Mekaniska ur vid Astronomiska Observatoriet i Uppsala

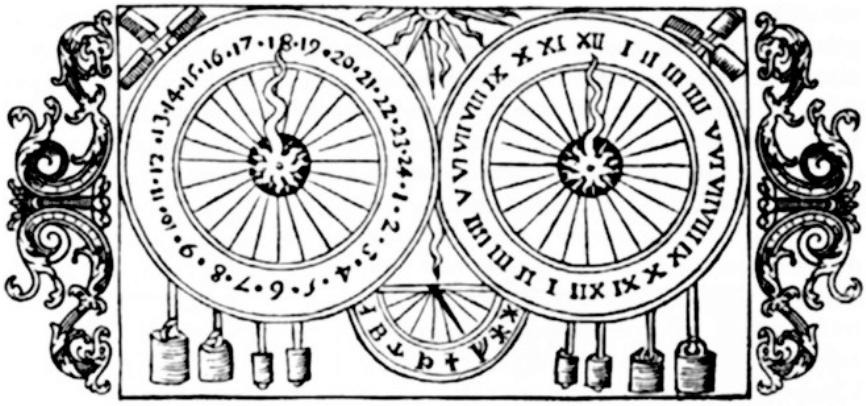
Göran Henriksson

2005

Introduktion

Mekaniska ur med hjulverk uppfanns senast i början av 1100-talet eftersom det vid denna tid fanns ur i rika kloster. Eftersom en sultan på 1200-talet skänkte ett ur drivet av lod till kejsar Fredrik II har man antagit att de mekaniska uren uppfunnits av saracenerna och genom korsfararna överförts till Europa. På 1300-talet fanns på många håll tornur med *oro*, *spindelgång* och *slagverk*. Till en början var *oron* konstruerad som en svängande tvärslå med upphängda vikter nära ändrarna, men tidigt infördes istället ett svänghjul. Vid mitten av 1500-talet blev det vanligt med väggur försedda med slagverk och inställbart larm. Fickuret uppfanns 1511 av klensmeden Peter Henlein (1480-1542) från Nürnberg. Alla dessa äldre ur var försedda med spindelgång och var mera ett lyxföremål än en exakt tidmätare.

Under första halvan av 1500-talet började de mekaniska urverken bli vanliga i Sverige, enligt Olaus Magnus, *Historia om de Nordiska folken*, utgiven i rom 1555. Ärkebiskop Jacob Ulfsson, som lät grunda Uppsala universitet 1477, anskaffade även ett astronomiskt ur till domkyrkan. Det hade konstruerats av den från Tyskland invandrade Petrus Astronomus, som var munk vid Vadstena kloster. Han var mycket kunnig i astronomi och mekanik och undervisade i astronomi vid Uppsala universitet vintern 1508-9.



Det astronomiska uret i Uppsala domkyrka konstruerades av munken Petrus Astronomus från Vadstena. Enligt min uppfattning kan den vänstra urtavlan visa dygnets 24-timmar räknat från midnatt, medan den högra urtavlan kan visa den gamla indelningen av dygnet i 12 timmar dag räknat från soluppgången och 12 timmar natt räknat från solnedgången. Under förutsättning att bilden har gjorts efter en korrekt förlaga kan urtavlornas ställning visa solnedgången klockan 18.00 vid vårdagjämningen, 21 mars.

Den nedre, endast till hälften, synliga tavlan kan visa åtta av de nitton symbolerna för gyllentalet, från vilket kyrkan räknade ut när påskdagen skulle infalla, det vill säga vilken söndag som var första söndagen efter första fullmånen efter 21 mars. Under år med samma gyllental infaller månfaserna på samma datum.

Visaren pekar på F-runan, första runan i runraden, som var detta års gyllental. Om urtavlan med gyllentalen roterade ett varv per synodisk månad kunde månens faser utläsas mellan första och tredje kvarteret i relation till solbildens placering längst upp i mitten. När det var fullmåne pekade visaren rakt ned.

För varje nytt år måste visaren flyttas till det nya årets gyllentals symbol. Som gyllentalssymboler använde man den yngre runraden med 16 runor och lade till 3 specialtecken för att få 19 symboler.

Det astronomiska uret i Uppsala domkyrka var enligt min uppfattning ett mekaniskt sätt att visa den kalenderinformation som bönderna kunde utläsa på sina runstavar.

