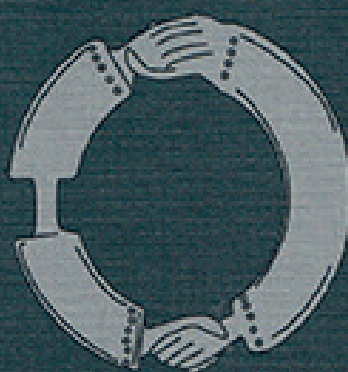
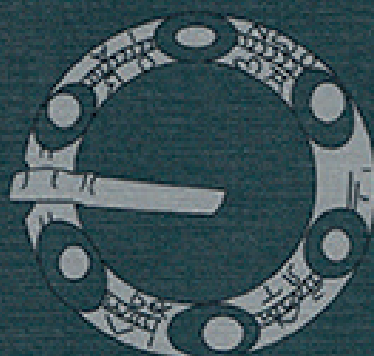


KUML 2011



KUML 2011

Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab

With summaries in English

I kommission hos Aarhus Universitetsforlag

Kortlægning af marksystemer fra jernalderen

En kildekritisk vurdering af luftfotografiers anvendelighed

AF MICHAEL VINTER

Der hersker næppe nogen tvivl om, at landbruget har været det bærende erhverv i oldtidens Danmark siden dets indførelse for 6.000 år siden. Sporene efter dyrkning er imidlertid næsten kun bevaret som ardspejle på forseglede overflader under gravhøje eller flyvesandslag. Kun fra et tidsrum i forhistorien har vi sammenhængende spor af, hvordan marksystemerne var udformet og var indpasset i landskabet. I løbet af yngre bronzealder (1000-500 f.Kr.) blev der over store dele af Nordvesteuropa indført et dyrkningssystem, hvor de enkelte marker eller parceller var adskilt fra hinanden af lave jordvolde og terrassekanter, og som kunne dække flere hundrede hektar. I den internationale litteratur benævnes de med den noget misvisende betegnelse Celtic Fields, mens de i Danmark har været kaldt både digevoldningssystemer og oldtidsagre. I det foreliggende arbejde vil jeg benævne dem marksystemer. En præcis datering af anvendelsesperioden af disse marksystemer har vist sig vanskelig, men ud fra keramik fundet i voldene og relationen mellem voldene og små gravhøje synes anvendelsesperioden hovedsageligt at ligge mellem 500 f.Kr. og 200 e.Kr. Flere steder i Nordvesteuropa er det dog dokumenteret, at marksystemerne er anlagt på tidligere opdyrket jord, som kan dateres til yngre bronzealder og i enkelte tilfælde endda ældre bronzealder.¹ Udforskningen af marksystemer har en lang tradition, som går helt tilbage til 1920'erne i England, Holland og Danmark, mens den i Nordvesttyskland og på Gotland skete i midten af 1970'erne og i Baltikum i 1990'erne.² Den tidlige forskning var især rettet mod en kortlægning af marksystemer, der endnu lå urørte hen i dyrkningsmæssige marginalområder såsom heder og skove. I denne fase blev der kun foretaget mindre udgravninger i form af snit gennem skelvolde og rydnings- og gravrøser.

I Danmark var Gudmund Hatt pioner inden for dette felt. Gennem flere kampanjer, især i 1930'erne, registrerede han 120 forekomster primært på de nord- og vestjyske heder, som blev publiceret i 1949 i hovedværket "Oldtids-

agre". Hans arbejde blev videreført af Viggo Nielsen, der overvejende fra 1953 til 1963 registrerede 200 marksystemer i de sjællandske og bornholmske skove.³ I Århus Amt er materialet siden suppleret gennem en systematisk gennemgang af skovene, der foregik mellem 1988 og 1992 og efterfølgende førte til omfattende undersøgelser af agrene i Alstrup Krat ved Mariager.⁴

Hatt var udmærket klar over, at hans kortlægninger kun udgjorde en lille del af de oprindelige marksystemers udstrækning. Allerede i 1920'erne havde engelske forskere vist, at både velbevarede og overpløjede marksystemer var synlige på luftfotografier i form af forskellig jordfarve, vegetation og som skygespor.⁵ Da Hatt var bekendt med de engelske resultater, kan det undre, at han ikke tog denne metode op, og heller ikke i Holland og Nordvesttyskland skete det. Først i løbet af 1970'erne blev metoden taget i anvendelse af flere forskere i Danmark, Holland og Nordvesttyskland. I alle landene medførte anvendelsen af luftfotografier en mangedobling af antallet af erkendte forekomster og udvidelse af allerede kendte lokaliteter. Både i Holland og Tyskland blev der på denne baggrund foretaget kortlægninger af marksystemer og lavet omfattende undersøgelser med vægtige publikationer til følge, mens de danske resultater forblev en slags videnskabelig appendiks.⁶ Tilsyneladende uafhængigt af hinanden gennemførte geograferne Jeansson og Newcomb undersøgelser af luftfotoserier fra 1961 og 1967 over Himmerland, som dokumenterede metodens potentiale, men som ikke omfattede hverken en egentlig kortlægning eller en videre kulturhistorisk tolkning af materialet.⁷

Langt mere omfattende er P.H. Sørensens arbejde. Primært baseret på luftfotoserien Basic Cover fra 1954 registrerede han alene i Nordjylland og Viborg Amter 447 lokaliteter,⁸ og siden fulgte endnu et par hundrede i resten af Jylland. Alle er registreret som arealenheder i Dansk Kulturhistorisk Centralregister (DKC).

P.H. Sørensen har i en række artikler behandlet forskellige aspekter omkring luftfotografier og marksystemer, bl.a. jordfarvesporenes forskellige farve og opståen, parcellernes former, forskellige typer af systemer, forholdet til jordbund og desuden publiceret flere kortlægninger af enkelte marksystemer.⁹ En væsentlig begrænsning ved P.H. Sørensens arbejde er de få publicerede udtegninger af marksystemer, og at de alene er baseret på en enkelt luftfotose-rie.¹⁰ Ikke desto mindre er hans arbejder enestående og må betragtes som en milepæl i dansk arkæologi. Denne artikel bygger i høj grad videre på P.H. Sørensens resultater, og de sammenligninger af udtegninger, som præsenteres, ville ikke have været mulig uden hans indsats.

Hovedformålet her er at demonstrere potentialet i at kortlægge marksystemerne ud fra ikke én, men flere luftfotoserier gennem en detaljeret kortlæg-

ning af tre markssystemer og at vurdere en række kildekritiske aspekter omkring tolkningen af informationer på luftfotografier. Disse aspekter omfatter en fortolkning af, hvorledes jordfarvesporene efter skelvolde og terrassekanter opstår, en analyse af hvorledes den historiske dyrkning påvirker forekomsten af sporene og en vurdering af, i hvor høj grad tolkningen er præget af subjektivitet. Det er uden for rammerne af denne undersøgelse at sætte markssystemerne ind i en bebyggelses- eller landskabsarkæologisk sammenhæng.¹¹

Kildemateriale og undersøgelsesområde

Til belysning af overstående problematikker er udvalgt tre markssystemer i det centrale Himmerland, nemlig Skørbæk Hede, Gundersted og St. Binderup (fig. 1). Udvælgelsen er sket på baggrund af en gennemgang af praktisk taget

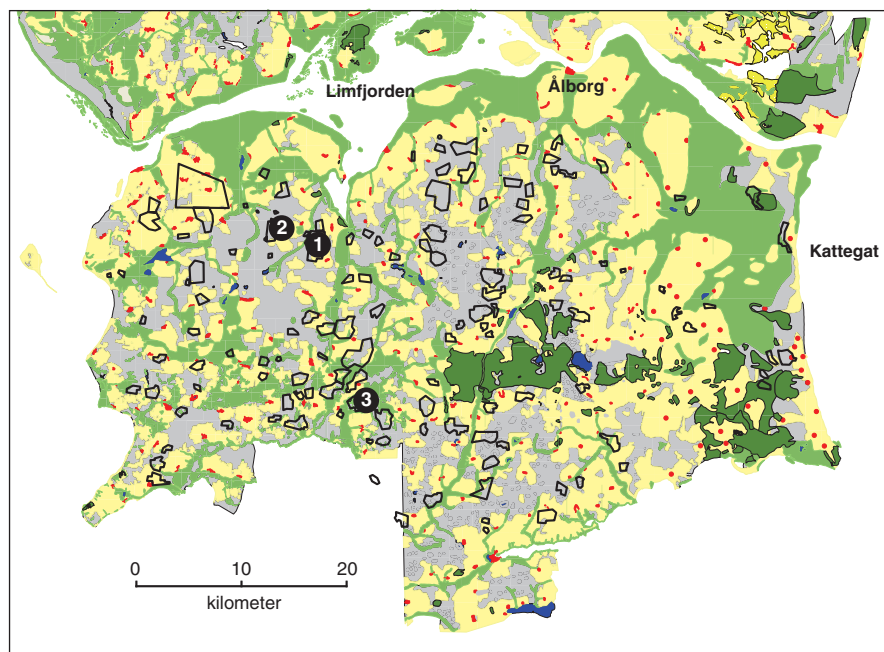


Fig. 1. Arealudnyttelsen i Himmerland omkring 1780 og placeringen af de her kortlagte markssystemer. Mørkegrøn: skov, Lysegrøn: eng/mose, Grå: hede, Gul: dyrket, Rød: byer og Sort: markssystemer registreret i Dansk Kulturhistorisk Centralregister (DKC). 1: Skørbæk Hede, 2: Gundersted og 3: St. Binderup.

Land use in Himmerland around 1780 and location of the field systems referred to in the text. Dark green: woodland; Light green: meadow/bog; Grey: heath; Yellow: cultivated; Red: towns; Black: field systems recorded in the Sites and Monuments Database, The Heritage Agency of Denmark. 1: Skørbæk Hede, 2: Gundersted, 3: Store Binderup.

alle registrerede markssystemer i Himmerland på flere luftfotoserier. De tre markssystemer er blandt de bedst bevarede og mest sammenhængende. Desuden er de alle tre tidligere kortlagt, Skørbæk Hede ved Hatt ud fra opmåling og de to andre ved P.H. Sørensen ud fra luftfotografier, hvilket giver mulighed for at vurdere eventuel subjektivitet i den anvendte procedure. Hatt skelner mellem skelvolde og terrassekanter. Dette åbner mulighed for at vurdere, hvordan de to afgrænsningsformer aftegner sig på luftfotografier. Ved Gundersted foretog Hatt to snit igennem skelvolde. Disse danner sammen med snit fra andre af Hatts udgravninger og nyere profiler fra undersøgelserne i Alstrup Krat basis for en undersøgelse af, hvordan jordfarvesporene opstår og udvikler sig over tid.

Ved undersøgelsen er der også anvendt historiske kort til at belyse den historiske dyrknings indflydelse på tilværelsen/fraværet af jordfarvespor. Det drejer sig om praktisk taget alle tilgængelige historiske kort fra en digitaliseret version af Videnskabernes Selskabs Konzeptkort (VSK i 1:20.000), flere udgaver af udskiftningskortene (Original 1 og 2 i 1:4.000) samt høje og lave målebordsblade (1:20.000). Tilsammen viser de arealudnyttelsen fra slutningen af 1700-tallet til 1940. Kortene er også anvendt i forbindelse med tolkningen af luftfotografierne.

Den primære kilde er dog de vertikale luftfotografier, som fortjener nærmere omtale.

Siden de første landsdækkende vertikale luftfotoopdagelser blev foretaget af Luftwaffe i 1944 og de allierede i 1945, er materialet vokset til flere hundredtusind eller måske millioner af vertikale luftfotografier.

Anvendelsen af det luftfotografiske materiale i den arkæologiske forskning har været begrænset af to faktorer, nemlig ekspertise og tilgængelighed. Tolkningen af luftfotografier kræver speciel indsigt, som kun kan opnås ved at sammenligne spor på fotografierne med kendte registreringer, historiske kort og andre kilder og gennem simpel erfaring.

