ARKÆOLOGISK FORUM

47 · 2023

INDHOLD · 47 · 2023

Vølvens nye klæder 4
Bo Jensen

Nyt netværk om "Den Løsfundne Kulturarv" 14
Line Bjerg & Kirstine Pommergaard

Autovektorisering af gamle feltplaner 22
Erfaringer fra digitaliseringen af Vorbasse-udgravningen
Esben Schlosser Mauritsen

Strategisk Forum 30
En ny tradition i dansk arkæologi
Jesper Hansen

Fremtidig arkæologi inspireret af Niels Bohr 36
– En diskussion af anvendt naturvidenskab i den arkæologiske praksis*
Pernille Pantmann

"Selv"-sving! 54
Metaldetektoren som en del af arkæologernes ekspertise
Severin Tobias Mortensen

*) Peer reviewed

Autovektorisering af gamle feltplaner

Erfaringer fra digitaliseringen af Vorbasse-udgravningen

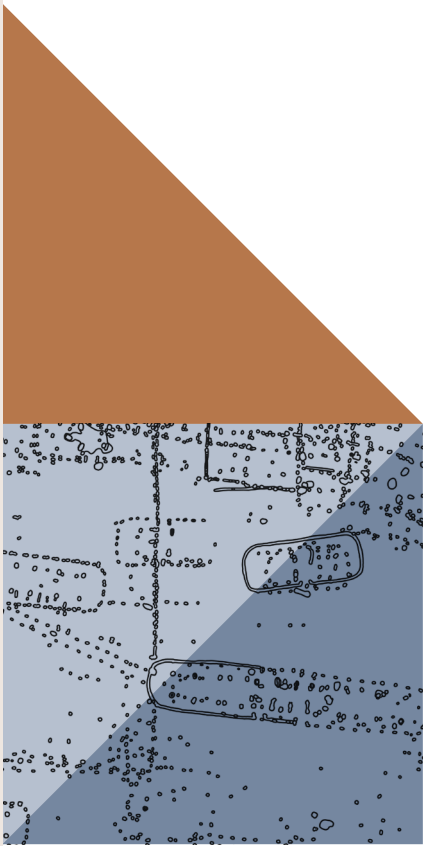
Esben Schlosser Mauritsen

Abstract

Auto-vectorization of old excavation plans

Lessons learned from the digitization of the Vorbasse excavation

Before the introduction of digital survey methods to archaeology all documentation was drawn by hand. Obviously the paper or plastic foil excavation plans can't directly be combined with the modern GIS. As a minimum the scans must be scanned to a raster file and georeferenced. But to make the old data dynamic it needs to be turned into vector format. Usually, this has – again – been done by hand, which is both slow and laborious. This paper presents a method to use auto-vectorization for digitizing old paper-based excavation plans. There is very good reason to do so both in regards of reducing time consumption and work labour and essentially money. At the same time the result is usually better than what can be achieved by manual digitization.



Indledning

I løbet af nullerne gik de fleste danske arkæologiske museer bort fra papirbaseret feltopmåling udført med tommestok og målebånd eller feltpantograf. Udviklingen var drevet af, at nyt måleudstyr i form af GPS og totalstation var blevet tilgængeligt. Fordelene var åbenlyse hvad angår arbejdshastighed og præcision, og data kunne nu hentes direkte ind i GIS. Det samme gjaldt selvsagt ikke for de gamle håndtegnede opmålinger, som man derfor siden har måttet scanne, georeferere og derefter manuelt vektorisere. Enhver, der har lavet den slags arbejde manuelt, ved, hvor tidskrævende det er. Og ikke mindst hvor slidsomt det kan være især for pegefingeren med de tusindvis af nødvendige museklik. Det findes der heldigvis en løsning på. Artiklen her handler om det potentiale, der er ved at anvende automatisk vektorisering, når gamle håndtegnede udgravningsplaner digitaliseres til brug i GIS. Metoden er langt fra nogen nyhed, men har af uvisse grunde ikke fundet nogen plads i dansk arkæologi. Artiklen er en erfaringsbaseret beskrivelse af fremgangsmåden ved autovektorisering, fordele og udfordringer ved automatisering af arbejdet. Det gøres blandt andet med udgangspunkt i et helt konkret projekt, vektoriseringen af den klassiske arkæologiske lokalitet ved Vorbasse (Hvass 1987; Beck 2021). Det er mit håb, at andre vil lade sig inspirere af mit arbejde, og dermed spare enorme mængder af tid og besvær.

