

Digitala landskap

Om laserskanning och arkeologi

TONY ENGSTRÖM

Laserteknologi är kanske inte det första man kommer att tänka på i samband med arkeologiska undersökningar. Under de senaste åren har emellertid en metod kallad laserskanning kommit att etablera sig som ett värdefullt hjälpmedel inom flera olika mättekniska områden, inte minst inom industri- och byggsektorerna. Även inom arkeologin har den nu börjat finna en plats och används i allt högre utsträckning runt om i världen för att dokumentera arkeologiska miljöer, föremål och monument. Laserskanningen möjliggör nämligen dokumentation av vissa arkeologiska objekt och miljöer både noggrannare, snabbare och mer kostnadseffektivt än tidigare. Resultatet är en mycket exakt tredimensionell inmätning och modellering av allt ifrån hela landskap till enskilda föremål. De digitala modeller som skapas utifrån en skanning kan användas för såväl uppvisning och utställning som analys och tolkning av arkeologiska fynd och miljöer. I samband

med E4-projektet utvecklades ett samarbete mellan arkeologer på Societas Archaeologica Upsaliensis (SAU) i Uppsala och mättekniker vid GIS-institutet och företaget 3DFocus i Gävle. Syftet var att i arkeologiska sammanhang testa tekniken med s.k. terrester, eller markbunden, laserskanning (TLS). Detta var första gången i Sverige som metoden användes för att dokumentera topografiska förhållanden vid en arkeologisk utgrävning och resultaten är mycket lovande. Med introducerandet av markbunden laserskanning kan mycket väl en ny era av arkeologisk dokumentations- och inmätningsteknik ha tagit sin början.

Traditionell arkeologisk inmätningsteknik

För bara ett par tre decennier sedan skedde all arkeologisk fältdokumentation mer eller mindre manuellt. Koordinatnät

sattes ut med käppar över undersökningsområden, anläggningar och fynd mättes in med tumstockar och måttband och den tekniska utrustningen inskränkte sig till kameror och tämligen enkla avvägningsinstrument för höjd och längdmätning, s.k. teodoliter. De undersökta ytorna planritades för hand eller lodfotograferades med systemkamera från fototorn. Tornfotona revs i mindre pusselbitar för att passas ihop till ett sammanhängande lapptäcke av lodbilder över en yta. Den manuella tekniken gav ofta ett förvånansvärt noggrant resultat men var omständlig, tidsödande och kostsam på stora ytor. Att uppfånga och överblicka stora mängder data, som t.ex. fynd och provers relation till olika områden, anläggningar och rutor krävde stor organisationsförmåga och ett orubbligt tålamod. De senaste 20 årens utveckling, med datorernas ökade kapacitet, nya inmätningstekniker och geografiska informationssystem (GIS), dvs. möjligheten att länka geografiska data med annan relevant information, har betytt mycket för den arkeologiska fältmetodik. Ny teknik har kommit att mer eller mindre revolutionera möjligheterna att organisera och analysera materialet även vid mycket stora undersökningar.

Ett stort tekniskt steg togs under 1980-talet då totalstationer och bärbara fältdatorer introducerades och till stor del kom att ersätta måttband, ritpapper och enklare avvägningsinstrument. Total-

stationen kan enkelt beskrivas som en avancerad teodolit som mäter avstånd och höjd med hjälp av enstaka laserpulser. Alla mätdata lagras i ett minne och kan sedan omvandlas till digitala kartor och ritningar. Numera finns totalstationer där laserpulsen studsar mot i princip vilket föremål som helst men inom arkeologin används oftast ett reflekterande prisma, fastsatt på en bärbar stång. Genom att punktvis mäta in avgränsningen för olika objekt och tala om för datorn vilka av inmätningpunkterna som ska sammanbindas, skapas polygoner och linjer med x-, y- och z-referens i ett valfritt koordinatnät. På så sätt kan olika arkeologiska objekt som t.ex. gravar, stolphål och brunnar ritas ut på en karta med en noggrannhet på centimeternivå.

