

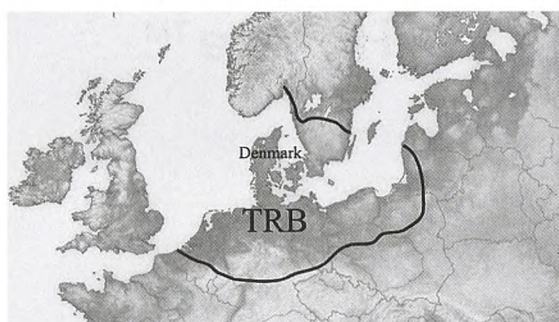
Jættestuer i en astronomisk kontekst II

Af Claus Clausen

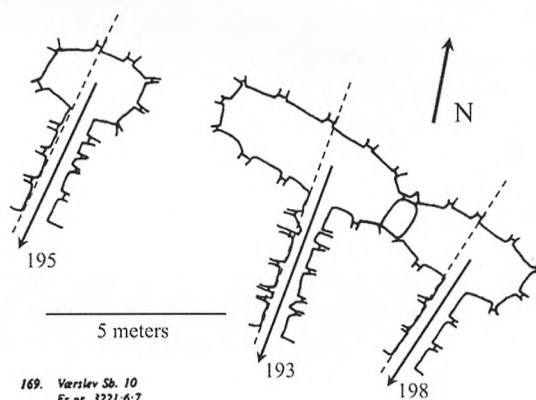
Tidligere undersøgelser af jættestuers gangretninger på Samsø og Sjælland har afsløret, at der kan være en forbindelse til Månen og måneformørkelser. En nyere undersøgelse viser, at der måske er flere lag i forståelsen af betydningen af gangretningerne. Måske kunne måneformørkelserne faktisk forudsiges, og så havde de afstukne retninger måske også en mere jordnær og praktisk betydning.

Tragtbægerkulturen

For ca. 6000 år siden kom landbruget til Danmark og andre dele af det nordlige Europa og sydlige Skandinavien. Denne tidlige bondekultur kaldes for tragtbægerkulturen (på tysk *Tricherrandbecher*, TRB) pga. keramikens tragtbægerform. Tragtbægerkulturen udbredte sig over et relativt stort område i den sydlige del af Nordeuropa (figur 1 øverst) og eksisterede fra omkring 3900 f.v.t. til omkring 2800 f.v.t. Tragtbægerkulturens mennesker anlagde også storstensgrave fra omkring 3550 f.v.t., der er kendt som dysser og jættestuer (figur 2), hvoraf dysserne er de tidligste. De udførte indviklede ritualer i og omkring dysserne og jættestuerne, som vi ikke har en helt tilfredsstillende forklaring på. Andre steder i Europa blev der også bygget storstensgrave. Nogle steder, bl.a. i Frankrig og Portugal, flere århundreder før de danske. Generelt kaldes perioden med storstensgrave for megalitperioden (mega lithos = stor sten).



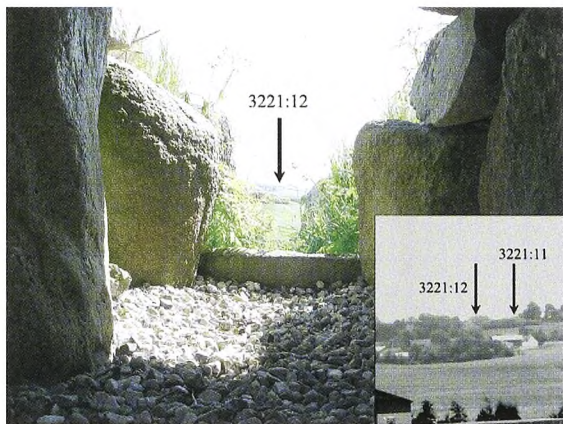
Figur 1. Øverst ses udbredelsen af tragtbægerkulturen omkring 3500 f.v.t. Nederst ses positionen af 8 identificerede og 17 potentielle jættestueklynger i Danmark. Det ses ud som om, Sjælland har haft en central placering.



Figur 2. Øverst: Foto af den store triplegrave 3221:6:7 i nærheden af Kalundborg. Nederst: plantegning af samme grav hvor de stiplede linjer viser de oprindelige sigtelinjer og pilene markerer de målte gangretninger.

Jættestueklynger og linjer

De danske storstensgrave danner klynger (figur 1, nederst), og denne tendens er også kendt fra andre lande. Derimod er det mindre kendt, at de enkelte enheder i en klynge danner strukturer, hvor de udpeger hinanden, også kaldet linjerelationer. Fænomenet er ikke særlig velbeskrevet, men der er i de senere år publiceret nogle få arbejder på området. De bedst beskrevne linjerelationer uden for Danmark kendes fra Irland. Nogle af linjerne kan være op til 40 km lange og har sandsynligvis udelukkende en topografisk forklaring, dvs. de udpeger landskabsmarkører, vigtige punkter i landskabet. Det forholder sig lidt anderledes med de danske linjerelationer.