Brugen af autovektorisering i dansk arkæologi har hidtil ikke været overvældende. Faktisk er det eneste hidtidige arbejde, som jeg har kunnet finde frem til, et forsøg fra sidst i 1990'erne. Det var i forbindelse med digitaliseringen af Nørre Snede-udgravningen (Holst 2004). Erfaringerne havde dog været skuffende, da alle anlæg med stratigrafier – som der var mange af – ikke lod sig udskille automatisk, hvorfor man alligevel valgte den manuelle vektorisering (Holst, M.K. Personlig meddelelse). I 2018 fik jeg interessen for at finde en effektiv og tidsbesparende løsning til digitalisering. På det tidspunkt havde vi i Arkæologi Vestjylland brug for at sammenføje et stort bagkatalog af håndtegninger med nye opmålinger fra de fortsatte undersøgelser af en omfattende jernalder- og vikingetidsbebyggelse i Mejlby ved Ringkøbing. Det viste sig hurtigt, at andre også har søgt en løsning på tilsvarende udfordringer. Blandt andet finder man en udførlig beskrivelse af autovektorisering og arbejdet med historiske kort hos Peter Peller (2018).

Autovektorisering

Autovektorisering er, som navnet antyder, en automatisk metode til at omdanne raster til vektor. Vektorisering dækker over det samme som det gængse udtryk "digitalisering" blandt arkæologer. Sidstnævnte er lidt upræcist, da allerede scanningen af en tegning udgør en digitalisering, blot i form af grafik i rasterformat. Rastergrafik består af firkantede pixels, typisk et fotografi eller en scannet tegning, i formater som JPG eller TIFF. Det er ikke skalérbart, og man kan ikke tilknytte information f.eks. anlægsinformationer til enkeltelementer på en scan-

net plan. Det er, så at sige, død grafik i GIS sammenhæng. Omvendt er det med vektor. Her er grafikken matematisk defineret ved enkeltpunkter, der kan stå alene eller forbindes til linjestykker eller polygoner, altså som den data vi trækker ud af en GPS. Der findes flere tilgængelige programmer til autovektorisering, f.eks. R2V og Vector Magic. Man finder også tilsvarende funktioner integreret i GIS-løsninger såsom ArcGIS (ArcScan), Global Mapper og QGIS. Mit valg faldt imidlertid på Vextractor, der både var billigt og nemt at bruge.

Udgangspunktet for autovektorisering er scannede håndtegnede planer eller rentegninger af disse. Scanningen skal være skarp og i en god opløsning. Bruger man en lavopløst billedfil, kan man få problemer længere fremme i processen. Håndtegninger kan være på millimeterpapir, typisk med blå eller orange tern, eller som tegnefolie i plastik. Der kan være tegnet med blyant, som nogle gange også er trukket op med tusch. Blyantens hårdhed betyder også noget, og afhængigt af trykket kan både farve og stregtykkelse variere, selv inden for tegningen af et enkelt anlæg. Planerne kan også være ret beskidte, gnidrede eller med mange, dårligt udviskede streger. Der kan ligeledes være tegnet anlægsnumre, fundnumre og nivellementer ind over fyldskifterne, hvilket kan være noget af en udfordring. Omvendt er angivelser af snitretninger ikke på samme måde et problem, da de typisk har en stump vinkel mod anlægget. De kan derfor filtreres bort i den videre bearbejdning, forudsat at man fastsætter de passende kriterier i autovektorprocessen. Man ser desværre ofte, at et omrids ikke slutter helt sammen. Eller det modsatte, altså at linjens start og slut krydser sig selv eller løber helt forbi hinanden. Det har alt sammen betydning for, hvor nemt tegningerne kan autovektoriseres med et godt resultat. Her gælder i høj grad "lort ind, lort ud"-princippet.