Det stora astronomiska uret byggdes under hans vistelser i Uppsala mellan 1506 och 1513. Detta ur kunde bland annat visa planeternas rörelser, månens faser och solens och månens upp- och nedgång, och användes vid undervisningen i astronomi. Mot slutet av 1600-talet hade det astronomiska uret slutat fungera, men reparerades på Olaus Rudbecks uppdrag av det unga mekaniska snillet Christoffer Polhem på 1680-talet. Det totalförstördes tyvärr vid den stora branden i Uppsala 1702.

Olaus Magnus skriver på sidan 70 i första bokens 32:a kapitel: ”Numera finnas emellertid i nästan hela Norden till den grad fulländade, ändamålsenliga och rättgående ur, tillverkade både med inhemsk och utländsk konstfärdighet, att intet synes i högre grad vara dessa folks sak än konsten att sinnrikt bestämma tiden. I domkyrkan i Upsala (där man ännu för 600 år sedan dyrkade afgudar inom själfva staden eller på vissa kullar i dess grannskap) finnes ett mycket dyrbart och konstmässigt ur, genom hvars gång dygnet rundt man får den tydligaste framställning af planeternas rörelser äfvensom af solens och månens upp- och nedgång. Detta ur har under senare år, medan ännu ärkebiskop Jakob förestod sitt stift - han som likaledes i denna sin residensstad grundlade ett privilegieradt lärosäte - förfärdigats med ej ringa omkostnad, hvilken man dock ej behöft ångra, alldenstund alla studerande i dessa trakter äro i hög grad hågade att lära känna himlakropparnas lopp, natur och verkningar (liksom äfven att tillägna sig andra nyttiga kunskaper), något som äfven gäller om till andra domkyrkor hörande personer, hvilka genom Guds nåd merendels äro utrustade med lysande begåfning.”

Observatoriets pendelur

Pendelur Graham, 1741

De äldsta mekaniska uren saknade pendel och var inte tillräckligt bra för de astronomiska behoven, vilket redan Tycho Brahe konstaterade på 1580-talet. Han hade inköpt fyra ur till sitt observatorium på Ven, men alla gick för dåligt jämfört med hans observationsnoggrannhet och beräkningar. Det var först sedan holländaren Christian Huygens hade uppfunnit pendeluret, som mer exakta ur kunde tillverkas. Det första pendeluret tillverkades 1657 av Salomon Coster i Haag. Huygens anställdes 1665 av den franske kungen Ludvig XIV och blev snart chef för en avdelning när den franska vetenskapsakademin grundades 1666. År 1670 tillverkades det första astronomiska pendeluret efter Huygens ritningar av Isaac Thuret i Paris.