Figur 3. Udsigten gennem den midterste gang på tripelgrav 3221:6:7 viser positionen af enhed 3221:12. Den målte azimutvinkel gennem gangen er 193° , og GPS-målinger fra de to enheder giver en vinkel på $192,6^\circ$. Det indrammede "close-up" viser positionen for 3221:11 som er målet for den venstre gang (vestligste gang). Afstanden mellem 3221:6:7 og 3221:12 er 2734 meter.

Verificering af linjerne

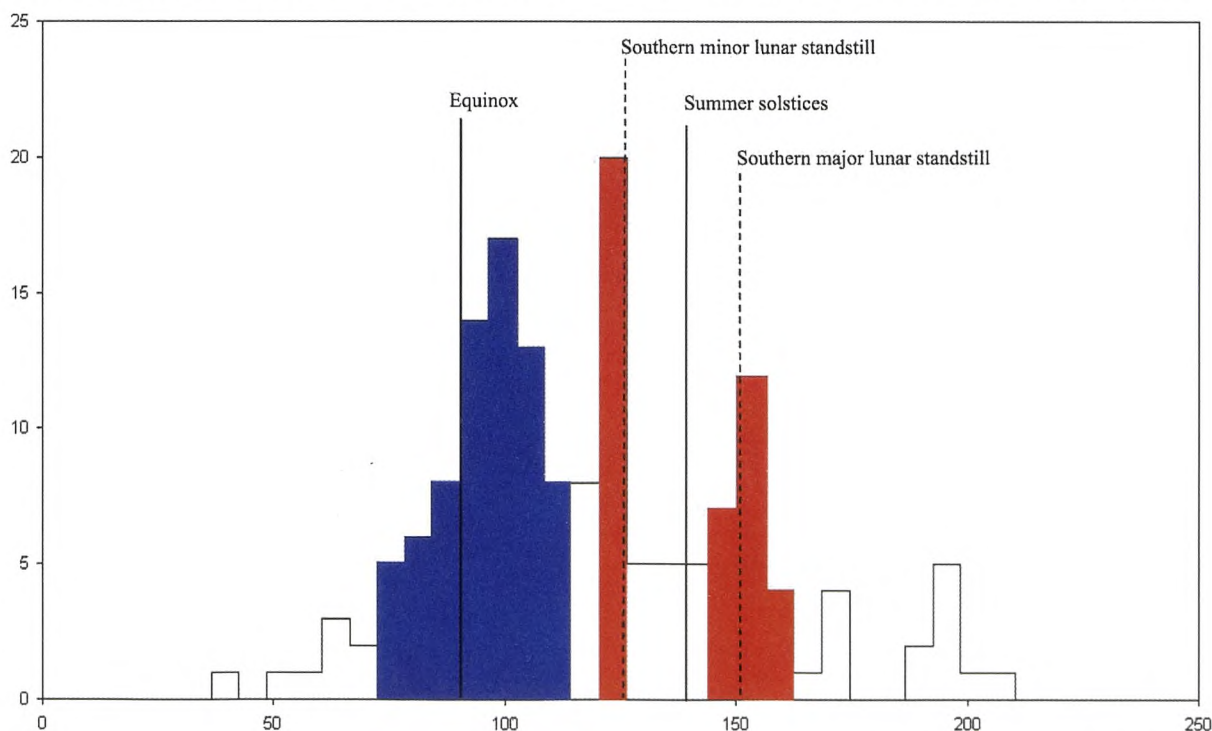
Verificering af de enkelte linjer mellem jættestuerne gøres ved at sammenligne de målte gangretninger med GPS-målinger for de enkelte enheder. Er der sammenfald inden for måleusikkerheden, betragtes linjen som reel. Desværre er sigtelinjen for mange jættestuer brudt enten af bygninger eller skov og træer. Topografiske undersøgelser skal så til for at finde ud af, om man faktisk kan sigte fra det ene punkt til det andet. Det kan være ganske besværligt. Det allerbedste og "ultimate"

bevis er naturligvis en fotografisk dokumentation af en sigtelinje. Det kan faktisk lade sig gøre engang imellem. Figur 3 viser en sigtelinje fra den midterste gang i tripelgraven 3221:6:7 (se figur 2) nær Kalundborg. Alle tre gange har en dokumenteret sigtelinje, hvis umiddelbare forklaring er topografisk. Dvs. de sigter mod det højeste punkt i lokalområdet. I dette tilfælde kernen i en jættestueklynge.