Indtil for ganske nylig har man ved studier af luftfotografierne skullet skaffe sig adgang til de fysiske kopier i flere forskellige arkiver. En stor del af fotografierne findes i dag hos Kort- og Matrikelstyrelsen (KMS), tidligere Geodætisk Institut og Matrikeldirektoratet. Her findes også Flyvevåbenets luftfotografier optaget før 1985, mens optagelser efter 1985 er tilgået Det Kongelige Bibliotek. Flertallet af disse serier er i en skala på mellem 1:20.000 og 1:25.000, enkelte i 1:40.000 og mindre, regionale serier findes i 1:10.000. Flere private firmaer, som f.eks. Kampsax/Geoplan, har lavet et større antal optagelser. En stor del af dette materiale findes på Det Kongelige Bibliotek. Kommuner og amter har løbende indkøbt kopier af deres område fra de nationale serier, men

har desuden bestilt mindre serier til særlige opgaver. De små serier kan være i så stor målestok som 1:2.000 og er derfor meget detaljerede. Serierne findes ofte kun som kontaktkopi i den pågældende kommune. Kvaliteten af kontaktkopierne er meget svingende. Indtil nu har det været vanskeligt at få et overblik over, hvad der findes af luftfotografier i Danmark, men der er håb forude, da en samlet oversigt netop er udkommet.¹²

Normalt har der ikke været problemer med adgang til disse arkiver. Derimod har indscanning og digitalisering af fotografierne været mere problematisk. Digitalisering er en forudsætning for en udtegnings og kortlægning af informationer i fotografierne, hvis de skal kombineres med andre data som f.eks. jordbund og historisk arealudnyttelse i et geografisk informationssystem (GIS).

I forbindelse med de seneste års strukturreformer er en stor del af kommunernes og amternes beholdning af luftfotografier blevet scannet og foreligger derfor nu i digital form. En betydelig del af disse samlinger fra Jylland, Fyn og dele af Sjælland er blevet samlet og gjort tilgængelige på forskellige webportaler.¹³ Disse digitale samlinger er dog på ingen måde fuldstændige, og der findes intet samlet overblik over, hvilke serier der er scannet, og hvilke der ikke er. Fra midten af 1990'erne begyndte private firmaer at sammensætte nye luftfotooptagelser i mosaikker eller såkaldte ortofotokort. De er produceret løbende siden, og flere af dem er tilgængelige via internettet.¹⁴

Til denne undersøgelse er anvendt indscannede kontaktkopier af luftfotoserier fra 1954, 1961 og 1967. Fra digitale arkiver er anvendt luftfotografierne fra 1979 og 1981 og ortofotokort fra henholdsvis 2007 og 2008.

Digitalisering og opretning af luftfotografier

Tidligere har kortlægning ud fra luftfotografierne været en møjsommelig proces med kalkerpapir og indtegnings på topografisk kort. Indførelsen af GIS har imidlertid lettet proceduren betydeligt og samtidig gjort det nemt at sammenligne forskellige korttemaer som f.eks. jordbundstyper, arealanvendelse og digitale funddatabaser. Før kortlægningen kan indledes, skal luftfotografiet scannes, oprettes og georefereres. Scanningen bør ske på en scanner i høj opløsning, der kan generere et digitalt billede på minimum 5000x5000 pixels. Herefter kan der med fordel foretages en justering af kontrast og lysstyrke i et billedbehandlingsprogram for at fremhæve sporene på luftfotografiet. Da luftfotografiet er en centralprojektion, er geometrien i fotografiet forvrænget, og opmålinger og udtegnings direkte fra fotografiet vil derfor være behæftet med fejl. For at korrigere for dette forhold foretages en geometrisk opretning eller resampling af fotografiet i programmet Airphoto. Her indlæses et kortudsnit

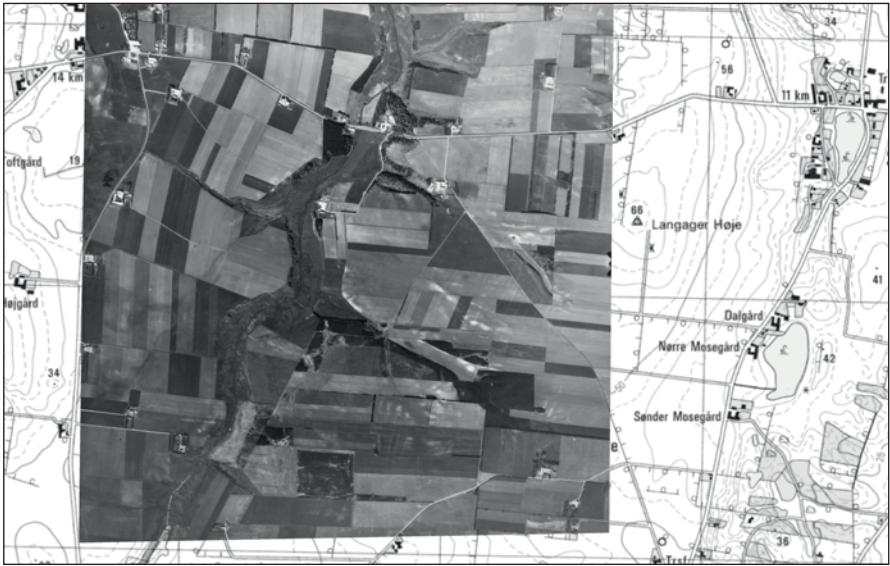


Fig. 2. Luftfotografi af Skørbæk Hede oprettet i Airphoto. Præcisionen kan kontrolleres, hvor veje og skel mødes på kort og luftfotografi.

Aerial photograph of Skørbæk Hede, rectified in Airphoto. The precision can be checked in places where roads and boundaries meet on map and aerial photograph.

med kendte hjørnekoordinater sammen med luftfotografiet.¹⁵ For at undgå tab af opløsning i luftfotografiet ved resamplingen skal kortudsnittet være større målt i pixels end luftfotografiet. Dernæst markeres en række kontrolpunkter (5-10), der findes på både fotografiet og kortet. Da resamplingen sker inden for kontrolpunkterne, vælges så vidt muligt punkter i kanten af fotografiet. Fotografiet transformeres nu ned over kortet, hvorved der skabes et målfast såkaldt ortofoto. Præcisionen af oprettningen kan kontrolleres ved hjælp af residualværdierne i Airphoto og langs overgangene mellem kortudsnit og luftfotografi på ortofotoet (fig. 2).¹⁶ Billedet kan til sidst importeres ind i GIS programmet, i dette tilfælde MapInfo, og georefereres ved hjælp af kortudsnittets hjørnekoordinater.

Tolkning og udtegning af jordfarvespor

Tolkningen af de forskellige spor på luftfotografier kræver en del øvelse, men ved at sammenligne sporene med kendte fortidsminder, f.eks. gravhøje og kortlagte marksystemer, opnås efterhånden en ekspertise i at genkende de relevante mønstre. Da farveforskellene er resultatet af flere hundrede års jordbear-

bejdning og jordbundskemiske processer, er der en del fejlkilder, som man skal være opmærksom på. Overpløjede jorddiger eller hegn af nyere dato og ældre drænsystemer og veje kan generere nogenlunde samme spor som marksystemernes skelvolde, mens nyere dræn som regel danner et sildebensmønster og oftest står meget klart. Hvis sporene ligger tæt på nutidige hegn eller følger pløjeretningen, kan det også være vanskeligt at tyde dem rigtigt. En del af disse fejlkilder kan minimeres ved løbende at sammenligne med detaljerede historiske kort under tolkningen af fotografierne. De væsentligste faktorer for sporenes tydelighed er dog vegetationsdækket og jordens fugtighed. Ældre vertikale luftfotografier er normalt optaget i marts, april og maj, hvor mange marker er dækket af spirende vegetation. Ikke desto mindre er sporene synlige på mange serier. Sandsynligvis vil et plantedække på 10 cm i højden ikke sløre sporene væsentligt, men hvis overfladen er udtørret, vil de være svære at erkende.

Ved udtegningen af jordfarvesporene må man vælge, om man vil kortlægge sporets samlede udstrækning som polygoner eller kun at angive det som polylinier ud fra midten af sporet. Da afgrænsningen ofte er flydende, og sporet over tid er udsat for udpløjning, har jeg valgt den sidste metode. Hvert enkelt luftfotografi er behandlet for sig, og alle jordfarvespor er udtegnet i et lag for hver serie, som til sidst samles i et lag. Grundet måleusikkerheden ved optagningen og udtegningen er det nødvendigt at foretage en sammentegning og oprensning af den digitale plan (se en uredigeret plan på fig. 9). Denne fremstår med rette linjer og skarpe hjørner, hvilket er mere et udtryk for en skematisk fremstilling af marksystemets anatomi end for den forhistoriske virkelighed. Sammenligner man udtegningerne af marksystemet på Skørbæk Hede med Hatts opmålingsplan (fig. 9-10), vil parcellerne på sidstnævnte fremstå langt mere organiske i formen.

Jordfarvespor – hvordan opstår de?

For at forstå, hvordan skelvoldene og terrassekanterne mellem parcellerne i marksystemerne kan ses som jordfarvespor på luftfotografierne, er man nødt til at se på, hvordan skellene er opbygget, og hvilke påvirkninger de har været udsat for fra deres dannelse og frem til det tidspunkt, hvor de kan ses på luftfotografierne.

Der er efterhånden foretaget mange snit igennem både skelvolde og terrassekanter i Danmark og de andre lande, hvor marksystemerne er registreret. Da snittene er foretaget i stadig synlige marksystemer på uopdyrket hede, er de eneste formationsprocesser, de har været udsat for, siden de blev forladt, de naturlige jordbundskemiske processer. I tidsrummet mellem at snittet blev

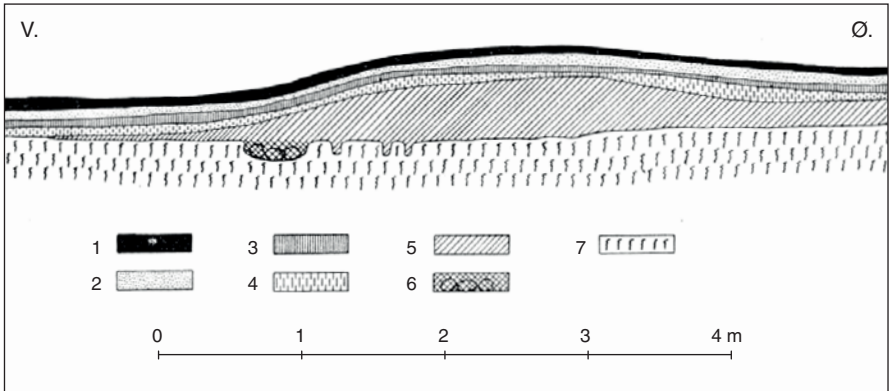


Fig. 3. Snit igennem skelvold på Gundersted Hede. 1: lyngmor, 2: gråt sand, noget humusholdigt (blegsand), 3: mørkebrunt, sammenkittet sand (al), 4: brunt sand, noget sammenkittet, 5: gråt, muldet sand (muldkærne), 6: ildsted med kulblandet sand og ildsværtede sten, 7: undergrund. – Efter Hatt 1949.

Section through a boundary bank at Gundersted Hede. 1: heather mor, 2: grey sand with some humus content (bleached sand), 3: dark brown concreted sand (iron pan), 4: brown sand, somewhat concreted, 5: grey organic sand, rich in organic material (topsoil core), 6: heath with charcoal-mixed sand and fire-blackened stones, 7: subsoil.