Første skridt på vejen er at få scannet originale planer og rentegninger, sidstnævnte vil herefter blive benævnt plancher. I Vorbasse-projektet har vi scannet originalplanerne i farver og i TIFF format for at undgå billedkomprimering. Plancherne blev dog scannet i sort/hvid JPG. Der er indledningsvis ingen forskel på forberedelserne i forhold til en almindelig håndgjort tegning. Tegningerne skal efter scanning georefereres, enten geografisk eller i et lokalt målesystem. I tilfældet Vorbasse valgte jeg indledningsvis at opbygge plan- og planceoversigt i et lokalt grid. Ved hjælp af feltgrænserne fra en tidligere, særskilt vektorisering, sammen med overfladedata fra Danmarks Højdemodel, kunne det lokale målesystem nemt placeres geografisk ud fra stadigt eksisterende markgrænser og levende hegn. Øvelsen gik nemt, idet det oprindelige målesystem viste sig at være imponerende præcist. I projektet har jeg lavet en fuldstændig georeferering af planer såvel som plancher. Plancherne er lavet i to versioner; én med vikingetid og én med anlæg fra øvrige perioder. Datasættet omfatter 1.188 originale planer og to sæt plancher, henholdsvis 168 vikingetidsplancher og 272 plancher med de øvrige perioders fund. I alt 1.628 georefereringer som udførtes i Global Mapper. Det gik der det meste af en uge med.

Jeg besluttede ret tidligt, at vektoriseringen skulle laves ud fra plancherne. Vikingetidsanlæggene var ved en tidligere lejlighed blevet digitaliseret, men for at sikre et ensartet udtryk i det endelige resultat, fik de en ny tur. Vejen dertil var at kombinere planchesættene ved hjælp af gennemskin af baggrunden og dernæst eksportere dem i større blokke af indtil 13 plancher til autovektorisering. I alt blev der oprettet 28 plancheblokke.

Grunden til at jeg valgte at bruge plancherne, var, at de i modsætning til planerne var næsten helt frie for støj, og havde klart definerede streger. Ulempen med plancherne er selvsagt, at der i rentegningsprocessen kan ske et datatab eller direkte forvanskning. Men arbejdsbyrden ville ellers være forøget betragteligt, når de mange originaltegninger skulle klargøres individuelt. Og der kan være tilfælde, hvor udfordringerne med streger og støj er så omfattende, at autovektor ikke er meningsfuld. Det har f.eks. været tilfældet med vores digitalisering af den klassiske Hodde-udgravning.

Klargøring af planer og plancher handler om at fjerne eller minimere irrelevant information og støj på papiret. Målet er at isolere og fremhæve tegningernes vigtige element, fyldskifterne. Det klares med billedbehandling i f.eks. Adobe Photoshop eller GIMP, før eller efter georeferering. Det kræver lidt erfaring og det er svært at give en eksakt opskrift. En af de ting, man kan arbejde med, er at gøre de lyse toner helt hvide ved hjælp af niveauer. Det rydder meget baggrundsstøj, især hvis stregerne er relativt mørke. Millimeterpapir er nok den største udfordring. Her handler det om at udgrænse ternenes kulør, typisk orange eller blå. Dernæst kan man øge farvernes luminans maksimalt, så de bliver så lyse, at de ikke udgør et problem. Men som sagt – arbejder man med rentegninger, kan man for det meste spare dette trin.

Næste skridt er at importere tegningerne i sin autovektorsoftware. Kan programmet håndtere geografisk information, bør man bruge GeoTIFF eller JPG med tilhørende JGW-fil. Alternativt skal man georeferere vektorgrafikken efter endt proces. I Vextractor findes der flere muligheder for billedbehandling, men ellers handler det bare om at sætte de mest optimale parametre for vektoriseringen. Her må man prøve sig lidt frem. Selve processen tager kun få sekunder. Man får et output i form af polylinjer og polygoner. I Vextractor er det muligt at gennemføre en kursorisk korrektion af vektoren. Det kan være sammenføjning af linjestykker, typisk et stolpehul hvor enderne i linjeenhederne ikke mødes. Meget kan rettes inden eksporten fra Vextractor, men naturligvis i et omfang, hvor det giver tidsmæssig mening. Der er risiko for, at en usikkert polygon alligevel skal tilrettes i mødet med den originale feltplan senere. Og så er det jo spildt arbejde. Heldigvis vil man også opleve, at de automatisk vekoriserede streger er mere bløde og har langt flere knudepunkter, end hvad man almindeligvis præsterer ved manuelt klikkeri og dermed mere tro mod originalen.