Under 1990-talet blev även GPS-utrustningen användbar för arkeologer. GPS (Global Positioning System) är ett militärt system av navigationssatelliter som har utvecklats av USA. GPS-systemet omfattar 24 satelliter som cirkulerar runt jorden på 22 000 km höjd i sex olika banor. Ombord på satelliterna finns atomur som återger tiden med mycket hög exakthet. De signaler, med bland annat tidsuppgifter, som satelliterna sänder ut gör det möjligt för en GPS-mottagare att räkna fram sin position. Skillnaden mellan utsänd tid och tid vid mottagandet anger avståndet till satelliten och genom att kombinera värden från flera

satelliter kan man få uppgift om latitud, longitud och höjd över havet. Tidigare har USA lagt störningar på signalen för att försämrå möjligheten till positionsbestämning för andra än dem själva. Sedan störningen togs bort och sedan man även installerat stationära basstationer på land (så kallad differentiell GPS eller DGPS) har noggrannheten emellertid ökat avsevärt. I takt med att tekniken har utvecklats har alltså även precisionen förbättrats och man kan numera göra noggranna inmätningar och karteringar även med GPS.

Terrängmodeller

För att förstå fornlämningarna och människorna som skapade dem samt deras specifika levnadsbetingelser, är det viktigt att även försöka förstå det landskap som man utnyttjat, levt i och begränsats av. De förhistoriska aktiviteterna har många gånger haft ett aktivt och betydelsefullt förhållande till landskapet och terrängens variationer. Så har gravar och gravfält t.ex. ofta placerats i höjdlägen, gärna intill färdvägar av olika slag, för att de ska vara synliga för så många som möjligt. Ett annat exempel är jägarstenålderns tillfälliga boplatser eller jaktstationer vilka ofta har förlagts till skyddade lägen vid våtmarker, vattendrag och framför allt till kuststränderna.

Landskapet förändras dock ständigt.

Hur det förhistoriska landskapet sett ut kan vara svårt att urskilja i en miljö där nästan allt har påverkats och omformats av sentida bebyggelse, odling och skogsbruk. Därtill kommer landhöjningen, som har pågått sedan den senaste inlandsisens avsmältning och som fortfarande pågår, inte minst i Uppland. Den kraftiga landhöjning som norra Uppland är utsatt för, i kombination med det tämligen flacka landskapet, leder t.ex. till att de säsongsboplatser och jaktplatser som för 6000–7000 år sedan var belägna i skärgård eller vid skyddade havsvikar nu återfinns 50–60 meter över havet och ibland flera mil från den nuvarande kusten.

De allra flesta arkeologiska undersökningar sker i samband med markexploateringar av olika slag, t.ex. vid anläggandet av vägar, järnvägar eller bostadsområden. Vid sådana byggen är det emellertid inte bara fornlämningarna som grävs bort och försvinner utan oftast raderas även de ursprungliga terrängvariationerna, fullständigt och för alltid. Det är därför sällan möjligt att i efterhand återvända till en undersökt fornlämning för att studera de topografiska förhållandena och det kan därför i många fall vara värdefullt att i samband med undersökningen dokumentera inte bara själva fornlämningen utan även den omgivande terrängen. En viktig del av denna miljödokumentation kan utgöras av en terrängmodell, dvs. en tredimensionell modell av markytans variationer.

Ett vanligt sätt att skapa terrängmodeller har varit att punktvís mäta in alla höjdvärderingar med totalstation och därefter skapa en digital modell i en dator. Att mäta in ett stort undersökningsområde punkt för punkt är emellertid både tidskrävande, arbetsamt och kostsamt. Med hjälp av en laserskanner, som mäter flera tusen punkter i sekunden, kan nu terrängmodeller skapas på ett betydligt snabbare och enklare sätt.

Laserskanning och arkeologi

En noggrann digital dokumentation av ett fornlämningsområdes terrängvariationer kan med laserskanning göras på några timmar istället för som tidigare flera dagar och dessutom med en betydligt högre noggrannhet och detaljupplösning. Beroende på vilken typ av utrustning man väljer är det möjligt att skapa tredimensionella modeller av allt ifrån stensättningar och hållristningar till hela landskap. De arkeologiska objekten, som t.ex. gravar, huslämningar, brunnar eller härdar, vilka mätts in på vanligt vis med totalstation (fig 1), kan därefter läggas samman med den skannade landskapsmodellen och på så sätt komplettera denna till en lättöverskådlig och pedagogisk helhetsbild. Även efter det att terrängen jämnats ut och fått ge plats för t.ex. en motorväg blir det därigenom möjligt att i datorn återvända till platsen och studera

fornlämnningarnas förhållande till topografin (fig 2).