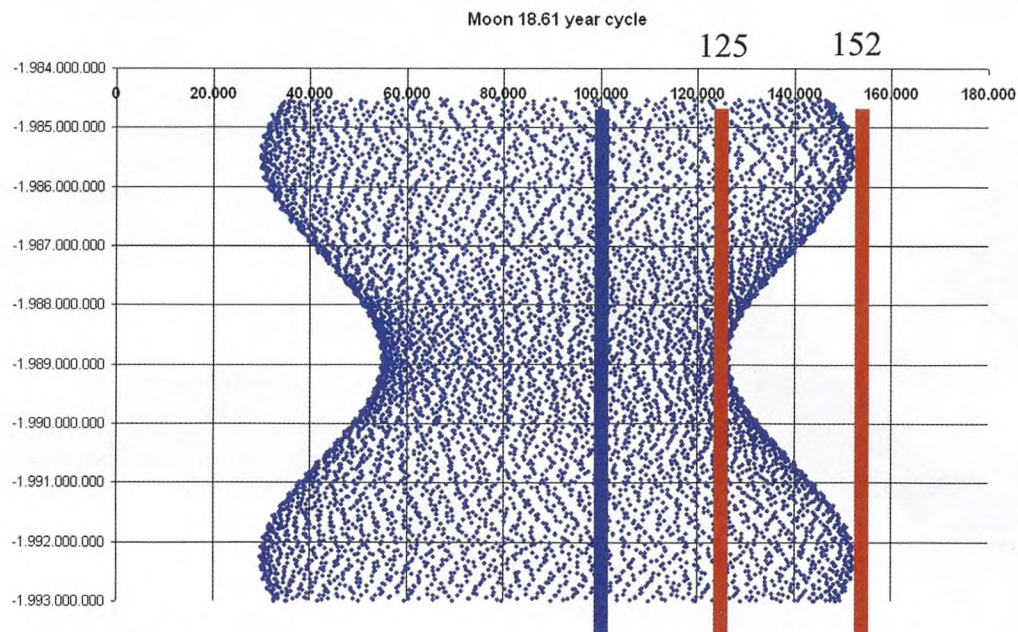
Den nye retningsfordeling

Resultatet af de første undersøgelser af jættestuernes gangretninger viste en statistisk sammenhæng med retninger til punkter i horisonten for fuldmånenes opgang før en måneformørkelse, i gradintervallet fra 80° til 130° (regnet fra geografisk nord med uret). Dette kaldes "finger print feature". Faktisk er sandsynligheden meget tæt på 100 % (96 %) for at de to fordelinger repræsenterer samme fordeling. Fordelingen peger derfor på en sæsonmæssig forklaring. Altså at aktiviteten for det meste fandt sted i sommerhalvåret. Det besynderlige er dog, at der er meget få retninger, der falder sammen med fuldmåneopgange i retninger præcis i SØ (135°), hvilket svarer til midsommerfuldmåner.

Gennem det sidste år er det lykkedes at øge det oprindelige datasæt med omkring 50 % (se figur 4). De to toppe omkring 100° og 123° er blevet mere markante siden de første undersøgelser. Yderligere to toppe er blevet klart tydeligere. En omkring 150° og en anden omkring 200° . Knap 90 % af alle retninger ligger inden for Månens opgangspunkter. De resterende godt 10 % kan relateres direkte til kernen i en jættestueklynge. Dvs. de udpeger den centrale del af en klynge.



Figur 4. Den observerede fordeling baseret på 159 målinger. De tre centrale toppe (blå og rød) er meget markante. De sydlige ekstrempunkter for både Månen og Solen samt jævndøgn (equinox) er markeret. Læg mærke til sammenfaldet med Månens ekstrempunkter (lunar stand stills).



Figur 5. Figuren viser en 18,61 års månecyklus regnet fra 3600 f.v.t. og frem (julianske datoer på akser). Cyklussen er markeret med den røde søjle ved 152° fra tangentpunkt til tangentpunkt. Vandrette linjer svarer til horisonten og de blå fyldte cirkler svarer til Månens opgangspositioner langs horisonten. I alt er der regnet på 9000 måneopgange altså lidt mere end en komplet cyklus.

