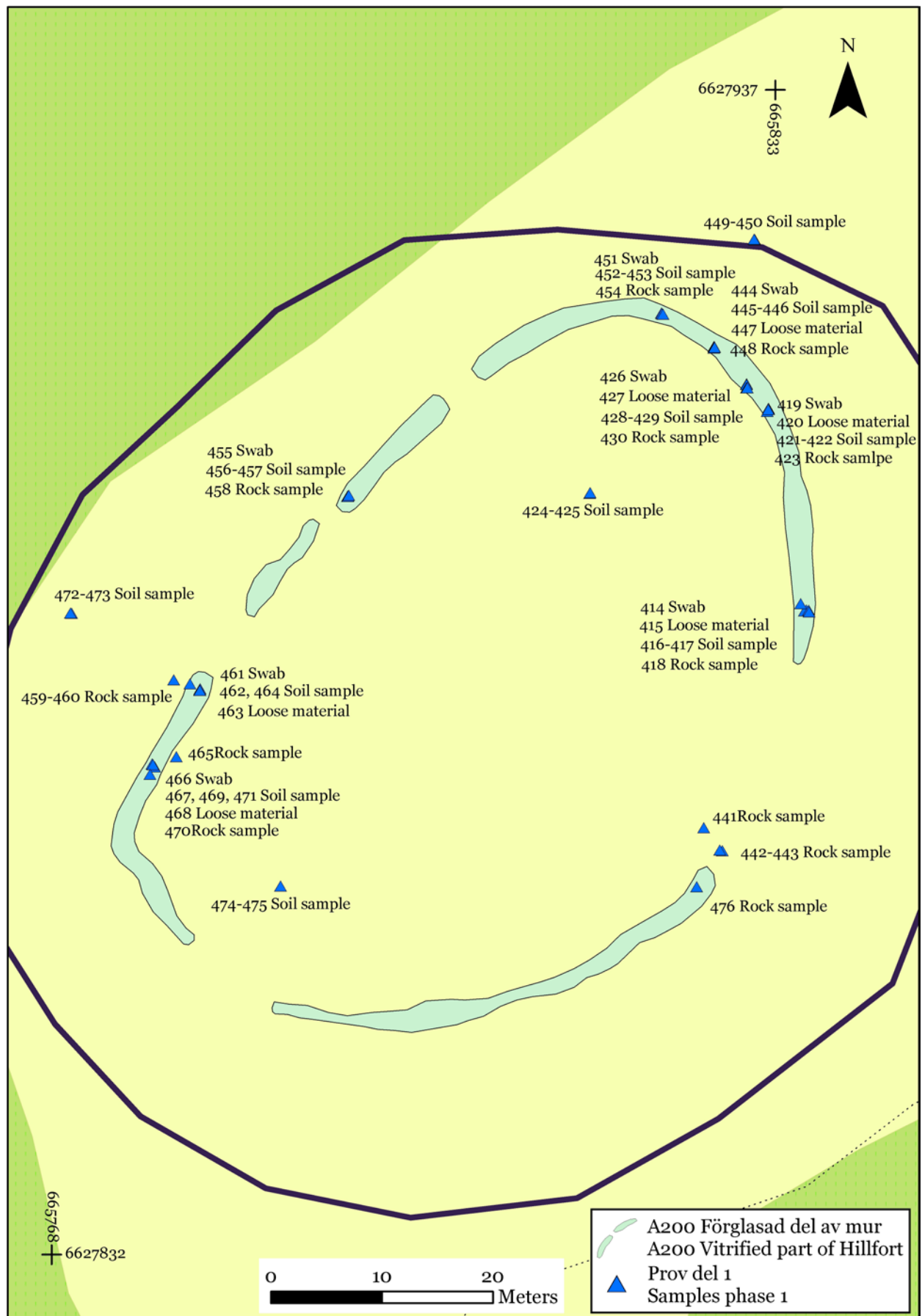
Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\text{‰ V-PDB}$	^{14}C age BP
Ua-59097	Broborg PKX2	-24,6	1 055 $\pm$ 36