Då metoden fortfarande är förhållandevis ny har endast ett fåtal försök hittills genomförts inom svensk arkeologi. Laserskanning har emellertid använts i flera arkeologiska sammanhang i andra delar av världen. Ett exempel är det välkända stenmonumentet Stonehenge i södra England, där man med hjälp av laserskanning bland annat upptäckt tidigare okända ristningar på hållarna, samtidigt som man fått en bra digital dokumentation av de redan kända ristningarna. Dessutom har skanningarna gett en detaljerad tredimensionell digital modell av hela monumentet för fortsatt analys och uppvisning¹. Andra exempel är laserskanning av hållmålningar i Australien², neolitiska flintgruvor i Norfolk, England³ och egyptiska gravkammare i Konungarnas dal⁴.

Med hjälp av fotogrammetrisk teknik har man lagt på bilder av de australiska hållmålningarna över den skannade ytan och på så sätt fått tredimensionella digitala kopior av dessa. De engelska flintgruvornas trånga gångar är, med traditionell teknik, mycket svåra att dokumentera på ett översiktligt och exakt sätt. Med laserskanningen har man nu fått möjlighet att återskapa gruvgångarna som digitala modeller. Beträffande de egyptiska gravkammarna har man gått ytterligare ett steg då man skannat dem för att sedan kunna bygga upp exakta fullskalekopior för besökande turister.

Tekniken

Det finns flera olika tekniker för markbunden laserskanning och dessa har olika för- eller nackdelar beroende på vilken typ av dokumentation som ska utföras. Den metod som användes vid E4:an kallas "pulse time-of-flight" och fungerar mycket bra på avstånd från några enskilda meter upp till några hundra meter. Något förenklat kan tekniken beskrivas som att skannern, i mycket hög hastighet sänder ut laserstrålar eller pulser som reflekteras från ytan på ett objekt. Genom att mäta den tid det tar för varje laserpuls att studsas tillbaka kan systemet fixera varje punkt i rummet. I så måtto har tekniken vissa likheter med de totalstationer som vanligen används för inmätning inom arkeologin. Vissa väsentliga skillnader finns dock. Laserpulserna från skannern behöver till exempel inget reflekterande prisma för att studsas tillbaka. De reflekteras från de allra flesta material, och systemet kan till och med avgöra skillnader i densitet eller färg på ett material. En annan väsentlig skillnad är att skannern kan sända ut och ta emot laserpulserna i en mycket hög hastighet. Den mäter med en hastighet av flera tusen punkter i sekunden, vilket förstås innebär att det är möjligt att skanna ganska stora områden på kort tid. Följaktligen skapas det även en enorm mängd mätdata i systemet. Den första bild som tar form i datorn är ett stycke rådata som kal-

las punktmoln och som helt enkelt består av alla de inmätta och fixerade punkterna, återgivna i olika färger beroende på hur de har reflekterats från ytan.

Exemplet Sommaränge skog

Sommaren 2003 undersöktes ett drygt 300 meter långt och 90 meter brett område några kilometer norr om Björklinge i Uppland. Platsen kallades Sommaränge skog och bestod av förhistoriska lämningar av mycket varierande art från senneolitikum till medeltid. Det mest framträdande var dock den grav- och kultplats som sträckte sig över större delen av området och som härrörde från bronsåldern. Den omfattade bland annat tre stora skärvstenshögar varav den ena täckte en oval stensättning och innehöll flera begravningar med fynd av människoben, keramik, guldtråd och en "rakkniv" i brons. Under de andra två skärvstenshögarna återfanns kremeringsplatserna. Dessutom fanns på kultplatsen en mängd begravningar i form av en monumental röseliknande stensättning, ytterligare flera mindre stensättningar och blockgravar samt områden med omarkerade och utspridda brända människoben. Även spår av en pallisadanläggning och ett mindre kulthus kan hänföras till de rituella aktiviteterna från bronsåldern. Partier av en hålväg, som sannolikt löpt genom hela området, återfanns på ett par ställen och i norr och