Månens ekstrempunkter og 18,61 års cyklus

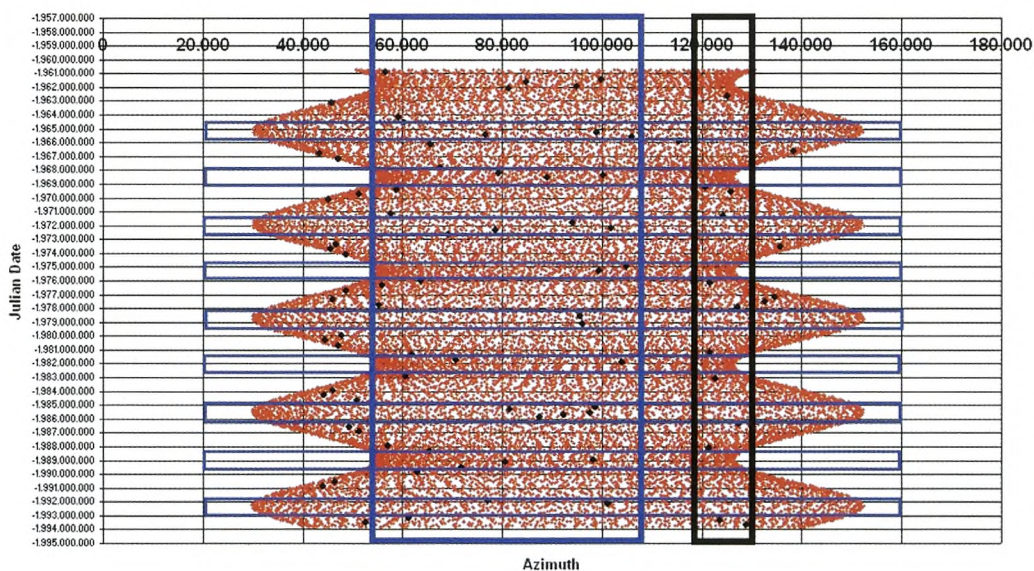
Det overraskende i den nye fordeling er, at toppen omkring 150° er blevet markant tydeligere. Her kan ikke forekomme ægte fuldmåneopgange. Derimod er det meget tæt på Månens sydligste opgangspunkt, som også kaldes det sydlige ydre ekstrempunkt. Månen har også et indre sydligt ekstrempunkt, som er meget tæt på toppen omkring 123°. Der findes tilsvarende to nordlige ekstrempunkter. Ekstrempunkterne er de ydre grænser for op- eller nedgangspunkter i horisonten, som Månen eller Solen kan bevæge sig imellem gennem et år. At Månen har fire ekstrempunkter, og ikke kun to som Solen, skyldes bl.a., at Månens ellipseformede bane skærer Jordens baneplan. Det betyder at Månen nogle gange er over Jordens baneplan og nogle gange under. Yderligere drejer Månens bane omkring Jorden sig én gang på 18,61 år. Effekten er, at Månens projicerede bevægelse i horisonten varierer mellem de ydre og indre ekstrempunkter med en cyklus på netop 18,61 år. Grænserne for ekstrempunkterne er afhængig af variationer i Jordaksens hældning (ekliptikahældningen), omkring 3600 f.v.t. var værdierne på henholdsvis 125° og 152° for det indre og ydre sydlig ekstrempunkt svarende til 56° nordlig bredde (se figur 5).

Tragtbægerfolket kunne have haft problemer med at bestemme det sydligste ekstrempunkt da fuldmåneopgangen kun når ca. 150° og ikke godt 152°. Hvis man inkluderer mindre højdeforskelle i landskabet (under 2° i målte horisonthøjder), viser beregninger, at det sydligste ekstrempunkt kan sprede sig i gradintervallet fra omkring 149° til omkring 157°, hvilket kan forklare den lidt bredere top omkring 150°. Dette problem er ikke så udtalt ved det indre ekstrempunkt (ved 125°). Derfor bliver denne top smallere.

Forudsigelse af måneformørkelser

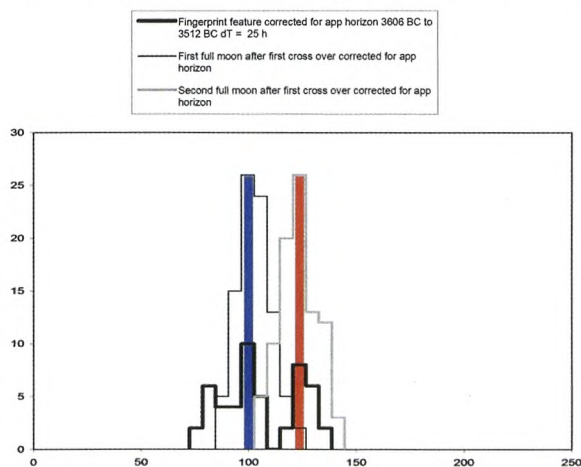
Det interessante er så, at når Månen befinder sig tæt på (omkring $\pm 1,5$ år) et såkaldt "ekstremår", vil fuldmå-