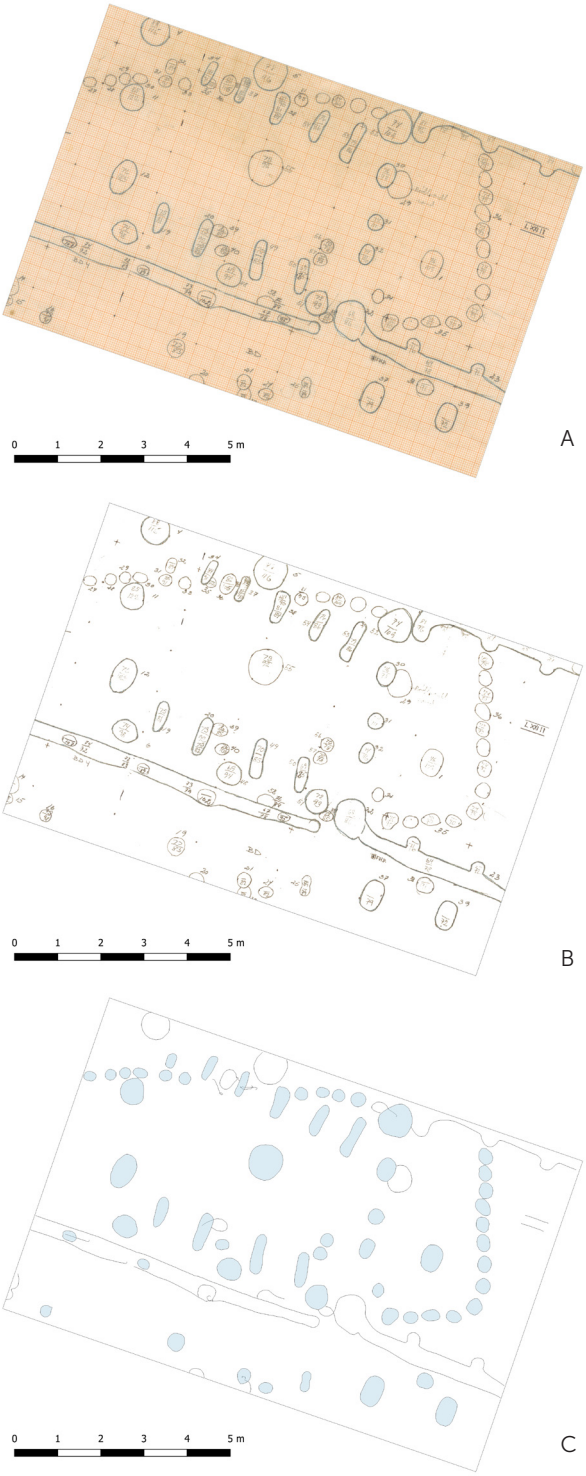


Fig. 1a-c. Her ses tre trin ved autovektoriseringen af originalplaner, eksemplificeret med et lille udsnit fra en Vorbasse-plan.

Først ses den uredigerede plan (a).

Dernæst følger udgrænsningen af irrelevant information, her primært de orange kvadrater (b).

Endeligt ses det automatisk skabte resultat uden manuel redigering (c). De sluttede polygoner er angivet med blå fyld. Anlæg, som er underliggende eller skåret af rammen, er gemt som linjestykker, men kan relativt hurtigt korrigeres. Vejen fra trin a til b er klart mest tidskrævende, så hvis man har adgang til rentegninger, kan man springe direkte til autovektorisering.