söder markerade två skålgropsblock det rituella områdets begränsning. Från folkvandringstid (400–550 e.Kr.) påträffades flera gravar i tydligt avgränsade stensättningar med för perioden typiska fynd som agraifknappar, vulstnål, björnfalanger, hornkammar och brända människoben. De medeltida lämningarna bestod av en gård med flera byggnader och tillhörande eldstäder, tegelugn, smedja och brunn. Fyndmaterialet från gården utmärkte sig genom sin sammansättning och speciella karaktär som visade att det rör sig om en högreståndsmiljö från 1300-talet. Gården har legat avskild från annan bebyggelse och tycks ha varit bebodd under en relativt kort tid men av en välbärgad familj. Liknande gårdar i uppländsk utmark hade tidigare inte undersökts arkeologiskt vilket gör den till en mycket speciell och uppseendeväckande fornlämning.

Ur en rent topografisk synvinkel var det emellertid fornlämningarnas placering i förhållande till höjdvariationerna som gjorde området lämpligt för laser-skanning. Det kom nämligen att visa sig att samtliga tydliga och välavgränsade stensättningar och skärvtenshögar låg placerade på små höjder och ändmoräner som sträckte sig över området. De diffusa gravarna och stenkonstruktionerna låg däremot i de flesta fall mer låglänt och undanskymt. Även den medeltida bebyggelsen var belägen på en terrassformation uppe på en av moränryggarna. Beträffande hålvägar är det ett välkänt

faktum att de framträder i backiga partier där markslitage varit stort och där erosionen hjälpt till att gröpa ur och forma de skålade stigarna. På Sommaränge skog var den hålvägsdel som löpte över ett höjdparti i norr den allra tydligaste.

Dessa förhållanden ansågs värda att dokumentera med en skannad terrängmodell. Projektet fick formen av en pilotverksamhet i syfte att utveckla och testa teknikens lämplighet för arkeologiska ändamål. Till en början kom det att kräva en del arbete för att få dokumentationen användbar men slutresultatet blev mycket tillfredställande och både arkeologer och mättekniker kom efterhand att lära sig en hel del viktiga förutsättningar och knep inför kommande skanningar.

Den inledande skanningen, vilken senare skulle få tjäna som underlag för terrängmodellen, gjordes efter det att skogen fällts men innan avtorvning och rensning. För att tillfredsställande täcka hela ytan gjordes sex olika uppställningar av skannern och arbetet utfördes under ca en dags effektiv mätning. Det punktmoln som genererades av inmätningarna består av närmare 12,5 miljoner mätpunkter. Alla punkterna var relaterade till samma koordinatnät som användes för de övriga inmätningarna på utgrävningen. Utifrån punktmolnet skapades sedan en tredimensionell terrängmodell som vida överträffar vad som hade varit möjligt att åstadkomma genom inmätning med t.ex. totalstation eller GPS (fig 2 och 3).

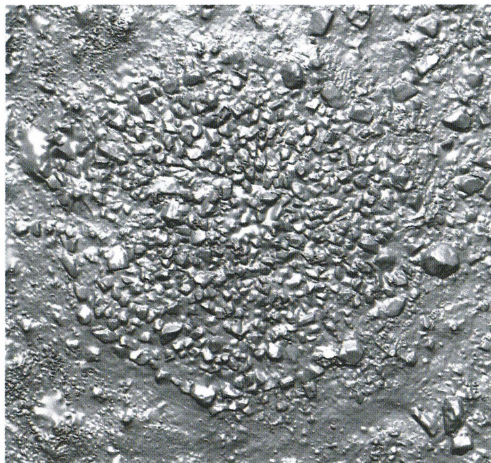


Figur 3. Skannad terrängmodell av undersökningsområdet vid Sommaränge skog med vissa av de arkeologiska objekten tredimensionellt draperade över ytan. Centralt på bilden syns de tre skärvstenshögar (skrafferade) med begravingar och kremeringsplats. Modellering: Kicki Martinelle och Tony Engström, SAU.

