



Sigtuna StadsGIS

Anders Wikström

Rapport Utvecklingsprojekt

Sigtuna StadsGIS

Anders Wikström



Sigtuna Museum

Stora Gatan 55
193 30 Sigtuna

sigtunamuseum@sigtuna.se
www.sigtuna.se/museer



Omslagsbild: Alla arkeologiska undersökningar som har utförts i Sigtuna sedan 1800-talet, totalt 360 stycken.

Produktion: Sigtuna Museum

© Text: Anders Wikström
© Kartor: Anders Wikström
© Formgivning: Jacques Vincent
© Original: Anders Wikström

Tryck : Sigtuna Museum 2005

ISSN : 1401-4645
ISBN : 91-975643-1-1

Innehållsförteckning

Förord	4
1. Inledning och bakgrund	5
Staden som fornlämning	
Projektet Medeltidsstaden	
Bygga på kulturlager och bevarandeproblematiken	
Nystart med nya metoder	
2. Sigtuna StadsGIS	11
Projektets genomförande	
Systemets uppläggnings- och tillvägagångssätt – teknisk beskrivning	
Databasen	
Schaktens geografiska placering och höjddata	
Vektorisering av schaktplaner	
Insamling av höjddata	
3. Fornlämning RAÅ 195 – Sigtunas Svarta jord	23
Det profana stadsrummet	
Det sakrala stadsrummet	
Fornlämningsområdet och registrerade fornlämningar	
Digitalisering av ytterligare information	
4. Fördjupningsstudie – nedbrytning av urbana kulturlager	29
Nedbrytningens processer och orsaker	
Förändring i fuktighet, uttorkning och syretillförsel	
Ursprungliga geologiska, topografiska och kulturhistoriska förutsättningar	
Temperaturförändringar	
Försurning på global och regional nivå	
Vegetation	
Naturvetenskapliga analyser	
Slutord	40
Referenser	42
Administrativa uppgifter	44

Förord

Sigtuna StadsGIS projektet har utförts som ett utvecklingsprojekt inom anslaget 28:26. För att kunna genomföra projektet och uppnå målen ansöktes om 310 000 kronor. I februari 2003 beviljade RAÄ en del av den beräknade kostnaden, 150 000 kronor. Tyngdpunkten skulle ligga på att ta fram en bevarandeplan av fornlämningsmiljön RAÄ 195 i Sigtuna med hjälp av en digitalisering av utförda arkeologiska undersökningar inom fornlämningen. Projektet kunde dock inte slutföras inom ramen för de beviljade medlen, vilket innebar att endast halva fornlämningsytan kunde digitaliseras. Med ytterligare medel från länsstyrelsen, 159 000 kronor, kunde målsättningarna med projektet uppnås.

Sigtuna StadsGIS projektet avslutas med denna rapport. Rapporten innehåller en presentation av projektet och en beskrivning av hur projektet har genomförts samt tekniska uppgifter. Den innehåller även en fördjupningsstudie om nedbrytning av urbana kulturlager med Sigtuna som utgångspunkt. Denna studie kan också betraktas som underlag för ett bevarande-program. Rapporten innehåller således både praktisk information och mer problembaserade kapitel.



Figur 1
Översiktsskarta över Sigtuna med kulturlagens (den inre begränsningen) och begravningsplatsernas (den yttre begränsningen) utbredning, baserat på arkeologiska undersökningsresultat.

1. Inledning och bakgrund

Denna rapport tillsammans med digitaliserade uppgifter om arkeologiska undersökningar i Sigtuna är slutprodukten av ett långt och stundtals intensivt arbete under två års tid. Målsättningen med projektet har varit att skapa ett digitalt verktyg (i GIS) för antikvarisk verksamhet och samtidigt skapa ett underlag för bevarandeprogram för Svarta jorden i Sigtuna, RAÅ 195. Tyngdpunkten har under projektets gång varit att se dessa två delar som en helhet. Det geografiska informationssystemet ska dock inte ses som en färdig produkt utan kommer kontinuerligt att användas, vidareutvecklas och fyllas på med uppgifter och data allteftersom ny information tillkommer. Underlaget för bevarandeprogrammet kan komma att utgöra utgångspunkt för en utvärdering och utarbetande av ett nytt och uppdaterat bevarandeprogram, baserat på de senaste arkeologiska resultaten. Tyngdpunkten för underlaget har legat på nedbrytningsprocesser, kulturlagrens omfattning och områden där kulturlager har avlägsnats. I detta sammanhang är aktuell kunskap om den antikvariska situationen och ett uppdaterat arkeologiskt kunskapsläge nödvändig.

Projektet, Sigtuna StadsGIS, omfattar en digitalisering av alla arkeologiska undersökningar och nedgrävningar som utförts inom fornlämningsområdet, i skrivande stund 360 undersökningar. Inledningsvis handlade det om att skapa en antikvarisk basnivå liknande den nivå som man arbetat med i de av länsstyrelsen i Södermanland initierade GIS-förstudierna för Nyköping och Strängnäs, helt enkelt den typ av uppgifter som finns i Medeltidsstadsrapporten och Stadsarkeologiskt register (SR). Uppgifter från arkeologiska undersökningar har digitaliserats och länkats till en databas med kortfattad information om varje undersökning (i likhet med blanketterna till Medeltidsstaden). Som en extra dimension har nedgrävningarnas omfattning och kulturlagrens tjocklek lagts till. Yta och djup skapar tillsammans en tydligare bild av fornlämningen där alla nedgrävningar finns med. Med nedgrävningar menas inte bara de som tillkommit vid arkeologiska undersökningar utan även källare, VA-schakt, elledning m.m. Uppgifter om undergrunden (lera, morän, berg) är också viktig information i det här sammanhanget. Med dessa uppgifter har en mer nyanserad och aktuell bild av fornlämningen Svarta jorden skapats.

Staden som fornlämning

Begreppet kulturlager skrevs in i Kulturminneslagen (KML) så sent som 1988. Det vi idag menar med kulturlager blev dock fast fornlämning i lagens mening redan i 1886 års förordning, men man använde istället det mer diffusa begreppet ”*bildningar* som i forntiden genom mänskligt åtgörande uppkommit på eller i närheten av boplatser” (förf. kursivering). Skyddet för kulturlager (och andra fornlämningar) var till en början svagt, men skydds- och bevarandenaspekten stärktes vid tillkomsten av fornminneslagen 1942 (FML). Bl.a. infördes en samrådsskyldighet och ett generellt kostnadsansvar i syfte att både förhindra onödiga ingrepp i fornlämning samt att ge

en morot för omsorgsfull planering inför eventuella ingrepp. Lagen gav dock inte något absolut skydd utan förutsatte att en avvägning gjordes mellan det enskilda eller det allmänna intresset av att ta bort eller bevara fornlämningen. I KML 1988 förstärktes bevarandenaspekten ytterligare genom att länsstyrelsen får ge tillstånd till borttagande av en fornlämning endast om exploateringsintresset *väsentligt* väger över bevarandaintresset. Bevarande av fornlämning får således medföra hinder eller olägenhet men inte i orimlig grad. (Hasselmo, M. *Föredrag i samband med seminariet Bygga på kulturlager 2002*)

Urbana kulturlager utgör vår i särklass största, mest omfattande och komplexa typ av fornlämningsmiljö. Inom ramen för Medeltidsstadsprojektet är ett 70-tal städer upptagna, vilket kan jämföras med tiotusentals gravfält, bytomter och boplatzlämningar. I de fall en arkeologisk undersökning utförs, friläggs också en mycket liten del av fornlämningen. Det skulle kunna jämföras med att endast ha möjlighet att gräva en mängd små titthål i en grav. Det är svårt att få en överblick. Undersökningar av urbana kulturlager genererar också mycket stora fyndmängder. En normalstor undersökning brukar ge tusentals fynd, större undersökningar betydligt fler, som t.ex. den i kvarteret Professorn 1, 1999-2000 med uppemot en halv miljon enskilda föremål (ca 50 000 fyndnummer). Undersökningskostnaderna är också höga p.g.a. tjocka kulturlager och komplexa stratigrafiska förhållanden som medför omfattande dokumentation. Komplexiteten ställer stora kunskapskrav på undersökande institutioner och på beslutande organ som Länsstyrelsen. StadsGIS-projektet kan bidra till att förenkla beslutsprocessen och förbättra beslutsunderlagen inför exploateringar inom denna typ av fornlämningsmiljö. Det långsiktiga målet är att se till att även framtida generationer kan få del av den arkeologiska skatt som urbana kulturlager utgör.

Fornlämningstypen ligger också, till skillnad från många fornlämningar på landsbygden, i levande miljöer där de ständigt påverkas. Nästan dagligen sker någon form av åverkan som i normala fall inte skulle accepteras, t.ex. den hårt trafikerade Prästgatan i Sigtuna som går över inte mindre än fyra kyrkogårdar med tusentals gravar. Kulturminneslagen tillåter normalt inte övertäckning av en fornlämning. I den levande och ständigt föränderliga miljö som städer utgör har vägar och byggnader, elledningar och avloppsledningar byggts ut under mer än hundra år, långt innan skyddet av urbana kulturlager trädde i kraft i kulturminneslagen. Naturligtvis går det inte att förändra redan fastlagda strukturer och det är kanske inte heller önskvärt, men med bättre kunskap om vilka faktorer som påverkar kulturlager i städer kan vi minska framtida skadeverkningar.

Det höga exploateringstryck på urbana kulturlager har också inneburit att de i snabb takt håller på att förändras, p.g.a. accelererande nedbrytning av organiskt material. Detta är ingalunda ett nyupptäckt fenomen. Redan under projektet Medeltidsstaden på 1970-talet (se nedan) var detta högst aktuellt. Problemet finns där och har aktualiserats ett antal gånger under mer än 30 år. Att få konkreta handlingsplaner har lagts fram beror sannolikt på det faktum att problematiken är mycket komplex, men också för att urbana kulturlager inte syns. De döljs under markytan i städerna och blir synliga först vid arkeologiska undersökningar.

Projektet Medeltidsstaden

Vid ett landsantikvariemöte i Visby i början på 1970-talet tillsattes flera arbetsgrupper varav en skulle utreda problemen kring stadsarkeologiska undersökningar. I svaren på den enkät som gruppen skickade ut till landsantikvarier och berörda stadsmuseer framgick tydligt att det var stora skillnader mellan olika städer. I t.ex. Lund och Stockholm hade över 1000 undersökningar utförts medan det i de flesta städer endast hade utförts ett eller några tiotal undersökningar (Forsström 1974 s 78-81). Kulturminnesvården behövde ett samlat vetenskapligt underlag för bedömningar av stadsarkeologiska ärenden och det restes krav från antikvariskt håll om bättre bevakning av ingreppen.

För att få bättre underlag påbörjade RAÄ därför en kartering av städer med medeltida ursprung. Som ett första steg avgränsades fornlämningsmiljön baserat på stadens utbredning enligt 1600-talskartor. Man ansåg att denna avgränsning var godtagbar och att den sannolikt stämde överrens med den medeltida stadens utbredning. År 1976 gjordes ett utskick till berörda kommuner och länsstyrelser med fornlämningsens utbredning redovisad på en karta. Men det betonades att kunskapen om utbredning och karaktär på de medeltida stadslagren var begränsad och att redovisningen inte skulle uppfattas som en gräns för fornlämningen. I stället skulle den betraktas som en avgränsning inom vilket kommunen och exploatörer skulle samråda med länsstyrelsen inför planerade ingrepp och att gränsen skulle revideras allteftersom ny kunskap tillkom. (*Hasselmo, M. Föredrag i samband med seminariet Bygga på kulturlager 2002*)

I mitten av 1970-talet startade projektet: Den tidiga urbaniseringsprocessens konsekvenser för nutida planering (Medeltidsstaden). Bakgrunden var att en överblick över den stadsarkeologiska situationen i Sverige saknades. De så kallade "rekordårens" saneringar i våra stadskärnor under efterkrigstiden innebar samtidigt ett ökat exploateringsstryck. Större och mer kostsamma arkeologiska undersökningar i stadskärnorna utfördes. Tillståndsgivningen från de antikvariska myndigheterna skiljde sig dock åt vilket medförde att den stadsarkeologiska verksamhetens omfattning kraftigt varierade mellan olika städer. Ofta berodde det på om det fanns en antikvarisk tradition i den enskilda staden och i vissa fall på personliga initiativ (Tesch 1986 s 38-40).

Ett av projektet Medeltidsstadens målsättningar var därför att "detaljerat kartlägga och beskriva den stadsarkeologiska situationen och dess konsekvenser för den fysiska planeringen" (Medeltidsstaden 1, 1976 s 8). Som en del i denna målsättning sammanställdes alla kända arkeologiska undersökningar i varje medeltidsstad och gavs ut i rapporter. Det antikvariska verktyget skulle vara enhetligt och benämndes Stadsarkeologiskt Register (SR). Projektet kom att få stor betydelse för den stadsarkeologiska forskningen. Däremot fullföljdes inte de antikvariska ambitionerna, t.ex. löstes aldrig frågan om ansvaret för ajourföringen av SR. För de flesta medeltida svenska städer saknas därför idag samlad information från undersökningar efter 1970-talet.

Bygga på kulturlager och bevarandeproblematiken

Genom projektet Medeltidsstadens arbete framgick att den antikvariska situationen skiljde sig mycket från stad till stad. I en del städer fanns stora sammanhängande områden med välbevarade kulturlager och de urschaktningar som gjorts hade dokumenterats arkeologiskt. I de flesta städer var dock en stor del av kulturlagren redan bortschaktade och i många fall utan föregående arkeologiska undersökningar. Denna insikt ledde till en striktare tillämpning av fornminneslagen. Sedan 1970-talet har därför arkeologiska undersökningar utförts regelmässigt i samband med exploateringar i flertalet av våra medeltida städer. Kostnaderna för nybebyggelse tenderade dock att bli så höga att endast mycket stora framtida byggföretag skulle bli möjliga. Den striktare tillämpningen av fornminneslagen lade en ”kall hand” över önskvärd förnyelse av bebyggelsen i städerna. (*Hasselmo, M. Föredrag i samband med seminariet Bygga på kulturlager 2002*)

Därför initierades i början av 1980-talet projektet ”Bygga på kulturlager” av Riksantikvarieämbetet, Byggeforskningsrådet och Bjerkingens Ingenjörbyrå AB (Uppsala). Syftet var att ta fram olika alternativa grundläggningsmetoder som inte skulle skada kulturlagren, men ändå göra det möjligt att förnya och komplettera bebyggelsen i städerna. Resultaten publicerades i tre rapporter och de framtagna metoderna för skonsam grundläggning har praktiserats i en del städer med mer eller mindre framgång. I Sigtuna har metoden endast tillämpats en gång, i kvarteret Kyrkolunden på 1980-talet. I Byggeforskningsrådets rapport från 1982 föreslogs detta område som ett pilotprojekt i samband med planerad nybebyggelse (Bäck 1997 s 4). Ingen uppföljning av byggnationen i Kyrkolunden har genomförts. Hur kulturlagren har påverkats av metoden är därför okänt. Idag är det mer än 20 år sedan byggnaderna uppfördes och det vore därför högst angeläget att jämföra resultaten från de provborrningar och naturvetenskapliga analyser som gjordes då med nya prover.

Ungefär 15 år efter Medeltidsstaden, 1989, genomförde Riksantikvarieämbetet en utredning om bevarandeprogram för kulturlager i medeltida städer. Syftet var att ta fram underlag för en diskussion. Bakgrunden var det faktum att de antikvariska myndigheterna inte hade varit så framgångsrika när det gällde att bevara de äldre städernas kulturlager. De medeltida kulturlagren i städerna höll också på att utplånas som en följd av omfattande exploateringsstryck och generös tillståndsgivning från länsstyrelserna. Därför diskuterades frågan om det inte förelåg behov av att säkra vissa representativa och vetenskapligt betydelsefulla områden för ett långsiktigt bevarande. I samband med utredningen togs bevarandeprogram för åtta medeltida städer fram, bl.a. för Sigtuna, men utredningen tog inte ställning till hur ett bevarande skulle ske (Broberg 1993 s 14 och Broberg, *Underlag för bevarandeprogram för medeltidsstäder* 1995). Några år senare hölls därför ett seminarium i Lund 1992. Avsikten var att belysa bevarandefrågor ur kulturmiljövårdens, den arkeologiska forskningens och allmänhetens synvinklar samt att diskutera framtida åtgärder (Holmström & Redin 1993).

Under de senaste decennierna har uppmärksammat att miljöförändringar kraftigt påverkar vårt materiella kulturarv. T.ex. har de kraftiga utsläppen av

luftföroreningar under de senaste 50-100 åren satt sina spår på byggnader, statyer, hällristningar och målningar. Vid ett antal undersökningar av svenska fornlämningar har man kunnat konstatera att tillståndet hos olika fynd kraftigt försämrats under 1900-talet. Det gäller fynd både av organiskt och oorganiskt material. Exempelvis består bronsföremål utgrävda i Birka idag nästan enbart av korrosionsprodukter medan de som grävdes ut under 1870-talet var näst intill intakta (Lagerlöf & Nord 2002, s 9). En liknande situation kan iakttas för fyndmaterialet i Sigtuna. I många städer har man också under de senaste åren kunnat notera en accelererad nedbrytning av kulturlagren med sättningar på ovanliggande bebyggelse som följd. Det faktum att man oberoende av varandra har gjort samma iakttagelser är oroande. I juni 2002 anordnade Riksantikvarieämbetet ett seminarium kring de erfarenheter som gjorts av att bygga på kulturlager och vad som händer med kulturlagren just nu.