neopgange omkring 100° blive efterfulgt af en formørkelse senere på aftenen eller i løbet af natten med 1, 8, 9 eller 10 års mellemrum. Desuden behøver man ikke markere alle Månens fire ekstrempunkter for at kunne bestemme formørkelsesårene, men kun de to sydlige (eller de to nordlige). Figur 5 viser Månens 18,61 års cyklus og de to sydlige ekstrempunkter markeret med røde søjler. Dette er en særdeles stærk indikator for, at det var formørkelserne det handlede om, og at det altså ikke kun er en statistisk sammenhæng. Figur 6 viser Månens 18,61 års cyklus over en periode på 90 år. Sammenholdt med figur 4, ses at den brede blå ramme i figur 6 svarer til den brede blå top i figur 4, og viser de retninger, hvor fuldmånen vil stå op før en formørkelse omkring tidspunktet for et "ekstremår". Tidspunkterne for disse formørkelser vil være omkring forårs- eller efterårsjævndøgn og udgør godt 1/3 af alle de observerede retninger. Den røde søjle i figur 4 med retninger omkring 123° markerer et område i horisonten med mange fuldmåneopgange. En periode med "ekstremårsformørkelser" indledes eller afsluttes med en fuldmåneopgang omkring 123° efterfulgt af en måneformørkelse. Metoden med at bruge "ekstremår" som indikator for måneformørkelser giver godt halvdelen af alle synlige formørkelser, men ekskluderer altså midvinter og midsommerformørkelser. Det vil i gennemsnit svare til én synlig formørkelse ca. hvert 2. eller 3. år, hvis vejret tillod observationer. Tragtbægerfolket havde altså redskaberne til at kunne forudsige bestemte år hvor der kom måneformørkelser. Nogle retninger ligger meget tæt på grænserne for "ekstremårene" og ville derfor også blive registreret. Samlet passer det med den observerede fordeling mellem 50° og 130°, da rene midvinter- og midsommerformørkelser nu ikke længere skal medregnes. Selve dagen for formørkelsen kunne de også bestemme. Den kan nemlig indtræffe når Månen står op modsat Solens nedgang (Claus Clausen, *Aktuel Naturvidenskab* marts 2011).



Figur 6. Figuren der er opbygget som figur 5 viser næsten 5 hele månecykler over en periode på 90 år. De vandrette blå rektangler markerer de såkaldte "ekstremår". Den lodrette blå indramning viser det azimutinterval som dækkes af "ekstremårsformørkelserne" og den lodrette sorte indramning viser det azimutinterval, hvor fuldmåneopgange omkring det indre sydlige ekstrempunkt kan udløse formørkelser. De sorte fyldte cirkler viser fuldmåneopgange, der udløser synlige formørkelser. Man ser tydeligt, at rene vinter- og sommerformørkelser falder uden for grænserne for "ekstremårene" (sorte fyldte cirkler i røde toppe imellem vandrette blå rektangler).

First and second full moon and "finger print feature" 90 year period



Figur 7. Histogrammet viser spredningen i de retninger som fuldmånen har ved megalitisk "equinox" (jævnøgn) og den efterfølgende fuldmåne, hvor histogrammets lodrette akse angiver antal fuldmåneopgange pr. søjle, og den vandrette akse angiver opgangsvinklen (azimutvinklen) i horisonten regnet i forhold til geografisk nord. Retningerne er beregnet for en periode på 90 år, og er centreret omkring 100° (markeret med blå) og 123° (markeret med rød). Det mindre histogram, markeret med fed streg, viser fordelingen af fuldmåneopgange før en måneformørkelse for "stand still eclipses" og fuldmåneopgangene umiddelbart før og efter et "stand still year" over en periode på 90 år (se figur 6). Denne fordeling er næsten identisk med "finger print feature". Læg mærke til, at der er sammenfald for histogrammerne i forhold til retningerne omkring 100° og 123°, som giver 41 synlige formørkelser i perioden.

Den første kalender

Da tragtbægerkulturens mennesker var et bondefolk, havde de sandsynligvis brug for en kalender der kunne fortælle hvornår der skulle sås, hvornår dyrene skulle på marken, hvornår der skulle høstes og hvornår dyrene

skulle i stald igen. Logik i stenalderen var sikkert ikke det samme som i dag, og derfor ville en helt indlysende definition på en sol-kalender med midvinter, midsommer og jævndøgn, som markante tidspunkter, måske ikke være så indlysende endda.

Retningen omkring 100° er i denne sammenhæng interessant. Det er den retning fuldmånen står op i, når Solens og fuldmånens opgangspunkter i horisonten krydser hinanden om foråret, kaldet "spring full moon". Dette "cross over" forekommer også om efteråret, for lidt andre retninger. I princippet kunne man bruge den begivenhed i en naturligt defineret måne/sol kalender.