Fornlämningarnas förhållande till höjdvärdena var något som kunde anas redan vid undersökningstillfället men det blev riktigt tydligt först efter det att alla inmätningar var utförda och den skannade modellen kopplats ihop med de andra inmätningarna. På så sätt kan laserskanningen sägas ha bidragit till förståelsen av det förhistoriska landskapet och till att tydliggöra fornlämningarnas relation till detta. I den tredimensionella modellen

har vi även fått en utmärkt dokumentation av dessa förhållanden som gör att vi digitalt kan återvända till platsen och göra ingående studier av topografin trots att den nu är helt utjämnad och överbyggd av den nya motorvägen. Modellen kan även fungera som förtydligande stillbildsmaterial vid publicering av undersökningsresultaten och höjdskillnader kan visuellt förstärkas, t.ex. genom artificiell snedbelysning eller med färger, alternativt genom att helt enkelt laborera med olika höjdvärden direkt i den digitala modellen.

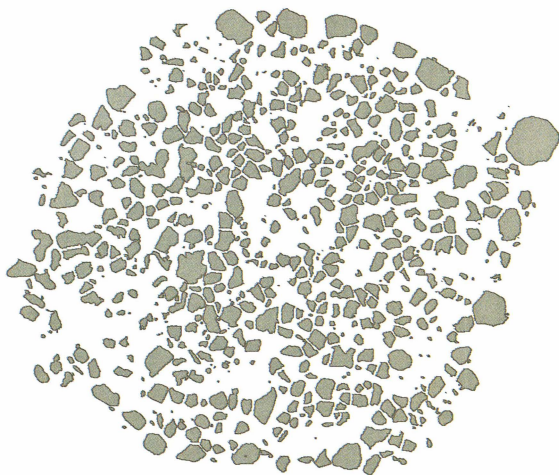
I ett senare utgrävningsskede gjordes även en mer detaljerad skanning av en rund stensättning från yngre bronsålder (fig 4). Utifrån punktmolnet har bland annat en tvådimensionell planritning av stensättningen tagits fram (fig 5). Att digitalt renrita stensättningar och andra stenkonstruktioner utifrån fältritningar eller lodfoton är i vanliga fall ett ganska tidsödande moment. Att kunna ta fram en tvådimensionell översiktsritning direkt ur den digitala modellen kan alltså vara ett sätt att spara både tid och kraft. Syftet med försöket var att testa med vilken noggrannhet datorn kunde återge stenarna i en tvådimensionell ritning med slutna polygoner. I stora drag slog försöket väl ut men det visade sig att datorn på vissa ställen hade svårt att skilja på stenar som låg tätt emot varandra och det förekom att dessa blev felaktigt utritade. Detta skulle dock troligen kunna



Figur 4. Den skannade stensättningen vid Sommaränge skog. Modellering: Mikael Östlund, 3DFocus. Bildbearbetning: Tony Engström, SAU.

undvikas genom en noggrannare skanning av ytan än vad som gjordes i detta försök. På så sätt undviker man även de skuggor som kan uppkomma på baksidan av vissa stenar.

Vidare skannades även den ena av området två skålgropsstenar (fig 6 och 7). Skålgropsar kan vara svåra att dokumentera med fotografi och det krävs oftast att man fyller i dem med färg för att de ska framträda på bild. I den skannade modellen syns emellertid skålgroparna tydligt vid snedbelysning och

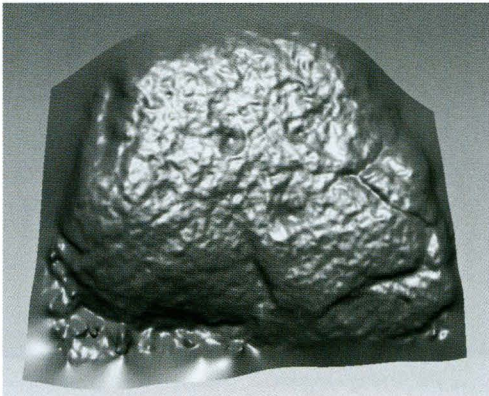


Figur 5. Tvådimensionell planritning av den skannade stensättningen. Ritningen är automatiskt skapad av dator utifrån det så kallade punktmolnet. Ritning: Mikael Östlund, 3DFocus.