De diskussioner som förts om bevarandeprogram har till stor del kretsat kring bevarandet av befintliga kulturlager, m.a.o. att undvika att gräva bort. De senare decenniernas dramatiska förändringar i nedbrytningstakten bör dock också inbegripas i bevarandeproblematiken. Nedbrytning av kulturlager kan betraktas som en förlust av arkeologisk information. Åtminstone för Sigtunas del är det viktigt att se dessa två delar som en helhet när ett bevarandeprogram tas fram, både vad gäller sammanhängande områden med bevarade kulturlager med högt vetenskapligt värde *och* områden där kulturlagrens nedbrytningsgrad är hög alternativt låg. Kulturminneslagen syftar till att bevara fornlämningar och ett borttagande är att betrakta som ett undantag från lagen. I vissa fall kan detta synsätt dock vara kontra-produktivt eftersom en accelererad nedbrytning medför att förutsättningarna för en fullgod arkeologisk dokumentation kraftigt försämras ju längre tiden går. Där nedbrytningsprocesser hotar att förstöra möjligheterna helt skulle det i extremfall t.o.m. kunna vara motiverat att utföra arkeologiska ”räddningsgrävningar”.

Som ett exempel på detta kan erfarenheter från en arkeologisk undersökning i Sigtuna från kvarteret Professorn 1, 1999-2000, nämnas. På den tomt som skulle bebyggas hade det tidigare stått ett hus som brann 1952. Bygglov fanns därför och en förundersökning gjordes 1953 av Dagmar Selling. Ett nytt hus uppfördes dock inte. Det dröjde fram till 1980-talet innan tomten återigen blev aktuell för nybyggnation. Nu föreslogs att de alternativa grundläggningsmetoder som framtagits av Bjerking's Ingenjörbyrå AB skulle tillämpas. Ursprungligen fanns tanken att dessa skulle prövas på nya hus i städer med småskalig bebyggelse som t.ex. Sigtuna (Hasselmo 2002). Faktum är att det t.o.m. var denna tomt som initierade utredningen om alternativ grundläggning 1989. Inte heller denna gång byggdes dock något hus. Det dröjde istället ytterligare ungefär 20 år innan nybyggnationen slutligen blev av. En alternativ grundläggning tillämpades dock inte och byggenskapen föregicks därför av en omfattande arkeologisk undersökning. Resultaten blev över förväntan med välbevarade kulturlager och stora mängder med trä-, läder- och textilföremål, som annars inte brukar påträffas i Sigtuna p.g.a. dåliga generella bevaringsförhållanden. Det fanns dock stora skillnader inom undersökningsytan. Vid en jämförelse med Sellings profil från 1953 visade det sig att de övre kulturlagren hade sjunkit med över 50 cm på endast 50 år. Vid konserveringen framgick också att många

föremål var i förhållandevis dåligt skick, trots goda bevaringsförhållanden. Sannolikt hade många av dem brutits ned helt inom en snar framtid om de inte hade grävts upp i samband med undersökningen och konserverats. Paradoxalt nog är det så att om ett hus hade byggts på tomten med alternativ grundläggning i syfte att bevara kulturlagren skulle kulturlagren sannolikt ha brutits ned så kraftigt att bevarandesyftet hade gått om intet. Mycket av den arkeologiska information som nu kunde dokumenteras tack vare undersökningen skulle ha gått förlorad. Vid tillståndsgivning inför exploateringar krävs följaktligen mycket goda kunskaper om bevaringsförhållanden inom exploateringsområdet för att avgöra om en arkeologisk undersökning ska utföras eller om alternativ grundläggning kan godkännas. Oftast saknas denna kunskap.

I det avslutande kapitlet Fördjupningsstudie – nedbrytning av urbana kulturlager kommer därför främst nedbrytningen av kulturlager att beaktas. För en diskussion kring frågor om värderingen av urbana kulturlager samt en utvärdering av att bygga på kulturlager hänvisas till pågående projekt; ”Städernas kulturlager – värdering av ett hotat källmaterial” av Lena Beronius–Jörpeland och Annika Nordström, UV Mitt, samt ”Utvärdering av alternativ grundläggning i Skåne ” av Gunilla Gardelin, Kulturen i Lund.

Nystart med nya metoder

Eftersom det inte skett någon ajourföring av Stadsarkeologiskt Register har det länge funnits ett uppdämt behov av att något görs. Under de senaste åren har det på flera håll påbörjats en uppföljning av Stadsarkeologiskt Register med hjälp av GIS t.ex. i Kalmar, Jönköping, Nyköping, Strängnäs och Stockholm. Inom ramen för Stadsarkeologiskt Forums första seminarium, 2002, diskuterades behovet av en gemensam GIS-strategi som en uppföljning av projektet Medeltidsstaden. Bl.a. underströks vikten av att GIS-modellen bör anpassas till Länsstyrelsens, UV:S och kommunernas digitala miljöer. Verktuget GIS kräver dock inte total likformighet för att dokumentationen ska vara kompatibel. Vissa parametrar bör vara gemensamma liksom en del begrepp för jämförelser mellan systemen. Till viss del bör dock strukturen kunna variera eftersom varje stads kulturlager är unikt och de grävande institutionerna har olika förutsättningar och dokumentationssystem.

För att kunna upprätta bevarandeprogram för kulturlager i medeltida städer är det också av yttersta vikt att ha tillgång till aktuell och uppdaterad information om kulturlagersituationen. Det betyder att innan man upprättar ett bevarandeprogram måste de stadsarkeologiska registren för varje stad ajourföras. Det är här som GIS-strategin kommer in i bilden, både för ajourföringen och för upprättandet av bevarandeprogram. En viktig del i projektet var därför att verktuget för antikvarisk handläggning och att underlaget för ett bevarandeprogram skulle ses som en helhet. På det viset är projektet Sigtuna StadsGIS inte bara en uppföljning av projektet Medeltidsstaden utan också en vidareutveckling av detsamma. Som bonus blir materialet mer lättillgängligt för den antikvariska handläggningen inom kulturmiljövården och för den kommunala planeringen.

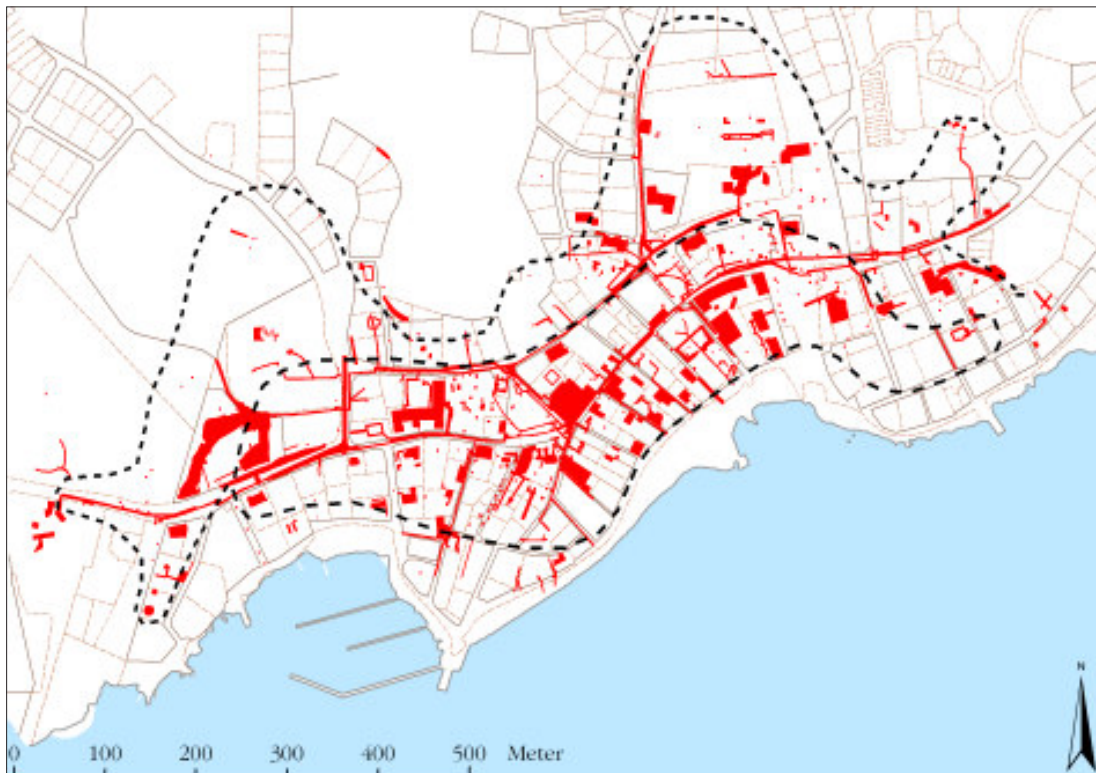
2. Sigtuna StadsGIS

Projektets genomförande

Utifrån ovan anförda förutsättningar startades projektet 2003 med en inledande planerings- och utvecklingsfas. I denna del av projektet togs en projektplan och projektbeskrivning fram. Vidare studerades olika programvaror för att utreda vilka program som var lämpligast att använda. En viktig del i planeringsfasen var också att förankra projektet hos framtida användare, främst Sigtuna kommun och Länsstyrelsen. För dessa anordnades vid två tillfällen under våren 2003 möten där projektet presenterades. Under hösten 2004 anordnades även ett diskussionsmöte på Sigtuna Museum. Medverkande var Björn Pettersson från Sörmlands Museum, Mats Blomé från Kalmar Länsmuseum och Anders Wikström och Sten Tesch från Sigtuna Museum.

Nästa steg i projektet var själva genomförandefasen, eller digitaliseringsarbetet. Inom ramen för projektet har följande utförts (figur 2):

- 354 undersökningar utförda fram till 2004 har lagts in i databasen (sedan dess har ytterligare sex undersökningar utförda 2005 lagts till)
- 354 undersökningar (schaktplaner) har vektoriserats
- 197 punkter med höjddata har skapats från ca 40 undersökningar (främst undersökningar från 1985 och framåt).



Figur 2

De röda ytorna visar de schakt som har vektoriserats, i dagsläget totalt 360 undersökningar.

Systemets upplägg och tillvägagångssätt – teknisk beskrivning

Sigtuna StadsGIS är uppbyggt av tre grundelement som styrde arbetsgången under digitaliseringen; en databas, schaktens geografiska placering och höjddata. De tre grundelementen går att använda var för sig, men den fulla potentialen nås först om de används tillsammans. Följande redovisning är en teknisk redovisning av systemets uppläggning och en beskrivning av digitaliseringsarbetet.

För att kunna använda systemet fullt ut krävs två typer av programvara; ett databasprogram och ett GIS-program. Under projektets gång användes Microsoft® Access® för databasen och ESRI® ArcView® för schaktens placering och höjddata. Valet av programvara gjordes med hänsyn till att datainformation skulle kunna användas av många användare och vara lätta att konvertera till andra format. Den enda delen av StadsGIS som är specialprogrammerad är länken mellan databasen och ArcView®. Den utgörs av ett s.k. script och hämtades på ESRI®s hemsida.

Ett stort problem vid digitaliseringsarbetet var struktureringen av uppgifter från olika undersökningar. Problemet grundar sig framförallt på att det saknas en enhetlig begreppsapparat och struktur för hur de olika arkeologiska undersökningarna har dokumenterats. Det finns mycket stora variationer i dokumentationen. Detta innebär att fragmentariska och mångtydiga originaluppgifter ”pressades” in i den digitala, enhetliga strukturen. Därvid måste vissa uppgifter tolkas om för att passa in, vilket medförde en uppenbar risk för felaktigheter och dataförlust. Detta problem minimerades dock genom att uppgifter om själva digitaliseringsprocessen fördes in i databasen, s.k. metadata, vilket är en viktig del i att säkra datakvaliteten. Alla skannade och rektifierade schaktplaner har också sparats, vilket innebär att det finns möjligheter att gå in i grundmaterialet för att kontrollera eventuella inkonsekvenser.

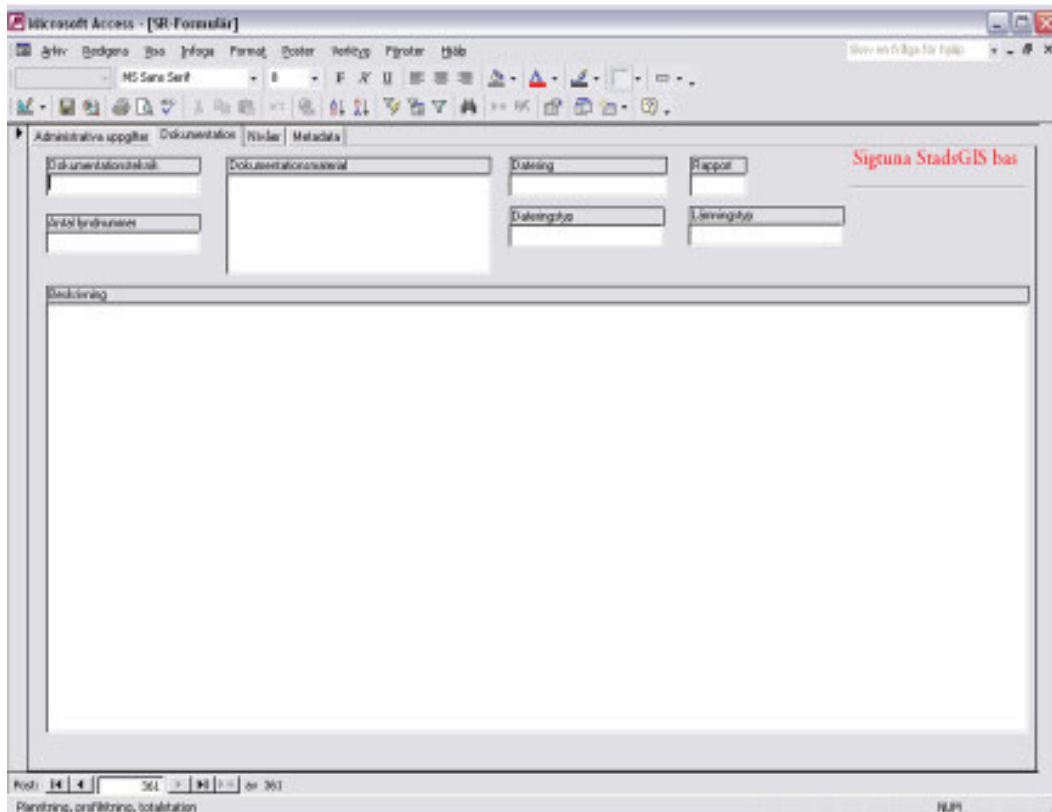
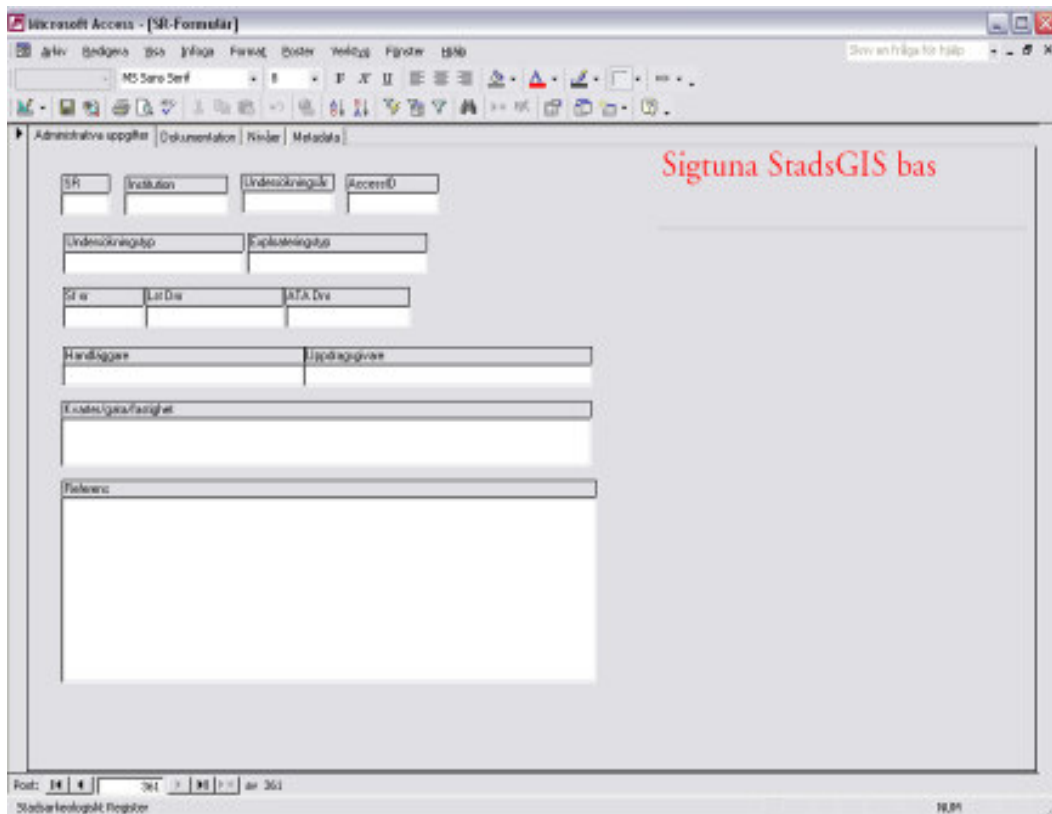
En stor fördel med digitala media är möjligheten att direkt kunna gå in och ändra felaktiga uppgifter och därmed säkra kvaliteten. Ett problem med t.ex. Medeltidsstadsprojektets tryckta rapporter är att de felaktigheter som finns är mycket svåra att få bort. Möjligheten att gå in och ändra uppgifter måste dock styras upp. Annars finns det en risk att datauppgifterna istället fragmenteras. Återigen är metadatauppgifter mycket viktiga, d.v.s. att om ändringar görs skall detta förklaras, som t.ex. vem som gjort ändringen, när den gjordes och varför.