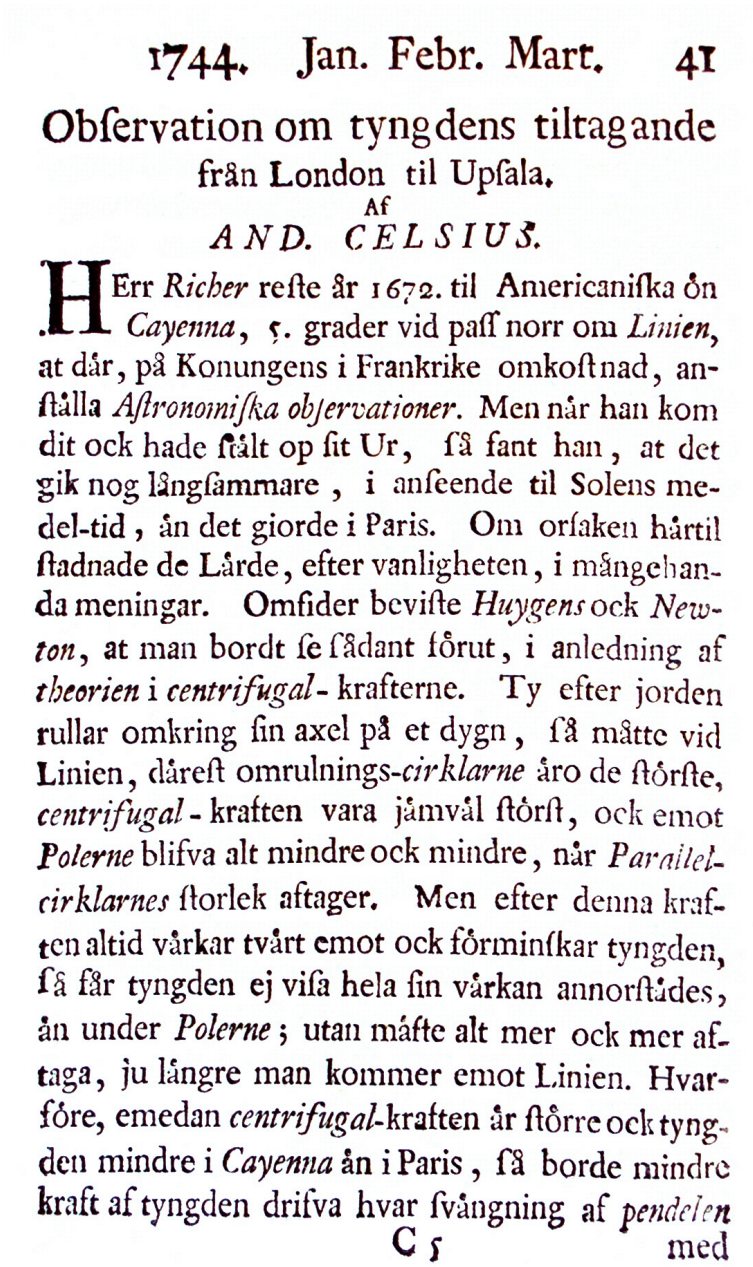
Observatoriets äldsta mekaniska ur, som dessutom fortfarande fungerar, är det världsberömda *Grahamuret,* som inköptes i London av Anders Celsius (1701-1744) år 1739 för 30 pund sterling, vilket motsvarade 1200 daler kopparmynt. Det var konstruerat av den tidens skickligaste tillverkare av ur, George Graham (1675-1751). Det levererades till Uppsala 1741 och uppställdes i det då nyinrättade observatoriet i ett medeltida hus vid Svartbäcksgatan. Det var enligt Celsius ”ett ibland de accuratesta som hittills är gjordt” och skulle användas för att bestämma jordklotets form genom mätning av tyngdkraftens tilltagande från ekvatorn mot polen.

Grahamuret, som visar stjärntid, regleras genom så kallad vilande hakgång eller Grahamgång, och är försett med en av Graham år 1721 uppfunnen kompensationspendel med en kvicksilverbehållare. Pendelfrekvensen beror huvudsakligen på pendelns längd och på den lokala tyngdkraften, men också i viss mån på pendelutslaget. Pendelns längd varierar med temperaturen, men kompensationspendeln reducerar denna variation genom att pendelstångens längdutvidgning kompenseras av att kvicksilvret i kvicksilverbehållaren rör sig åt motsatt håll. Celsius

konstaterade att Grahamurets temperaturkänslighet reducerades till mindre än en femtedel tack vare kompensationspendeln.

Grahamuret uppställdes först i London där dess gång jämfördes med mätningar av stjärntiden med passageinstrument. Sedan skickades uret till Uppsala där det uppsattes av Daniel Ekström i observatoriets södra rum. Ett passageinstrument tillverkat av Ekström levererades i januari 1743. Genom Celsius observationer kunde Newtons förutsägelse att jorden var avplattad med 1/300 bekräftas.

Grahamuret enligt ett foto från Gamla Observatoriet av Kjell Lundgren 1995.



1744. Jan. Febr. Mart. 41

Obſervation om tyngdens tiltagande
från London til Upſala.
Af
AND. CELSIUS.

HErr *Richer* reſte år 1672. til Americaniſka ön *Cayenna*, 5. grader vid paſſ norr om *Linien*, at dår, på Konungens i Frankrike omkoſtnad, anſtålla *Aſtronomiſka obſervationer*. Men når han kom dit ock hade ſtålt op ſit Ur, ſå fant han, at det gik nog långſammare, i anſeende til Solens medel-tid, än det giorde i Paris. Om orſaken hårtil ſtadnade de Lårde, efter vanligheten, i mångehanda meningar. Omſider beviſte *Huygens* ock *Newton*, at man bordt ſe ſådant förut, i anledning af *theorien* i *centrifugal*-krafterne. Ty efter jorden rullar omkring ſin axel på et dygn, ſå måtte vid Linien, dåreſt omrulnings-*cirklarne* åro de ſtörſte, *centrifugal*-kraften vara jämvål ſtörſt, ock emot *Polerne* blifva alt mindre ock mindre, når *Parallel-cirklarnes* ſtorlek aftager. Men efter denna kraften altid vårkar tvårt emot ock förminſkar tyngden, ſå får tyngden ej viſa hela ſin vårkan annorſtådes, än under *Polerne*; utan måſte alt mer ock mer aftaga, ju långre man kommer emot Linien. Hvarföre, emedan *centrifugal*-kraften år ſtörre ock tyngden mindre i *Cayenna* än i Paris, ſå borde mindre kraft af tyngden driſva hvar ſvängning af *pendelen*

