

# När hittar vi Planet 9?

av Katrin Ros

Långt ut från solen är det ensamt, kyligt – och nästan helt outforskat. Katrin Ros berättar om vilka framtida upptäckter vi kan vänta därute. Finns där också en helt okänd planet?

Okänd värld: NASA:s rymdkonstnär Robert Hurt tänker sig Planet 9 knappt upplyst av den avlägsna solen.

De yttre delarna av solsystemet är det mörkt och kallare än den nordligaste jordiska vinternatt. Vatten är fruset till små iskristaller på ytan av stoftkorn som virvlar runt, koldioxid och kolmonoxid likaså. Solen syns här bara som en liten ljusprick i fjärran, så fjärran att det tar tiotusentals år för kornen att ta sig hela varvet runt i sina omloppsbanor. Här i de mörka utkanterna av solsystemet finns fortfarande mycket som är outforskat och oupptäckt av oss människor – kvarglömda och efterlämnade planetbyggstenar, dvärgplaneter, och möjligtvis till och med en nionde planet som än så länge hållit sig utom synhåll för våra teleskop.

## En bit av solsystemets ungdom

Den första januari 2019 besökte en rymdsond för första gången en sådan efterlämnad planetbyggsten i yttre solsystemet – en himlakropp med det provisoriska namnet (486 958) 2014 MU69, och som i oktober fick ett officiellt namn: Arrokoth. Den ligger i det så kallade Kuiperbältet utanför den yttersta kända planeten, Neptunus.

Rymdsonden New Horizons lämnade jorden tretton år tidigare med rekordhastigheten 16,26 km/s, använde sig av Jupiters gravitation för att få upp farten ytterligare och

fortsatte sedan vidare mot de yttre delarna av solsystemet. Där nådde den dvärgplaneten Pluto i juli 2014 och fortsatte sedan vidare mot Arrokoth, som faktiskt blivit upptäckt bara några veckor tidigare med hjälp av rymdteleskopet Hubble. New Horizons var alltså på väg mot ett okänt mål under lång tid, och det var inte förrän rymdsonden hade passerat Pluto som ett lämpligt mål i Kuiperbältet upptäcktes.

Vad var det då som gjorde denna himlakropp till en intressant plats att besöka? Jo, just det som också gör den till en lite besvärlig plats att ta sig till – det faktum att den befinner sig i de avlägsna kyliga regionerna utanför Neptunus bana, samt att den med sina 30 kilometer från topp till botten är relativt liten. Tillsammans gör detta Arrokoth till ett utmärkt mål för att ta reda på mer om solsystemets tidiga historia. För att förstå vårt planetssystems ursprung skulle vi helst av allt vilja resa tillbaka i tiden och se hur allt gick till – hur små stoftkorn kolliderade och växte till större himlakroppar som sedermera klumpade ihop sig till så kallade planetesimaler; kilometerstora byggstenar av is och sten som kan växa till planeter genom att dra till sig smästen och kollidera med andra planetesimaler och så kallade planetembryon.

Utan tidsmaskin är ett något mer realistiskt alternativ att leta upp materialprover som förändrats så lite som möjligt under de miljarder år som gått sedan solsysteme-

met bildades. Detta är inte helt enkelt, eftersom både sammansättningen och den dynamiska historiken för de flesta planetbyggstenar har förändrats med tiden. Numera är många av dem delar av en planet och har därigenom förlorat sin distinkta sammansättning; andra har genomgått kollisioner eller värmts upp av solljus eller radioaktiva ämnen. Men tar vi oss längst ut i det kalla yttre solsystemet finner vi faktiskt byggstenar som har kvar sin ursprungliga kemiska sammansättning och även sina ursprungliga banor runt solen. Att undersöka dessa himlakroppar är alltså som att få ett litet fönster 4,5 miljarder år tillbaka i tiden då vårt solsystem bildades.

## En blick bakåt i tiden

Vad får vi då se om vi tar oss genom detta fönster till solsystemets födelse? Istället för en stjärna med distinkta himlakroppar ser vi den unga solen omges av ett tillplattat gasmoln, den så kallade protoplanetära skivan. Planeter, månar och andra större himlakroppar har inte bildats ännu, utan det fasta materialet i gasmolnet finns istället i små stoftkorn och små isiga stenklumpar. Så här långt från solen är de flesta molekyler frusna till is, och gasskivan

består därför framförallt av vätgas och helium, ämnen som kan behålla sin gasform även vid dessa låga temperaturer.