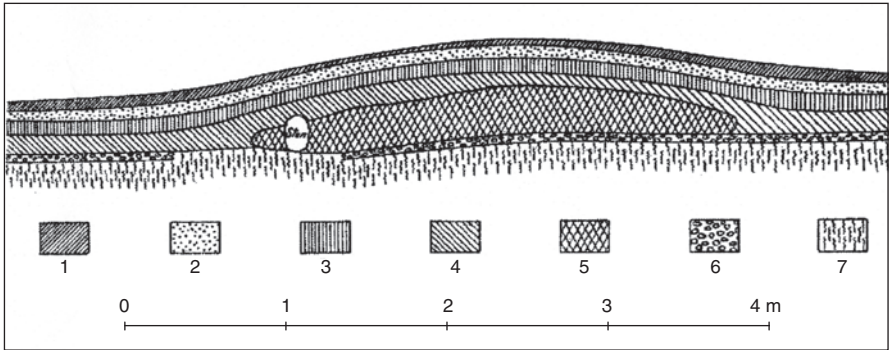


Fig. 4. Snit igennem skelvold på Gundersted Hede. 1: lyngmor, 2: blegsand, 3: al, 4: brunt sand, 5: sandmuld, 6: lag med mange småsten, 8: gult sand. – Efter Hatt 1930.

Section through boundary bank at Gundersted Hede. 1: heather mor, 2: bleached sand, 3: iron pan, 4: brown sand, 5: sandy organic soil, 6: layer containing many small stones, 8: yellow sand.

foretaget, og til markskellene ses på et luftfotografi, er mange af de markssystemer, Hatt registrerede, blevet overpløjet, delvist udjævnet og har været udsat for jordbundskemiske processer. Dette tidsrum kan på de fleste danske eksempler sættes til ca. 25 år, fra Hatt foretog sine undersøgelser i begyndelsen af 1930'erne og til de første virkelig anvendelige luftfotografier fra 1954.

På fig. 3 og 4 ses snit gennem to skelvolde på Gundersted Hede, som ifølge Hatt er typiske for Himmerland.¹⁷ Øverst ses et lyngbevokset morlag af let omsatte plantedele og herunder et lyst blegsands sand og et mørkebrunt allag. Disse tre lag udgør tilsammen resultatet af de jordbundsdannende processer, der er sket, siden området blev forladt i jernalderen. Der er tale om en podsolering, hvor metalforbindelser er opløst i det sure miljø i morlaget, udvasket fra blegsandet og til sidst udfældet i allaget. Det er her værd at bemærke, at blegsandslaget og allaget har samme tykkelse i hele profilet forløb. Under allaget ses det gamle dyrkningslag, der består af brunt sand. Herunder og lige over undergrundssandet ses en 3-4 m bred muldkerne, der består af lysebrunt sandmuld, og som har udgjort den oprindelige grænse mellem parcellerne.

Lad os nu prøve at foretage en teoretisk overpløjning af skelvolden. Når gammel hedejord inddrages til dyrkning, er det vigtigt at få brudt allaget, da det både indeholder næringsstoffer og virker hæmmende på dræningen. Pløjningen vil derfor medføre en blanding af morlag, blegsand, al og den øverste del af det gamle dyrkningslag. Ved de første pløjninger vil der næppe være den store forskel i jordfarven mellem selve skelvolden og marken ved siden af, men efterhånden som skelvolden jævnes ud, vil materiale føres fra toppen af skelvolden ud på de tilstødende markflader. Da dette inkluderer den mørkebrune al, vil området, hvor skelvolden har været, efterhånden domineres af den lysere, grå sandmuld fra muldkernen. Over hele marken vil der med tiden ske en mulddannelse med deraf følgende mørkfarvning, men pløjningen vil kontinuerligt bringe sandmuld fra muldkernen op til overfladen. Når skelvolden er helt udjævnet, og ploven når ned til undergrundssandet, vil sporets tydelighed være bestemt af den horisontale transport af materialet fra muldkernen. Hvor kraftig denne transport er vides ikke med sikkerhed. Nogle af sporene er synlige på ortofotos fra 2007 og 2008, altså 70 år efter de blev pløjet første gang, men de er til gengæld også brede og fragmenterede.

Denne udlægning af processerne, der fører til de lyse jordfarvespors fremkomst, er helt anderledes end den eneste anden teori herom i Danmark, nemlig P.H. Sørensens.¹⁸ Han opererer med en udvikling i tre faser, indledt med en fremdragelse af blegsandshorisonten, som genererer et lyst jordfarvespor. Senere i udjævningen sker et skifte til et mørkt spor, når materialet i muldkernen bliver opløjet. I den sidste fase skifter sporet igen til et lyst spor, når ploven begynder at tage undergrundsmateriale op. Der er imidlertid flere faktorer, som han ikke tager højde for. For det første forudsætter hans model en kraftigere blegsandshorisont over skelvolden end over de tilstødende, dyrkede parceller, hvilket ikke er til stede i nogen af de snit, der er lavet i himmerlandske marksystemer. Her er blegsandshorisonten relativt tynd og har en ensartet

tykkelse over både skelvold og den gamle markoverflade. Hvis der kun blev pløjet i blegsandet, ville den nyoppløjede mark fremstå med en ensartet lys farve. For det andet antager han, at muldkernen er mørkere end den omgivende jord, men i snittene beskrives den som værende grå, mens det gamle dyrkningslag og den opbrudte al er brun og mørkebrun. Altså er muldkernen lysere end den omgivende jord. Sidst, men ikke mindst, har farveskiftet fra lys til mørk ikke kunnet konstateres på luftfotoserier fra nogen af de her undersøgte lokaliteter, og det på trods af, at der i nogle tilfælde er over 50 år mellem luftfotografierne. At skelvoldene fremstår som lyse jordfarvespor, skyldes altså ikke en opløjning af blegsandslaget, men af muldkernen i volden.

En tilsvarende udvikling kan beskrives for den anden afgrænsningsform, terrassekanten. Den findes på skrånende terræn, hvor den som oftest følger terrænets højdekurver. I modsætning til skelvolden har den kun faldt til den ene side. Et typisk eksempel ses på fig. 5, som viser et snit gennem en terrassekant i Alstrup Krat ved Mariager.

Opbygningen er stort set den samme som i skelvoldene med en muldkerne, her bestående af lagene 5 og 6, som overlejres af et dyrkningslag, blegsand og morlag. Allaget mangler, hvilket skyldes, at podsoleringen på stedet kun er meget svagt udviklet. Det var i øvrigt et generelt træk ved undersøgelserne i Alstrup Krat. I skelvolve, terrassekanter og tidligere dyrkede flader sås kun en let podsolering, hvilket tilskrives dyrkningen i jernalderen med tilførsel af humusmateriale og kontinuerlig opblanding af de øverste jordlag. Ved en ned-

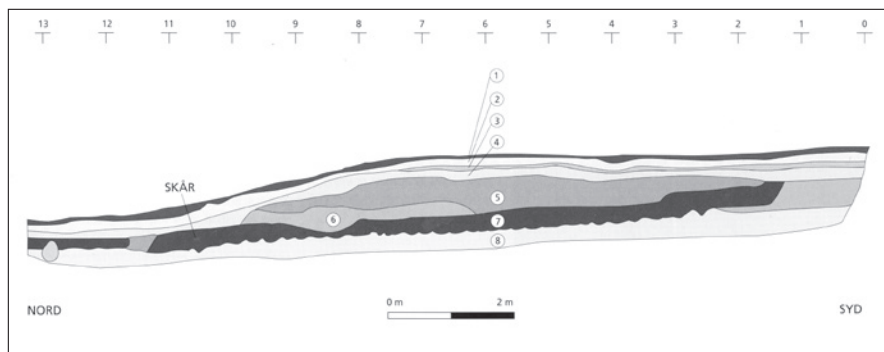


Fig. 5. Snit gennem terrassekant i Alstrup Krat ved Mariager. 1: morlag, 2: blegsand, 3: formodet dyrkningslag, 4: Markmuld, 5: ophobet markmuld, 6: terrassekantens muldkerne, 7: ældste dyrkningslag, 8: undergrund. – Efter Bech 2003.

Section through the terrace edge i.e. lynchet at Alstrup Krat near Mariager. 1: mor layer, 2: bleached sand, 3: presumed cultivation layer, 4: plough soil, 5: accumulated plough soil, 6: topsoil core of lynchet, 7: earliest cultivation layer, 8: subsoil.



Fig. 6. Skørbæk Hede på Basic Cover 1954 med eksempler på forskellige slags spor. I øverste højre hjørne ligger Trenddalen, og i øverste halvdel af venstre side ses Vidkær Å. 1: skelvold, 2: terrassekant, 3: mørke formodede vegetationsspor, 4: opløjet undergrunds-sand på stærkt skrånende flade, 5: tydelige dræn.

Skørbæk Hede on Basic Cover 1954 with examples of the different types of soilmarks. Upper right Trenddalen, upper left the river Vidkær Å. 1: boundary bank, 2: lynchet, 3: dark, presumed cropmarks, 4: ploughed-up subsoil sand on a steeply sloping surface, 5: conspicuous drain.

pløjning af terrassekanten ville man først se dele af lyst gråbrune lag 5, muldkernen, blive opblandet med de øverste lag, der beskrives som mørkegrå, brungrå, humusholdig rødbrun og brungul. Dette ville få terrassekanten til at fremstå lysere end de omgivende flader. Med tiden ville muldkernen måske endda blive delvis blottet, når dele af de øverste lag er blevet eroderet ned ad bakken, hvilket ville forstærke sporet.

Terrassekanten vil altså, ligesom skelvolden, fremstå som et lyst jordfarvespor. Dette forhold var P.H. Sørensen også godt klar over, og det kan bekræftes ved at sammenligne Hatts kort over Skørbæk Hede-forekomsten, hvor der skelnes mellem terrassekanter og skelvolde, med sporene på Basic Cover 1954 (fig. 6).

Mørke vegetationsspor og lyse erosionsspor

Næsten alle de jordfarvespor, som ligger til grund for kortlægningen af de tre marksystemer, fremstår som lyse i forhold til omgivelserne. Der findes dog enkelte undtagelser fra regelen i form af mørke spor i arealer med lynghede og nypløjet hede.

På luftfotografiet fra 1954 af Skørbæk Hede ses lige syd for Trenddalen (fig. 6) enkelte mørke spor, som stemmer overens med Hatts opmåling. De ligger i det senest opdyrkede areal i området. Opdyrkningen er sket mellem 1937, hvor det lave målebordsblad er revideret, og 1954.¹⁹ Allerede i 1961 synes dyrkningen dog opgivet, og arealet blev tilplantet med skov. Det er vanskeligt at give en plausibel forklaring på fænomenet, men sandsynligvis er der tale om vegetationsspor. Kort efter overpløjningen af terrassekanterne har vækstbetingelserne været bedre i jordblandingen over muldkernen end på det omgivende opblandede lag af morlag, blegsand og al, hvilket har bevirket, at vegetationen er spiret hurtigere over muldkernen, og således fremtræder den mørkt på det sort-hvide luftfotografi. Et tilsvarende fænomen kan iagttages vest for bopladsen, hvor lyngheden opdyrkes mellem 1954 og 1961. På luftfotografiet fra 1961 ses her tydelige mørke spor (fig. 7), som følger skelvolde på Hatts kort. Seks år senere er de stadig synlige i det fredede hedeareal som mørkere linjer, mens de står meget svagt i det dyrkede areal vest for. I 1979 ses sporene hverken i det fredede eller opdyrkede areal.

I samme område kan man på luftfotografierne fra både 1954 og 1961 følge marksystemets grænse ned til Vidkjær Å som forskelle i vegetationen.