Med vänlig hälsning

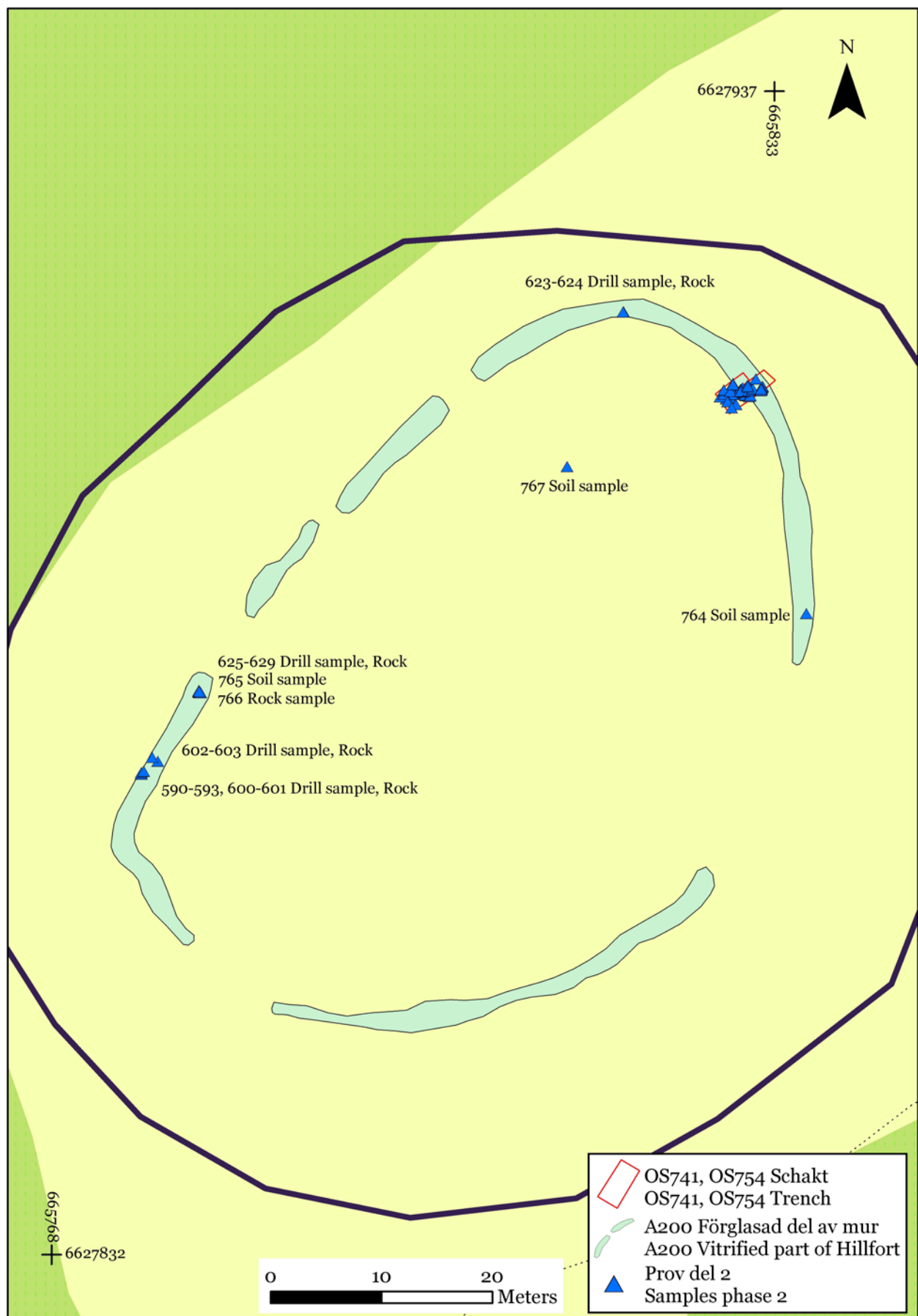
Göran Possnert / Lars Beckel