Databasen

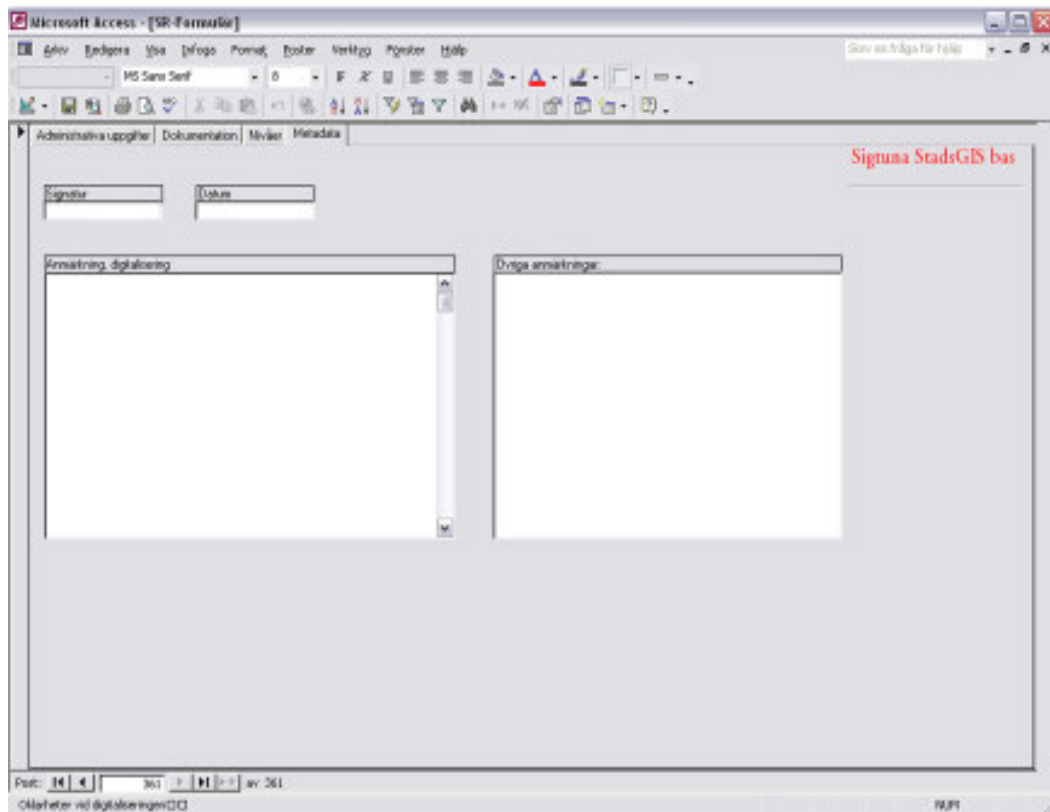
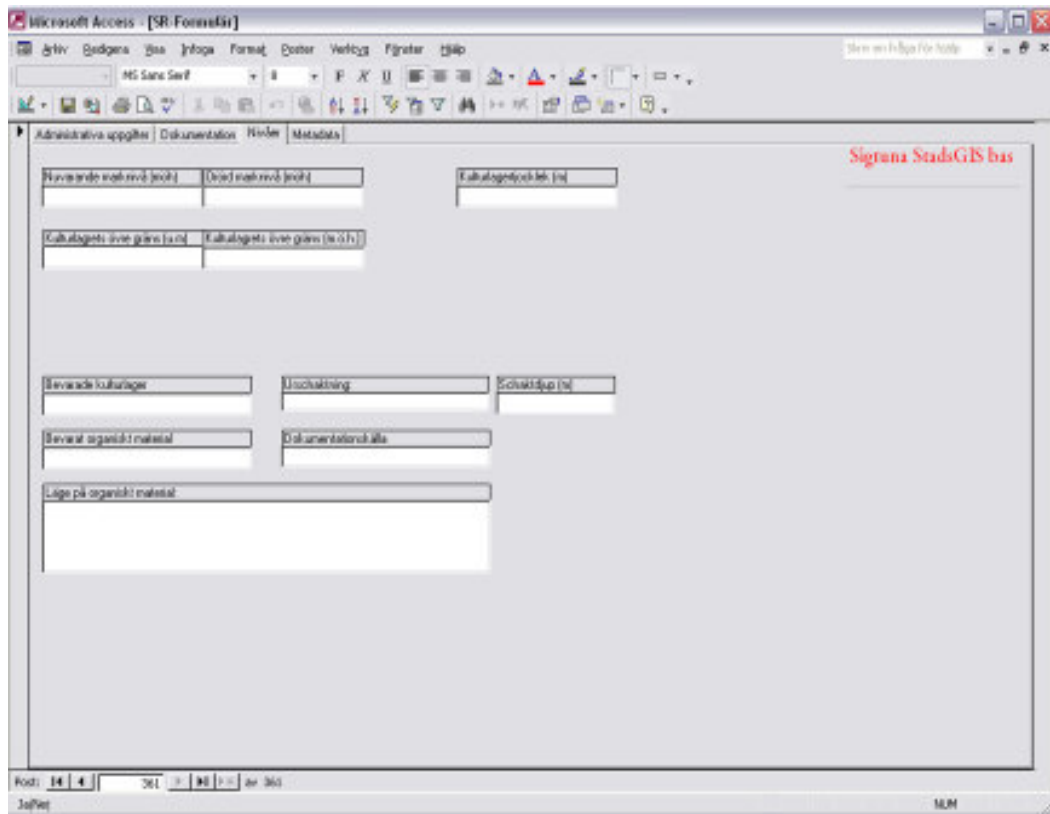
Databasens struktur bygger dels på Stadsarkeologiskt Register (Medeltidsstadens SR numrering), dels på Slutredovisningsblanketten som tidigare användes för att anmäla slutförd arkeologisk undersökning. Utöver dessa har ytterligare fält lagts till databasen, bl.a. uppgifter om urschaktningsgrad, schaktdjup, bevarandegrad och uppgifter om digitaliseringsarbetet (metadata). Databasens fält och fältdefinitioner framgår av figur 3.

Figur 3 Databasstruktur

<u>Fältnamn</u>	<u>Beskrivning</u>
Administrativa uppgifter:	
SR	Stadsarkeologiskt Register
Institution	Undersökande institution
Undersökningår	Årtal. Undersökningens första säsong
AccessID	Hyperlink till ArcMap genom ett script. Årtal och en löpande serie t.ex. 200101 betyder grävd år 2001 undersökning 1
Undersökningstyp	Arkeologisk undersökning, Förundersökning, Schaktningsövervakning, Antikvarisk kontroll, Arkeologisk iakttagelse
Exploateringstyp	Typ av exploatering t.ex. ledningsdragning, husbyggnation, vägbygge och liknande
Sf nr	Sigtuna fornhems diarienummer
Lst Dnr	Länstyrelsens diarienummer
ATA nr	Antikvarisk Topografiska Arkivets diarienummer
Handläggare	Handläggarens/undersökarens namn
Uppdragsgivare	Exploatören eller uppdragsgivaren
Kvarter/gata/fastighet	Namn
Referens	Källan för uppgifterna i databasfälten, t.ex. författaren av rapporten eller diarienummer akt ur arkiv eller Artikel
Dokumentation:	
Dokumentationsteknik	Besiktning, Fotografering, Planritning, Profilritning, Bebyggelseskiikt eller Kontextuell metod
Antal fyndnummer	Antal fyndposter
Dokumentationsmaterial	Ritningar, fotografier, materialprover
Datering	Äldsta till yngsta datering
Dateringstyp	Material som legat till grund för dateringen, t.ex. keramik, kammar, C14-analys eller Dendrokronologisk analys
Rapport	- = ingen rapport, A =Arkivrapport, P = publicerad rapport, SR=Slutredovisning, SR=Stadsarkeologiskt register
Lämningstyp	Vilken typ av lämningar som undersöktes, t.ex. kyrka, kyrkogård, bebyggelse
Anmärkning	Fritext med en kortare redogörelse för undersökningen
Nivåer:	
Nuvarande marknivå (m.ö.h.)	Nuvarande marknivå, mätt i meter över havet
Orörd marknivå (m.ö.h.)	Orörd/steril marknivå, mätt i meter över havet
Kulturlagrets övre gräns (u.m.)	Kulturlagrets övre gräns, mätt i meter under markytan
Kulturlagrets övre gräns (m.ö.h)	Kulturlagrets övre gräns, mätt i meter över havet
Kulturlagertjocklek (m)	Minsta till största tjocklek (1,0-2,0)
Bevarade kulturlager	Ja/Nej
Bevarat organiskt material	T.ex. trä, bark eller läder. Ett mått på kulturlagrets bevarandegrad Gäller både fyndmaterial och vad som kan iaktas på t ex profilritningen
Urschaktning	Urschaktningens omfattning. Till botten, större omfattning, mindre omfattning, ej till kulturlager eller osäker uppgift
Schaktdjup (m)	Schaktets djup i meter om det finns uppgift
Dokumentationskälla	Var uppgifterna om kulturlagrens tjocklek och schaktets omfattning kommer ifrån. Profilritning eller textbeskrivning
Läge på organiskt material	Beskrivning om hur djupt det organiska materialet är bevarat och i vilken omfattning. Baserat på profilritningar och rapporter
Metadata:	
Signatur	Vem som gjort digitaliseringen
Datum	Vilket datum vektoriseringen gjordes
Anmärkning, digitalisering	Oklarheter vid digitaliseringen
Övriga anmärkningar	Om några ändringar eller tillägg gjorts senare. Signatur, datum och text



Figur 4
 Databasen i Sigtuna StadsGIS är indelad i fyra delar. På vänster sida visas strukturen för administrativa uppgifter (överst) och dokumentation (underst). På höger sida visas höjdnivåer (överst) och metadata (underst).



Databasens upplägg bygger också till stora delar på liknande projekt som gjorts för Nyköpings stad, RAÄ 231 (projektansvarig Björn Pettersson; Pettersson 2004) och Strängnäs, (projektansvarig Mattias Bäck; Bäck opublikerad rapport). Anledningen till detta är att det ska gå att göra jämförelser mellan olika medeltidsstäder, vilket har efterfrågats vid ett flertal tillfällen, bl.a. diskuterades detta vid Stadsarkeologiskt Forums möte i Stockholm 2002.

Inga större skillnader finns mellan de två databaserna, men några fält har tagits bort och en del har lagts till för att anpassa den till Sigtunas förhållanden och målsättningen med Sigtuna StadsGIS bas. De största likheterna mellan databaserna är fälten för administrativa uppgifter. Databasen är layoutmässigt indelad i fyra delar (figur 4);

Administrativa uppgifter

Dokumentation

Nivåer

Metadata

Indelningen av databasen i dessa fyra delar gjordes för att göra informationen mer lättöverskådlig och hanterbar.

De administrativa uppgifterna består av fält som beskriver den arkeologiska undersökningen ur administrativ synvinkel, vem som utfört undersökningen, när den gjordes, diarienummer och referenser till skriftliga rapporter, artiklar och liknande.

Dokumentationsdelen består av fält som beskriver hur undersökningen utfördes, vilken dokumentation som finns, datering och en kortfattad textbeskrivning.

Delen om nivåer beskriver höjdnivåer, kulturlagrens bevarandegrad och tjocklek, urschaktningsgrad samt dokumentationskälla.

Den sista delen om metadata ger information om problem vid digitaliseringen, när den gjordes och av vem. Denna del är viktig då den ger upplysningar om oklarheter om schaktgränser, placering av schakten och avsaknad av dokumentationsmaterial. När systemet används i den dagliga administrativa verksamheten är det också viktigt med dessa uppgifter för möjligheten att i efterhand kontrollera oklara uppgifter. Den ger således en möjlighet att studera informationens kvalitet.

Det första momentet i insamlingen av data till databasen gick ut på att samla in uppgifter om alla arkeologiska undersökningar som utförts. Eftersom olika institutioner har utfört undersökningar hämtades uppgifterna från olika källor. Från 1985 och fram till idag har enbart Sigtuna Museum utfört undersökningar i Sigtuna. Originaldokumentationen förvaras i Sigtuna Museers arkiv. Administrativa uppgifter (Slutredovisning) från varje undersökning finns i pappersform (fram t.o.m. 1997) och digitalt (från 1998 till idag). För tiden fram till 1976 har sammanställningen av undersökningar till projektet Medeltidsstaden använts. Kopior från dessa undersökningars dokumentation och rapporter finns i museets arkiv. För undersökningar som utförts under perioden 1976 och 1985 fanns ingen

enhetlig sammanställning. Sammanställningen baserades därför på uppgifter från *Arkeologi i Sverige*, grävningsrapporter och kopior på dokumentationsmaterial i museets arkiv. Under digitaliseringsarbetet framgick att det fanns inkonsekvenser i Medeltidsstadens rapport samt att uppgifter om vissa undersökningar troligtvis saknas i Museets arkiv (främst perioden 1976 – 1985). En kompletterande genomgång av registren på ATA gjordes därför.

Digitaliseringsarbetet av pappersblanketter utfördes i tre steg:

1. skanning av pappersblanketter (SR - och Slutredovisningsblanketter)
2. omvandling av de skannade bilderna till digital text med ett OCR-program (ABBYY® FineReader®)
3. överföring av digital text till tabellform i Microsoft® Excel®

Eftersom data och fält i Stadsarkeologiskt Register och Slutredovisningsregistret skilde sig åt och att inmatning av uppgifter skett på olika vis likställdes, rättstavades och ändrades uppgifterna i Excel®. De dubletter som hittades togs bort och undersökningarna sorterades efter kvarter och gata. När redigeringen i Excel® var klar skapades en databas i Access®. Därefter fördes alla uppgifter över till databasen. Utöver de fält som användes från SR registret och Slutredovisningsregistret lades ytterligare fält till. Inmatning av data i dessa fält gjordes under vektoriseringsprocessen, liksom redigering av felaktig data.

Datafångsten av uppgifter för varje undersökning från papperskopior gjordes med hjälp av ett OCR-program (textigenkänning). Totalt rörde det sig om ca 200 blanketter. Vid digitalisering av tryckta texter med textigenkänning är det datorn som bestämmer hur varje tecken i en text skall tolkas digitalt. I denna process finns det en uppenbar risk att datorn tolkar fel. En återkommande feltolkning var t.ex. att programmet tolkade "m" som "ra". Detta fel är ganska lätt att upptäcka och åtgärda, men det finns m.a.o. en risk för att vissa uttryck och tecken är feltolkade.

Det enda sättet att säkra uppgifterna är att jämföra det tryckta materialet med det digitala. Detta arbete kan vara ganska omfattande och har därför endast gjorts i stora drag. De fält i databasen som ansågs viktiga ur söksynpunkt har dock redigerats. Fält som består av längre texter har redigerats i fall där det fanns uppenbara och många fel.

Schaktens geografiska placering och höjddata – ArcView® teman

Dessa båda grundelement har skapats i ArcView® som teman (shapefiler) utifrån arkeologisk dokumentation. Utöver dessa båda teman har ytterligare teman importerats: fastighetsgränser, byggnader, gator, jordartskarta och ekvidistanlinjer (figur 5). Koordinatsystemet är RT74, som är ett lokalt koordinatsystem som används inom Sigtuna kommun.

De teman som skapats utifrån den arkeologiska dokumentationen är:

- undersokta_schakt (polygontema)
- tjocklek_profilritn (punkttema)

Temat *undersokta_schakt* är grundtemat för de arkeologiskt undersökta schaktens placering. I möjligaste mån har varje schakts placering vektoriserats

Figur 5 ArcView teman:

<u>Namn i Vyn</u>	<u>Beskrivning</u>
Schaktdata: undersokta_schakt.shp	Samtliga undersökta schakt. Polygontema.
Analysteman	Valfria analyser gjorda genom sökningar i Attributtabeln och markeringar i olika teman som sedan konverteras till nya shapefiler.
Höjddata: tjocklek_profilritn.shp	Tema med höjddata. Utifrån detta tema kan olika höjdmodeller skapas. Punktema.
ursprung_markyta.shp	Steril nivå baserad på resultaten från arkeologiska undersökningar och de borrhprotokoll från grundundersökningar som gjorts i staden. Linjetema.
Teman från Sigtuna kommun: Z_0_5_polyline_sigtuna.shp	Höjdkurvor med 0,5 meters ekvidians
zkurvor_polyline_sigtuna.shp	
BOSTAD_polyline.shp	Byggnader
BETHUS_polyline.shp	
UTHUS_polyline.shp	
FASTIGGR_polyline.shp	Fastighetsgränser
korbanor_ployline.shp	Vägar
gangbana_ployline.shp	Gångbanor
SJOAR_region.shp	Dagens sjöar och vattenytor
JORDST74.shp	Jordarter och bergarter i Sigtunas närområde

utifrån schaktplaner som utförts i fältsituationen för att minimera antalet felkällor. Till detta tema kan databasen länkas så att olika typer av data för varje enskild undersökning kan visas i ett informationsfönster. Utifrån de olika informationstyperna kan även urval göras. Det går också att utföra statistiska beräkningar och diagram som t.ex. schaktens yta och antal undersökningar. I temat ingår även cirklar som representerar placeringen av en arkeologisk undersökning där schaktets exakta placering och storlek inte var känd eller var mycket osäker. Detta kan t.ex. bero på att schaktplan saknas eller att schaktet inte kunde refereras till kända geografiska punkter. I vissa fall fanns enbart en textbeskrivning av schaktets storlek, men inga referenser i rummet. Dessa undersökningar vektoriserades därför som cirklar.