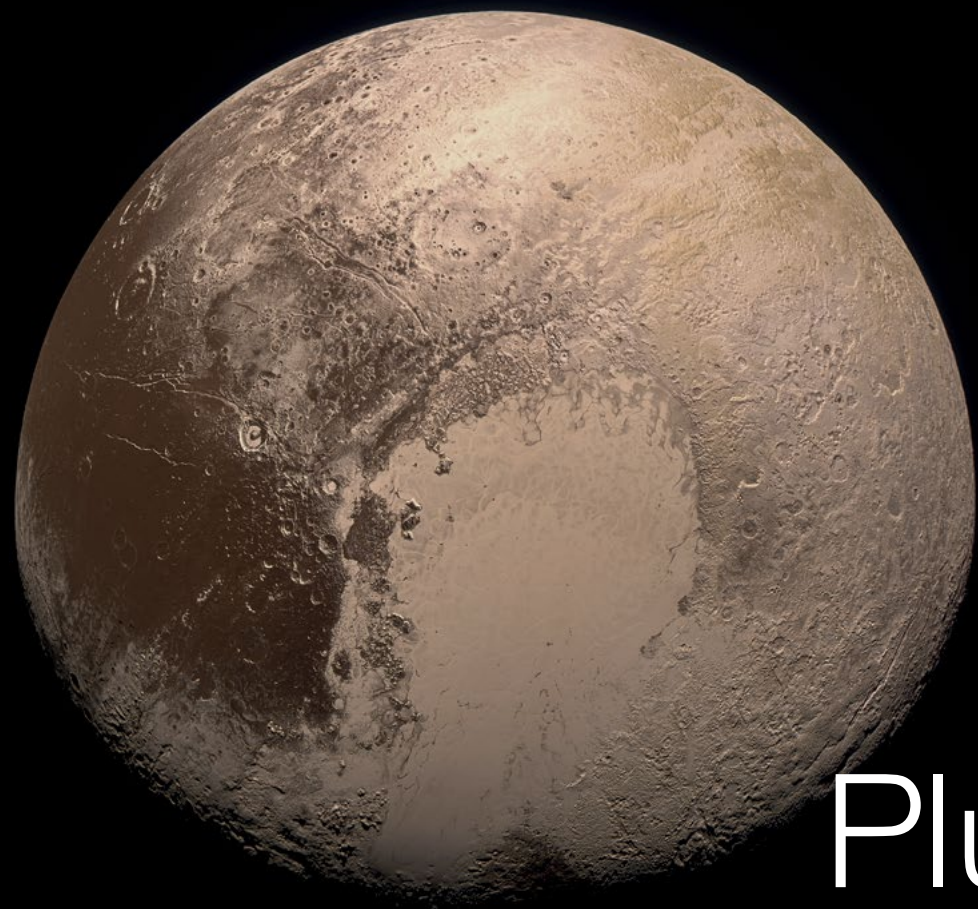
Då och då virvlar ett stoftkorn förbi, och ibland leder den turbulenta gasen dem på kollisionkurs med varandra – de krockar och växer till större sten- och isbollar.

Under lång tid trodde man att denna kollisionstillväxt fortsatte hela vägen upp till kilometerstora planetesimaler, men experiment och datormodeller har visat att denna typ av tillväxt är alldeles för långsam för att hinnas med under den protoplanetära skivans livstid på några miljoner år.

En modernare hypotes är att stoft- och iskorn istället klumpas samman då de råkar hamna tillsammans i samma omlopps bana, liksom ett moln av is och sten. De kan då röra sig snabbare i sin bana, liksom flyttfåglar som tar sig an luftmotståndet i grupp för att spara energi, och hinner ikapp fler små is- och stenklumpar som fångas upp i det växande molnet, som därmed rör sig ännu snabbare.

Detta kallas för tvåströmsinstabiliteten, och är en ledande teori för hur större, kilometerstora himlakroppar bildas. Dessa klumpar blir så stora och täta att de kollapsar av sin egen gravitation, och när stoftet från kollapsen skingrats finns en himlakropp av is och smästen kvar – precis som himlakropparna i Kuiperbältet. Att undersöka Arrokoth och andra kvarglömda och orörda planetesimaler kan alltså hjälpa forskarna att skilja





Arrokoth

# Pluto

Pluto är mindre än vår måne, men stor jämfört med Arrokoth. Den här bilden visar Pluto och Arrokoth som de skulle se ut för ett mänskligt öga. Bilderna från New Horizons har bearbetats av astrofotografen Jason Major.

mellan olika planetbildningsteorier, då kollisioner mellan par av partiklar ger en annan struktur på den resulterande planetesimalen än vad en gravitationell kollaps gör.