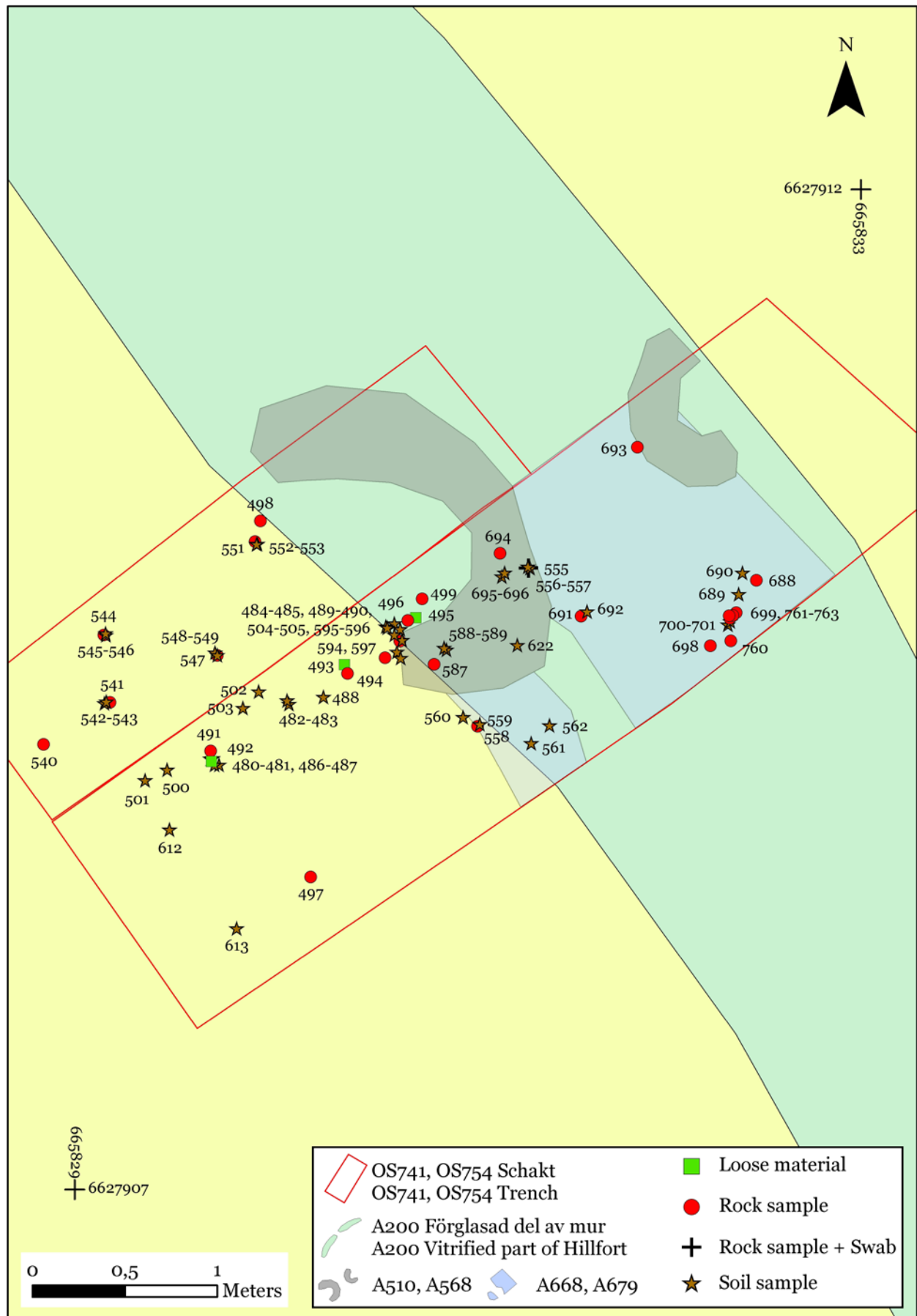
Figur 3–20



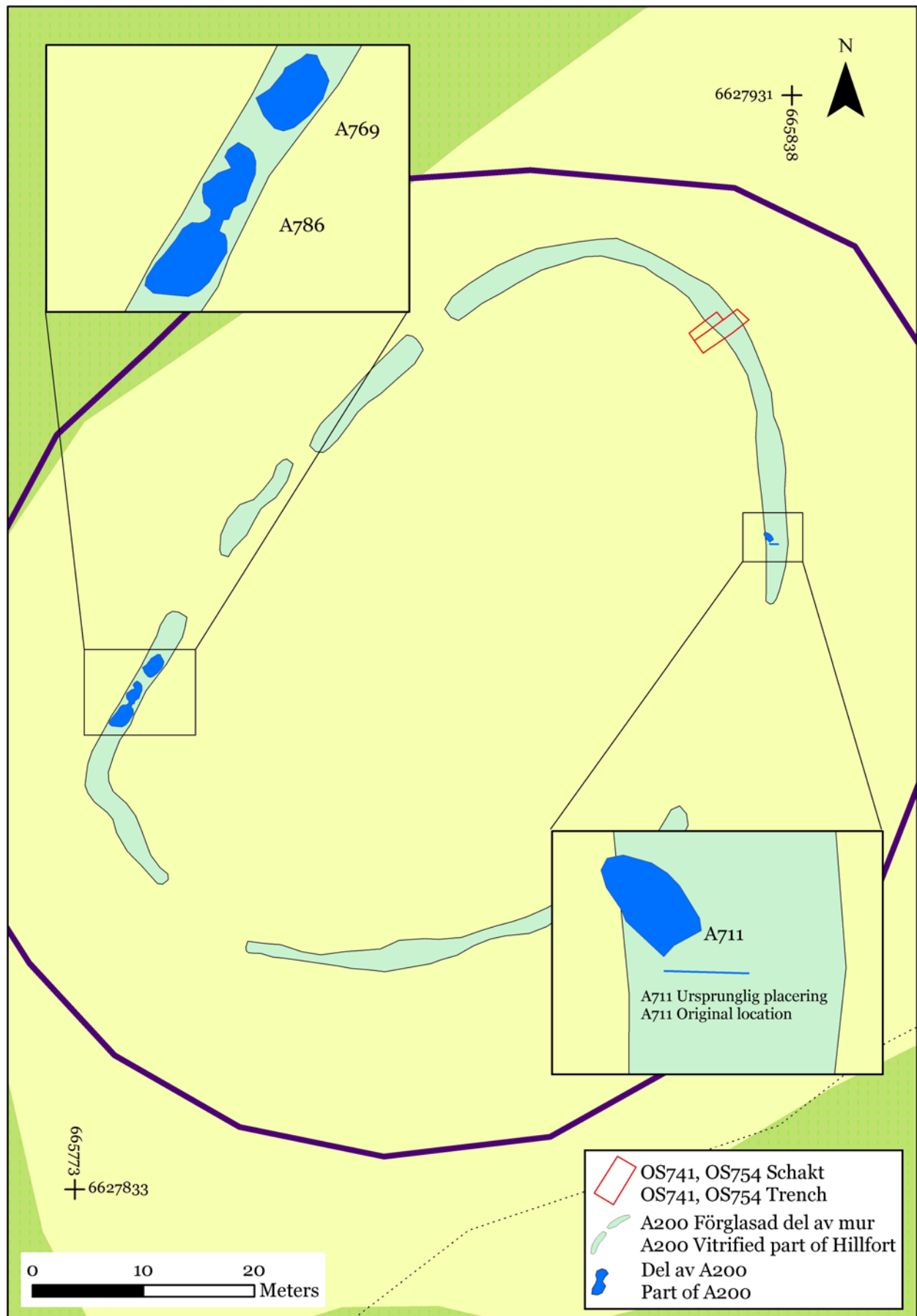
Figur 3. Plan över insamlade externa prov under projektets del 1. De är markerade på utdrag ur Fastighetskartan, blad 66G 2GN ÖSTUNA. Skala 1:500.