Temat *tjocklek_profilritn* är grundtemat för höjddata. Varje punkt innehåller information om kulturlagrens tjocklek (i meter), den recenta/sentida jordens tjocklek (i meter) och den totala tjockleken från dagens markyta till ursprunglig markyta (i meter) (figur 6).

Punkterna valdes ut där det fanns detaljerade profilritningar i skala 1:10 eller 1:20. Detta tema innehåller enbart punkter där schakten gått ner till ursprunglig markyta. Eftersom varje punkt innehöll kända höjdvärden valdes de punkter bort där något av ovanstående värden inte var känt. Detta p.g.a. att det annars skulle finnas punkter med nollvärde (där värdet inte var känt), vilket skulle innebära problem vid t.ex. interpolering av höjdvärden. Interpolering går till så att datorn statistiskt beräknar värden mel-

lan två kända punkter så att en yta därmed kan täckas av värden i ett raster. Vid interpoleringsprocessen går det inte att enkelt utesluta vissa punkter. Om det finns ett antal nollvärden ger därmed interpoleringen ett felaktigt resultat. Ett sätt att komma runt detta problem är att göra ett urval, men då skapas ett nytt tema baserat på urvalet. I dagsläget valdes därför enbart punkter där alla värden var kända.

Vektorisering av schaktplaner

Vektoriseringsarbetet utfördes i Photoshop® (1) och ArcView® (2 – 4):

1. skanning av schaktplaner (i möjligaste mån originalschaktplan)
2. rektifiering och geokodning av skannade bilder
3. vektorisering av schakten
4. id-märkning

Vid vektoriseringsarbetet användes i möjligaste mån schaktplaner från respektive undersökning och inte översiktsplanen som gjordes i samband med Medeltidsstaden. Anledningen till detta var dels att minska felmarginale- rna, dels för att det fanns felaktigheter i Medeltidsstadens översiktsplan. Ett exempel på detta är en undersökning som utfördes i kvarteret Slaktaren 3 1969 (SR136) som i Medeltidsstadens översiktsplan helt enkelt hade placerats vid fel hus ca 20 meter för långt österut. Möjligheten till rektifiering av de ursprungliga schaktplanerna är också större vid digital behandling, till skillnad från papperskopior som användes när projektet Medeltids- staden genomfördes.

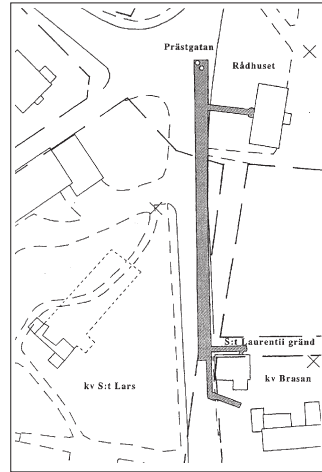
I vektoriseringsarbetet var det därför främst originaldokumentationens kva- litet som avgjorde det digitala slutresultatet, hur pass noggrant schaktet var inlagt geografiskt på schaktplanen. De flesta schaktplaner var gjorda i skala 1:100 och uppåt (figur 7). Detta innebar att det redan i detta skede fanns risker för stora felmarginaler.



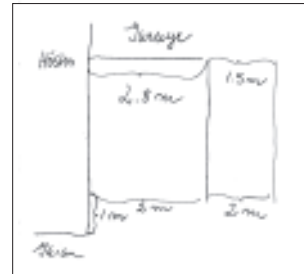
Figur 6

I kv Professorn 1 är kulturlagren uppemot 2,6 meter tjocka. Om även de översta sentida lagren räknas in blir den totala tjockleken nästan 3 meter. Bild från en undersökning som utfördes 1999-2000. (Foto: Mats Pettersson)

Generellt hade schaktplanerna sämre noggrannhet ju äldre undersökningen var. I vissa fall var schaktplanen enbart utförd som en skiss, med felmarginaler på flera meter (figur 8). De schakt som har bäst geografisk placering är inmätta med totalstation, med felmarginaler på några centimeter.



Figur 7
Schaktplan från en undersökning som utfördes i Prästgatan 1998.



Figur 8
Schaktplan från en undersökning i Tryckaren 1983.

Felmarginalerna är mycket svåra att kontrollera. Schaktplanerna visar enbart en uppmätt eller i värsta fall en skissartad bild av schaktets placering och inte dess faktiska placering. Det enda sättet att kontrollera ett schakts exakta placering är vid arkeologiska undersökningar och att då mäta upp nedgrävningen så noggrant som möjligt. Ett exempel på detta är resultaten från en undersökning som utfördes i Stora Gatan hösten 2002. Vid denna undersökning framkom delar av ett schakt som gjordes i samband med nedläggning av vattenledning 1925 (SR 89-95). Enligt den äldre schaktplanen var schaktet ca 1 meter brett, men enligt undersökningsresultaten 2002 var schaktet endast 0,4 m brett. Den faktiska placeringen av schaktet gick också mellan 1 – 1,5 meter längre söderut än vad den ursprungliga schaktplanen visade. I de fall där mer noggranna inmätningar av schaktets placering fanns ändrades den digitala schaktplanen utifrån de senaste uppgifterna.

Administrativt och antikvariskt påverkar felaktiga uppgifter planeringsunderlaget för var nya schakt skall läggas t.ex. nya vatten- eller elledningar. Mer exakta uppgifter om schaktets placering minimerar också riskerna för skador på befintliga kulturlager när delar av framförallt ledningssystemen behöver bytas ut. Ett stort antal av de arkeologiska undersökningar som utförs i Sigtuna idag berör främst äldre nedgrävningar vars placering ofta inte är kända.

Schaktets placering påverkar också kostnadsberäkningarna för arkeologiska undersökningar. Vid äldre schakt är kulturlagren ofta helt bortschaktade. Med felmarginaler på flera meter och kulturlager på uppemot 2,5 meter kan det innebära stora variationer i beräkningen av hur stor volym av kulturlagren som behöver undersökas, och därmed kostnadsberäkningen.

I forskningsarbetet innebär felmarginalerna att tolkningen kan bli felaktig, främst vad gäller den medeltida stadens struktur som t.ex. var stadsgårdar, hus, passager och dropprum var placerade.

Insamling av höjddata

Det sista momentet i digitaliseringsarbetet var att samla in och mata in höjddata i ett punkttema i ArcView®. Utöver punkttemat matades också kompletterande uppgifter in i databasen. Dessa uppgifter var främst textbaserade som t.ex. schaktdjup, urschaktningens omfattning och bevaringsgraden på kulturlagren. Eftersom t.ex. schaktens djup kan variera kraftigt och att det ibland inte framgick hur djupt det var matades uppgifterna in som t.ex. 1 – 1, 5 eller >2. Vid arbetet med att digitalisera höjddata upptäcktes ganska snart att det fanns en rad källkritiska aspekter:

- tolkningen i fält av vad som är kulturlager
- vilka referenspunkter som användes för inmätning av höjddata
- kulturlagrens nedbrytning
- tolkningen av profilritningar
- textbaserade uppgifter

Alla dessa faktorer begränsade möjligheterna att använda dokumentationsmaterialet. Faktorerna kan delas in i två huvudområden, dels referenspunkt, dels kulturlager.

Vad gäller referenspunkt har det stor betydelse vilken referens som använts när inmätningen skedde. De två olika typer av referenspunkter som använts var meter över havet och meter under markytan. Det höjdsystem som idag används av Sigtuna kommun är RH00. Detta system började byggas vid 1910-talet och utgick från Slussen.

I Sigtuna finns en ursprunglig referenspunkt vid Färjestadsbron. Systemet började användas fullt ut från 1960-talet och framåt. Vid denna tid påbörjades också arbetet med att lägga ut fasta fixpunkter på olika ställen inne i staden. Vid de olika arkeologiska undersökningar där höjddata redovisas som m.ö.h. framgår det sällan vilken referenspunkt som använts. Möjligen har referenspunkten vid Färjestadsbron använts vid arkeologiska undersökningar fram till 60-talet. Men det kan också vara ett lokalt system som utgått från Mälarens vattennivå. Det finns m.a.o. en uppenbar risk att höjddatavärden från tiden före 1960-talet är svåra att jämföra med senare tiders höjddata.

Vad gäller kulturlagren har det stor betydelse i vilken omfattning kulturlagren har brutits ned. Som ett exempel kan nämnas resultat från en arkeologisk undersökning i kv Professorn 1, 1999-2000. På samma yta utfördes en undersökning 1953 (SR 55). Vid en jämförelse av kulturlagrens tjocklek mellan dessa två undersökningar visade det sig att kulturlagren hade sjunkit med en halvmeter, på enbart 50 år.

Ovanstående exempel visar att det kan finnas stora variationer i de höjdvärden som kan plockas ut från dokumentationsmaterialet. Felmarginaler på uppemot 0,5 meter kan ge en skev bild av kulturlagrens tjocklek och höjdvärden.

Ytterligare en aspekt är hur kulturlagren har tolkats. De höjddata som valdes ut kommer främst från profilritningar, som är en tolkad bild av faktiska förhållanden. Den som utförde profilritningen har gjort en bedömning av vad som är kulturlager och vad som inte är kulturlager. Profilritningen visar också enbart kulturlagren på en enskild plats och kan vara annorlunda bara några meter därifrån till exempel p.g.a. nedgrävningar.

Som exempel kan nämnas en uppgift om att kulturlagrens tjocklek i den västra delen av kv Humlegården 12 (1960, SR 25) endast är 0,2 meter. Arkeologiska undersökningar runt denna visar dock att kulturlagren är mellan 0,5 och 1,4 meter tjocka (Stora Gatan, 1972 SR 95; Humlegården 4, 1987 och Fjärrvärmegrävningen 1992).

Utifrån ovanstående källkritiska aspekter valdes enbart höjddata från profilritningar som gjordes i samband med undersökningar utförda från främst 1985 och framåt. Det vore dock önskvärt att digitalisera så många höjddata som möjligt för att därigenom få bättre underlag för att studera nedbrytningsprocessen.

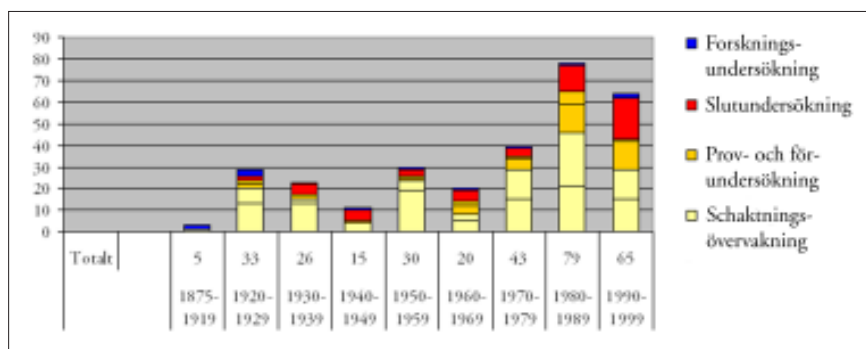
I Sigtuna kommuns arkiv finns t.ex. ett antal uppgifter om höjdvärden på markytan från i princip hela 1900-talet, liksom ortofoton som tagits på 1960-talet och senare. Dessa värden och ortofoton kan innehålla en mängd användbar information om hur markytans höjd har förändrats med tiden. Förändringarna tillsammans med övriga arkeologiska och naturvetenskapliga uppgifter bör kunna ge ett mycket bra underlag för att analysera nedbrytningens processer och ha stor betydelse för bevarandefrågor.

De flygbilder och ortofoton som finns i arkivet har använts för att göra dagens höjdkurvor. När de gjordes var felmarginalen $\pm 0,2$ meter. Med dagens teknik går det dock att få felmarginaler på $\pm 0,05$ meter, vilket sannolikt skulle innebära betydligt bättre förutsättningar för att analysera förändringarna. Dessa höjdvärden har inom ramen för projektets finansiering inte kunnat digitaliseras, men bör digitaliseras för att skapa bättre referensvärden.

Dessa olika dokument kan visa sig ha mycket stor betydelse för att se hur mycket markytan har sjunkit vid olika tidpunkter och för att därmed bättre förstå kulturlagrens accelererande nedbrytning.

3. Fornlämning RAÄ 195 - Sigtunas Svarta jorden

Från de inledande stegen till antikvarisk verksamhet i Sigtuna under senare delen av 1800-talet fram till dagens fullskaliga arkeologiska mångmiljonprojekt har det utförts över 350 undersökningar. Fram till projektet Medeltidsstaden på 1970-talet var antalet undersökningar per decennium mellan 20 och 30 stycken. Projektet ledde till en striktare tillämpning av fornminneslagen i samband med exploatering i urbana kulturlager. I och med detta och i kombination med ett större antal ingrepp ökade därför antalet undersökningar markant, till mellan 70 och 80 per decennium (figur 9). Trenden håller fortfarande i sig, men det finns en tendens till ett sjunkande antal slutundersökningar. Detta har flera orsaker, främst att större slutundersökningar ofta är mycket kostsamma och därför inte kommer till stånd, men också beroende på en mer restriktiv tillståndsgivning för exploatering.



Figur 9

Diagrammet visar antalet utförda arkeologiska undersökningar per decennium fram till 1999, fördelat på typ av undersökning. Under perioden 2000 till 2005 har hittills 42 undersökningar gjorts.

Sigtuna stod tidigt i centrum inom den arkeologiska disciplinen. De äldsta arkeologiska undersökningarna som vi känner till utfördes redan under senare delen av 1800-talet. Eftersom det har utförts så många arkeologiska undersökningar har det med jämna mellanrum gjorts sammanställningar av det antikvariska läget. Utöver dessa sammanställningar har också resultaten placerats in i mer sammanfattande synteser, vilka i vissa fall även kan betraktas som forskningsprogram. Den första ansatsen gjordes redan i samband med bildandet av stiftelsen Sigtuna Fornhem 1916. I stiftelsens stadgar skrevs en generalplan in som i korta drag behandlade Fornhemmets framtida arbetsfält och utforskandet av Sigtunas historia.

Den första genomgången av utförda arkeologiska undersökningar gjordes 1937 av Erik Floderus, som senare även skrev en populär framställning om Sigtunas historia (Floderus 1941). Ungefär samtidigt skrev också Holger Arbman ett arbetsprogram för Sigtunaforskningen som publicerades 1942 i det första numret av *Situne Dei* (Arbman 1942).

I samband med projektet Medeltidsstaden gjordes en mer omfattande och total sammanfattning av det arkeologiska läget, en redovisning av tillgängliga historiska källor (dock inte komplett) och en sammanställning av de hittills uppnådda arkeologiska resultaten. Rapporten innehåller även ett kapitel med en mer problemformulerad analysdel.

När Sigtuna museer började utföra arkeologiska undersökningar 1985 påbörjades också ett arbete som ett år senare ledde fram till bildandet av en Kommitté för Sigtunaforskning. Huvuduppgiften var att arbeta fram ett arbetsprogram för ett forskningsprojekt om Sigtuna. I november 1987 samlades ett 40-tal forskare, representanter för Sigtuna kommun och andra intresserade för ett heldagsseminarium i biografen Gröna ladan. De olika inläggen i seminariet publicerades i en rapport, Avstamp för en ny Sigtunaforskning (Tesch 1989).

Med utgångspunkt i Medeltidsstadens rapport och Avstamp följer nedan en kortfattad sammanfattning av det arkeologiska läget idag. Vilka frågeställningar och problemformuleringar har vi kunnat besvara genom de senaste 20 till 30 årens arkeologiska undersökningar? Vilka områden är fortfarande mindre kända och vilka frågor vill vi besvara med framtida ingrepp i Svarta jorden? Genomgången gör inga anspråk på att vara komplett, utan skall mer betraktas som en förstudie eller ett underlag för ett mer utvecklat och omfattande forskningsprogram. De två första avsnitten behandlar arkeologiska undersökningar utförda dels inom den profana stadsmiljön med stadsgårdar (det egentliga Svarta jorden), dels den sakrala miljön med kyrkor, kyrkogårdar och gravgårdar. Därefter kommer ett avsnitt om fornlämningsområdet och registrerade fornlämningar i Sigtuna, och sist en kort presentation av andra projekt där kulturhistorisk och arkeologisk information har digitaliserats.