## Förvånande resultat

Något som förvånade forskarna då de började undersöka data från Arrokoth, och som bekräftades då de första bilderna därifrån skickades hem från New Horizons, var att den verkade vara sammansatt av två separata delar: en lite mindre valnötsformad och en större pannkakslänkande himlakropp som smält samman till något som liknar en något kantstött snögubbe. Detta verkar inte vara en helt ovanlig form för små himlakroppar i solsystemet – tidigare har exempelvis kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, som besöktes av rymdsonden Rosetta 2014, visat sig ha liknande form med två sammansatta lobor. Dessutom har observationer visat att många Kuiperbältesobjekt består av dubbla, men ej sammansmälta himlakroppar, som kretsar runt varandra.

Förutom form och storlek på Arrokoth har New Horizons mätningar även kunnat analyseras för att bättre förstå dess materialsammansättning och ytans struktur. Dessa analyser har visat att både valnöten och pannkakan verkar bestå av samma material, vilket tyder på att de båda delarna verkar ha bildats mycket nära varandra både i tid och rum. En annan viktig detalj är att ingen av loberna visar tecken på våldsamma kollisioner – sammansmältningen av de båda himlakropparna måste alltså ha varit mycket

långsam för att ha bibehållit de två delarna intakta. Genom datorsimuleringar har forskare visat att binära himlakroppar mycket riktigt bör vara vanliga enligt de modernare planetbildningsteorierna, då den gravitationella kollapsen av ett förtätat moln av is och småsten ofta leder till dubbla himlakroppar som kretsar runt varandra.

Dessa numeriska experiment visar till och med att uppdelningen i massa mellan den större och mindre delen, där ca 75 % av massan förväntas hamna i den större loben, stämmer överens både med Arrokoth och kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Hur bildas då en enda himlakropp av dessa två delar? Jo, detta sker genom en långsam process då de två himlakropparna förlorar rörelsemängdsmoment genom kollisioner med andra, mindre himlakroppar, exempelvis rester från den gravitationella kollapsen som bildade dem. Det förlorade rörelsemängdsmomentet gör att de rör sig närmre och närmre varandra och slutligen kolliderar, med en hastighet jämförbar med två rymdsonder som dockar, eller ungefär hälften av vanlig gånghastighet för en människa. Det långsamma förloppet gör att de två delarna behåller sina ursprungliga former, och slutligen hålls samman bara av en "hals" mellan snögubbens två delar. New Horizons besök vid Arrokoth visade alltså att de orörda himlakropparna i yttre solsystemet sannolikt bildats genom just en sådan gravitationell kollaps som forskare förutspått i sina datormodeller, och bekräftade därmed en planetbildningshypotes som tidigare bara kunnat undersökas med beräkningar och datorexperiment.

## Mycket återstår att utforska

Det yttre solsystemet är dock långt ifrån färdigutforskat – samlingar av himlakroppar ännu längre bort än Arrokoth kan till och med bära på bevis för en nionde, ännu oupptäckt planet. Forskarna Scott Sheppard vid Carnegie Institution for Science och Chad Trujillo vid Northern Arizona University rapporterade 2014 att flera himlakroppar långt bortom Neptunus bana hade märkliga avvikande omloppsbanor som tydde på att dessa banor borde påverkas av gravitation från något större objekt. Dessa små himlakroppar befinner sig mer än 150 gånger längre bort från solen än jorden, vilket innebär att de rör sig alldeles för långt bort från de planeter vi känner till för att deras gravitation ska kunna förändra banorna nämnvärt. En tung planet i de allra yttersta kanterna av solsystemet skulle däremot kunna ha just denna påverkan.