At terrassekanter og skelvolde frembyder andre vækstbetingelser er dokumenteret i Alstrup Krat, hvor der flere steder voksede anemoner på terrassekanterne.²⁰ Også i den fredede Lundby Hede, der ligger nord og vest for marksystemet ved Gundersted, kan der iagttages vegetationsspor, som højst sandsynligt markerer skelvolde. De ses tydeligst på luftfotografier fra 1979 og tegner sig som mørke linjer på en meget lys baggrund. Sporene er formodentlig opstået efter en afbrænding af lyngen, et almindeligt led i vedligeholdelse af de fredede hedearealer. Efter afbrændingen vil arealet først blive dækket af forskellige græsarter, mens lyngen spirer langsomt frem nedenunder. Når næringsstofferne, som blev frigjort ved afbrændingen, efter ca. 5 år er opbrugt, vil lyngen efterhånden dominere over græsserne. Fænomenet kan studeres på Øster Lem Hede i Vestjylland, hvor den østlige halvdel af det fredede hedeareal blev afbrændt i foråret 2001.²¹ På ortofotoserierne af området fremstår hovedparten af skelvoldene lyse i 2002, mens de i 2004 og 2006 fremstår mørke i forhold til omgivelserne. Der er altså tydelige forskelle i vækstbetingelserne mellem skelvoldene og de gamle dyrkningsflader. Om disse farveforskelle også skyldes forskelle i

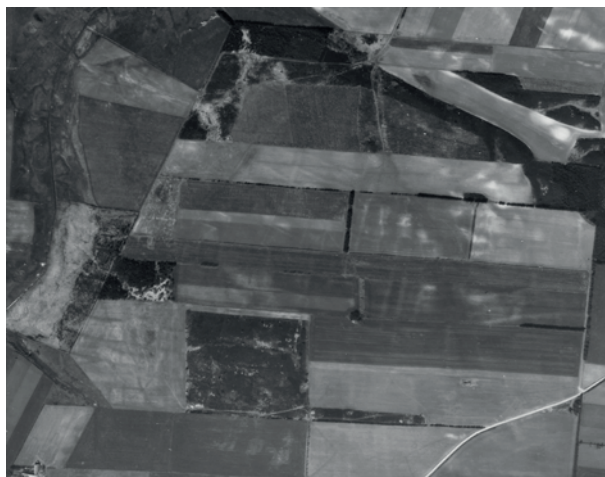
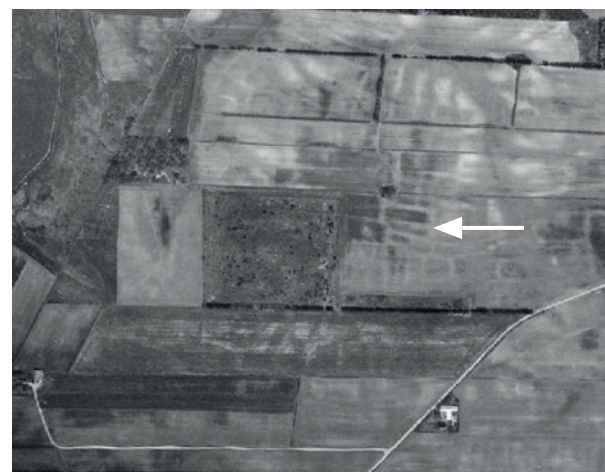


Fig. 7, 8 og 9. Udsnit af Skørbæk Hede fra henholdsvis 1961, 1967 og 1979. Bemærk de mørke spor vest for det fredede hedeeareal på fig. 7. Både bredde på skelvolde og områder med opløjet undergrundssand vokser betydeligt over tid.

Umiddelbart sydøst for gravhøjen midt på luftfotografierne fra 1967 og 1979 ses skelvolde, der ikke er med på Hatts kort.



Part of Skørbæk Hede from 1961, 1967 and 1979, respectively. Note the dark traces to the west of the scheduled heath area on figure 7. Both the width of the boundary banks and the areas with ploughed-up subsoil sand increase significantly with time. Immediately SE of the barrow, in the centre of the aerial photographs from 1967 and 1979, boundary banks can be seen that are not included on Hatt's map.



artssammensætningen, eller om de alene skal tilskrives bedre vækstbetingelser på skelvoldene, er ikke muligt at afklare uden feltundersøgelser af udviklingen af artssammensætningen efter en afbrænding. Hvis det alene er vækstbetingelserne, der er afgørende, må de mørke spor skyldes, at græsset holder sig grønt i længere tid på skelvolde og terrassekanter pga. bedre rodudvikling og mere tilgængeligt vand i den ophobede markmuld, som de er opbygget af.

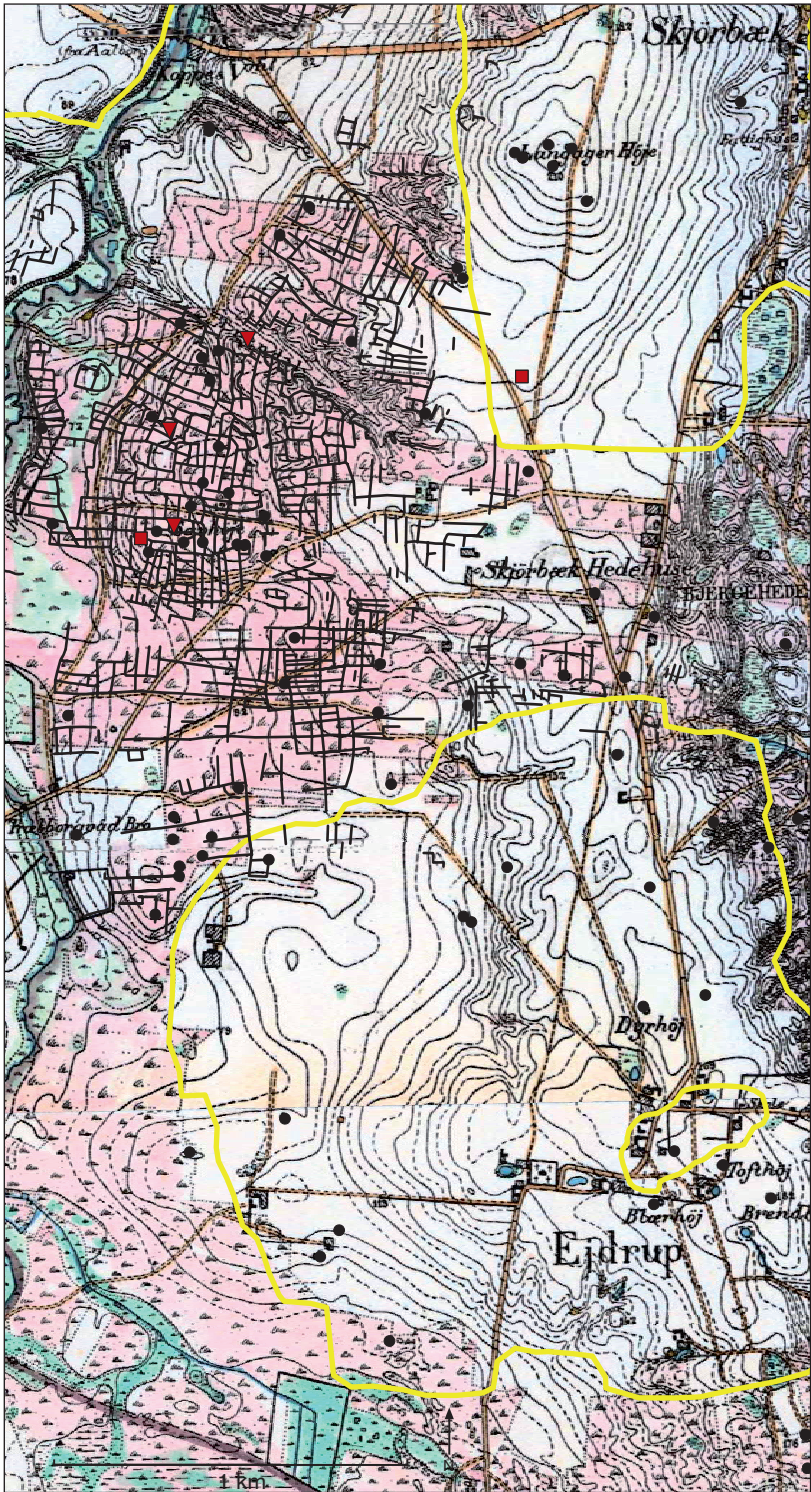
En sidste type jordfarvespor, som skal omtales her, er de meget lyse plamager, der findes på begge sider af Trenddalen på Skørbæk Hede og i den vestlige udkant af marksystemet ved Gundersted. Disse kunne tolkes som opløjede aflejringer af flyvesand, men det er ikke tilfældet. Ved sammenligning med topografien og gennem stereoskopisk betragtning af luftfotografierne er det nemlig tydeligt, at de ligger på stærkt skrånende terræn, og at sporene skyldes opløjet undergrundssand. Disse spor bliver større og kraftigere med tiden, efterhånden som mere og mere undergrundssand eroderes frem pga. pløjningen (fig. 6, 7, 8 og 9).

Den historiske dyrknings indflydelse på jordfarvesporene

Det faktum, at Hatt ved sine kampagner i 1930'erne stadig kunne se skelvolde og terrassekanter i landskabet, skyldes selvsagt, at disse områder ikke havde været opdyrket, siden de blev forladt engang i jernalderen. De havde i over 2000 år været dækket af græs og lyng og anvendtes som græsningsområder for kvæg og får. På Hatts tid var opdyrkningen af hederne allerede vidt fremskreden, men bare 100 år tidligere havde de dækket meget større områder. Videnskabernes Selskabs Konceptkort (VSK) fra slutningen af 1700-tallet viser, at 30% af Himmerland var dækket af hede, 42% var opdyrket, 21% lå hen som eng og mose, og kun 4% var dækket af skov (fig. 1). Opdyrkningen af heden var en langvarig proces, hvis forløb kan rekonstrueres ved hjælp af forskellige kort. Ved at sammenligne de udtegnede marksystemer med hede-

Planche I. Skørbæk Hede. Det kortlagte marksystem ses med det høje målebordsblad som baggrund. Sorte linjer: skelvolde og terrassekanter, Sorte cirkler: gravhøje, Røde trekant: brønde undersøgt af Hatt, Røde firkanter: boplads fra sen førromersk/tidlig romersk jernalder undersøgt af Hatt og Rosenberg, Gult: opdyrket land på konceptkortene.

Skørbæk Hede. The mapped field system with the topographic map as a background. Black lines: field banks and lynchets, Black circles; barrows, Red triangles; wells investigated by Hatt, Red squares: Late Pre-Roman and Early Roman Iron Age settlements investigated by Hatt and Rosenberg, Yellow: cultivated land as marked on the conceptual map.



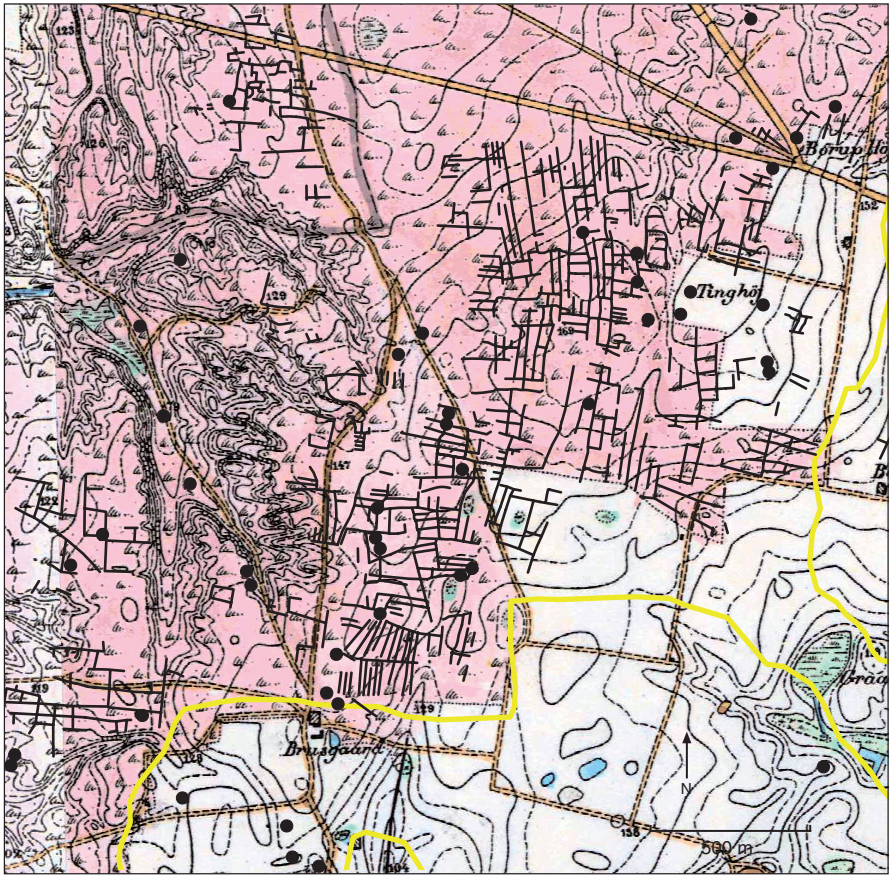


Planche II. Gundersted Hede. Det kortlagte markssystem ses med det høje målebordsblad som baggrund. Signaturer: Sorte linjer: skelvolde og terrassekanter, Sorte cirkler: gravhøje, Gult: opdyrket land på konceptkortene.