Det profana stadsrummet

Sigtunaforskningen före projektet Medeltidsstaden kretsade i huvudsak kring centrala och grundläggande frågor ofta med utgångspunkt i skriftligt källmaterial. Frågor som lyftes fram var Sigtunas funktion och ålder, förhållandet till Birka och Fornsigstuna, datering och funktion av stadens kyrkor, Sigtuna som biskopssäte och dess förflyttning, Sigtunamyntningen och slutligen förhärjningen 1187 (Douglas 1978 s 53). Dessa frågor har även fortsättningsvis varit centrala för Sigtunaforskningen, men tyngdpunkten har förskjutits mot mer konkreta arkeologiska resultat. Detta är naturligt eftersom det först efter projektet Medeltidsstaden har bedrivits mer omfattande arkeologiska undersökningar med större totalundersökta ytor och med mer moderna och detaljerade utgrävningsmetoder. Avsaknaden av större undersökningar var den främsta orsaken till bristande kunskap och detta har påpekats ett antal gånger (t.ex. Douglas 1978 s 68 och Tesch 1989 s 121).

Först 1988 genomfördes en omfattande undersökning med moderna grävningsmetoder, i kvarteret Trädgårdsmästaren 9 och 10 som pågick under två års tid. Frågorna kring Sigtunas funktion och ålder fick därmed mer detaljerade svar. Totalt undersöktes fyra hela stadsgårdar med mellanliggande passager och dropprum. Resultaten visade att Sigtuna sannolikt anlades runt år 980 (delvis baserat på det hittills äldsta dendrokronologiska provet på 981). Staden var redan från början utlagd enligt en reglerad stads-

plan med 7-8 meter breda stadsgårdar vinkelrätt utmed en gata som var placerad parallellt med strandlinjen. Längden på stadsgårdarna varierade och blev med tiden längre. På varje stadsgård fanns fyra till fem byggnader med olika funktioner, som har delats in i fyra olika zoner (Petterson 1995 s 73-76 och Tesch 1990). Den reglerade stadsplanen, avsaknaden av stallbyggnader, mängden av lyxföremål och det säregna utseendet på staden i förhållande till senare medeltida städer har inneburit att tolkningen av stadens funktion har förändrats. En förskjutning av tolkningen har skett från handelsstad/köpstad till en stad med mer ideologiska och politiska förtecken kring kungamakten och riksbildandet. Handel, köpenskap och hantverk i Sigtuna betraktas idag som mer sekundära funktioner, i likhet med andra vikingatida och tidigmedeltida städer som Lund och Trondheim (Tesch 1990).

Undersökningen har också betraktats som en nyckelgrävning och resultat från andra mindre undersökningar har kunnat relateras till resultaten från kvarteret Trädgårdsmästaren. I och med denna möjlighet har Sigtunas stadsplan och förändringar i denna kunnat rekonstrueras mer i detalj, både utbredningsmässigt och kronologiskt (bl.a. Tesch 2001 s 22-25 figur 10-13). Några av de större arkeologiska undersökningar vars resultat har kunnat användas på detta sätt är Gröna gränd (1988), Urmakaren 1 (1990-91), Kyrkolunden 8 (1995), Långgränd (1995), Professorn 2 och 4 (1995 och 1996), Guldet 6 (1997), Professorn 1 (1999-2000) och Stora Gatan (2002). Även resultat från äldre undersökningar har kunnat omtolkas och sättas in i ett nytt sammanhang.

Trots en ganska intensiv arkeologisk verksamhet de senaste 20 åren med en större undersökning ungefär vartannat år finns det fortfarande områden där vi har dålig kännedom om kulturlagren och stadsplanen. Främst gäller detta ytterområdena, t.ex. Malmen, och området längst bak på stadsgårdarna mellan den profana bebyggelsen och kyrkogårdarna. Det är också oklart om det har funnits en hamn i Sigtuna och i så fall var. Vidare är senmedeltida bebyggelse och aktiviteter nästintill okända. Vid endast två tillfällen har kulturlager från 1300-talet undersökts, i kvarteret Professorn 1 (1999-2000) och i Stora Gatan (2002).

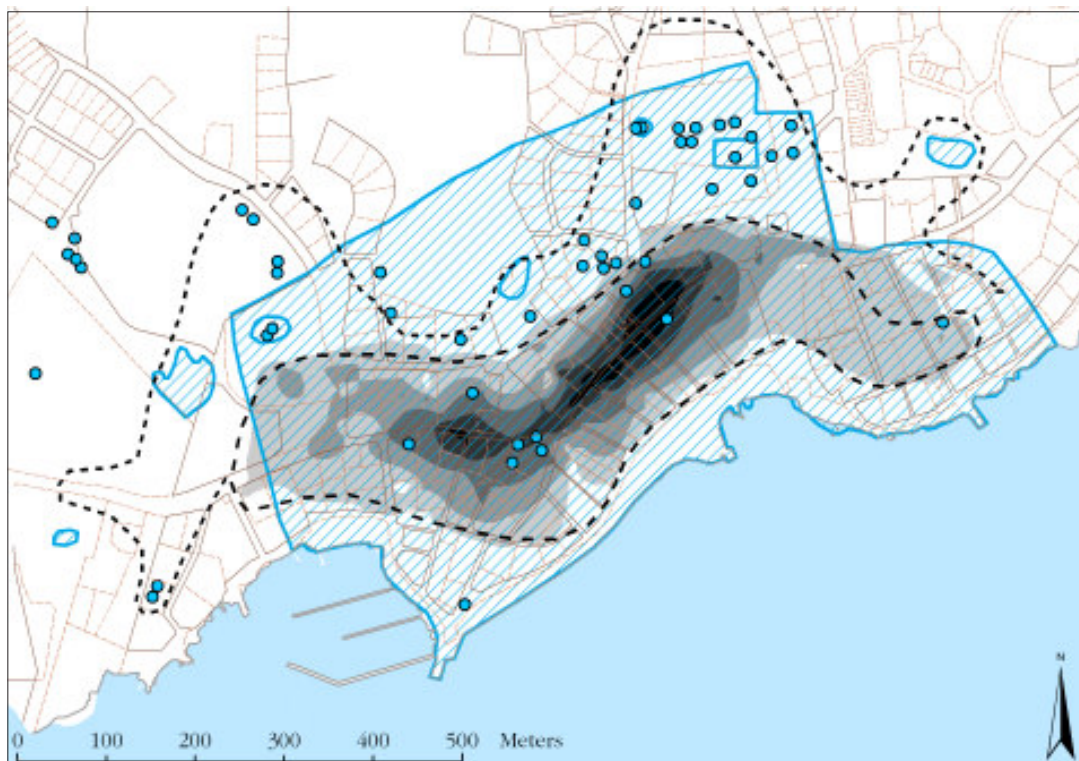
Ytterligare en brist och stor kunskapslucka utgörs av de mycket stora och överskådliga fyndmaterial som i de flesta fall är obearbetade. Redan under projektet Medeltidsstaden lyftes detta fram (Douglas 1978 s 68). Detta har även belysts i ett flertal sammanhang på senare år bl.a. på Stadsarkeologiskt forum. Problemet kommer även att tas upp på de av Länsstyrelsen initierade arbetsseminarier som har i syfte att utarbeta ett program för arkeologi i Stockholms län. Trots omfattande brister har mycket gjorts, men det finns ett stort behov av mer sammanfattande, detaljerade och välbearbetade synteser. Idag är synteserna och tolkningarna ganska statiska, men med bättre bearbetningar kan de bli mer dynamiska och utvecklade.

Det sakrala stadsrummet

Huvuddelen av de arkeologiska undersökningar som utförts har skett inom det profana stadsrummet, där följaktligen kunskapen är störst. När det gäller stadens kyrkor, kyrkogårdar och gravgårdar har visserligen kunskapen ökat de senaste 20 åren, men det finns fortfarande grundläggande frågor

klar att besvara. Ett mycket bra exempel på detta är att det fortfarande är oklart hur många kyrkor som egentligen fanns i Sigtuna under medeltiden (Wikström artikelmanus). Andra grundläggande frågor som det fortfarande råder osäkerhet kring är kyrkornas funktion och datering, vilket också påpekades i projektet Medeltidsstaden (Douglas 1978 s 68). Som ett led i strävan att besvara dessa frågor har arkeologiska undersökningar utförts i S:t Olof (2001, 2002 och 2004) inom projektet "Sigtunas tidigmedeltida kyrkor i ett arkeologiskt perspektiv". Syftet med projektet är att med små arkeologiska punktinsatser försöka få bättre dateringsunderlag för några av de minst kända kyrkorna. Hittills har undersökningarna i S:t Olof gett goda resultat (Fogelberg & Tesch 2002a och b). Andra undersökningar som gjorts i kyrkor efter projektet Medeltidsstaden är i S:t Lars (1989) och i kyrkan på Sigtuna museums tomt, kvarteret S:ta Gertrud (1993 och 1995, Tesch 2001).

Det arkeologiska underlaget från kyrkorna är dåligt, men är desto bättre från kyrkogårdar och gravgårdar. Detta förhållande är ganska naturligt eftersom kyrkogårdarna oftare utsätts för exploateringstryck. Arkeologiska undersökningar i kyrkorna har hittills enbart berott på forskningsinsatser, medan de flesta undersökningar på kyrkogårdarna har skett i samband med exploatering. Detta har lett till att det sedan Medeltidsstaden har undersökts över 550 gravar från sex olika kyrkogårdar inklusive gravgårdar. Gravmaterialet har bearbetats i en kommande osteologisk doktorsavhandling av Anna Kjellström, Osteoarkeologiska forskningslaboratoriet vid Stockholms universitet.



Figur 10
Svarta jordens (RAÄ 195) utbredning (blå snedskraffering) och övriga registrerade fornlämningar i Sigtuna (blå punkter) enligt Fornlämningsregistret, jämfört med vad vi idag vet om utbredningen av kulturlager och begravningsplatser (svarta streckade linjer).

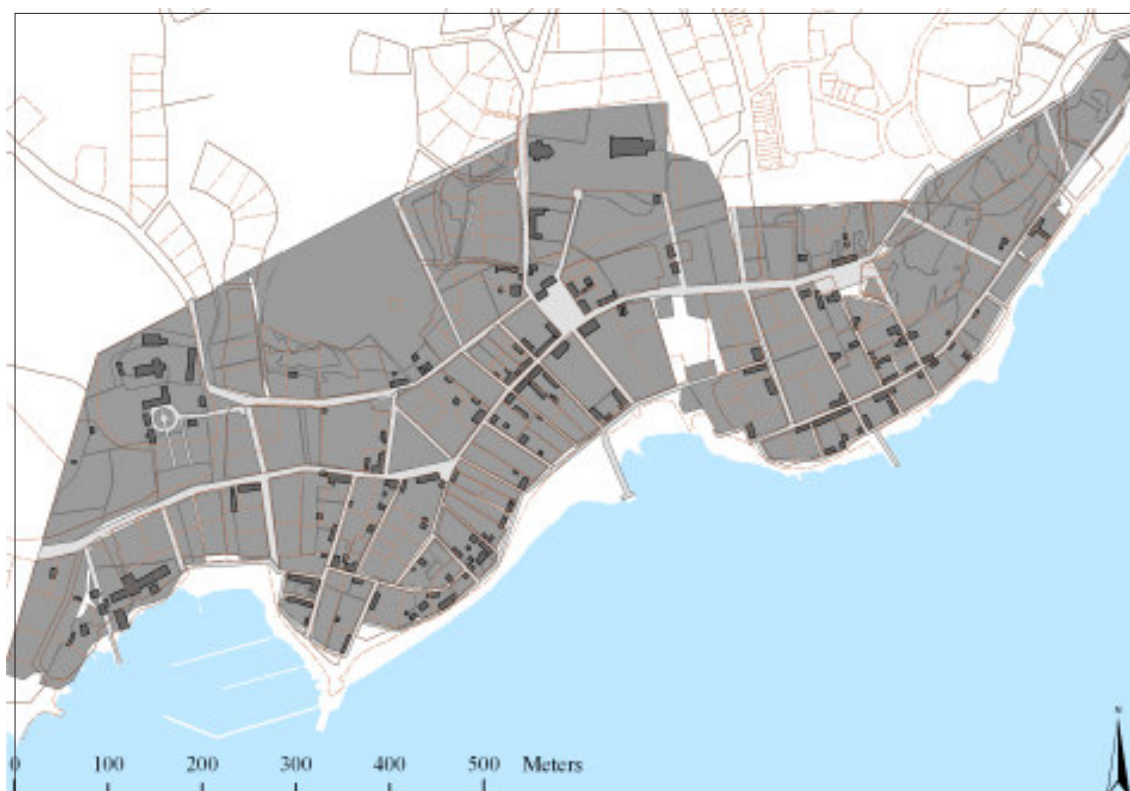
Några av kyrkogårdarnas avgränsning har också kunnat fastställas, t.ex. kyrkan i kvarteret S:ta Gertrud och kyrkan i kvarteret S:t Nicolaus. Kyrkogårdarnas avgränsning kring S:t Lars, S:t Per och S:t Olof är fortfarande osäkra. På några platser har kyrkogårdar påträffats där kyrkans läge ännu är okänd, som i kvarteret Magistern, i kvarteret S:t Nicolaus och i kvarteret Källandet.

Fornlämningsområdet och registrerade fornlämningar

I Sigtuna och ungefär 200 meter runt stadskärnan finns 57 registrerade fornlämningar fördelade på 29 RAÄ nummer (baserat på sökuppgifter från FMIS). Det medeltida stadsområdet, Svarta jorden, utgörs av RAÄ nummer 195. Huvuddelen av resterande registrerade fornlämningar ligger inom detta område. De utgörs av 19 nummer bestående av runstenar och runstensfragment, både runstenar som står på ursprunglig plats, flyttade runstenar och fragment påträffade vid arkeologiska undersökningar. Den största andelen av de registrerade fornlämningarna utgörs av kyrkolämningar, klosterlämningar, gravfält och stensättningar, totalt 26 stycken. Resterande andelen utgörs av byggnader, osäkra formationer och en väg, totalt 11 stycken.

Fornlämningsområdets (RAÄ 195) utbredning enligt Fornlämningsregistret och den digitala varianten FMIS överensstämmer inte med vad vi vet om utbredningen idag (figur 10). Nya arkeologiska undersökningar har ökat kunskapen om fornlämningsområdets karaktär och omfattning. För den antikvariska verksamheten, kulturmiljövården och den kommunala planeringen i Sigtuna vore det önskvärt om fornlämningens omfattning och avgränsning bättre överensstämde med dagens kunskapsläge enligt figur 10. Idag är det också möjligt att bättre avgränsa och särskilja det profana stadsområdet (kulturlager) från det sakrala området (kyrkor och kyrkogårdar). Fornlämning RAÄ 195 skulle därför kunna delas upp i två delar; RAÄ 195:1 stadsområdet med kulturlager och RAÄ 195:2 kyrkogårdsområdet med en avgränsning huvudsakligen baserat på påträffade gravar.

Ett område som det råder stor arkeologisk osäkerhet kring och som inte är fornlämningskyddat är vattnet nedanför stadsområdet och hamnen. En viktig anledning till osäkerheten kring utseendet och karaktären av Sigtunas sjöfront är att större delen idag är täckt av schaktmassor (figur 11). Schaktmassorna illustreras av det vita området mellan dagens strandlinje och strandlinjen enligt en historisk karta från 1862). Landhöjningen har också inneburit att den medeltida strandlinjen idag ligger på land. Huruvida Sigtuna har haft pallisader, träkonstruktioner eller hamnanläggningar liknande de som iakttagits i vattnet utanför Birka är oklart. Vid några arkeologiska undersökningar har dock pålar i och vid den medeltida strandlinjen påträffats (Gröna gränd 1988, Långgränd 1995 och Professorn 2 och 4, 1995 och 1996). Pålraderna kan närmast betraktas som en förlängning av tomtgränserna ut i vattnet och har sannolikt fungerat som förankringsplatser för grundgående båtar. Även någon form av stenkistor eller bryggfundament av sten har påträffats i kvarteret Professorn, men dessa är inte undersökta till sin helhet utan enbart iakttagna i schaktväggar. Formen och funktionen på dessa stenfundament är därför oklar. Området utanför Strandvägen och strandpromenaden som idag är täckt av vatten har aldrig blivit undersökt. Det vore därför önskvärt med någon form av marin arkeologisk inventering för att förbättra beslutsunderlaget inför eventuella antikvariska ärenden. Detta gäller även hamnområdet.



Figur 11
 Rektifierad och vektoriserad historiska karta från 1862 tillsammans med dagens kvartersindelning.

Digitalisering av ytterligare information

Sigtuna StadsGIS projektet kan betraktas som en basnivå. Som ett led i att vidareutveckla det antikvariska verktyget och att öka kunskapen om fornlämningen kan ytterligare arkeologisk och kulturhistorisk information av intresse för kulturmiljövården digitaliseras, som t.ex. historiska kartor, det kommunala bevarandeprogrammet, mer detaljerad arkeologisk data och andra historiska uppgifter. Detta kan ses som ett led i att tillgängliggöra materialet, t.ex. via Internet. Hittills har följande material digitaliserats.

- Fyra historiska kartor över Sigtuna har digitaliserats av Mats Pettersson under våren 2005 (historiska kartor från 1690, 1799, 1823 och 1862, figur 11).
- Delar av det kommunala bevarandeprogrammet, främst uppgifter om historiska byggnader.
- Dokumentation från arkeologiska undersökningar, hittills från fyra undersökningar; Professorn 1 (1999-2000), Stora Gatan (2002), Magistern (1997) och Ödåker 4 (2004).
- Gravmaterial från Sigtuna har digitaliserats i samband med en doktorsavhandling av Anna Kjellström på Osteoarkeologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet.