Denna tråd plockades upp av två forskare på California Institute of Technology, teoretikern Konstantin Batygin och Mike Brown, upptäckare av flera dvärgplaneter och känd som personen som startade vad som skulle leda till att Pluto omklassificerades som dvärgplanet. Brown, vars expertis ligger i solsystemsobservationer, funderade över de data som låg till grund för Trujillos och Sheppards artikel och ville först försöka visa att det omöjligtvis kunde röra sig om en tung nionde planet. Han bad Batygin, expert på planetdynamik, om hjälp, och tillsammans började de konstruera datorsimuleringar av dynamiken i

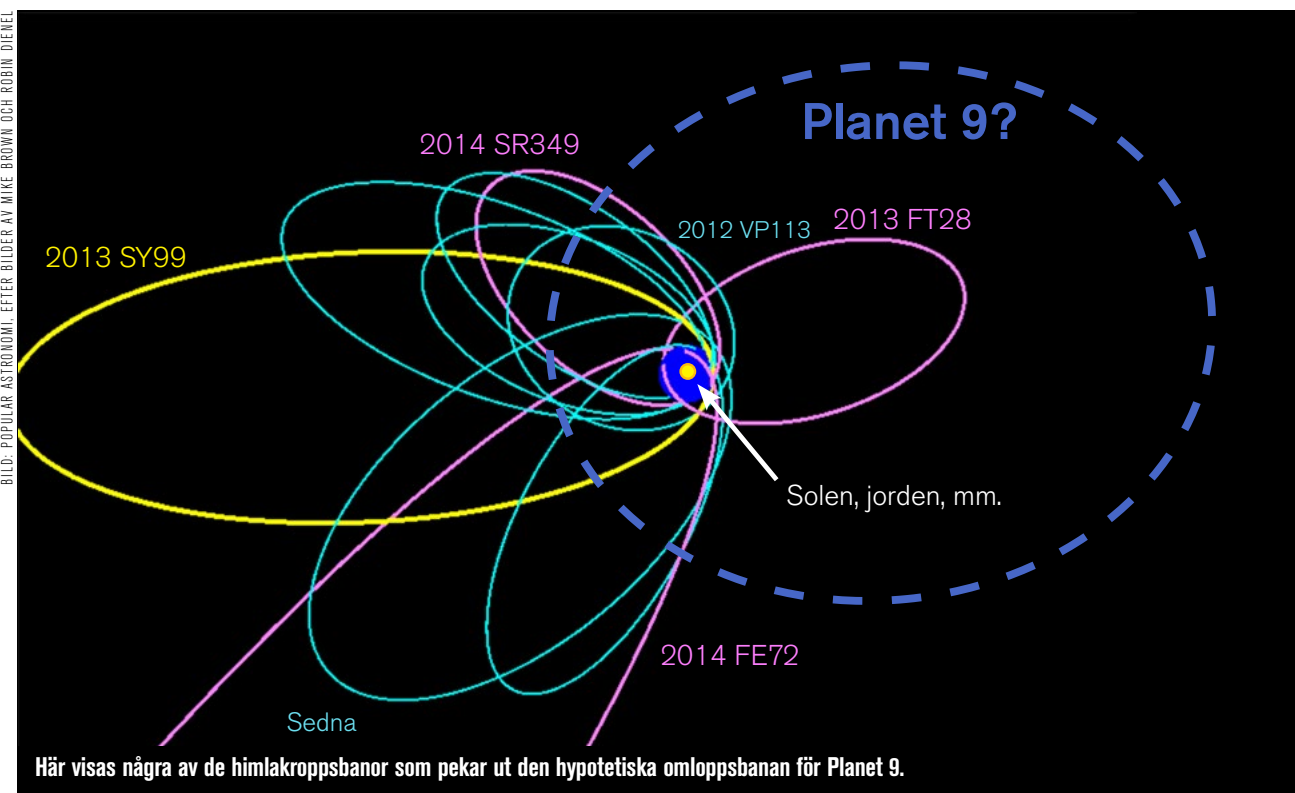
det yttre solsystemet. Efter att ha avfärdat hypoteser såsom gravitationella effekter från Kuiperbältet självt testade de modeller med en nionde planet i yttre delarna av solsystemet. Till deras förvåning visade det sig att detta faktiskt gav de märkliga himlakroppsbanor som observerats. Inte nog med det, resultaten övertygade dem om att en nionde planet faktiskt verkade vara den enda rimliga förklaringen till de avvikande banorna. Med hjälp av datormodeller har Batygin och Brown nu till och med kunnat fastställa en omlopps bana för den hypotetiska Planet 9. Den förväntas befinna sig 400–500 gånger längre bort från solen än vad jorden gör, vilket är mer än tio gånger längre bort än Neptunus, den yttersta av de kända planeterna.