Gundersted Hede. The mapped field system with the topographic map as a background. Black lines: field banks and lynchets, Black circles; barrows, Yellow: cultivated land as marked on the conceptual map.

arealerne på kortene kan man få en ide om, hvor længe dyrkningen har stået på, og hvordan den har påvirket jordfarvesporene. Tilsvarende kan man ved sammenligning af de udtegnede jordfarvespor med de dyrkede arealer på VSK undersøge, om dyrkningen, der her formodentlig har stået på kontinuerligt siden tidlig middelalder, har udslettet sporene af markssystemerne fra ældre jernalder.

På plancherne I-III ses de samlede udtegninger af jordfarvespor efter skelvolde, terrassekanter og registrerede gravhøje på de tre lokaliteter. Som bag-

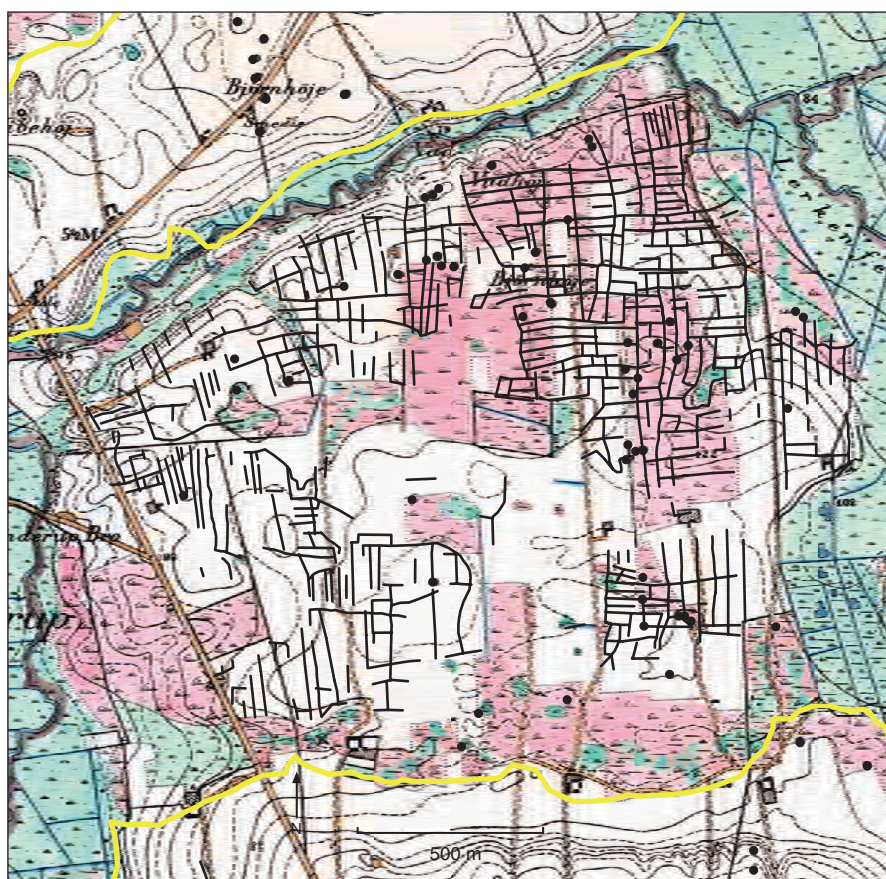


Planche III. St. Binderup. Det kortlagte marksystem ses med det høje målebordsblad som baggrund. Signaturer: Sorte linjer: skelvolde og terrassekanter, Sorte cirkler: gravhøje, Gult: opdyrket land på konceptkortene.

St. Binderup. The mapped field system with the topographic map as a background. Black lines: field banks and lynchets, Black circles; barrows, Yellow: cultivated land as marked on the conceptual map.

grund er valgt de høje målebordsblade fra 1880'erne med højdekurver, arealanvendelse og vådbundsområder. Desuden ses de opdyrkede arealer fra VSK.

Ved både Gundersted og Skørbæk Hede ses det tydeligt, at der ikke findes jordfarvespor i de arealer, der på VSK er markeret som dyrkede. I de umiddelbart tilgrænsende hedearealer ses til gengæld mange sammenhængende spor. På denne baggrund må det antages, at marksystemerne fra ældre jernalder også har strakt sig ind i de på VSK dyrkede områder, men at den langvarige dyrkning tilsyneladende fuldstændigt har udsløttet sporene efter dem. Andre

steder synes langvarig opdyrkning dog ikke at have samme ødelæggende effekt på jordfarvesporene. I Nordvestjylland fandt Lis Helles Olesen således, på et solidt statistisk grundlag, kun en svag overvægt i antallet af marksystemer beliggende på hedearealer i forhold til opdyrkede områder på Original 1-kortene.²² Om noget tilsvarende gælder i Himmerland, kan ikke afvises indenfor rammerne af dette studie, men det er ikke forfatterens indtryk, at en lignende fordeling vil kunne genfindes i Himmerland.

Den samlede oprindelige udstrækning af marksystemerne er selvsagt vanskelig at udtale sig om, men marksystemet ved St. Binderup kan give en ide om omfanget. Det fremstår nemlig som en velafgrænset topografisk enhed omgivet af vådbundsområder, som på VSK er fuldstændigt dækket af hede. Her dækker marksystemet ca. 75% af det dyrkbare areal. Både nord, vest og syd for St. Binderup-systemet findes områder, der er opdyrket på VSK. Ved gennemgangen af luftfotografierne kunne der ikke iagttages sikre jordfarvespor på disse arealer, selv om P.H. Sørensen har registreret marksystemer mod nord og vest. Når det nu er sandsynliggjort, at man ikke kan regne med at finde lyse jordfarver efter marksystemerne på arealer opdyrket før udskiftningen, er det værd at se nærmere på, hvordan tidspunktet for opdyrkningen af heden indvirker på forekomsten af jordfarvespor.

For at belyse dette må man sammenligne arealanvendelse på VSK og henholdsvis de høje og lave målebordsblade. Original 1- og Original 2-kortene er også blevet undersøgt, men ikke anvendt, fordi der ved opdatering af disse kort ikke er registreret ændret arealanvendelse. Eksempelvis er hele området ved St. Binderup stadig belagt med hedesignatur, efter at det er omtegnet i 1913. På det høje målebordsblad fra 1880'erne er størstedelen af området opdyrket. Heller ikke gårde, som findes på målebordsbladet, er indtegnet på Original 2-kortet. Ved St. Binderup er hovedparten af området opdyrket mellem 1800 og 1880 og resten mellem 1880 og 1937. Generelt er detaljeringsgraden af jordfarvesporene størst i de senest opdyrkede arealer, men i dette tilfælde er det ikke en entydig tendens. Det må betegnes som sikkert, at marksystemet ikke har dækket de områder på målebordsbladet, som ligger i hede, og hvor ingen jordfarvespor er iagttaget. Om det også gælder den centrale del af området, som er opdyrket og næsten uden spor, er mere usikkert.

Ved Skørbæk og Gundersted ses jordfarvespor i områderne, der er opdyrket mellem 1800 og 1880, men detaljerigdommen er betydeligt større i de senest opdyrkede områder. Ligesom ved St. Binderup findes der også syd for Skørbæk Hede et større hedeareal, hvor der ikke er iagttaget nogen jordfarvespor overhovedet, selv om det først er opdyrket efter 1880. Det drejer sig om de hedearealer, der ligger vest og syd for det på VSK dyrkede areal omkring Ejdrup.

Dette område har højst sandsynligt aldrig indgået i marksystemerne, men må have henligget som græsningsområde, indtil det blev opdyrket for ca. 75 år siden.

Samlet set må det vurderes, at en tidlig opdyrkning mellem 1800 og 1880 har haft en negativ indflydelse på forekomsten af jordfarvesporene, omend den ikke er totalt ødelæggende.

Hvis pløjningen i 1800-tallet har negativ indvirkning på forekomsten af jordfarvespor, kunne man også forvente, at de seneste 50 års pløjning med større og større traktorer og dyberegående plove også må have haft en kraftig negativ effekt. På fig. 7, 8 og 9 ses et udsnit af marksystemet på Skørbæk Hede fra henholdsvis 1961, 1967 og 1979. Inden for denne periode vokser flere skelvolde fra 5 til 9 meter i bredden, så der finder absolut en udpløjning sted. Som nævnt tidligere er nogle spor stadig synlige på ortofotos fra 2007 og 2008, hvor de dog fremstår meget brede og udpløjede.

Den her dokumenterede negative effekt af langvarig dyrkning på forekomsten af jordfarvespor gælder kun lyse jordfarvespor på sandede jorder. En række marksystemer fremstår som mørke jordfarvespor, hvis synlighed ikke i samme grad synes at være påvirket af langvarig dyrkning.

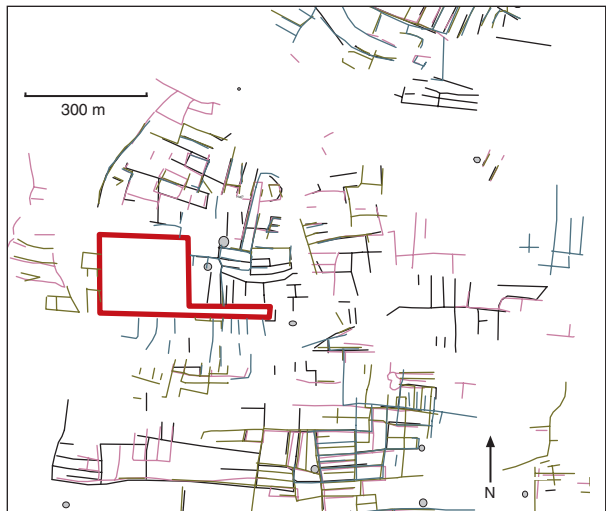
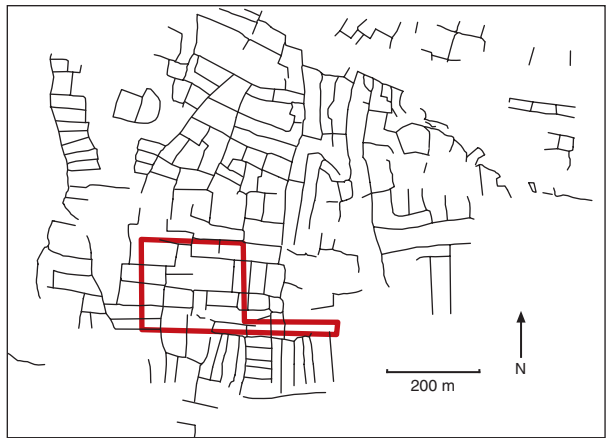
Newcomb og P.H. Sørensen har kortlagt sådanne marksystemer ved henholdsvis Kornum/Vindblæs i Nordvesthimmerland og Ginnerup på Djursland.²³ Begge lokaliteter fremstår som opdyrket på VSK, så det må formodes, at de har været det siden middelalderen. Lignende spor har jeg desuden kunnet konstatere på lokaliteterne Rejstrup Nord og Nørbæk Syd mellem Hobro og Randers og omkring Borum Eshøj vest for Århus. Disse marksystemer udgør en forsvindende lille del af det samlede antal. P.H. Sørensen nævner, at kun 10 ud af 300 marksystemer fremstår som mørke spor. Han mener, at farven skyldes, at de er anlagt på jord med brunjordskarakter. Brunjordens mineralkorn er brune til mørkebrune som følge af en manglende bakteriel omsætning af humus, men i områder, der har været udsat for udnyttelse, kan de i de øverste lag antage en bleggrå karakter.²⁴ Hvis muldkernen i skelvolden består af mørk brunjord, vil sporet af den fremstå mørkere end omgivelserne efter overpløjning og udjævning. Der findes dog ingen snit i skelvolde, hvor kernen har haft brunjordskarakter.