4. Fördjupningsstudie – nedbrytning av urbana kulturlager

Den andra målsättningen med Sigtuna StadsGIS var att skapa underlag för ett bevarandeprogram för Svarta jorden. Kapitlet om nedbrytning av urbana kulturlager ansågs relevant för att ge en sammanfattad bild av situationen i Sigtuna och för att belysa de problem och konsekvenser som nedbrytningen av kulturlagren får på längre sikt. Diskussionen baseras främst på tillgänglig litteratur inom ämnet, men också på arkeologiska observationer i fält och utförda naturvetenskapliga analyser av jordprover (glödgningsförlust). Underlaget bygger också på olika analyser som gjorts i samband med StadsGIS-projektet, t.ex. urschaktade områden och kulturlagrens tjocklek.

Följderna av kulturlagrens nedbrytning är dels att värdefull arkeologisk information går förlorad, dels ökade risker för sättningsskador. Sådana skador på fastigheter och gator har accelererat i Sigtuna de två senaste decennierna. Detta märks tydligt t.ex. i museets egna byggnader. Ett annat exempel är en arkeologisk undersökning som utfördes längs Stora Gatan 2002. Anledningen till undersökningen var sättningsskador i gatan. Det var första gången som en arkeologisk undersökning utförts p.g.a. sättningsskador och med största sannolikhet inte heller den sista.

En av målsättningarna med StadsGIS projektet var att förutom arkeologiska undersökningar även digitalisera nedgrävningar som inte föregåtts av arkeologisk undersökning, t.ex. källare, VA-ledningar och elledningar. Schaktens yta och djup var i detta sammanhang viktiga. Uppgifter om VA-ledningar finns att tillgå hos Sigtuna kommun. Vad gäller övriga ledningar finns uppgifter hos respektive förvaltare, t.ex. energibolag och Telia. Dessa uppgifter har dock inte kunnat användas p.g.a. olika säkerhetsregler. Sammanställningen av nedgrävningar som inte föregåtts av arkeologisk undersökning är därför ofullständig. Detta faktum är olyckligt eftersom just ledningsdragningar i gatumark är en av de viktigaste faktorerna bakom den ökade nedbrytningen.

Nedbrytningens processer och orsaker

Det finns en hel del litteratur som behandlar de nedbrytningsprocesser som påverkar urbana kulturlager och fyndmaterial (se t ex META 1993:2; Larsson 1995; Lagerlöf & Nord 2002). Ursprungliga förutsättningar, olika nedbrytningsprocesser samt senare tiders mängder av nedgrävningar gör problemet kring kulturlagrens nedbrytning mycket komplicerad och svårtolkad, och kunskapen är ofullständig (Nord 2002). Det krävs också faktainsamling, framförallt med hjälp av naturvetenskapliga metoder (t.ex. Borg 1993 s 51-54). I Norge pågår t.ex. ett par projekt för långsiktig övervakning av kulturlagers tillstånd under nybyggda hus (Molaug 2002 s 76-81).

Syftet med nedanstående sammanställning är inte att genomföra en omfattande studie av kulturlagrens nedbrytningsprocesser. Istället kommer en diskussion om olika nedbrytningsprocesser att föras och de för Sigtuna unika förutsättningarna kommer att sättas in i ett sammanhang med exempel på arkeologiska observationer. Denna diskussion är viktig för att få bättre beslutsunderlag för hur framtida ingrepp i kulturlagren skall utföras. Sammanställningen bygger till stor del på ovan refererad litteratur.

De olika faktorer och förutsättningar som påverkar kulturlagrens nedbrytning kan delas in i följande grupper (efter Larsson 1995 s 10-16):

- förändring i fuktighet, uttorkning och syretillförsel genom dränering
- ursprungliga kvartärgeologiska, topografiska och kulturhistoriska förutsättningar
- temperaturförändringar
- försurning på global och regional nivå
- växtlighet

Dessa faktorer påverkar kulturlager och fynd olika. I Sigtuna innehåller kulturlagren generellt mellan 10 % och 60 % organiskt material (se vidare kap Naturvetenskapliga analyser). Efter hand minskar dock det organiska materialet och det oorganiska materialet får en större andel av den totala volymen. Detta innebär att förutsättningarna hela tiden förändras. För fyndmaterialet är bilden mer komplicerad. Även här kan en grov indelning göras i organiskt och oorganiskt material. Men dessa måste i sin tur delas in i olika undergrupper som t ex trä, ben, horn, läder, metaller, keramik och liknande. Förutsättningarna för hur dessa fyndgrupper klarar olika förhållanden varierar. Nedanstående genomgång behandlar inte påverkan på fynd utan enbart nedbrytning av organiskt material i kulturlager (för en genomgång av hur järn, brons och ben påverkas hänvisas till Nord & Lagerlöf 2002).

När det gäller vår kunskap om de faktorer som påverkar nedbrytningen av kulturlager finns för Sigtunas del en viktig plattform i ett examensarbete som gjordes vid Tekniska Högskolan i Stockholm (Blum, M. & Remstam, F. 2000). Syftet var att studera orsaker till sättningsskador utmed Stora Gatan i Sigtuna. I arbetet ingick provtagningar och sammanställning av tidigare erfarenheter och utfördes i anslutning till en arkeologisk undersökning i kvarteret Professorn 1, 1999-2000. De sättningar som pågår anser man har orsakats av en kombination av förändringar både i kulturlagren och i den underliggande leran. Det finns flera orsaker till detta bl.a. VA -schaktens dränerande effekter, grundvattensänkning och dränerande ingrepp i samband med nybyggnation med djupa källare samt uttorkning i samband med större arkeologiska undersökningar (ibid s 53). Författarnas uppfattning var att sättningsskadorna i huvudsak orsakades av *uttorkning av kulturlagren*. Sättningar i den underliggande glaciala leran har också inträffat och bidragit till sättningar i gatan, men till mindre del än vad uttorkningen av kulturlagren har gjort.

Förändring i fuktighet, uttorkning och syretillförsel genom dränering

En av de viktigaste faktorerna bakom kulturlagrens nedbrytningsgrad är fuktigheten i jorden, jordens vattenkvot. Vanligtvis diskuteras grundvattennivåer och förändringar i denna som sker beroende på årstid (Larsson 1995 s 13). I Svarta Jorden i Sigtuna är det dock sannolikt inte fråga om grundvatten utan snarare lokala vattenreservoarer bundet av kulturlagrens sammansättning och struktur. Grundvattnet ligger djupare i Sigtuna. Ett resultat som framkom vid examensarbetet vid KTH var att vattenkvoterna i kulturlagren varierade kraftigt. Detta tolkades som att det i den stratigrafiska sekvensen fanns skikt av mer eller mindre vattengenomsläppliga material som därmed påverkade vattenkvoterna (Blum & Remstam 2000 s 53). Sannolikt innebär detta att vattenrörelserna styrs mot en mer horisontell genomströmning. Framst beror det på de täta lergolv som finns överallt i svarta jorden. Volymerna mellan lergolven bildar "fickor" med relativt stillastående vatten som till stor del endast kan tömmas horisontellt. När och om en nedgrävning sker i närheten kan därmed vattnet sippra ut i schaktet. Eftersom det sannolikt inte heller är fråga om grundvatten minskas vattenkvoten drastiskt eftersom det därmed inte sker någon större tillförsel av vatten från sidorna.

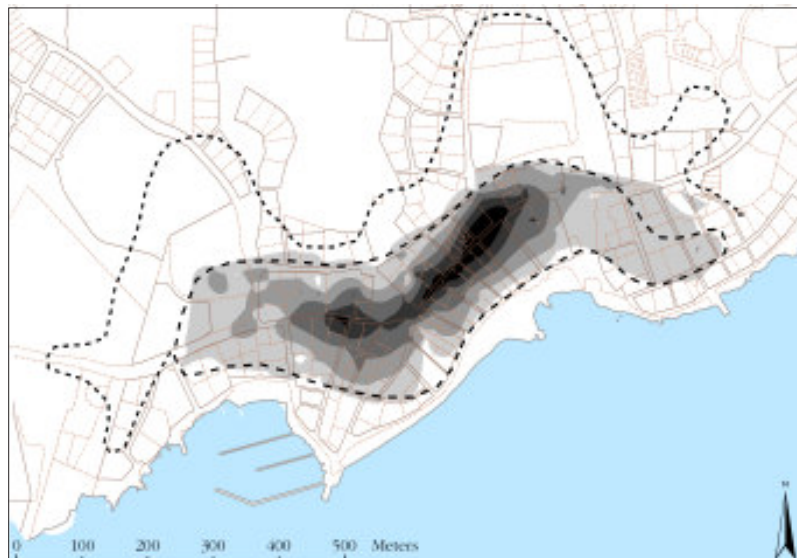
Nedgrävningar och ledningsschakt

Den största förändring av vattenkvoterna i kulturlagren sker därför sannolikt vid nedgrävningar som t.ex. källargrunder och VA- och elledning. Dränering av kulturlager medför två effekter, dels en syretillförsel, dels en brytning av den kapillära stighöjden (t.ex. Larsson 1995 s 14 fig 1). Kulturlagrens vattenkvot är viktig p.g.a. att en hög vattenkvot ger långsam syretransport. Bryts de "naturliga" anaeroba förhållandena genom nedgrävningar som medför dränering innebär det att fuktigheten minskar och syretransporten ökar. Kulturlagren torkar ut, det organiska materialet i jorden förmultnar snabbare vilket också innebär att volymen jord minskar, med risk för sättningsskador som följd.

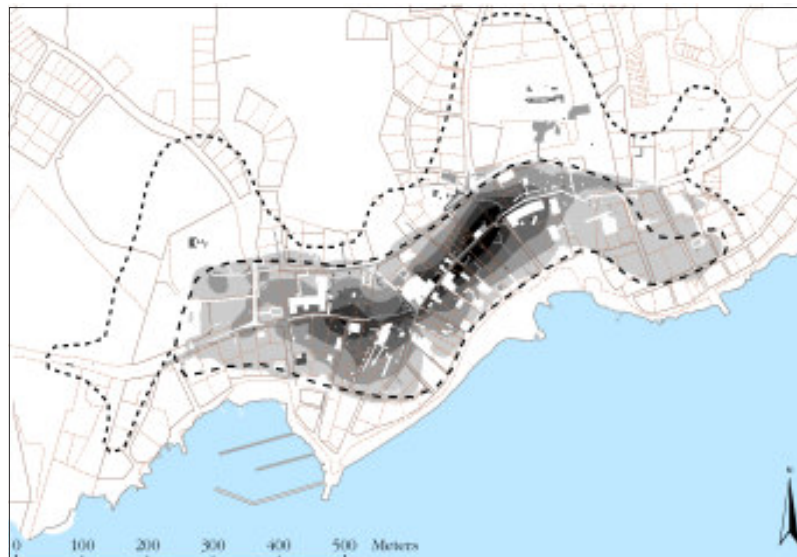
Vissa observationer som gjorts vid arkeologiska undersökningar tyder på att variationer i hur långt nedbrytningen fortskridit kan skilja sig åt kraftigt även inom små begränsade ytor. Vid den arkeologiska undersökningen i kvarteret Professorn 1, 1999-2000, gjordes t.ex. en iakttagelse av en syllstock som i ena änden var kärnfrisk och som i andra änden endast bestod av poröst uttorkat trä. Syllstocken var ca 7 meter lång och visar att nedbrytningsgraden kan variera mycket kraftigt inom en liten yta. Denna kraftiga variation innebär också stor risk för lokala sättningsskador eftersom volymminskningen av kulturlagren därmed varierar inom små begränsade ytor.

Vid en arkeologisk undersökning i Stora Gatan hösten 2002 gjordes en del iakttagelser av förändringar i kulturlager vid ledningsschakt. Kulturlagren kunde dateras till tidigt 1300-tal och var ovanligt väl bevarade. Trästockar från kavelbroar och syllstockar hade en hård, "frisk" kärna i mitten. Föremål av organsikt material som läder, trä och textilier var i gott skick. De flesta kulturlager hade ett högt organiskt innehåll vilket framgick av färg och materialsammansättning (se vidare kap Naturvetenskapliga analyser). Speciellt tydligt märktes detta på lager med mycket gödsel som fortfarande

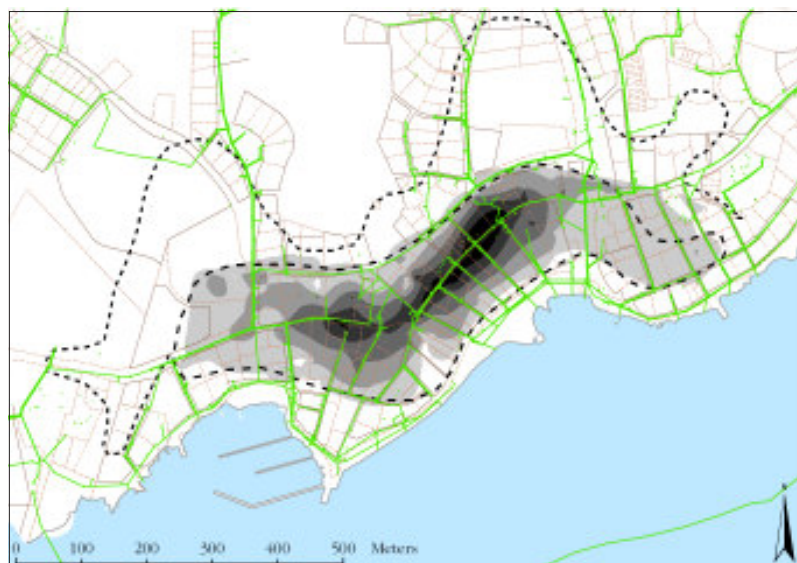
Figur 12
Kulturlagrens tjocklek i Sigtuna med 0,5 meters intervall. Figuren är framtagen genom interpolering i ArcView. Uppgifterna kommer från höjddatatemat och databeräkningen kan ge en något annorlunda bild än en liknande manuellt gjord figur.



Figur 13
Helt eller delvis urschaktade områden baserat på placering och djup av schakt gjorda vid arkeologiska undersökningar. Vita ytor markerar områden där kulturlagren har avlägsnats helt.



Figur 14
VA-ledningarnas placering i Sigtuna.



efter 600 år i jorden hade en karaktäristisk ”gödsellukt”. Nedbrytningsgraden skilde sig dock åt inom den undersökta ytan. Tydligast framkom skillnaden hos trästockarna. De bäst bevarade trästockarna var placerade i mitten av schaktet och mot norr. Längre söderut och mot ytterkanterna blev bevarandegraden sämre med mer hoptryckta och porösa stockar.

Ytterligare iakttagelser som gjordes var att kulturlagren generellt var sämre bevarade längs med vattenlednings- och elledningsschakt. I Sigtuna lades de första avloppsledningarna ned 1925. De placerades längs med Stora Gatan och Prästgatan samt i en del tvärgående gränder. Vid denna tid var det brukligt att återföra den uppgrävda jorden tillbaka ner i schaktet. Det vattenledningsschakt som påträffades vid undersökningen 2002 hade legat orört sedan 1925. Elledningsschaktet grävdes femtio år senare, 1975. På ett avstånd av ca 10 centimeter in från vattenledningsschaktets kanter hade samma kulturlager en mörkare färg än längre bort från kanten. Detta beror på en högre syretillförsel närmare vattenledningsschaktet och en oxidation av kulturlagren. Processen brukar vara synlig för blotta ögat vid arkeologiska undersökningar (t.ex. Ljung 2002 s 3). I övrigt var både kulturlager och kavelbroar vid vattenledningsschaktet i mycket gott skick. Längs elledningsschaktet var det organiska materialet sämre bevarat trots att schaktet grävts upp senare. Detta beror sannolikt på att schaktet var återfyllt med sand vilket inneburit en kraftigare dränering och uttorkning.

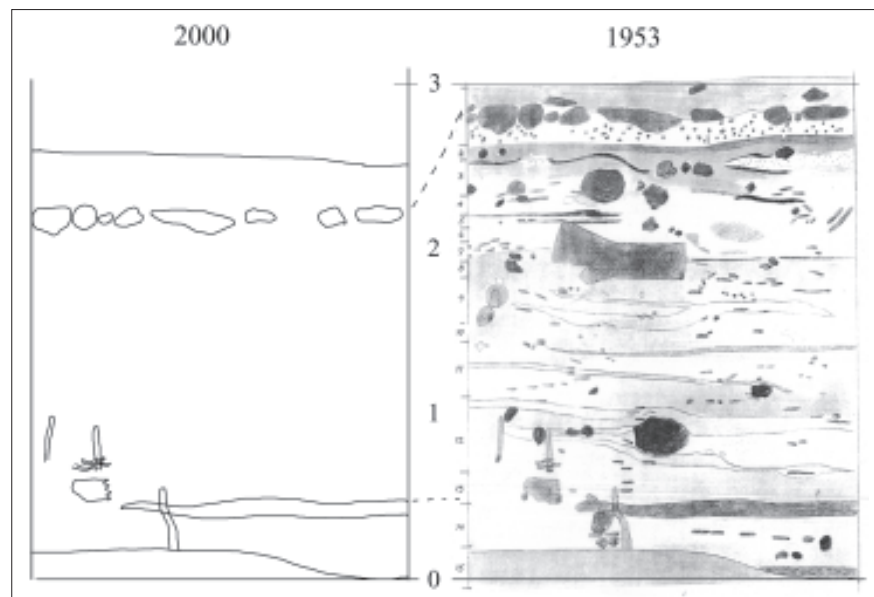
Nedan följer en tabell med en sammanställning av olika grundfakta från ett urval nedgrävningar som utförts i Sigtuna. Tabellen tar enbart upp större schakt. Mindre schakt påverkar sannolikt nedbrytningen i mindre grad.