Redigering af en autovektor

Omfanget af efterkorrektion afhænger af udgangsmaterialet, men også af, hvilket mål man har. Har man alene brug for en overordnet gengivelse, behøver man ikke at foretage sig ret meget. Grafisk set fremstår autovektorproduktet fint, i hvert fald betragtet på afstand. Vil man have noget, der ligner en 1:1 gengivelse af kilden, skal man sætte tid af til noget datavask. Og man må forvente, at der i et vist omfang skal suppleres med manuel digitalisering. Jeg starter typisk med at åbne rasterfilen under vektorlaget og umiddelbart sammenligne resultatet. Alt, der ikke hører til, slettes som det første. Det samme gælder fejlbehæftede anlæg, hvor en manuel digitalisering vil være hurtigere end en korrektion. Der er visse muligheder for at automatisere en del af oprydningen. Man kan f.eks. definere en mindstestørrelse for anlæg og derved slette alle polygoner under grænsen gennem en forespørgsel. I nogle GIS softwares er der funktioner til automatisk identifikation og korrektion af invalide geometrier Det er typisk linjer, der skærer sig selv, eller måske to tangerende stolpehuller, der er blevet samlet i ét ottetalsformet polygon. I arbejdet med Vorbasse har jeg anvendt Global Mapper til denne proces.

Har man brugt rentegninger, som i tilfældet med Vorbasse, vil man hurtigt opleve, at noget af den tid man sparede i forberedelsen, skal betales tilbage ved efterredigeringen. Der kunne nemlig snige sig mange fejl ind, når man i sin tid kalkerede over et lysbord. Ved Vorbasse stod det hurtigt klart, at der var et gennemgående problem med usystematiske forskydninger på typisk 10-15 cm. Forklaringen må være den, at man ikke har fikseret planerne, men alene holdt dem løst, så de rykkede en smule, hver gang man løftede hånden. Den slags giver en del arbejde, når polygoner skal flyttes på rette plads. Et andet, men ret forventeligt, problem er, at mange detaljer går tabt ved rentegning. Rektangulære anlæg tegnes ovale; anlæg bliver for korte/lange/store/små; stratigrafier overses og så videre. Det er i høj grad et spørgsmål om temperament, hvor langt man vil gå i redigeringen. Når man sidder bag skærmen med anlæg i skala 1:10 skærmen, kan selv små fejl se voldsomme ud. Men i skala 1:50 bliver de svære at se, og i 1:100 forsvinder de helt for øjet.

Kan det betale sig?

Grunden til at jeg begyndte med autovektorisering, var for at spare tid og kræfter i processen med at digitalisere papirbaserede udgravningsplaner. Og som ovenfor hævdet har tidsbesparelsen været enorm. Jeg vil afslutningsvis forsøge at sætte tal på ved hjælp af en lille test: Den tager sit udgangspunkt i et lille hjørne af Vorbasse-udgravningens sydlige udkant.

Området omfatter otte plancher svarende til ca. 26 originalplaner. I Vorbasse-projektet har jeg bearbejdet i gennemsnit 12 plancher ad gangen. Testområdet her er ikke det mest intensive område i udgravningen, men måske afspejler

Fig. 2. Det udsnit af Vorbasse-udgravningen, som blev anvendt til tidstesten. Ud af i alt 2.453 anlæg blev de 2.326 tegnet på 20 minutter ved hjælp autovektorisering og en smule manuel efterkorrektion.

det en mere almindelig anlægstæthed. Scanning og georeferering bliver ikke medregnet her, da det er det samme arbejde, hvad enten man digitaliserer manuelt eller automatisk. De otte plancher blev samlet til én rasterfil og åbnet i Vextractor. Efter minimal billedbehandling på cirka to minutter, kørte jeg beregningen. Det tog fem sekunder. Resultatet var 2.326 tegnede anlæg i form af lukkede polygoner, og dertil en masse usammenhængende linjestykker. Efter 15 minutters kursorisk redigering kunne 2.453 anlæg eksporteres til QGIS. Jeg har ikke registreret tidsforbruget for den resterende korrektion, men det er også underordnet, da det er tidsbesparelsen, det handler om. Til slut viste det sig, at testområdet totalt set indeholdt 2.999 anlæg, altså 546 anlæg ud over det automatiserede resultat. Det betyder, at omtrent 82% af alle anlæg blev digitaliseret automatisk efter en minimal korrektion på under 20 minutters varighed. Det svarer til to anlæg i sekundet, tegnet i en kvalitet, der overstiger, hvad man ellers kan klikke sig frem til.