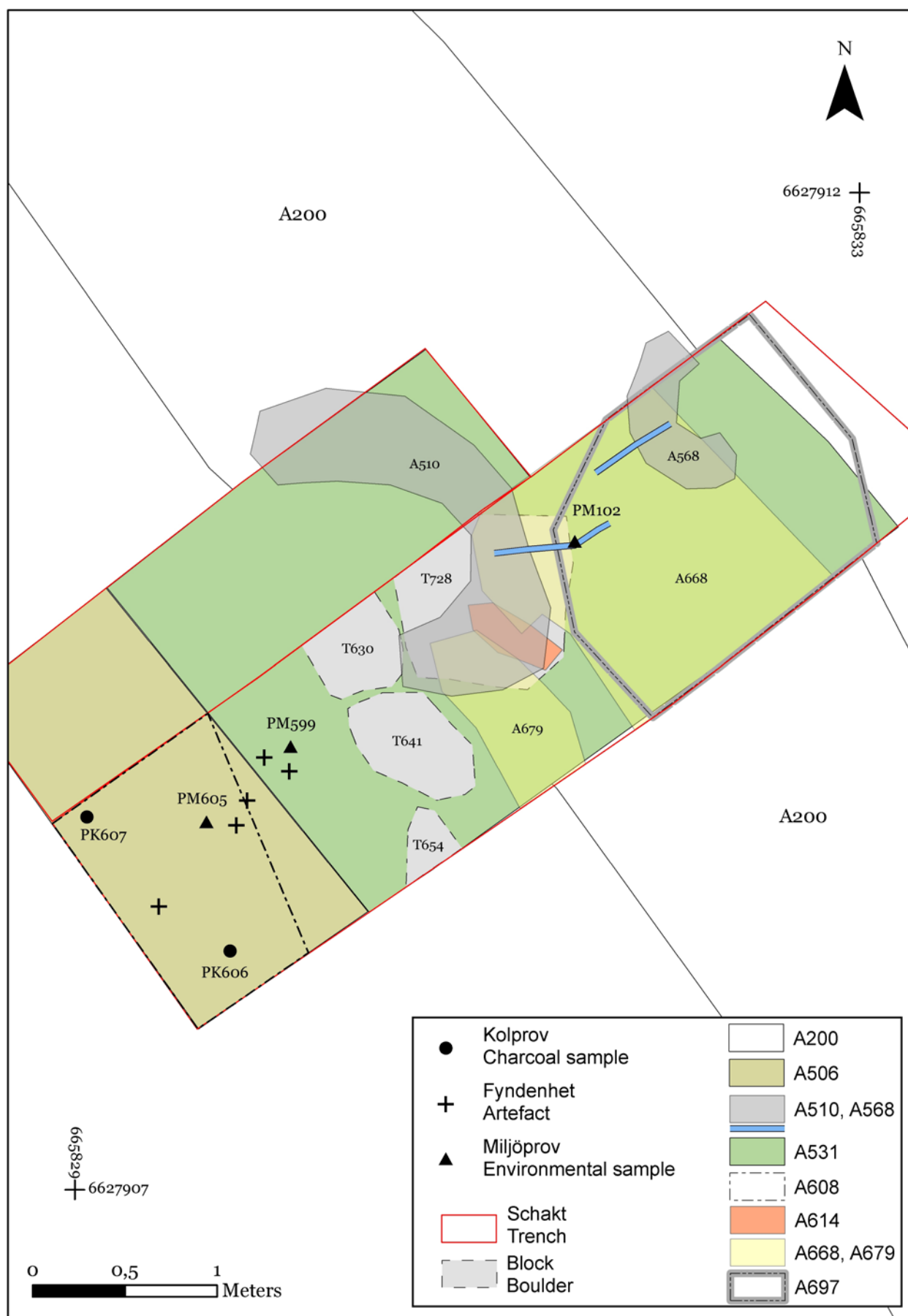
Figur 4. Plan över insamlade externa prov under projektets del 2. De är markerade på utdrag ur Fastighetskartan, blad 66G 2GN ÖSTUNA. Skala 1:500.



Figur 5. Plan över insamlade externa prov i OS741 och OS754 under projektets del 2. De är markerade på utdrag ur Fastighetskartan, blad 66G 2GN ÖSTUNA. Skala 1:30.