Att förklara hur en planet har kunnat hamna så långt bort från solen är något problematiskt, eftersom det är osannolikt att det fanns tillräckligt mycket material i den protoplanetära skivan som planeterna bildades från så långt bort från solen för att skrapa ihop till en planet större än jorden. Istället hypotiseras det att Planet 9 skulle kunna ha bildats i närheten av solsystemets jätteplaneter, gasjättarna Jupiter och Saturnus och isjättarna Uranus och Neptunus, och därefter kastats ut från sin ursprungliga plats bland de andra större planeterna då solsystemet fortfarande var mycket ungt och instabilt. Anledningen till att den inte flög hela vägen ut från solsystemet och påbörjade en ensam resa genom galaxen skulle vara att det unga solsystemet fortfarande befann sig i den stjärnhop där solen föddes, där stjärntätheten var mycket högre än i

Kantstött snögubbe: När New Horizons flög förbi i januari 2019 tog den sina bästa bilder på lilla Arrokoth. Även känd under katalognamnet 2014 MU69 och smeknamnet Ultima Thule, består den av två delar, "pannkakan" (till vänster, ibland kallad Ultima) och "valnöten" (ibland Thule).







vår nuvarande omgivning. Gravitationen från de omgivande stjärnorna fångade därmed upp Planet 9 och gjorde så att den stannade inom räckhåll för solens gravitation och stabiliserades i en cirka 20 000 år lång omlopps bana.

**En superjord i solsystemet?**

De senaste beräkningarna visar att Planet 9 bör vara ungefär fem gånger så tung som jorden, vilket gör att den klassas som en typ av planet som är mycket vanlig kring andra stjärnor men som vi tidigare inte sett i vårt eget solsystem – en superjord. Dessa planeter har en massa mitt emellan jordens och Neptunus och förväntas ha en uppbyggnad likande jordens, en stenplanet med en relativt tunn atmosfär. Till skillnad från deras ännu större syskon, is- och gasjättarna, har alltså superjordar en fast yta man kan gå på. Temperaturen i Planet 9:s omgivning förväntas dock bara vara några få kelvin, så även om det skulle kunna vara möjligt att gå på dess yta är det ingen behaglig promenad det rör sig om.

Trots att vi kan säga så mycket om den här planeten från beräkningar och datormodeller är kanske det mest häpnadsväckande med Planet 9 att vi faktiskt fortfarande inte vet om den existerar eller inte. Många försök har gjorts att upptäcka den, både genom genomgång av existerande data och genom nya observationer, men den lyser fortfarande med sin frånvaro. Trots att planeten förväntas vara mycket större än jorden är detta mindre förvånande än man kanske skulle kunna tro, då avståndet från solen är så stort att Planet 9 skulle lysa mycket svagare än till och med dvärgplaneten Pluto på natthimlen. Den är alltså helt osynlig för blotta ögat, och kräver mycket goda förutsättningar vad det gäller väder och vindförhållanden

för att kunna upptäckas med ett teleskop.

Forskarlagen bakom beräkningarna som ligger till grund för Planet 9-hypotesen, Sheppard och Trujillo, och Batygin och Brown, har båda blivit beviljade tid vid Subaru-teleskopet på Mauna Kea på Hawaii för att försöka upptäcka den gäckande planeten med observationer. Ett teleskop lämpat för att upptäcka en så svagt lysande himlakropp utan att vi vet precis var den befinner sig behöver både kunna samla in mycket ljus och kunna fokusera på ett stort fält i taget för att inte sökandet ska ta alltför lång tid. Det är inte första gången Subaru-teleskopet har använts till att upptäcka liknande objekt. 2018 hittades den hittills mest avlägsna himlakroppen i solsystemet, 2018 VG18, eller ”Farout” som den möjliga dvärgplaneten också kallas, av bland andra Sheppard, med just Subaru-teleskopet. Några år tidigare upptäcktes ”The Goblin”, officiellt 2015 TG387, en dvärgplanet vars bana styrker antagandet om Planet 9 och vars smeknamn härstammar från det faktum att den upptäcktes vid Halloween.