Hvis man antager, at tragtbægerkulturens mennesker allerede tidligt indførte en kalender af nævnte type, ville den have været i anvendelse fra omkring 3900 f.v.t. Figur 7 viser fordelingen af retninger (omkring blå markering) for "spring full moon", og repræsenterer det tidspunkt som også kaldes megalitisk equinox (megalitisk jævndøgn), som er et variabelt jævndøgn i marts/april, hvor spredningen i de retninger, hvor fuldmånen står op, svarer til et tidsrum på godt en måned. Observationerne antyder indtil videre, at jævndøgnet i efteråret, svarende til september/oktober, ikke blev anvendt. Ser man lidt nærmere på Månens indre sydlige ekstrempunkt (hvor der er mange fuldmåneopgange), kan det i princippet også definere en eller to "datoer" omkring maj og august. Disse tidspunkter angives af den anden fuldmåne (second full moon), hvis fordeling også er vist i figur 7. Derved opfylder "kalenderen" kravet for anvendelse. Det er værd at nævne, at fuldmåner efter første og anden fuldmåne ikke lader sig definere ved en bestemt hovedretning, hvilket skyldes vandringen af Månens opgangspunkter mellem de to ekstrempunkter.

Formørkelserne var en sidegevinst

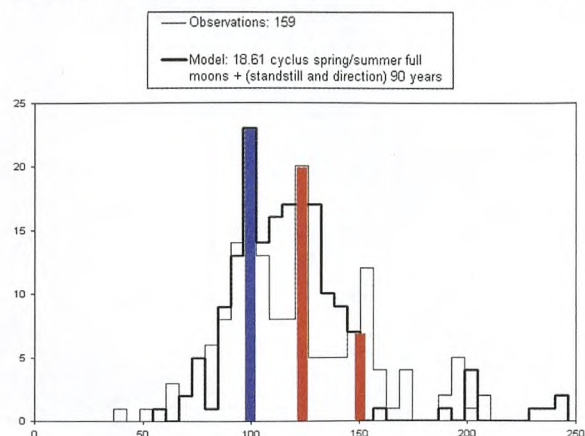
Formørkelserne kommer så ind nærmest ved et tilfælde, hvilket skyldes den måde, som kalenderen er defineret på. "Stand still eclipses" for de viste retninger i figur 7 optræder i tre perioder under tragtbægerkulturen, omkring årene 3900, 3600 og 3300 f.v.t. med varierende længde fra 100 til 200 år og med pauser af tilsvarende længde. Det man skal bemærke sig er, at disse perioder svarer til henholdsvis: 1) begyndelsen af tragtbægerkulturen med konstruktion af de første *langhøje* 2) begyndelsen af den periode hvor man begyndte at bygge *dysser* og endelig 3) det tidspunkt hvor man begyndte at bygge *jættestuer*. Det karakteristiske ved "stand still eclipses" i disse perioder er, at det næsten er de samme "skæve" øst-retninger, som optræder ved "spring full moon". Så tragtbægerkulturens mennesker i Danmark har ikke kunnet undgå at se, at der engang imellem ville komme en måneformørkelse. Og da formørkelserne lige som det megalitiske equinox optræder periodisk, kan det bruges rituelt. Måske gav det anledning til særlige ritualer, hvis der var sammenfald mellem de to begivenheder. Dette har muligvis været så interessant at de har forfulgt fænomenet gennem sommerhalvåret og efterfølgende fundet ud af, at når Solen og Månen stod på linje, var der stor sandsynlighed for, at der ville komme en formørkelse. Under alle omstændigheder peger alle undersøgelser stadig på bestemte fuldmåner i sommerhalvåret, regnet fra marts til oktober. Så hvis de nuværende antagelser holder, havde tragtbægerkulturens mennesker i Danmark altså en kalender, som havde indbygget den funktion, at den også kunne forudsige måneformørkelser; men det skyldes altså mere eller mindre et tilfælde pga. den måde som kalenderen er defineret på.

Beregningsmodellen

Modellen, der sammenlignes med observationerne, er derfor baseret på sommerfuldmåner, hvor grænsen sættes af "spring full moon" kombineret med ekstremårsformørkelserne og retningerne til disse. Beregningerne er baseret på enkle grænser. Ved "spring full moon" skal Månens opgangsvinkel (azimutvinklen) være større end Solens. Og grænserne for "stand still eclipses" er givet ved længden af "ekstremåret". Endelig medregnes retningen til formørkelsens begyndelse, som hovedsageligt er sydlige retninger for sommerhalvåret. De første tests har givet sandsynligheder på 45-60 %, for, at de to fordelinger repræsenterer den samme fordeling i gradintervallet mellem 50° og 160°. Det er således en forbedring i forhold til tidligere ("finger print feature"), at der nu kan testes i et længere gradinterval. De første beregninger er baseret på nutidsfuldmåner og formørkelser (figur 8). Herudover mangler der nogle korrektioner til modellen. Skal f.eks. fuldmåner ved "cross over" om efteråret indregnes, og skal grænserne for "ekstremåret ændres"? Kun et større antal observationer kan besvare dette. Der er i de nuværende datasæt eksempler på, at nogle dobbelte eller tvillingejættestuer (delt kammer som i figur 2) peger mod det aktuelle års

sydlige ekstrempunkt og retningen mod formørkelserfuldmånens opgang.