Tidpunkt	Bredd (m)	Djup (m)	Fyllning
1925 Vattenledningar, Stora Gatan	0,4-0,5	1,6-1,7	Schaktmassor
1975 Elledning s. delen Stora Gatan	0,6-1	0,8-1,1	Sand
1988 Stora Gatan vid kv. Professorn	1	1,7	Grus och sand
1989 Gröna gränd	1,7	2-2,5	Grus
1988-90 Trädgårdsmästaren 9 o 10	1200 kvm	>4	Hus m. dränering
1995 Långgränd	1-1,5	2-2,5	Grus
1999-2000 Professorn 1	250 kvm	>3	Hus m. dränering

Som framgår av tabellen har nedgrävningarna med tiden blivit både bredare och djupare, samtidigt som fyllnadsmassorna idag i huvudsak består av sand och grus. Som framgår av figur 13 och 14 finns framför allt stora, breda och långa nedgrävningar i den södra delen av Stora Gatan, främst VA-schakt. Dessa har återfyllts med väl-dränerande grus. De flesta schakten har också grävts ner till glacial lera. I kombination med den sluttande terrängen innebär detta att dräneringen har varit kraftigast just här.

Att det är ledningsschakten som i hög grad medverkar till nedbrytningen av kulturlagren kunde iaktas vid den arkeologiska undersökningen i Professorn 1. Vid denna undersökning kunde en och samma schaktvägg jämföras från två olika undersökningar gjorda med 50 års mellanrum. 1953 utförde Dagmar Selling ett 1x3 meter stort provschakt inför ett planerat husbygge på tomten. Vid undersökningen upprättades en profil som sträckte sig hela vägen ner till den glaciala leran. 1999 dokumenterades samma profil igen. Resultatet visade att markytan hade sjunkit med upp till 50 centimeter, vilket motsvarar 1 centimeter per år!

Det visade sig också att kulturlagren var dåligt bevarade och hade torkat ut ned till ca 1,5 meter under markytan (figur 15). Under denna nivå var kulturlagren nästintill oförändrade jämfört med de som Selling hade iakttagit. Vid den fortsatta undersökningen visade det sig att dessa underliggande lager var mycket välbevarade där t.ex. trästockar daterade till 1000-tal var kärnfriska. Detta faktum var först något förbryllande, men det visade sig senare att på ungefär samma nivå längre norrut i Stora Gatan fanns botten på ett vatten- och avloppsschakt. Tolkningen av dessa resultat var att det har skett en dränering av kulturlagren ut mot avloppsschaktet. De undre kulturlagren hade däremot behållit de naturliga förutsättningarna med höga vattenkvoter och därmed klarat sig mycket bättre.



Figur 15

Vid en jämförelse av en profil ritad både 1953 och 2000 i kv Professorn 1 framgick att kulturlagren sjunkit med minst 50 centimeter. Den vänstra profilen bygger på höjdnivåer från planritningar.

I stadsmiljöer idag går det inte att undvika att göra nedgrävningar i marken. Det som dock går att påverka är omfattningen av de dränerande effekterna. Fram till idag har arbete pågått med att byta ut gamla ledningar och rör samtidigt som nya elledningar, vattenledningar och fjärrvärmerör också har lagts ned i jorden. Idag rekommenderar tillverkare av rör en återfyllning av sand för att garantera hållbarheten. Det är därför brukligt att fylla igen schakt med sand eller grus. Sanden verkar kraftigt kapillärbrytande samtidigt som avlopps-, spill- och dagvattenledningar för bort regnvatten. Detta innebär att vattenkvoterna i omkringliggande kulturlager minskar kraftigt. Rören läggs också ned med ett fall som i kombination med ett naturligt fall i topografin förstärker den dränerande effekten. Av figur 13 och 14 framgår att i princip alla nuvarande gränder är mer eller mindre utschaktade. Ledningsschakten med sand- och grusfyllning i kombination med Sigtunas sluttande topografi ner mot strandkanten innebär mycket dåliga förutsättningar för ett långsiktigt bevarande av kulturlager.

Den avgörande faktorn för kulturlagrens nedbrytning är syre (Larsson 1995 s 16). Ofta är denna process synlig för blotta ögat vid arkeologiska undersökningar genom att lager ändrar färg när de utsätts för syret i luften genom oxidation. Kulturlager i städer ligger i vad man skulle kunna kalla ett "onaturligt tillstånd" vilket innebär att när förhållanden förändras genom syretillförsel ökar nedbrytningsprocessen. Som framgått av ovanstående resonemang tillförs mer syre till kulturlagren främst genom nedgrävningar.

Övertäckning

En annan faktor som påverkar fuktigheten i kulturlagren är övertäckning. Effekten av övertäckning är att den naturliga tillförseln av fukt genom regnvatten avbryts. Detta i sin tur kan också leda till uttorkning av kulturlagren. Övertäckningen kan också innebära en temperaturhöjning och en förändring av den kapillära stighöjden (Larsson 1995 s 15). Främst sker detta i samband med husbyggnation, men till viss del också i samband med asfaltsläggning på gator. I samband med en övertäckning av kulturlager sker också en ökning av trycket på kulturlagren. Normalt sett har kulturlager starka kapillärkrafter vilket innebär att de "suger" upp grundvatten. Men med ett kraftigt ökat tryck kan det innebära att de kapillära krafterna försvagas och att grundvattnet därmed inte stiger lika mycket.

I vilken grad övertäckning påverkar underliggande kulturlager är dock svårt att avgöra. I vissa fall kan t.o.m. övertäckning minska nedbrytningsprocessen. Orsaken till detta kan vara att vattenrörelserna minskar. När det regnar förs syre ner i kulturlagren via regnvattnet. Om ytan är täckt minskas därmed syretillförseln. Vid en övertäckning minskas också avdunstningen av vattnet från de översta lagren.

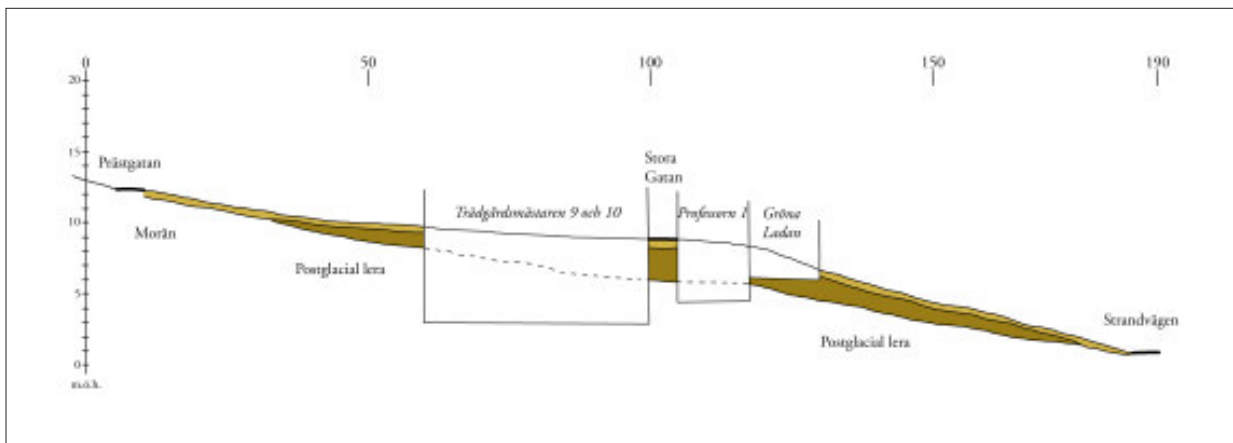
Vid ett par arkeologiska undersökningar i Sigtuna har det kunnat konstateras att kulturlager under ett hus eller asfalt har bevarats bättre än omkringliggande kulturlager som har legat fria från övertäckning. De mycket välbevarade 1300-talslagren som framkom vid undersökningen i Stora Gatan 2002 är sannolikt ett resultat av att kulturlagren har varit övertäckta. Sannolikt är det fråga om en kombination av övertäckningens ytliga storlek, trycket och möjligheten för fukt att tränga ner i kulturlagren eller att stanna kvar där. Vilka faktorer som i dessa fall påverkar och i vilken riktning vet vi idag för lite om och det krävs mer faktaunderlag för att göra säkrare uttalanden.

Ursprungliga kvartärgeologiska, topografiska och kulturhistoriska förutsättningar

Ursprungliga förhållanden inom det område som fornlämningen ligger i varierar kraftigt. Generellt sett kan dock variablerna delas in i ursprungliga grundvattenförhållanden, utseende på och typ av undergrund, sammanlagd tjocklek på kulturlagren och depositionsmonster (Larsson 1995 s 10-12).

Kvartärgeologiska och topografiska förhållanden styr förmågan att behålla fuktigheten från grundvattennivån och i vilken omfattning genomströmning av vatten och syre sker. De faktorer som påverkar är typ av kvartärgeologiskt material (som lera, sand eller grus), topografiska förhållanden (sluttningar), förekomst av grundvattenfickor och berggrundens utseende.

Sigtuna placerades på 970-talet parallellt med strandkanten vid Mälaren på en av landhöjningen nyligen frilagd strandremsa. På alla sidor om staden utom mot vattnet flankeras den av berg och åsryggar med morän. Dessa höjder ligger som högst ca 20 – 30 meter över havet. Det exakta utseendet på den ursprungliga topografin och vilka material som utgör undergrunden där staden anlades är inte helt klarlagt. I huvudsak består den av glacial och postglacial lera, men det förekommer också områden med morän. På några platser i staden går berggrunden än idag upp i dagen, t.ex. i kvarteren Urmakaren och Humlegården. Lutningen på dagens markyta är kraftigare i kvarteren söder om Stora Gatan med ett fall gå omkring 5 meter på en 80 meter lång sträcka ned till Strandvägen. Från Prästgatan ned till Stora Gatan, också den ca 80 meter, är fallet endast ca 2 meter. Sannolikt var lutningen på den ursprungliga markytan mer jämn med ett fall på 10 meter från Prästgatan ned till Strandvägen. Dagens stora skillnader är ett resultat av kulturlagertillväxten som har varit störst längs Stora Gatan (figur 16). Så vitt vi vet finns det inga naturliga klackar eller trösklar som förhindrar vattengenomströmningen att nå ned till strandkanten.



Figur 16
Genomskärning av Sigtunas topografi som illustrerar förhållandet mellan kulturlagrens tjocklek (mörkbrunt), den sluttande marken ner mot Strandvägen samt exempel på nedgrävningarnas omfattning. Skalorna på x och y axlarna är olika för att ge en tydligare illustration.

De kulturhistoriska förutsättningarna för hur kulturlager påverkas av nedbrytning styrs av tjockleken på kulturlager och depositionsmonster (variationer i sammansättning av kulturlagren). Ju större volymer kulturlager desto längre tid tar det för kulturlagren att förmultna. Detta har sin naturliga förklaring i att så fort ett kulturlager övertäcks med ett nytt material minskar syretillförsel, vattenavdunstning, och det mekaniska slitaget (t.ex. erosion) medan vattentillförseln ökar. Detta får till följd att nedbrytningsprocessen avtar. Depositionsmönstren påverkar också i hög grad hur fort nedbrytningsprocessen sker. Beroende på vilka typer av material som täcker kulturlagren skapas olika förutsättningar. Om ett kulturlager t.ex. täcks med ett lergolv eller ett lager med sand skapas olika förutsättningar.

I Sigtuna varierar kulturlagrens tjocklek mellan 0.5 – 3.0 meter (figur 12). De tjockaste delarna ligger längs med Stora Gatan och avtar söderut respektive norrut. Likaså varierar depositionsmonstren. Det rör sig om allt från kompakta lergolv till porösa lager med träflis. Generellt sett är dock lagerföljden likartad i stora delar av Svarta jorden. Kulturlagren varvas med

lerlager, avsatta inomhus- och utomhuslager, träflislager, brandlager och liknande. De delar som avviker är sträckor som under medeltiden och delvis idag utgörs av gränder/passager och gator. Dessa består nästan uteslutande av kavelbroar varvade med avsatta gatulager med högt organiskt innehåll. Detta innebär sannolikt att de delar som är mest utsatta för nedbrytningens konsekvenser är gatusträckningarna. Eftersom dessa till stora delar innehåller en hög koncentration av organiskt material i form av stockar, träflis och avsatta lager med högt organiskt innehåll, kan det leda till omfattande sättningsskador. Tyvärr är det också just gatunivåerna som är värst utsatta för dräneringseffekter och nedbrytning p.g.a. att el- och VA-ledningar placeras i gatumark och att dagens gator och gränder ofta sammanfaller med medeltida gator och gränder.

Temperaturförändringar

Temperaturförändringar påverkar kulturlagren i två avseenden. Dels innebär en temperaturökning att många kemiska processer påskyndas och att mikroorganismer får bättre livsbetingelser (Larsson 1995 s 13), dels att kulturlagren utsätts för mekanisk vittring vid frost.

Temperaturökningar har kunnat konstateras i stadsmiljöer som följd av att billig och lättillgänglig energi under det senaste seklet har blivit allt vanligare. De flesta fastigheter är idag uppvärmda hela året, vilket medför en temperaturökning av omkringliggande kulturlager. Tidigare placerades många fastigheter ovanpå kulturlagren. Idag är det vanligare att vid nybyggnationer även anlägga en källare. Detta innebär förändrade temperaturförhållanden längre ner i kulturlagren.

Vid frost uppstår mekanisk vittring på jorden. När vattnet i jorden fryser till is ökar dess volym och kan ge upphov till en fragmentering av jorden. Frostvittring kan ha mycket stor betydelse i fuktiga områden där temperaturen ofta varierar kring nollstrecket. Denna faktor kan iaktas framför allt vid vittring av profiler som har legat öppet under vinterhalvåret. Detta frostfenomen påverkar dock troligtvis inte kulturlager i någon större utsträckning, utom när profilväggar ligger exponerade under längre tid vid vinterhalvåret.

I vilken omfattning temperaturförändringar har påverkat kulturjorden i Sigtuna är svårt att avgöra. Det kan dock konstateras att de flesta fastigheter saknar källare. En eventuell generell temperaturökning i de centrala delarna av Sigtuna torde därför inte nämnvärt påverka kulturlagren i stort utan mer lokalt, främst kring nyuppförda byggnader med källare.

Försurning på global och regional nivå

Under de senaste decennierna har en markförsurning ägt rum i Sverige. Tidigare trodde man att försurningen berodde på utsläpp från industrier, men idag anser forskare att det även finns naturliga förklaringar t.ex. genom en ökning av barrskogsarealen (Sveriges Nationalatlas: Miljö s 40-45).

Försurning sker dels på global, dels på regional nivå. På global nivå är det främst stabila svavelföreningar som är allvarligast i detta sammanhang. Dessa släpps ut i samband med förbränning av fossila bränslen som kol och olja och kan transporteras hundratals mil. Även kväveföreningar bidrar till stor

del till försurningen. Dessa är dock svårare att kartlägga p.g.a. att de är mer instabila, men de uppstår främst vid utsläpp från fordon och i samband med jordbruk (Lagerlöf & Nord 2002 s 17). Försurningen bidrar till en förändring av pH-halten vilket medför urlakning av vissa ämnen ur jorden. Detta i sin tur innebär en försämrad miljö för fyndmaterialet (med korrosion som följd) och förändrade livsbetingelser för mikroorganismer i jorden. Hur försurningsfaktorer påverkar kulturlager i stort är idag inte helt klarlagt vilket beror på att inverkan och samverkande faktorer på kulturlagren är mycket komplex (Larsson 1995 s 13).

Vegetation

Grundvattenförändringar och en minskning av fuktigheten i jorden kan också orsakas av växtlighet. Trädens rötter påverkar kulturlager dels genom en ökad syretillförsel, dels genom en rent mekanisk omrörning av desamma.

Sälg, poppel, asp och alm är träd med en snabb och intensiv utveckling av rötter. Träd och buskar medför att omkringliggande vatten sugas upp med rotsystemen. I allmänna rekommendationer för anläggande av vegetation nära bebyggelse förordas att dess omfattning och utbredning bör begränsas i närheten av fastigheter p.g.a. risker för sättningsskador. Framför allt gäller detta i sättningsbenägna jordar (kulturlager bör anses sättningsbenägna). En tumregel brukar vara att minsta avståndet till ett hus inte bör understiga trädets slutgiltiga höjd (Blum & Remstam 2000, s 26).

I Sigtuna finns en hel del gamla och stora träd. Dessa påverkar som enskild företeelse sannolikt inte kulturlagens nedbrytning i någon större utsträckning mer än på lokal nivå, men de förstör de mycket viktiga lagergränserna mellan olika kulturlager. I kombination med nedgrävningar som återfyllts med porösare material borde rötter däremot få en chans att utvecklas längre ner i jorden. Därmed bidrar också träd till att minska fuktigheten.