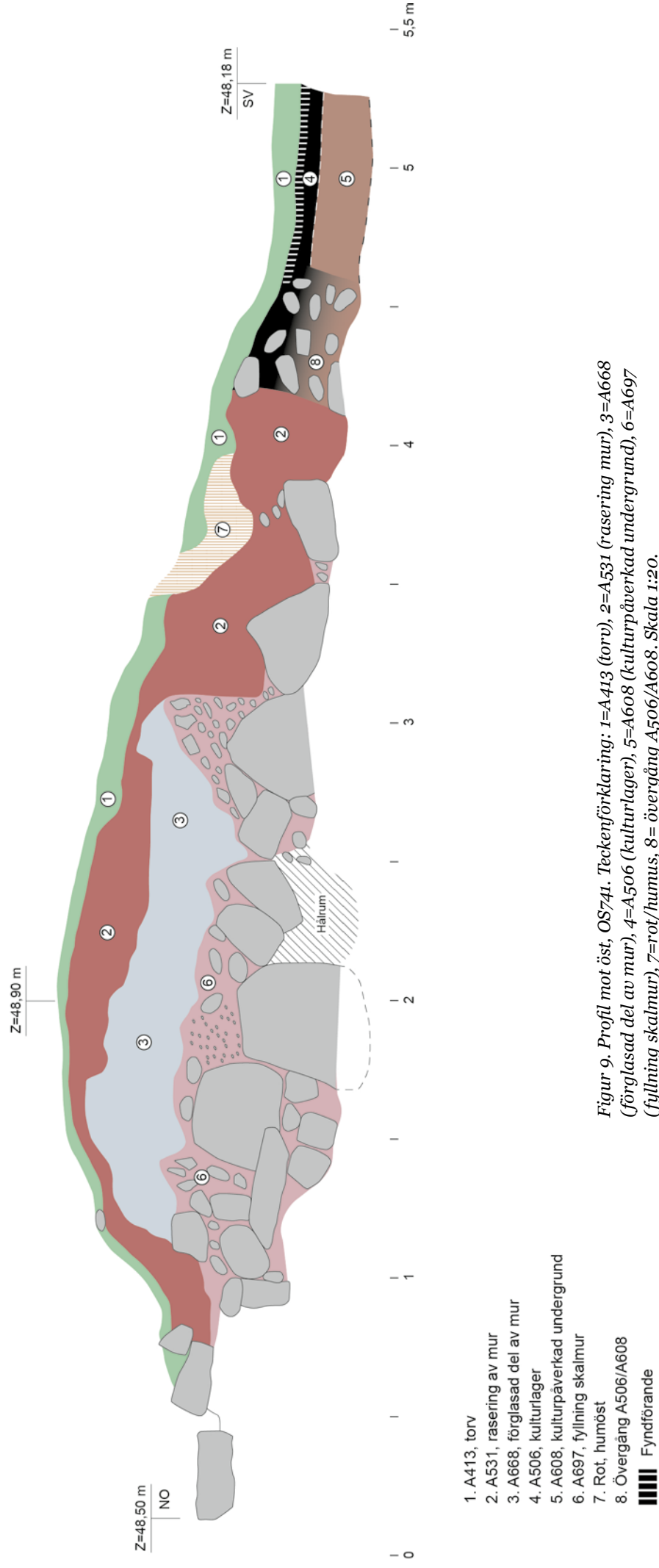
Figur 6. Övriga karterade anläggningar markerade på utdrag ur Fastighetskartan, blad 66G 2GN ÖSTUNA. Skala 1:500. De infällda planerna har skala 1:150 (ovan) och 1:50 (nedan).