Observations (159) and model for present time full moon rises



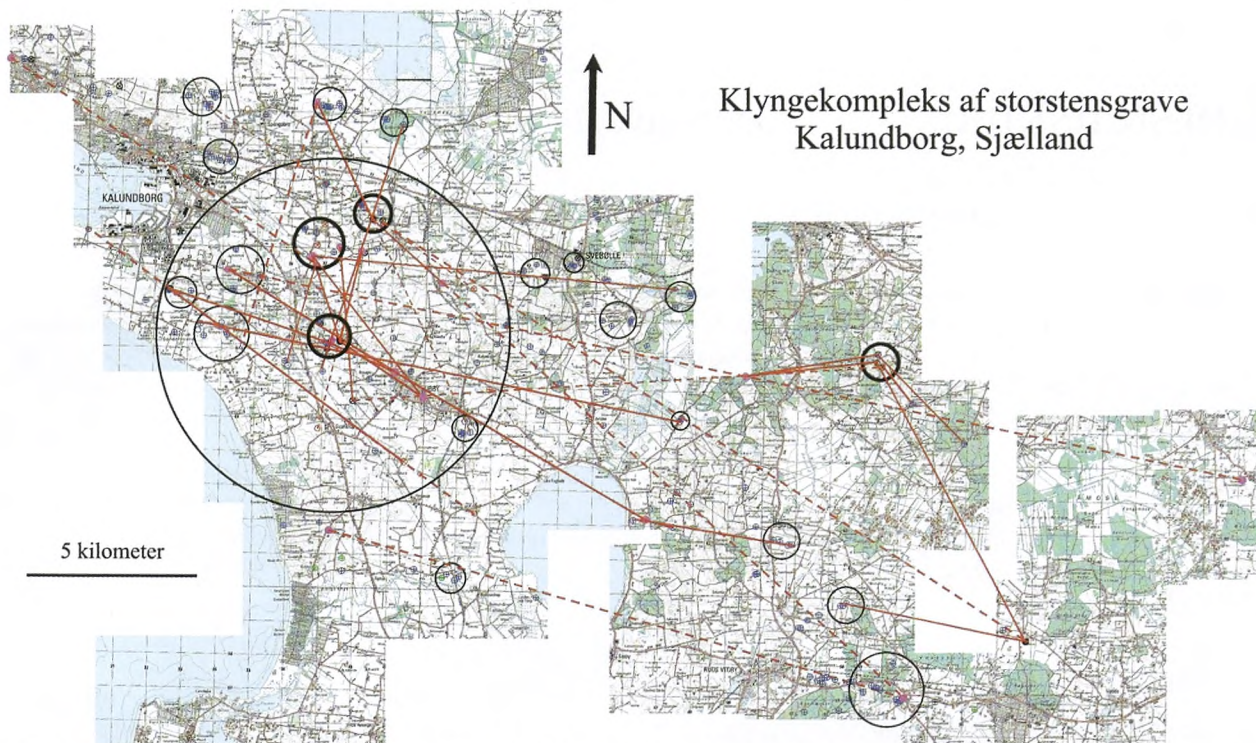
Figur 8. Figuren viser den første simple model, der for sommerhalvåret knytter fuldmåner, formørkelser og retningen til formørkelsernes begyndelse sammen, regnet for midten af Sjælland. Det er værd at lægge mærke til, at de sydlige retninger (retningerne mod formørkelsernes begyndelse) også optræder i modellen i næsten samme retninger som i observationerne. Retningerne mod selve formørkelsen er meget følsom for den geografiske længdegrad. Så retningen mod samme formørkelse er noget forskellig fra f.eks. Bornholm og Jylland, pga. tidsforskellen for formørkelsens begyndelse. Den viste model ligner (visuelt) observationerne (se figur 4) ganske godt i forhold til koncentrationen af retningerne. Blå og røde søjler har samme betydning som i tidligere figurer.

Markører i landskabet

Ud af fire undersøgte jættestueklynger har de tre af dem en kerne med mindst tre jættestuer, der ligger på det højeste punkt i det lokale område. Disse kerneområder kan ses over en afstand på adskillige kilometer, og udpeges af omkringliggende jættestuer. I nogle tilfælde er det muligt at se fra ét kerneområde til et andet. Ofte er det sydlige retninger uden for Månens opgangsområde, der peger mod den centrale del af en klynge. Ud af de 159 retninger der er vist i figur 4, er der 18 uden for Månens opgangspunkt, og 15 af disse er relateret direkte til kernen i en klynge. Der kendes få eksempler på jættestuer, der peger i nordlige retninger uden for Månens opgangspunkt. Mindst én af disse peger mod den centrale del af en klynge. Disse er inkluderet i et meget større datasæt, der er ved at blive analyseret.

Forhistorisk "GPS-system"?