även i detta fall hade skanningen kunnat göras med betydligt högre upplösning för en noggrannare dokumentation. Generellt kan dock sägas att dokumentation av finare detaljer som t.ex. skålgropsar, hållristningar och runristningar bör ske med en annan typ av skanningsmetod än vad som användes här, t.ex. med en så kallad triangulerande skanner. Karakteristiskt för dessa är att de har en mycket hög upplösning vilket gör dem idealiska för korta avstånd och skanning av små detaljer.



Figur 6, ovan. Foto av skålgropsten med tre skålgropar. Foto: Tony Engström, SAU.



Figur 7, t.v.. Skannad skålgropsten med tre skålgropar. Modellering: Mikael Östlund, 3DFocus. Bildbearbetning: Tony Engström, SAU.



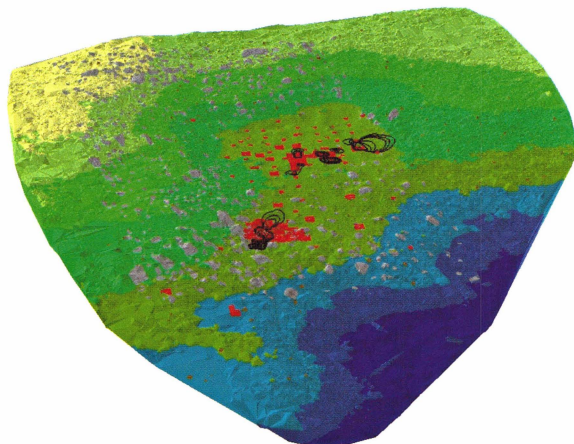
Figur 8. Flygfoto över Skallmyran från norr. © Hawkeye flygfoto.

Exemplet Skallmyran

Under våren 2004 undersöktes en stenåldersboplats vid Skallmyran i Tierps socken, några kilometer nordost om Månkarbo (fig 8). Anledningen till att platsen uppmärksammades var dess mycket speciella läge i landskapet. På en närmast stenfri terrass i en sydsluttning återfanns spår efter redskapstillverkning i kvarts och kvartsit samt en eldhärd och brända sälben. I norr, väster och öster fanns höjdparter som kringgärdade terrassen och i söder en väl skyddad havsvik. Topografin har på så sätt bildat ett utmärkt läge för en tillfällig rastplats eller en säsongsboplats. Under senmesolitikum, för ca 6000 år sedan, när platsen användes var den nuvarande moränhöjden en del av en långsträckt skärgårdsö, inte långt ifrån fastlandet, och det är troligt att man tagit sig dit med kanot.

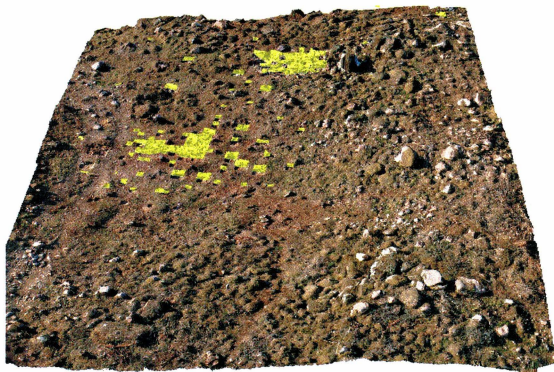
De topografiska omständigheterna har alltså varit helt avgörande för platsens användning under stenåldern och redan i ett tidigt stadium av undersökningen insågs värdet av att dokumentera detta för att bättre förstå miljön och förutsättningarna för de människor som vistats där. Efter det föregående årets erfarenheter av laserskanning vid Sommaränge skog var metoden självklar (fig 9).

Resultatet blev en terrängmodell där höjdvariationerna framträder mycket tydligt och utifrån vilken man lätt kan skapa sig en bild av hur landskapet sett



Figur 9. Skannad terrängmodell av Skallmyran, från söder. Blå partier representerar låglänta områden med vatten under senmesolitikum. Ljusa partier representerar moränhöjderna som omgav terrassen. I modellen är de undersökta (rutgrävda) områdena draperade med rött och fyndspridning av bearbetad kvarts markerad med svart. Modellering: Kicki Martinelle, SAU.

ut då platsen utnyttjades för sälfångst och redskapstillverkning. Det undersökta området med grävda rutsystem och fyndspridningar har sedan kunnat läggas samman med modellen för att skapa en god överblick av fornlämningen och även flygfotografier av området har draperats över den tredimensionella ytan (fig 10). För att ytterligare förtydliga landhöjningens inverkan på landskapet har



Figur 10. Skannad terrängmodell av terrassen vid Skallmyran, från norr. I modellen syns de grävda partierna markerade med gult. På modellen har dessutom ett flygfotografi av terrassen draperats över den tredimensionella ytan. Modellering: Kicki Martinelle och Tony Engström, SAU.