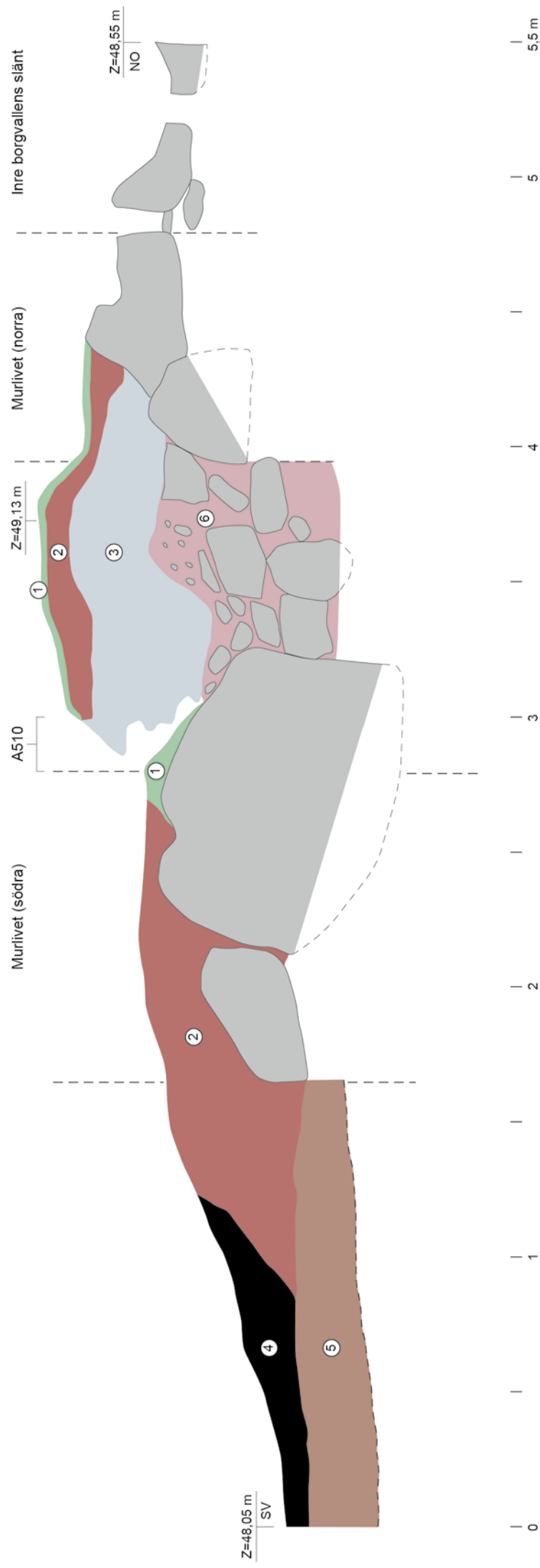


Figur 7. Plan över undersökta anläggningar, analyserade prover samt fyndenheter i OS741. Blå linjer markerar kaviteternas riktning för A510 och A568. Skala 1:30.



Figur 8. Plan över Långhundraledens sträckning vid Broborg. Streckad linje visar ledens ungefärliga dragning i landskapet under mellersta järnålder. I bakgrunden Fastighetskartan, blad 66G 2GN ÖSTUNA samt strandlinjer och vattendrag cirka 500 e.Kr. (SGU). Skala 1:200 000.





1. A413, torv
2. A531, rasering av mur
3. A668, förglasad del av mur
4. A506, kulturlager
5. A608, kulturpaverkad undergrund
6. A697, fyllning skalmur

Figur 10. Profil mot väst, OS741.
För teckenförklaring, se figur 9.
Skala 1:20.



*Figur 11. Broborg fornborg. Notera de så kallade tomtningarna i borgens södra del.
Foto från väst: Fredrik Larsson. Publiceras med tillstånd från Lantmäteriet, dnr 601-2018/4927.*



*Figur 12. Broborg fornborg. Det igenlagda schaktet syns vagt i borgens norra del (markerad med pil).
Foto från nordväst: Fredrik Larsson. Publiceras med tillstånd från Lantmäteriet, dnr 601-2018/4927.*



Figur 13. En kavitet, A510, i den förglasade delen av muren. Foto från söder: Mia Englund.



Figur 14. En kavitet, A568, i den förglasade delen av muren. Foto från nordöst: Mia Englund.