Resultatet af den samlede undersøgelse viser, at det meget sandsynligt er Månen, der har været inspirationskilden til måden, som de danske storstensgrave er anlagt på. De sydlige retninger kan meget vel være retningen mod selve måneformørkelsen. Østlige og sydøstlige retninger er mod fuldmåneopgange, der efterfølges af måneformørkelser, der forekommer i sydlige retninger. Disse retninger var vigtige, og har derfor styret den måde som dysse- og jættestueklynger har udviklet sig på.



Figur 9. På kortet er der fire reelle jættestueklynger markeret med en cirkel med fed streg. Alle med mindst tre jættestuer inden for 1 km². Hele strukturen dækker omkring 800 km² og indeholder 14 dobbelte (to adskilte kamre), eller tvillingjættestuer, to tripeljættestuer, lilla markering, og mindst 21 jættestuer med et enkelt kammer, sort markering (hvoraf nogle er sløjfede, rød markering). De blå (eksisterende) og grønne markeringer er de lidt ældre dysser. Ikke alle dysser er medtaget. Endelig er der åbne cirkler, der markerer udefinerede megalitter. De røde ubrudte linjer er verificerede linjerelationer ud fra GPS-koordinater og gangretninger. Herudover er tre af linjerne dokumenteret fotografisk (den tredobbelte jættestue) og én er bekræftet ved at undersøge de topografiske forhold. De stiplede linjer er mulige linjer.

Den tidligere nævnte klynge i nærheden af Kalundborg er en del af en meget større struktur (se figur 9). Strukturen kan umiddelbart se noget indviklet ud, men den er blot udviklet i takt med antallet af observerede måneformørkelser. Man kunne forestille sig at tragtbægerfolket først valgte det lokale højeste punkt med god udsigt til horisonten. Erfaringsmæssigt vidste de at retningerne for de sydlige ekstrempunkter var vigtige. Allerede de tidligere dysser (forgængeren til jættestuerne) viser retningsfordelinger, der svarer til jættestuernes. Derfor skulle der anlægges to grave med retninger mod ekstrempunkterne eller en dobbeltjættestue med samme retninger, én jættestue med retning omkring 100° og én med sydlige retninger (mod formørkelsen). I takt med observationer af flere formørkelser ville der komme flere jættestuer til med lidt forskellige retninger; men de to ekstremretninger er altid de samme. Man kunne antage, at de østlige og sydlige retninger var så vigtige, at det også skulle være de retninger, hvor de næste klynger skulle anlægges. Når nu ikke formørkelserne og ritualerne i denne forbindelse var aktuelle, viser jættestuerne hvilken "dato" det er, og hvor de andre klynger ligger. Hvis tragtbægerkulturens folk boede omkring klyngerne, ja, så viser systemet, hvordan bopladserne lå i forhold til hinanden. Figur 9 viser, hvordan 4 klynger er koblet sammen. Det kunne være måden, man i det daglige orienterede sig på i landskabet, lidt svarende til vore dages vejskilte eller et GPS-system om man vil. Hvor omfattende systemet er vides endnu ikke; men flere steder på Sjælland, bl.a. i området ved Sjællands øde og på Horns Herred, er flere klynger koblet sammen på tilsvarende måde.

Litteratur

- [1] F. Prendergast (2008), In the eye of the beholder: Symbolism and meaning in Irish passage tomb alignment and height. In Coimbra, F. and Dimitriadis, G. (Eds.) Proceedings of the XV World Congress UISPP (Lisbon, 4-9 September 2006) Oxford: BAR, (2008), 3-12.
- [2] C. Marciano Da Silva (2004), The Spring Full Moon, *Journal for the history of astronomy*, xxxv (2004), 475-78.
- [3] Hansen, S. I. (2005), Der var en gang – danske jættestuers indgangskonstruktioner, preprint.
- [4] Claus Clausen og Per Kjærgaard (2011), Orientation of Danish passage grave on the islands of Samsø and Zeeland, *Journal for the history of astronomy*, xlii (2011), in press
- [5] Claus Clausen (2009), Jættestuer i en astronomisk kontekst, *KVANT* nr. 1, marts 2009.
- [6] Claus Clausen (2011), DobbeltSol, *Aktuel Naturvidenskab*, marts 2011.
- [7] Claus Clausen, Spring/summer/fall full moons and lunar stand stills, extended abstract, Proceedings of the SEAC 2011, Evora, Portugal, 19 September to 24 September.



Claus Clausen er uddannet astronom fra 2003 og har til daglig en stilling som vejleder og proceskonsulent. Han har desuden været tilknyttet Tycho Brahe Planetarium, og har undervist i astronomi ved Folkeuniversitetet gennem mere end 20 år. Claus Clausen har i de senere år skrevet flere artikler om arkæoastronomi, og har deltaget i internationale konferencer om emnet.