”vattennivåer” lagts in efter höjdskillnaderna i den skannade modellen. Med rätt programvara kan man därigenom lätt skapa bilder eller animerade filmer av hur strandlinjen förändrats under olika tidsperioder.

Praktiska förutsättningar

Vissa miljöer är svårare att skanna för terrängmodeller än andra. Det är t.ex. nödvändigt att ytorna är röjda från skog och sly. Den oröjda skogen och andra uppstickande föremål som inte är önskvärda i terrängmodellen ställer till med

vissa problem eftersom laserstrålarna givetvis reflekteras även mot dessa. Detta går visserligen att redigera vid modelleringen men lämpligheten med sådana redigeringar kan diskuteras. Dels för att det inbegriper ett ofrånkomligt moment av subjektiv tolkning och dels för att det gör den annars så distinkta återgivning- en i modellen suddig vid de redigerade partierna. Kvarlämnade grenar och uppstickande ris kan ställa till med liknande problem då modellen av markytan ska göras. Det kan därför vara lämpligt att skanna området i flera nivåer, t.ex. före och efter avtorvning eller, beträffande enskilda konstruktioner, i olika utgrävningsstadier. Det kan även vara lämpligt att kompletteringsskanna enskilda konstruktioner som stensättningar med en högre upplösning och med flera uppställningar från flera håll. Dessa detalj- skannade objekt kan sedan läggas samman med den större terrängmodellen och komplettera denna. Enskilda objekt, som t.ex. stensättningar, hållristningar och enskilda fynd, kan i många fall även vara intressanta att skanna helt fristående för noggrann uppmätning och dokumentation.

Ett grundkriterium för när det kan vara påkallat att skanna ett helt fornlämningsområde är givetvis att det finns höjdvariationer eller ovan mark synliga konstruktioner som är värda att dokumentera i en terrängmodell. Att skanna en jämn åkermark ger inte mycket infor-

mation, även om där finns aldrig så tätt med fornlämningar under ytan. Förutom denna uppenbara förutsättning kan ett rimligt kriterium vara att fornlämningarna dessutom haft ett aktivt och relevant förhållande till de topografiska variationerna. Både Sommaränge skog och Skallmyran visade sig vara goda exempel på platser där så var fallet. I Sommaränge skog visade sig de allra flesta rituella anläggningar, samt även den medeltida gården, vara förlagda till områdets små höjdformationer. Detta blev tydligt och kunde åskådliggöras på ett bra sätt i den terrängmodell som skapats utifrån laserskanningen. I Skallmyrans fall kan konstateras att de förhistoriska aktiviteterna är helt och hållet avhängiga platsens terrängförhållanden. Laserskanningen har bidragit till att öka förståelsen för platsens topografiska förhållanden, som det skyddade läget och den stenfria terrassens relation till den lilla gästvänliga havsviken. Möjligheten att åskådliggöra sådana förhållanden kan ha stor betydelse för synen på de förhistoriska aktiviteterna.

Nytan och framtiden

Det ursprungliga syftet med projektet var att få möjlighet att testa tekniken med laserskanning i arkeologiska sammanhang och undersöka dess potential som ett alternativt sätt att skapa terräng-

modeller av arkeologiska miljöer. Resultaten fick oss emellertid snabbt att inse att metoden även kan användas på flera andra sätt. Med en laserskanner kan tredimensionell dokumentation av t.ex. stensättningar, hållristningar och enskilda fynd göras på ett tämligen enkelt sätt och med stor exakthet. I och med att de färdiga modellerna är rörliga, det vill säga kan vridas, vändas och studeras på olika nivåer och ur alla upptänkliga vinklar, lämpar de sig även mycket bra i publika sammanhang. De kan läggas in i databaser tillsammans med annan information, publiceras på Internet, användas som interaktiva animationer vid utställningar eller visas vid föredrag.