Sammenligning af kortlægninger fra feltopmåling og luftfotografier

Ethvert kort er udtryk for en fortolkning af det observerede. Dette er selvfølgelig også tilfældet ved både Hatts kortlægning af marksystemerne i felten i 1930'erne og den senere kortlægning ud fra luftfotografier. Kvaliteten og tro-

Fig. 10-11. Digitaliseret version af Hatts kort over marksystemet på Skørbæk Hede og uredigeret udtegning af jordfarvespor fra flere luftfotoserier (1954, 1961, 1967 og 1979). Det røde område markerer det i dag fredede areal.

Digitalised version of Hatt's map of the field system at Skørbæk Hede and unedited plan of the soil marks from several series of aerial photographs (1954, 1961, 1967 and 1979). Modern scheduled area marked in red.



værdigheden øges dog betydeligt, hvis det observerede kan bekræftes af flere kilder eller forskere, hvorved det subjektive aspekt kan reduceres til et minimum. Nedenfor skal det ud fra en sammenligning af Hatts kortlægning på Skørbæk Hede og min egen udtegning af sporene på luftfotografier først vurderes, i hvor høj grad de to metoder eller kilder supplerer og bekræfter hinanden. Dernæst skal det efterprøves, hvordan to forskellige personer fortolker luftfotografiernes information ved at sammenligne P.H. Sørensens kort over marksystemerne ved Gundersted og St. Binderup med mine egne.

Ved Skørbæk Hede er det klart, at luftfotografierne giver et meget bedre billede af, hvor stort et område marksystemet oprindeligt har dækket og således

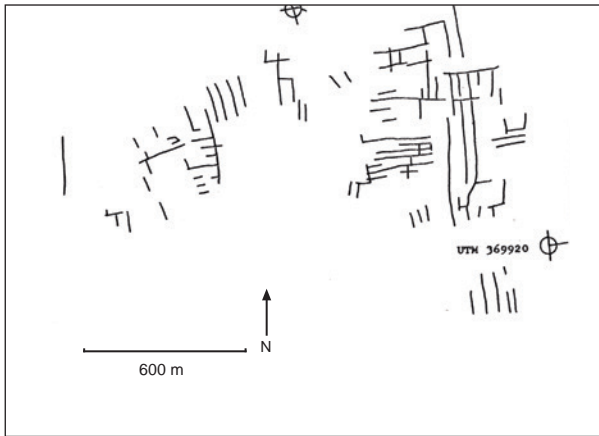
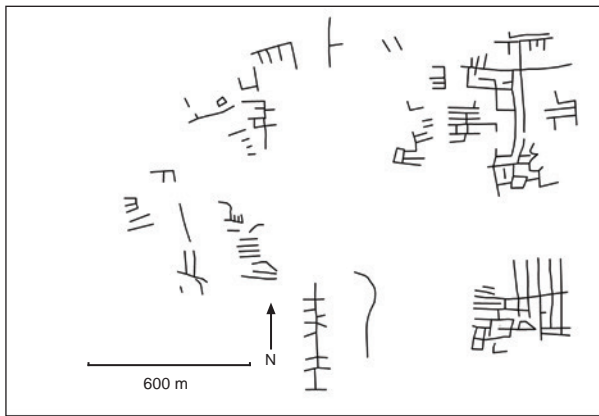


Fig. 12-13. To udtegnin-
ger af marksystemet ved
St. Binderup af hen-
holdsvis P.H. Sørens-
en (øverst) og forfatteren
(nederst) ud fra Basic
Cover 1954.

Two plans of the field
system at Store Binderup
by, respectively, P.H. Sø-
rensen (top) and the au-
thor (bottom) based on
Basic Cover 1954.



i høj grad supplerer Hatts kortlægning. Hvis man derimod zoomer ind og ser på detaljer, er billedet et noget andet.

Når man sammenligner Hatts kort og de informationer, luftfotografierne giver om det samme område (fig. 10-11), er der ingen tvivl om, at Hatts fremstår både mere detaljeret og mere sammenhængende. Specielt i den nordvestlige del langs Vidkær Å og i den nordlige del op til Trenddalen viser feltopmålingen sig klart overlegen.

Noget af forskellen kan dog tilskrives vegetationen, og at områderne kun har været opdyrket kortvarigt, som f.eks. området syd for Trenddalen der, som nævnt ovenfor, opdyrkes i perioden fra 1937-54 og opgives mellem 1955 og 1961.

Når der tages højde for måleusikkerheden, kan næsten alle sporene på luftfotografierne relateres til skelvolde eller terrassekanter på Hatts kort, og i flere tilfælde kan luftfotografiet vise underopdelinger, som Hatt ikke fangede ved feltopmålingen (fig. 8-9). Ideelt set burde man ved en kortlægning af

marksystemerne altså betjene sig af begge metoder, men det er sjældent muligt. Hvad luftfotografierne mangler i detaljen, det vinder de til gengæld i forhold til helheden.

De to kort af marksystemet ved St. Binderup (fig. 12-13) er baseret på fuldstændig det samme kildemateriale, nemlig Basic Cover 1954. Der er god overensstemmelse mellem de to kort i den nordlige halvdel af området, hvilket taler for, at det subjektive element i kortlægningen er relativt ringe. Den væsentligste forskel er, at P.H. Sørensen ikke har kortlagt sporene i den sydlige halvdel. I det sydøstlige hjørne kan det skyldes, at sporene findes på et andet fotografi, mens det i den sydvestlige del muligvis kan tilskrives et bevidst valg, da sporene her for en stor dels vedkommende er udflydende og samtidig ligger i et område med en del dræn, der vanskeliggør en entydig tolkning. Når man sammenligner kort af sporene fra Basic Cover 1954 med den samlede kortlægning, som er suppleret med luftfotografier fra 1961, 1967, 1979, 1981, 2007 og 2008, bliver det klart, at en kortlægning skal indbefatte flere forskellige luftfotoserier. Selv om man kan

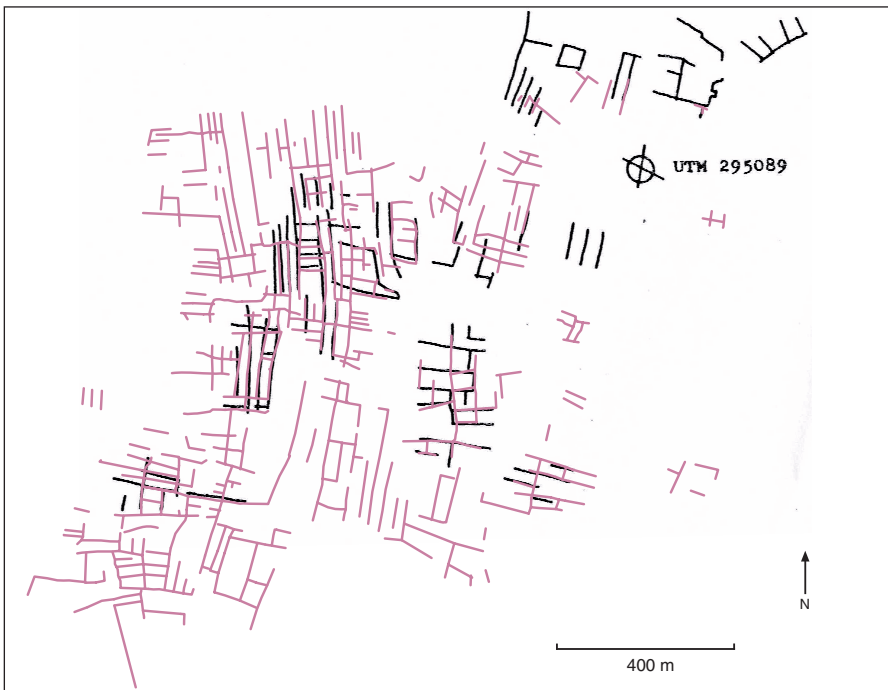


Fig. 14. P.H. Sørensens udtegning af marksystemet ved Gundersted ud fra Basic Cover 1954 (sort) sammenlignet med jordfarvespor på luftfotografierne fra 1961, 1967 og 1979 (rød).

P.H. Sørensen's plan of the field system at Gundersted based on Basic Cover 1954 (black) compared with soil marks on the aerial photographs from 1961, 1967 and 1979 (red).

få et rimeligt indblik i omfanget af et marksystem fra en enkelt serie, så vokser detaljerigdommen meget ved at kombinere flere forskellige luftfotoserier.

Ved Gundersted har det ikke været muligt at foretage en direkte sammenligning med hverken Hatt eller P.H. Sørensen. Sidstnævntes kortlægning er baseret på Basic Cover 1954, som ikke har været tilgængelig i forbindelse med denne undersøgelse, hvorfor sammenligningen baseres på den samlede kortlægning af serierne fra 1961, 1967 og 1979. Tilsyneladende er P.H. Sørensens kortlægning alene baseret på ét luftfoto, da hele den sydlige del af marksystemet ikke er kortlagt. Hvis man derfor nøjes med at sammenligne kortlægningerne inden for det af P.H. Sørensen kortlagte område, er der generelt set god overensstemmelse mellem kortlægningerne (fig. 14).

Størstedelen af sporene på Basic Cover 1954 kan genfindes på de senere luftfotografier. I enkelte tilfælde supplerer Basic Cover 1954 dog de senere serier, som f.eks. i den sydvestligste og den nordøstligste del af P.H. Sørensens kortlægning. Overordnet set er detaljerigdommen, som forventet, størst på den samlede kortlægning bestående af flere serier. Da der ved Gundersted kun er anvendt tre luftfotoserier mod syv ved St. Binderup, kan det godt forventes, at inddragelse af flere serier vil kunne tilføre kortlægningen yderligere detaljer.

Vurdering af metodens rækkevidde til studier af dyrkningslandskabet

Luftfotografierne rummer et stort forskningsmæssigt potentiale til studier af dyrkningslandskabet i yngre bronzealder og ældre jernalder. De er den eneste kilde til en kortlægning af marksystemernes morfologi og omfang, når man ser bort fra de rester, der endnu findes i skove og på heder. Marksystemer er i kulturhistorisk sammenhæng specielt vigtige, fordi de er det eneste eksempel fra vores forhistorie på, hvordan et samlet dyrkningssystem så ud, og hvordan det blev tilpasset landskabet.

Informationen på luftfotografierne, særligt i form af lyse jordfarvespor, som skyldes fremdragelse eller opløjning af muldkernen i skelvolde og terrassekanter, er en troværdig kilde til kortlægning af marksystemernes morfologi og udstrækning. Sammenligninger af flere forskeres kortlægning giver ikke anledning til at betragte tolkningen af informationer på luftfotografier som værende specielt subjektiv. Tværtimod ses en ganske god overensstemmelse mellem tolkningerne. Ved en kortlægning bør man anvende flere forskellige serier af vertikale luftfotografier, da det giver det mest detaljerede billede af marksystemernes morfologi.