Subaru-teleskopet är alltså perfekt för att leta efter en okänd planet i solsystemets utkanter, men trots det förväntas sökandet ta flera år. Om sökandet inte resulterar i en observerad planet kommer de data som samlas in under de kommande tio åren istället vara tillräckliga för att avgöra att Planet 9 trots allt inte fanns där – och isåfall behövs en ny hypotes för de avvikande himlakroppsbånar i det yttre solsystemet. Vare sig Planet 9 finns där ute eller ej kan vi vara ganska säkra på att utforskandet av de mörka kalla utkanterna av vårt solsystem kommer att leda till nya upptäckter, och sannolikt nya insikter om hela vårt planetsystems ursprung. ★

KATRIN ROS är doktorand i astronomi vid Lunds universitet.



# Jonathan Lindström om vårt nya förflutna

Detta nummer av *Populär Astronomi* har som tema astronomins framtid. Som arkeolog kan jag då inte låta bli att fundera på den forntida astronomins framtid.

Arkeoastronomi är den vetenskap som behandlar förhistorisk astronomi, men den lider svårt av en tvärvetenskaplig nackdel. Astronomer som inte kan arkeologi så bra övertalar arkeologer som inte kan astronomi så bra om att fynd och fornlämningar är spår av avancerad astronomi, gärna i paritet med eller överglänsande högkulturernas skriftbaserade vetenskap.

Ett särskilt intressant fynd i sammanhanget är Nebraskivan, som inte helt vattentätt brukar dateras till äldre bronsålder, ca 1600 f.Kr., och som hittades i Tyskland för tjugo år sedan. Det råder i stort sett enighet om att bronskivan, 32 cm i diameter, är en bild av himlavalvet, på vilken himlafenomen i tunt guld har fästs. Det rör sig om spridda stjärnor, stjärnhopen Plejaderna, en månskära, solen eller fullmånen samt morgonrodnad och aftonrodnad i öster och väster. Lägt i söder finns vad som antas vara en solbåt.

Skivan har jämförts med jägarfolks avbildningar av kosmos, där himlafenomen på liknande sätt avbildas men där avancerade astronomiska eller kalendariska inslag saknas. Detta är en fullt möjlig tolkning av Nebraskivan, även om det finns indikationer på en något högre ambition. Framst handlar det om att skymnings- och gryningsmarkeringarna stämmer bra överens med solens upp- och nedgångsriktningar i mellersta Tyskland, och att skivans motiv med undantag av solbåten är så naturalistiskt framställda.

Den arkeoastronomiska tolkning som har anammats vid Nebraskivans museum och av ansvariga arkeologer är dock extremt långtgående. Astronomen Ralph Hansen tycker sig se ett instrument för att avgöra

när skottmånader ska införas i en lunisolar kalender, där den exakta tjockleken på månskärnan (motsvarande en 4,5 dagars nymåne) och dess läge intill Plejaderna är avgörande. En motsvarande regel finns återgiven på babyloniska kilskriftstavlor från omkring 600 f.Kr. Hansen menar också att antalet stjärnor (32) har betydelse, bland annat genom att 32 solår är nästan detsamma som 33 månår.

Svagheterna med tolkningen är att jämförelsen sker med avlägsna mesopotamiska förhållanden, där de astronomiska, klimatologiska och kalendariska förutsättningarna var helt annorlunda, istället för med den gamla, lokalt anpassade kalendern i Nordeuropa. Den senare var i belagt bruk redan för 2000 år sedan, men är sannolikt mycket äldre. Hansens tolkning innehåller hittepå-inslag, som 32-årscykeln, och lämnar flera figurer utan förklaring. Det är också oklart varför talet 32 framställs så diffust med stjärnor och stjärnhop. Det liknar mer en slump.

Om vi gör en kalendarisk tolkning ligger det närmare att söka en parallell i den fornnordiska kalendern. Varför inte då dess mest grundläggande, enkla astronomiska regel, bestämningen av när vinterblotets fullmåne inföll? Detta skedde kring vintersolståndet, då solen (likt solbåten på skivan) kröp längs horisonten i söder, och Plejaderna när det mörknade stod högt på himlen (likt stjärnhopen på skivan). Regeln var att vinterblotet inföll den första fullmånen (högt i sydost på skivan) efter den första nymånen (intill aftonrodnaden i väster på skivan) efter vintersolståndet. Vinterblotet var för övrigt forntidens jul, som alltså förr inföll omkring januari slut. Nebraskivans budskap genom årtusendena är alltså ”God Jul!”. Och med den hälsningen till *Populär Astronomi*s läsare önskar jag av tomtens att arkeoastronomi blir mer realistisk i framtiden! ★



Nebraskivan bär på en glad julhälsning.