Tekniken erbjuder som sagt även en möjlighet till mycket exakta uppmätningar av komplexa konstruktioner och strukturer i den digitala modellen. Det är t.ex. enkelt att göra tillförlitliga volymberäkningar på gravhögar direkt i punktmolnet. En av de riktigt stora fördelarna med den skanningsmetod som använts i de ovan nämnda fallen, torde emellertid vara möjligheten att på ett relativt snabbt och billigt sätt bevara en bild av terrängvariationerna på en yta även efter det att den blivit bortgrävd och bebyggd. Den möjlighet till översikt och förståelse av de förhistoriska aktiviteternas förhållande till landskapet som metoden erbjuder kan vara mycket värdefull när materialet ska analyseras.

Laserskanning är inget fullständigt

eller heltäckande substitut för de traditionella dokumentationsmetoder som används inom arkeologin, som ritning för hand, fotografering eller inmätning med totalstation, åtminstone inte ännu. Metoden kan visserligen erbjuda snabb och exakt inmätning och närmast naturalistiska återgivningar av vissa objekt men man kan också konstatera att den i viss mån berövar arkeologen den ibland nödvändiga möjligheten till tolkning i själva inmätningsskedet. Mätning eller ritning av fornlämningar kräver många gånger mer än en noggrann återgivning av längd-, bredd- och höjdförhållanden. Ofta krävs även en tolkning och avgränsning av olika sammanhang utifrån faktorer som fyndfrekvens, färgförändringar och jordart. Även om laserskannern erbjuder ett mycket avancerat mätsystem så är den rådata som produceras (dvs. punktmolnet) bara en återgivning av laserpulsträffar på ytor som faktiskt har uppfattats av systemet. Det innebär alltså att den nödvändiga avgränsningen ändå kan behöva göras vid själva utgrävnings-tillfället. En kombination av inmätning med totalstation, arkeologisk erfarenhet och laserskanningens tekniska överlägsenhet beträffande hastighet, noggrannhet och effektivitet kan emellertid skapa ett mycket användbart underlag för analys och tolkning av en fornlämning. Då man kan räkna med att tekniken kommer att utvecklas ytterligare och att både skannrar och mjukvara blir billigare och

mer lättanvända, kan laserskannern mycket väl komma att bli ett viktigt kompletterande vardagsredskap vid arkeologiska undersökningar i framtiden.

Noter

- 1 Brayne m fl 2003, Wessex Archaeology / Archaeoptics 2005
- 2 El-Hakim m fl 2004
- 3 English Heritage 2005
- 4 Ahmon 2004
- 5 Kitzler Åhfeldt 2002

Litteratur

- Ahmon, J. 2004. The Application Of Short-Ranged 3d Laser Scanning For Archaeological Replica Production: The Egyptian Tomb Of Seti I. *The Photogrammetric Record*. Vol. 19 Issue 106, s. 111.
- Brayne, B., Carty, A., Cribbs, P. Goskar, T. A. & Vickers, D. 2003. The Stonehenge Lasershow. *British Archaeology*. Issue 73.
- El-Hakim, S., Fryer, J., Picard, M., Whitting, E. 2004. Digital recording of aboriginal rock art. *10th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM)*, Ogaki City, Gifu, Japan, 17–19 Nov. 2004, s. 344–355.

- English Heritage 2005. Internet hemsida.
Tillgänglig den 10 maj 2005 på:
<http://accessibility.english-heritage.org.uk/default.asp?wci=Node&wce=8031>
- Kitzler Åhfeldt, L. 2002. *Work and Worship. Laser Scanner Analysis of Viking Age Rune Stones*. Theses and Papers in Archaeology B:9. Arkeologiska forskningslaboratoriet. Stockholms Universitet.
- Wessex Archaeology / Archaeoptics 2005.
Internet hemsida. Tillgänglig den 10 maj 2005 på:
<http://www.stonehengelaserscan.org>

Tony Engström är arkeolog verksam vid Societas Archaeologica Upsaliensis, och har medverkat vid ett flertal av undersökningarna för den nya E4: an. Han har ansvarat för utvecklingen av laserskanningsmetoden vid SAU.