Der kan påpeges en meget væsentlig fejkilde, der skal tages højde for ved en kortlægning af marksystemernes udstrækning, nemlig dyrkning i historisk

tid. På områder, der har været dyrket før udskiftningen, hvilket i langt de fleste tilfælde formodentlig betyder siden tidlig middelalder, kan man ikke forvente at kunne finde nogen lyse jordfarvespor. Den langvarige dyrkning og dermed opblanding af de øverste jordlag har udslettet de fleste spor efter skelvolde og terrassekanter. Nyopdyrkning inden for de seneste 100-150 år synes derimod kun at have en marginal indvirkning på forekomsten af jordfarvespor. Som nævnt ovenfor kan der dog være markante regionale forskelle i den historiske opdyrknings indflydelse på jordfarvesporenes tydelighed og bevaringsgrad, som vil være spændende at studere nærmere.

Kortlægning af udbredelsen af jordfarvesporene kan give viden om flere forhold i fortidens arealudnyttelse end blot de dyrkede områder. For det første kan fraværet af jordfarvespor på arealer, der på VSK ligger i hede, med en vis rimelighed antages at have været uopdyrket i ældre jernalder og formodentlig blev brugt til græsning. Dette kan have betydning ved beregning af forholdet mellem ager og eng/græsarealer.

En anden mulighed er at kunne lokalisere udgravede eller fremtidigt udgravede bebyggelser inden for et dyrkningssystem, hvilket kun er sket i meget få tilfælde i dansk arkæologi.

Endelig vil en kortlægning også kunne medvirke til at lokalisere bevarede rester af marksystemerne i heder, skove og plantager, som det f.eks. er sket i Nordvestjylland.²⁵

Der er allerede registreret hundredvis af marksystemer, og der findes hundredtusindvis, ja måske nærmere millioner luftfotografier, men stadig kun meget få kortlægninger.

NOTES

1. På Gotland formodes marksystemerne anlagt omkring 700 f.Kr. (Welinder 1998, s. 301). På Bornholm findes keramik fra yngre bronzealder i voldene og C14-dateringer fra samme periode (Nielsen 2000, s.188). I Holland menes marksystemet ved Vassen introduceret mellem 800 og 500 f.Kr. (Brongers 1976, s. 64). Ved undersøgelserne i Alstrup Krat ved Mariager Fjord blev dyrkningslaget, som knytter til marksystemet, C14-dateret til 750-500 f.Kr., men under dette fandtes en ældre dyrkningsflade fra 2000-1500 f.Kr. (Bech 2003, s. 80)
2. Der er løbende lavet forskningsoversigter. Se bl.a. Müller-Wille 1965, 1979, Klamm 1993. Baltikum behandles i Lang 1994. Gotland af bl.a. Lindquist 1974.
3. Viggo Nielsen 1984 og 2000.
4. Laursen 1994; Kristiansen 2001; Bech 2003.
5. Crawford 1928.
6. Brongers 1976; Zimmermann 1976.
7. Jeansson 1961, Newcomb 1971.
8. P.H. Sørensen 1991.

9. P.H. Sørensen 1972, 1979, 1982, Stoumann Hansen og P.H. Sørensen 1984. Andre er publiceret af Olesen 1981 og 1983.
10. Udtegningerne findes på Nationalmuseet Journalnr: 4833/83.
11. Vinter 2011.
12. Olesen, Dam og Dupont 2011.
13. Historiske luftfotografier fra Midtjylland findes på: <http://geomidt.flyfotoarkivet.dk/>, Nordjylland : <http://nordjylland.flyfotoarkivet.dk/>, Fyn, Vejle Amt og Sønderjylland : <http://drift.kortinfo.net/Map.aspx?Site=I-Archive&Page=Syddanmark>.
14. Flere årgange af ortofotokort findes på: <http://kort.arealinfo.dk>.
15. Ved udskæring af kortudsnittet i programmet Visit kan man gemme en tekstfil med hjørnekoordinaterne. Denne indeholder også oplysninger om udsnittets størrelse i pixels. Da standardopløsningen ikke er høj nok til at foretage en opretning uden tab af opløsning i fotografiet i Airphoto, skal udsnittet skaleres op, så det er større end fotoet målt i pixels. Skaleringen kan foretages i Airphoto eller i andet billedbehandlingsprogram. Udsnittets nye dimensioner anvendes ved georefereringen i GIS-programmet.
16. Præcisionen er selvfølgelig afhængig af, hvilket kortgrundlag man anvender. I dette studie er anvendt det digitale 4cm-kort. Et digitalt matrikelkort ville sikkert være bedre, men det har ikke været tilgængeligt. Det er også muligt at anvende en digital højdemodel (DTM) til at oprette luftfotografiet efter.
17. Hatt 1930, s. 349.
18. P.H. Sørensen 1972, 1979.
19. Tak til Peter Korsgaard fra KMS for at oplyse årstallet for revideringen, som ikke fremgik af det anvendte digitale kort.
20. Bech 2003, s. 42 fig. 25.
21. Tak til skovfoged Christian Hollesen fra Skov- og Naturstyrelsen i Vestjylland for oplysninger om plejen af og om afbrændingerne på Øster Lem Hede.
22. Olesen 2010.
23. Newcomb 1971; P.H. Sørensen 1972.
24. P.H. Sørensen 1972, s. 347-348.
25. Olesen 1983.

LITTERATUR

- Bech, Jens 2003: *Fra fortidsminder til kulturmiljø – hvad Alstrup Krat og Hohøj gemte*. København.
- Brongers, J.A. 1976: Air Photography and Celtic Fields Research in the Netherlands. *Nederlandse Oudheden* 6, Amersfoort.
- Crawford, O.G.S. 1928: Air Survey and Archaeology. *Ordnance survey professional papers, New Series No.7*.
- Hatt, Gudmund 1930: Spor af oldtidens landbrug i jyske heder. *Naturens Verden*, s. 337-364.
- Hatt, Gudmund 1949: *Oldtidsagre*. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Arkæologisk-Kunsthistoriske Skrifter Bd. II, no. 1. København.
- Jeansson, Nils R. 1963: Fossila åkrar i Himmerland – En flygbildsinventering. *Svensk Geografisk Årsbok* 39, s. 111-118.
- Klamm, Mechthild 1993: *Aufbau und Entstehung eisenzeitliche Ackerfluren ("Celtic Fields")*. *Stand der Forschung*. Göttinger Bodenkundliche Berichte 102. Göttingen.

- Kristiansen, Søren M. 2001: Present-day soil distribution explained by prehistoric land-use: Podzol-Arenosol variation in an ancient woodland in Denmark. *Geoderma* 103, s. 273-289.
- Lang, Valter 1995: Prehistoric and Medieval field systems in Estonia. *Tools and Tillage*, vol. 2-3 (1993-94), s. 67-82.
- Laursen, Jesper 1994: *Historien i skoven. Skove og fortidsminder i Århus Amt*. Århus Amts Museumsråd. Ebeltoft
- Lindquist, S.O. 1974: The development of the agrarian landscape on Gotland during the early iron age. *Norwegian Archaeological Review* 7, s. 6-32.
- Müller-Wille, Michael 1965: *Eisenzeitliche Fluren in den festländischen Nordseegebieten*. Münster.
- Müller-Wille, Michael 1979: Flursysteme der Bronze- und Eisenzeit in den Nordseegebieten. I: Beck, Denecke, Jankuhn (red.): *Untersuchungen zur eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Flur in Mitteleuropa und ihrer Nutzung*. Göttingen 1979, s. 196-239.
- Newcomb, Robert 1971: Celtic Fields in Himmerland, Denmark, as revealed by vertical photography at a scale of 1:25000. *Photogrammetria* vol. 27, s. 101-113. Amsterdam.
- Nielsen, Viggo 1984: Prehistoric Field boundaries in Eastern Denmark, *Journal of Danish Archaeology* 3, s. 135-163.
- Nielsen, Viggo 2000: *Oldtidsagre i Danmark*. Bornholm. Højbjerg.
- Olesen, Lis Helles 1981: Jernalderagre ved Halgård Bæk. *Holstebro Museum Årsskrift 1981*, s. 5-20.
- Olesen, Lis Helles 1983: Vestjyske agersystemer set fra luften og jorden. *Antikvariske Studier* 6, s. 300-309.
- Olesen, Lis Helles 2010 : The use of aerial photographs in the study of Early Iron Age settlement patterns in Western Jutland, Denmark. I: Dave C. Cowley, Robin A. Standing, Matthew J. Abicht (ed.): *Landscapes through the Lens*, s. 19-31. Oxford.
- Olesen, Lis Helles, Claus Dam og Henrik Dupont 2011: *Lufffotos over Danmark. Luffotoserier i private og offentlige arkiver*. Holstebro.
- Stumann Hansen, S. og P.H. Sørensen 1984: Tinghøj på Borre Hede. Et glimt af et århundredes mennesker og forskning omkring et ældre jernalders agersystem. *Kuml* 1984, s. 191-211.
- Sørensen, P.H. 1975: Jysk Oldtidsagerbrug – lokaliseret efter luftfotografier. *Kulturgeografi* 120, s. 337-354.
- Sørensen, P.H. 1984: Luftfotografi. Hvilke oplysninger giver soilmarks? I: Thrane (red.): *Dansk Landbrug i Oldtid og Middelalder*. Skrifter fra Historisk Institut, 31. Odense, s. 30-40.
- Sørensen, P.H. 1982 : The use of air photographs in celtic field studies. *Journal of Danish Archaeology* 1, s. 77-86.
- Sørensen, P.H. 1991: *Jyske Oldtidsagre. Nordjyllands og Viborg Amter*. Skov- og Naturstyrelsen. København.
- Vinter, Michael 2011: Rekonstruktion af det parcellerede dyrkningslandskab i Himmerland. Marker, græsning og bebyggelse belyst i tre mikroregioner. Arkæologiske Skrifter. København. In press
- Welinder, Stig 1998: *Jordbrukets första femtusén år, 4000 f.Kr.-1000 e.Kr*. Stockholm.
- Zimmermann, W.H. 1976: Die Eisenzeitliche Ackerfluren – Typ “Celtic Fields“- von Flögeln-Hasselhorn, Kr. Wesermünde. *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 11, s. 79-100.

Mapping Iron Age field systems

An assessment of the applicability of aerial photography

There is little doubt that agriculture constituted the fundamental activity in prehistoric Denmark following its introduction 6000 years ago. Traces of cultivation are, however, almost solely preserved in the form of ard marks on surfaces sealed beneath barrows or layers of aeolian sand. Only one period in prehistory shows coherent traces revealing how field systems were formed and how they fitted into the landscape. During the course of the Late Bronze Age (1000–500 BC), a system of cultivation was introduced over large parts of NW Europe in which the individual fields or plots were separated from one another by low earthen banks and terrace edges or lynchets. These field systems could extend over several hundred hectares.

These cultivation systems appear primarily to have been in use between 500 BC and AD 200. Research into prehistoric field systems has a long tradition extending all the way back to the 1920s in England, The Netherlands and Denmark, whereas in NW Germany and on Gotland work took place during the 1970s, with the Baltic Countries being involved in the 1990s. Early research was directed in particular towards mapping the field systems which, at that time, lay untouched in agriculturally marginal areas such as heath and woodland.

In Denmark, Gudmund Hatt was a pioneer in this field. During the course of several campaigns, especially during the 1930s, he recorded 120 occurrences of field systems, primarily on the heaths of Northern and Western Jutland. These were published in 1949 in his major work

Oldtidsagre (i.e. Prehistoric Fields). His work was continued by Viggo Nielsen who recorded 200 field systems in the forests of Zealand and Bornholm, largely between 1953 and 1963. In the former Aarhus county, the record has subsequently been augmented by a systematic reconnaissance of the forests which took place between 1988 and 1992. Subsequently, this led to the extensive investigations of field systems at Alstrup Krat near Mariager. As early as the 1920s, English researchers were aware of the fact that both ploughed-down and preserved field systems were visible on aerial photographs. However, the method was first applied in Denmark, The Netherlands and NW Germany in the 1970s, leading to a several-fold increase in the number known localities. In Denmark, P.H. Sørensen recorded 447 field systems in the former Viborg and North Jutland counties alone. P. H. Sørensen has published a series of articles dealing with various aspects of aerial photography in relation to ancient field systems. For example, the colour and origin of the various soil marks, the shape and size of the plots, different types of field systems and the relationship with soil type. He has also published several surveys of individual field systems. A significant problem with P.H. Sørensen's work relates to the very few published plans showing the field systems and to the fact that these are based exclusively on a single series of aerial photographs.