Naturvetenskapliga analyser

Det finns ett antal naturvetenskapliga analyser som kan användas för att ta reda på hur kulturlager mår. Några av de mest lämpade för att utreda kulturlagens nedbrytningsgrad är pH-värde, vattenhalt, glödgningsförlust, svavelhalt och humifieringsgrad (uttryckt i en C/N-kvot). pH-värdet är ett mått på jordens surhetsgrad och påverkar kemiska och biokemiska processer i jorden. Glödgningsförlust ger ett mått på halten organiskt material i jorden. Svavel förekommer i jord som sulfat, sulfid, sulfit och fritt svavel. Sulfider indikerar förekomst av anaeroba (syrefria) förhållanden. Humifieringsgraden är ett mått på halten kol i förhållande till kväve i jorden. När organiskt material förmultnar sjunker C/N-kvoten successivt p.g.a. att kol förbrukas i samband med oxidation av organiskt material. Denna kvot kan därför användas som ett mått på graden av humifiering.

I detta sammanhang kommer ingen ingående presentation av olika prover som analyserats i Sigtuna att tas upp. Anledningen är att provresultaten många gånger är svårtolkade och att en mer ingående analys inte har varit möjlig inom ramen för StadsGIS projektet. De prover som tagits är spridda över ett stort område och inga prover har tagits på samma plats under

skilda tidpunkter. Olika typer av analyser har också använts på proverna. Det saknas m.a.o. en enhetlig strategi och uppföljning av provtagningarna, vilket inneburit att jämförelser är svåra att genomföra. Ytterligare en svårighet ligger i själva proverna och framförallt i hur kulturlagren har tillkommit och i deras ursprungliga innehåll. Ett lergolv innehåller t.ex. mycket lite organiskt material medan ett avfallslager från trähantverk i princip enbart innehåller trärester. På grund av olika nedbrytningsprocesser förändras innehållet med tiden, såtillvida att halten organiskt innehåll kontinuerligt sjunker. Som framgått tidigare varierar också nedbrytningsgraden kraftigt mellan olika områden, men också beroende på hur tjocka kulturlagren är. Därför kan samma typ av kulturlager innehålla olika mycket organiskt material beroende på hur långt nedbrytningsprocesserna har fortgått. Jämförelser mellan olika jordprover är därför ytterligt svårt att utföra utan en fullgod arkeologisk tolkning bakom.

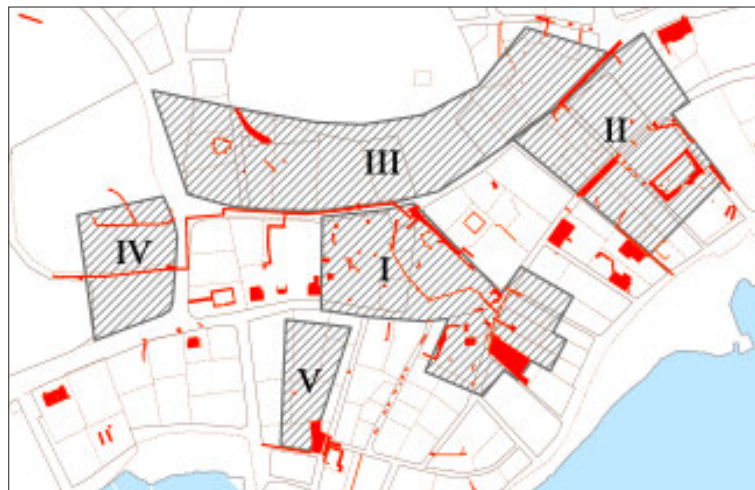
Trots ovanstående källkritiska utgångspunkter går det att urskilja generella trender i jordproverna som stämmer överens med vad som har iakttagits arkeologiskt. Vid den arkeologiska undersökningen i Stora gatan 2002 togs 12 prover som analyserades genom glödgningsförlust. Proverna togs i vad som kan betraktas som en och samma typ av lager som också var samtida (dendrokronologiska prover visade på en datering till sent 1200-tal och tidigt 1300-tal). Genomsnittet från proverna var 50,5 % (glödgningsförlusten). Det minsta värdet var 41,5 % och det högsta var 60 %. Resultaten från proverna visade att det fanns en tendens till en högre grad av uttorkning/nedbrytning ju närmare befintliga VA-schakt proverna var tagna. Resultaten skulle därför kunna indikera att VA-schakten dränerar ut kulturlagren.

Vid den arkeologiska undersökningen i kvarteret Trädgårdsmästaren 9 och 10, 1988-90, genomfördes också en analys av glödgningsförlusten på ett antal prover (Ceder 1994). Proverna togs från sju olika profiler och ett antal olika typer av kulturlager. Vid analysen delades de totalt 73 proverna upp i tre huvudfaser; 1) 980 - början av 1000-talet, 2) 1000-talet, 3) 1100 - början av 1200-talet. Det högsta värde som uppmättes var 51,6 % (fas 1, inga andra prover översteg dock 31 %) och det lägsta var 4,3 %. Det högsta värdet från den fas (fas 3) som tidsmässigt är närmast proverna från Stora Gatan var 21,7 %.

Vid en jämförelse med resultaten från Stora Gatan framgår med all tydlighet att det är stora skillnader mellan kulturlagrens organiska halt från de båda undersökningarna. Denna skillnad kan *svårligen* förklaras genom kulturlagrens sammansättning utan bör snarare ses som ett resultat av skillnader i kulturlagrens nedbrytningsgrad. Förutsättningarna för en långsam nedbrytning av kulturlagren verkar vara betydligt bättre vid kvarteret Slaktaren och Brasan än i kvarteret Trädgårdsmästaren. Sannolikt är huvudorsaken fler och djupare nedgrävningar i och i närheten av kvarteret Trädgårdsmästaren, nedgrävningar som därmed har orsakat dränering av omkringliggande kulturlager. Resultaten visar m.a.o. att naturvetenskapliga analyser är en framkomlig väg för analyser av kulturlagrens nedbrytningsgrad. En uppföljning av tidigare provtagningar samt en strategi för framtida provtagning är dock önskvärd för att få bättre underlag.

Slutord

I det underlag för bevarandeprogram för medeltida städer som Riksantikvarieämbetet Allmänna enheten utförde 1989 ingick åtta städer; Sigtuna, Skara, Västerås, Växjö, Helsingborg, Uppsala, Nyköping och Trelleborg. I samband med utredningen diskuterades förslag till bevarandeområden. Två kriterier var vägledande i bedömningen; området skulle "representera ett tvärsnitt av ett längre kronologiskt skede" och det skulle "lämpa sig väl för ett bevarande över tid" (Broberg 1993 s 15-16). Dessa bevarandeområden kan betraktas som ytor inom fornlämningen där mycket restriktiva tillstånd till ingrepp skall föreligga för att säkra vissa "representativa och vetenskapligt betydelsefulla områden för ett långsiktigt bevarande". Utredningen tog dock inte ställning till hur ett bevarande skulle ske (ibid s 14). Nu 15 år senare kan man konstatera att exploateringarna inom de fem framtagna bevarandeområdena för Sigtuna varit kraftig. Sedan 1990 har ett 30-tal större och mindre ingrepp skett (figur 17). De flesta ingrepp har dock varit begränsade och ur samhällsintresse nödvändiga. I några fall har också ett bevarandeområde använts som argument för att förhindra ingrepp som t.ex. planerna på att under senare år bygga ut Stadshotellet.



Figur 17
Ingrepp som skett inom de fem bevarandeområden som togs fram för Sigtuna 1989.

Erfarenheter från senare års arkeologiska undersökningar, StadsGIS-projektet och i synnerhet nedbrytningsprocessernas inverkan på kulturlager har inneburit att bevarandeområdena kan ifrågasättas. Behövs nya bevarandeområden och i så fall varför? När de togs fram användes kulturlagrens *nedbrytningsgrad* endast som ett indirekt kriterium, såtillvida att det skulle finnas ett större område med orörda kulturlager där man också skulle ta hänsyn till intilliggande markingrepp. Som framgick i kapitel 4 kan nedbrytningsgraden variera kraftigt inom små ytor. När ett bevarandeområde tas fram bör därför också kulturlagrens tillstånd utredas baserat på arkeologiska observationer. I delar av dem, främst där kulturlagren är tunna, har nedbrytningen av det organiska materialet gått så långt att restriktiv till-

ståndsgivning för ingrepp t.o.m. kan få motsatt effekt. Ju längre tiden går desto svårare blir det att få fram relevant arkeologisk information vid en eventuell undersökning. Viktiga stratigrafiska sekvenser och avgränsningar suddas ut och föremål av organiskt material går förlorade.

Det finns m.a.o. anledning att se över de bevarandeområden som tagits fram för Sigtuna. Till viss del har detta arbete redan påbörjats. I samband med några arkeologiska undersökningar som utförts under senare år har bevarandesituationen inom ett kvarter utretts; i kvarteret Guldet (Wikström 2003), kvarteret Slaktaren (Wikström 2003), kvarteret Klockaren (Wikström 2004) och kvarteret Koppardosan (Wikström 2004). En fortsatt detaljstudie över bevarandesituationen i resterande gator och kvarter vore önskvärd. Förslagsvis skulle man kunna dela in Sigtuna i delområden om fyra till sex kvarter och gator som sedan utreds var för sig, totalt 6-8 delområden. Denna utredning kan sedan ligga till grund för nya bevarandeområden, men också till ett nytt forskningsprogram. Kriterierna skulle liksom tidigare vara arkeologisk potential, kunskapsläge och urschaktningsgrad, men även *nedbrytningsgraden av kulturlagren*.

Resonemangen kring orsakerna bakom nedbrytningen av kulturlager och dess följder är baserad på den kunskap vi har om nedbrytningsprocesser och arkeologiska observationer. Idag har vi dock ett alltför begränsat perspektiv som i stor utsträckning baseras på ”tyckande”. Några av de viktigaste samverkande faktorerna verkar vara kulturlagrens tjocklek, närheten till nedgrävningar och nedgrävningarnas djup och fyllning (förhållandet mellan nedgrävningens djup och kulturlagrens tjocklek och vilken typ av fyllning som finns i nedgrävningen t.ex. sand eller blandad kulturjord). En av grundförutsättningarna är att kulturlagren har likartad struktur över hela Svarta jorden, men att framförallt de olika nedgrävningarnas placering och omfattning skapar olika förutsättningar. En av de viktigaste orsakerna till kulturlagrens nedbrytning verkar också vara förekomsten av syre och vatten.

En någorlunda entydig förklaring är att sättningsskador på byggnader och gator är orsakade av uttorkning av kulturlager. Ett första steg bör därför vara att förhindra en fortsatt dränering. Visserligen kommer uttorkningen av kulturlagren till slut att stabiliseras, men sannolikt först när allt organiskt material har försvunnit. Denna process kan ta mycket lång tid med tanke på de kulturlagervolymer som finns i Sigtuna. Eftersom nedbrytningen också sker snabbare på vissa plaster kommer det att innebära nya sättningsskador på fastigheter och gator med stora framtida kostnader som följd. Men framför allt kommer viktiga delar av det arkeologiska materialet att försvinna genom att de urbana kulturlagren håller på att torka ut. En stor del av vårt arkeologiska medeltida kulturarv är därmed hotat.

Referenser

- Arbman, H. 1942. Sigtunaforskningen – ett arbetsprogram. Situne Dei 1942
- Blum, M & Remstam, F. 2000. Sättningar i kulturjorden längs Stora Gatan, Sigtuna. Examensarbete 00/3. Avd för Jord- och bergmekanik. Institutionen för Anläggning och Miljö. Kungliga Tekniska Högskolan
- Borg, G.Ch. 1993. Hotet mot medeltida kulturlager ur naturvetenskaplig synpunkt. META 93:2
- Broberg, B. 1993. Bevara kulturlager. META 93:2
- Bäck, M. 1997. Arkeologisk provundersökning. Provbörningar i kvarteret Kyrkolunden och Trädgårdsmästaren. UV Stockholm, Rapport.
- : Opublicerad rapport. Stadsarkeologiskt register för Strängnäs stad. GIS-modell för ajourhållning och antikvarisk bedömning av arkeologiska ärenden i Strängnäs. Riksantikvarieämbetet, UV Mitt.
- Ceder, C. 1994. Lager på lager – en stratigrafisk undersökning av kvarteret Trädgårdsmästaren, Sigtuna. C-uppsats i arkeologi, Institutionen för Arkeologi, Umeå Universitet
- Douglas, M. 1978. Medeltidsstaden 6, Sigtuna.
- Eklund, K-J. 1984. Tankar på schaktkanten. Om Sigtunaforskningen igår och idag. Kulturminnesvård 1/1984
- Floderus, E. 1941. Sigtuna. Sveriges äldsta medeltidsstad.
- Fogelberg, Kerstin & Sten Tesch, 2002a. Utgrävningar i S:t Olofs kyrka. Populär arkeologi nr 2 2002, s. 37-38.
- . 2002b. Utgrävningar i S:t Olofs kyrkoruin 2001-2002. Sigtuna Museum, preliminär rapport 2002
- Forsström, M. 1974. Arkeologiska stadsundersökningar – aktuell problematik. Fornvännen 1974
- Forsström, M. 1982. Medeltidsstäderna under 1970-talet – antikvarisk verksamhet och forskning. Bebyggelsehistorisk tidskrift Nr 3, 1982 – Den medeltida staden
- Gillberg, G. 1979. Jordarter och formelement. Societas Upsaliensis Pro Geologica Quarternaria. UKK:1
- Hasselmo, M. 2002. Kort historik. Lagstiftningen och dagens situation. Seminarieinlägg. Föredrag i samband med seminariet Bygga på kulturlager den 6 juni 2002 i Uppsala.
- Holmström, M. & Redin, L. 1993. Tankar efter ett seminarium. META 93:2
- Kvartärgeologi. Kompendium för grundkurs i geovetenskap. Sjätte upplagan, 1996. Uppsala Universitet

Lagerlöf, A. & Nord, A. G. 2002. Påverkan på arkeologiskt material i jord. Redovisning av två forskningsprojekt. Riksantikvarieämbetets förlag

Larsson, S. 1995. Nedbrytning av urbana kulturlager. En förstudie. Arkeologiska rapporter från Lund, nr 10

Ljung, J-Å. 2002. Nedbrytning av kulturlager – exemplet Nyköping. Riksantikvarieämbetet Avdelningen för arkeologiska undersökningar. UV Mitt

Medeltidsstaden 1, 1976. Projektprogram.

META 1993:2. Medeltidsarkeologisk Tidskrift, Temanummer om problematiken kring att bevara kulturlagren i medeltida städer.

Molaug, P. B. (red.) 2002. Strategisk instituttprogram 1996-2001. Norske middelalderbyer. NIKU Publikasjoner 117

Nord, A. G. 2002. Nedbrytning av urbana kulturlager. Seminarieinlägg. Föredrag i samband med seminariet Bygga på kulturlager den 6 juni 2002 i Uppsala.

Pettersen, B. 1995. Stratigraphic analysis and settlement stratigraphy in early medieval Sigtuna. *Laborativ Arkeologi* 8.

-. 2004. Förstudie, Stadsarkeologiskt register. Medeltid – nyare tid. RAÄ 231, Nicolai socken, Nyköpings kommun, Södermanlands län. *Arkeologiska meddelanden* 2004:05, Sörmlands museum

Tesch, S. 1986. Medeltidsarkeologi i Sigtuna. I: Bevarande- och förnyelseplan för Sigtuna stad.

-. 1989. Avstamp för en ny Sigtunaforskning. 18 forskare om Sigtuna. Red: Sten Tesch.

-. 1990. Stad och stadsplan. I: Makt och Människor i kungens Sigtuna. Red: Sten Tesch. Sigtuna museer 1990.

-. 2001. Olof Palme, S:ta Gertrud och Sigtunas medeltida kyrkotopografi. I: Biskopen i museets trädgård. En arkeologisk gåta. Red: Sten Tesch och Rune Edberg. Sigtuna museers skriftserie 9

Wikström, A. 2003. Rapport Förundersökning. Kv Slaktaren 3, Sigtuna 2002. *Meddelanden och Rapporter från Sigtuna* nr 8.

-. 2003. Rapport Arkeologisk förundersökning. Kv Guldet 11, Sigtuna 2003. *Meddelanden och Rapporter från Sigtuna* nr 10.

-. 2004. Rapport Förundersökning. Koppardosan 4, 2004. *Meddelanden och Rapporter från Sigtuna* nr 18.

-. 2004. Rapport Arkeologisk förundersökning. Klockaren 4, 2004. *Meddelanden och Rapporter från Sigtuna* nr 20.

-. Artikelmanus. Den svårfångade kronologin — om gravstratigrafi och problem med dateringen av Sigtunas tidigmedeltida kyrkor. Artikel som kommer att publiceras i Hikuin

Administrativa uppgifter

Länsstyrelsens diarienummer:

Fornlämning: RAÄ 195 Sigtuna stad
Ek kartblad: 118 21 Sigtuna
Typ av projekt: Utvecklingsprojekt, GIS-projekt
Projektperiod: 2003-2004
Arkeologisk personal: Anders Wikström (projekt- och rapport ansvarig), Mats Pettersson (projektansvarig)
Rapportarbete: Anders Wikström

Programvara: ArcView® 8, 3D Analyst, Microsoft® Access®, Adobe® Photoshop® 5.5, Microsoft® Word® XP, ABBYY® FineReader®



Sigtuna Museum

Stora Gatan 55
193 30 Sigtuna.

tel.: 08 - 597 838 70, fax.: 08 - 597 838 83.
e-postadress: anders.wikstrom@sigtuna.se