Figur 15. A668 i profil. Den förglasade delen av muren ses som ett gråblått lager centralt i profilen. Foto från sydöst: Mia Englund.



Figur 16. Det södra murlivet (T630, T641 och T654). Murlivet består av de större, något rödfärgade stenblocken i förgrunden. Foto från sydväst: Mia Englund.



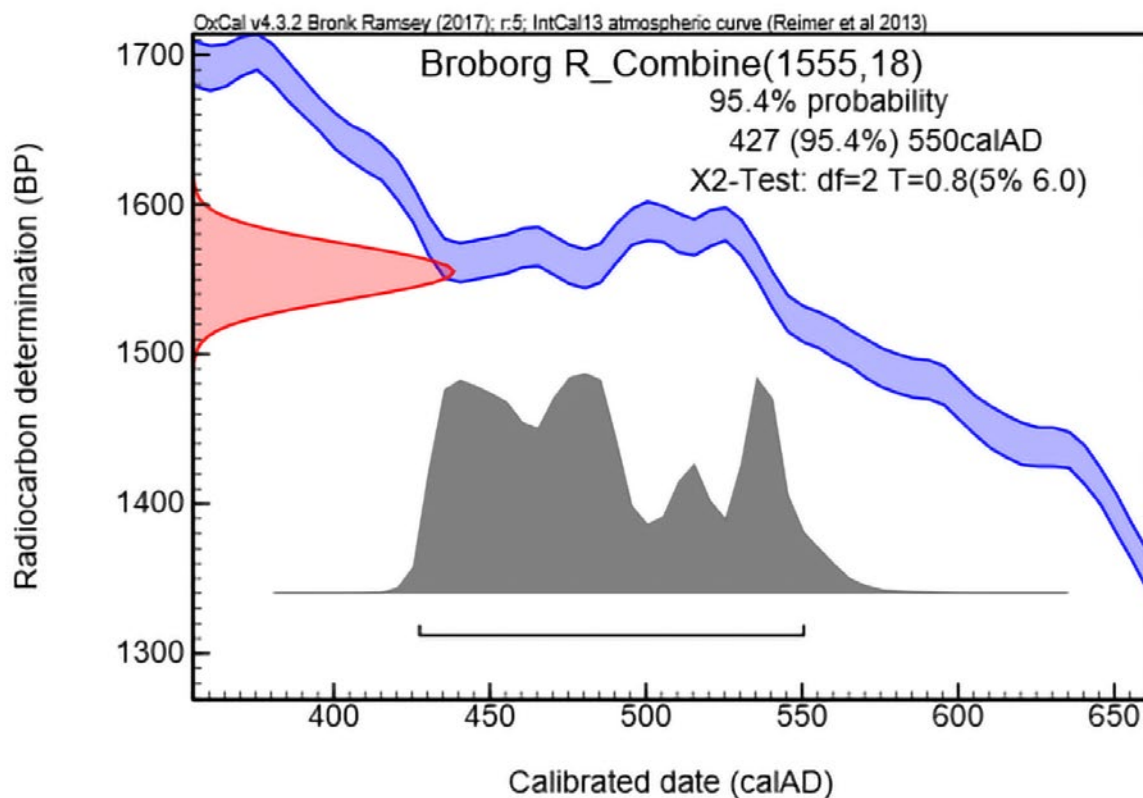
Figur 17. Det ursprungliga läget för block A711 markerad med en tumstock. Till höger i bild en sedan gammalt avbruten del av muren, A711. Den smälta undersidan är belägen mot kameran. Foto från norr: Eva Hjärthner-Holdar.



Figur 18. Kolavtryck i muren där block A711 ursprungligen suttit. Foto från norr: Eva Hjärthner-Holdar.



Figur 19. Den förglasade delen av muren, A668, i plan. Foto från norr: Fredrik Larsson.



Figur 20. Kombinationsdatering av Ua-57543, Ua-57545 och Ua-57546 från A506.
Sigma 1 värdet för kombinationsdateringen var 432–490 e.Kr. (57.4%) och 531–542 e.Kr. (10.8%).



Arkeologerna

Statens historiska museer