The main aim of this article is to demonstrate the potential for mapping field systems on the basis of not one but several series of aerial photographs. This is done

through the detailed survey and mapping of three individual field systems and access to a series of data sources with respect to the interpretation of information contained in the aerial photographs. These comprise an interpretation of the origin of soil marks of banks and lynchets and an evaluation of the degree to which this interpretation is influenced by subjectivity. It is beyond the scope of this investigation to locate the field systems within a settlement and landscape context.

Sources and study area

In order to explore the problems and questions outlined above, three field systems were chosen in the central part of Himmerland: Skørbæk Hede, Gundersted and Store Binderup (fig. 1). This selection took place on the basis of an examination and assessment of almost all recorded field systems in Himmerland evident on several series of aerial photographs. These three field systems chosen are among those best preserved and also the most cohesive. Furthermore, all three have been mapped previously: Skørbæk Hede by Hatt on the basis of field survey, and the two others by P.H. Sørensen on the basis of aerial photographs. This provides the opportunity to evaluate any possible subjectivity in the procedure employed. Hatt makes a distinction between field boundary banks and lynchets. This opens up the possibility of evaluating how the two forms of boundary appear on aerial photographs. At Gundersted Hatt cut two sections through boundary banks. These, together with sections from other of Hatt's excavations and more recent examples from the investigations at Alsing Krat, form the basis for an investigation of how soil marks arise and develop over time. In this investigation, use has also been made of historical maps in order to reveal the influence of historical cultivation on the presence/absence of soil marks. The earliest maps are from c.

1780. The primary source remains, however, series of vertical aerial photographs. Access to the latter has become considerably easier in recent years. A large proportion is now accessible via various web portals, and recently an overview became available of the contents of private and public archives. For the purposes of this investigation, use has been made of scanned contact copies of aerial photograph series from 1954, 1961 and 1967. From digital archives, use has been made of aerial photographs from 1979 and 1981 and the orthophoto maps from 2007 and 2008, respectively.

Digitalisation and rectification of aerial photographs

Previously, mapping on the basis of aerial photographs was a laborious process involving tracing paper and the transfer of features to topographic maps. The introduction of GIS has, however, eased the process considerably and has also made it easy to compare various map themes such as soil-type, land-use, and digital finds databases. Before mapping can commence, the aerial photograph must be scanned, rectified and geo-referenced. rectification was carried out using the programme Airphoto, while geo-referencing and drawing in of the features were done in MapInfo. An example is shown in figure 2.

Soil marks – how do they originate?

In order to understand how the boundary banks and lynchets between plots appear as soil marks on the aerial photographs, it is necessary to examine how these boundaries were built up and also the influences to which they have been exposed from their creation and up until the time when they are visible on aerial photographs. Figures 3 and 4 show sections through two boundary banks at Gundersted These were carried out by Hatt at the beginning

of the 1930s, just prior to the area coming under cultivation again and 20-25 years before the first aerial photographs revealed pale traces of boundary banks. As the area had not been cultivated since the Iron Age, the stratigraphy is the result of natural soil-formation processes: a podsol has been formed, comprising a heath mor layer uppermost, beneath this a bleached sand layer and an iron pan, and at the base the old cultivation layer and the topsoil core of the boundary bank, consisting of brown and grey sand. Ploughing of the boundary banks will, initially, not result in significant soil marks as the three uppermost layers are of equal thickness along the whole length of the section. A pale soil mark will, however, appear when the boundary bank has been levelled out and the plough begins to turn up material from the light topsoil core. This soil transport can in some instances continue for more than 70 years, but the soil marks will as a consequence also become wide and fragmented. This account of the processes leading to the appearance of the pale soil marks is completely different from the only other theory proposed in this respect, i.e. that of P.H. Sørensen. He describes a development involving three phases, beginning with the ploughing up of the bleached sand horizon which generates a pale soil-colour trace. Later in the development there is a shift to a dark trace, when the material in the topsoil core becomes ploughed up. In the final phase, the trace shifts again to a pale colour, when the plough begins to bring up the subsoil. However, these two sections show neither a bleached sand horizon nor a darker topsoil core. Furthermore, no colour changes have been observed at any of the localities. The fact that the boundary banks are apparent as pale soil marks is not due to ploughing up of the bleached sand layer but of the topsoil bank core. Ploughing down of the other boundary form, the terrace edge or lynchets, as shown in figure 5,

will similarly result in the formation of a pale soil-colour trace through material being brought up from the pale topsoil core. P.H. Sørensen was also fully aware of this situation, and it can be confirmed by comparing Hatt's map of the Skørbæk Hede site, where a distinction is made between boundary banks and lynchets, with the soil marks apparent on the aerial photograph series Basic Cover 1954 (fig. 6).

Dark vegetation marks and pale erosion marks

Almost all the soil marks that form a basis for the mapping of the three field systems appear pale in relation to the surroundings. There are, however, occasional exceptions to this rule in the form of dark marks in areas of heather heathland and newly-ploughed heath. On the aerial photograph of Skørbæk Hede from 1954, a few dark marks can be seen directly south of Trendalen (fig. 6) which correspond with the results of Hatt's survey. These lie in an area which was cultivated between 1937 and 1954. In 1961, the area was taken out of cultivation and became covered with small trees. A corresponding phenomenon can be observed to the west of the settlement where the heather heathland was cultivated between 1954 and 1961 (fig. 7). These marks probably arise from the vegetation as a consequence of better growing conditions over the topsoil cores of the boundary banks. The fact that lynchets and boundary banks offer different growing conditions has been documented at Alstrup Krat where it could be seen that in several places anemones grew on the lynchets. Differences in the vegetation on the field surfaces and the boundary banks have also been observed on aerial photographs showing the scheduled examples of field systems at Lundby Hede and Øster Lem Hede.

The final type of soil-colour trace to be dealt with here comprises the very pale patches that occur on both sides of Trendalen at Skørbæk Hede and on the western

margins of the field system at Gundersted. These could possibly be interpreted as ploughed-up deposits of aeolian sand, but this is not the case. By comparison with the topography and through stereoscopic viewing of the aerial photographs it becomes clear that these features are located on steeply sloping terrain and that they are due to ploughing up of the sandy subsoil. They become both larger and more pronounced with time as more and more subsoil sand is progressively eroded out due to ploughing (figs. 6, 7, 8 and 9).

The influence of historic cultivation on soil marks

The fact that Hatt could still see boundary banks and lynchets in the landscape during his investigations in the 1930s was of course due to these areas not having been ploughed since they were abandoned at some time during the Iron Age. The Royal Danish Academy of Sciences and Letters' conceptual map from the end of the 18th century shows that 30% of Himmerland was covered by heath, 42% was cultivated, 21% lay as meadow and bog and only 4% was covered by woodland (fig. 1). By comparing the identified field systems with the heath areas on the maps, an idea can be gained of the duration of cultivation and how it has influenced the soil marks. Correspondingly, by comparing plans showing soil marks with the cultivated area shown on the conceptual map, it is possible to investigate whether cultivation, presumably continuous here since the 12th century, has erased traces of field systems dating from the Early Iron Age. Plates I-III show combined plans of soil marks from boundary banks, lynchets and recorded barrows at the three localities. The ordnance maps from the 1880s have been chosen as a background, showing contour lines, land use and wetland areas, and the cultivated areas have been added from the conceptual map. At both Gundersted and Skørbæk Hede, there are clearly no soil marks in the

areas marked as cultivated on the conceptual map. Conversely, the immediately adjacent heath areas show many coherent traces. On this basis, it must be assumed that the field systems from the Early Iron Age also once extended into areas shown as cultivated on the conceptual map but that the long-term cultivation has apparently erased any trace of them. It should, however, be mentioned that Lis Helles Olesen's investigations in NW Jutland only reveal a slight preponderance of field systems located on the old heath areas, so there may well be regional differences.

The original total extent of the field systems is of course difficult to assess, but the field system at Store Binderup provides an idea of the order of magnitude. This field system is apparent as a well-defined topographic unit surrounded by wetland areas; the latter are shown on the conceptual map to be completely covered by heath. The field system extends over c. 75% of the cultivable area. In order to examine the influence of modern cultivation on the clarity of the soil marks, plans showing traces of the boundary banks have been compared with a series of historical maps. In general, the soil marks at all three localities appear most clear in areas which were cultivated latest. Former heath areas completely lacking in soil marks have probably never been cultivated. The last 50 years of cultivation with large agricultural machinery has had a dramatic effect on the soil marks. On figures 7, 8 and 9, clear evidence of ploughing out can be seen, whereby the soil marks in several places increase from 5 to 9 m in width. The negative effect of long-term cultivation on soil marks documented here only applies to pale soil marks on sandy soils. A number of field systems are apparent as dark soil marks, the visibility of which does not appear to be affected to the same extent by long-term cultivation. These make up only 3% of those recorded by P.H. Sørensen, and no sections through boundary

banks are available from any of these field systems.

Comparison of maps produced by field survey and from aerial photographs

Every map expresses an interpretation of what has been observed. This also applies of course to both Hatt's mapping of the field systems on the ground in the 1930s and the subsequent mapping conducted on the basis of aerial photographs. Quality and credibility are, however, increased considerably, if the features observed can be confirmed by several sources or several researchers, reducing the subjective aspect to a minimum.

On figures 10 and 11, the author's plan of Skørbæk Hede based on aerial photographs is compared with the results of Hatt's field survey. There is no doubt whatsoever that the aerial photographs are better able to show the overall extent of the field system. Conversely, the resulting plan is less detailed than Hatt's map. In a few cases, however, sub-divisions of the fields are seen on the aerial photographs which Hatt did not record in his survey (figs. 8-9). In order to investigate subjectivity in the interpretation of the aerial photographs, a comparison has been made between the author's and P.H. Sørensen's plans of the field systems at Gundersted and Store Binderup (figs. 12, 13 and 14). Good agreement can be seen in the interpretation of the soil marks apparent on the aerial photographs of both localities. This suggests that the subjective aspect of the interpretational process is not a major problem.

Evaluation of the method's range with respect to studies of the agrarian landscape

Aerial photographs encompass a great research potential relative to studies of the arable landscape during the Late Bronze Age and Early Iron Age. They are the only

source available with respect to mapping the morphology and extent of the field systems, with the exception of the few remains tangible which still exist in woodland and on heaths. Field systems are particularly important in a cultural-historical context because they constitute the sole example from prehistory of the appearance of a total integrated cultivation system and how it was adapted to the landscape.

The information contained on the aerial photographs, particularly in the form of pale soil marks resulting from the exposure or ploughing-up of the topsoil core of the boundary banks and lynchets, is a credible source relative to the mapping of the morphology and extent of field systems. Comparison between the maps and plans produced by several researchers mapping does not give cause to perceive the interpretation of the information as the aerial photographs as being particularly subjective. On the contrary, very good agreement can be seen between these interpretations.

In a mapping exercise, use should be made of a number of different series of vertical aerial photographs as this provides the most detailed picture of the morphology of the field systems.

A very significant source of error has been identified which must be taken into account when mapping the extent of the field systems, i.e. cultivation during historical times. In areas that were cultivated prior to the enclosure movement, i.e. in the very great majority of cases presumably since the 12th century, it cannot be expected to find pale soil marks. Long-term cultivation and the consequent mixing of the upper soil layers have erased most traces of boundary banks and lynchets. Renewed cultivation within the last 100-150 years appears, conversely, only seems to have had a marginal effect on the occurrence of soil marks. As mentioned above there can, however, be marked regional differences on the influence of historical

cultivation on the clarity and degree of preservation of the soil marks. This is an aspect it will be interesting to study in more detail in the future.

Michael Vinter
Moesgård Museum