Jeg håber, at det hermed står klart, at der potentielt er en betydelig tids- og arbejdsbesparelse ved at anvende autovektorisering. Det giver bl.a. helt nye muligheder for at inddrage gamle undersøgelser i GIS i et omfang, der ellers sjældent vil være midler til. Vil man selv i gang, vil der selvfølgelig være en indlæringstærskel omkring billedbehandling, man skal overvinde. Især hvis udgangspunktet er de mere krævende originalplaner. Ellers vil jeg anbefale, at man starter med rentegninger.

Referencer

Beck, A.S. 2021: *Vorbasse. En landsby gennem 1000 år. Projektbeskrivelse for bearbejdning og tilgængeliggørelse af det bebyggelsesarkæologiske materiale fra Vorbasse.* Upubliceret.

Holst, M.K. 2004: *The Syntax of the Iron Age Village: Transformations in an orderly community*. (Ph.D. afhandling) Afdeling for Forhistorisk Arkæologi, Aarhus Universitet, Aarhus.

Hvass, S. 1987: Vorbasse – Eine Dorfsiedlung während des 1. Jahrtausends n. Chr. in Mitteljütland, Dänemark. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 67, 1986, 529-542.

Peller, P. 2018: From Paper Map to Geospatial Vector Layer: Demystifying the Process. *IASSIST Quarterly* 42 (3), 1-24. doi: https://doi.org/10.29173/iq914.

Forfatteroplysninger:
Esben Schlosser Mauritsen,
museumsinspektør Arkæologi Vestjylland.
Forfatteren kan kontaktes på:
esm@arkvest.dk

ARKÆOLOGISK FORUM

Redaktion
Anna Beck (ansvarshavende redaktør)
Jette Rostock
Kamilla Ramsøe Majland
Mette Palm
Ole Thirup Kastholm
Signe Lützau Pedersen
Susanne Klausholm Dolleris

© Forfatterne og Arkæologisk Forum
Artikler, indlæg og billeder må ikke gengives i nogen form uden skriftlig tilladelse fra redaktionen eller forfatterne.

Skriv til Arkæologisk Forum
Arkæologisk Forum modtager gerne bidrag. Kontakt redaktion@archaeology.dk

Peer review
Artikler, som indeholder forskningsbidrag, bliver som udgangspunkt peer reviewed.

Abonnement
Oplysninger om abonnement eller medlemskab af FaF findes på www.archaeology.dk

Forsideillustration
Billederne stammer fra dette nummer side 6, 28 og 38.

Udgiver
Arkæologisk Forum udgives af FaF – Foreningen af Fagarkæologer

Grafisk tilrettelægning
Bente Stensen Christensen, girafisk.dk

Tryk
Stibo Complete
Oplag 210 stk.

ISSN 1399-5545

FSC
www.fsc.org
MIX
Papir | Støtter ansvarligt skovbrug
FSC® C012075

SVANEMÆRKET

Tryksag
5041 0004

Foreningen af Fagarkæologer
faf@archeology.dk
www.archeology.dk

Arkæologisk Forum er et fagligt tidsskrift, der har til formål at bidrage aktivt til fagets udvikling og fremtid ved at sætte det arkæologiske fag ind i en større sammenhæng – både videnskabeligt og samfundsmæssigt.

Arkæologisk Forum ønsker at etablere et sted og en kontekst, hvor faglige såvel som fagpolitiske diskussioner kan finde sted.

I hvert nummer vil læseren blive mødt af en bred vifte af artikler – en mosaik, hvor delene tilsammen danner et aktuelt og mangfoldigt billede af videnskaben arkæologi, og hvor fagets dynamiske samspil med andre videnskaber, det politiske rum og det omgivende samfund træder klart frem.

Arkæologisk Forum udgives af Foreningen af Fag-arkæologer, og henvender sig naturligvis til foreningens medlemmer, men også enhver anden, der interesserer sig for arkæologien samt dens rolle og vilkår i verden i dag.