C 5 med

I biografin om Anders Celsius skriver N.V.E. Nordenmark (1936) på sid. 177-178:

”9. Observation om tyngdkraftens tiltagande från London til Upsala. K:V.A:s handl. år 1744, sid. 41-49.

Observationerna äro utförda med Grahams pendelur, som instrumentmakaren Ekström 1741 förde med sig från London. Det uppsattes i södra observationskammaren. Celsius begynte i juli

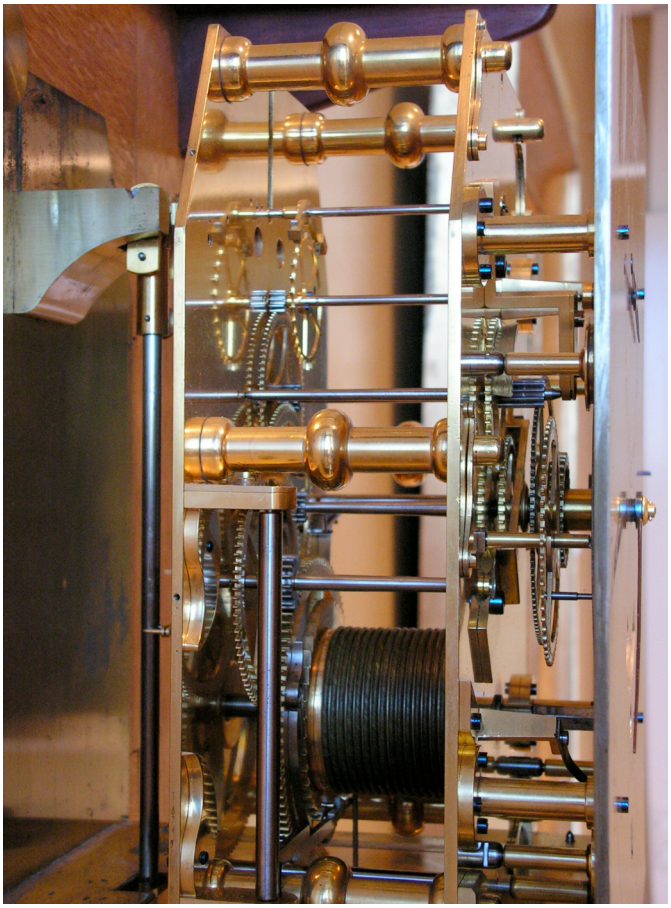
1741 att jämföra pendelurets gång och fortsatte därmed i två år (se U.B. sign. A 530, 5). Han finner då, att uret går fortare i Uppsala än i London, med differensen 25,8", under det att andra observationer, utförda i Paris och Pello av Maupertius givit skillnaden 28,9", och av Campbell i London och på Jamaica 30,9".

»Här utaf synes, at Newtons uträkning [25,5"], som är bygd på des theorie om tyngden ock centrifugalkraften, skiljer allenast 0,3 af en secund ifrån denna observation, men de andre till 3. à 5. secunder. Om nu observationerne i Pello ock Jamaica hafva sin riktighet, så tyckes följa häraf, at man intet får med Newton supponera jorden vara öfver alt jämntät, ock således ej heller göra en general uträkning, efter den bekanta regelen, at tyngden från Linien til Polerna tiltager ongefär, som qvadraterne af Pol-högdernes sinus; utan at man måtte upställa en sådan tafla, endast af många försök, på åtskilliga orter kring hela jorden.»

Han finner, att sekundpendeln i Uppsala har en längd av 3,3502 sv. fot."

Den framstående urmakarfirman Kessels i Altona renoverade Grahamuret i mitten av 1830-talet. På Gamla Observatoriet var detta ur monterat i västra meridianrummet, men flyttades vid slutet av 1970-talet och hängdes upp utanför den nyinrättade föreläsningssalen på andra våningen. Efter professor Erik Holmbergs pensionering 1976 övertog Observatoriet hela byggnaden. Innan Grahamuret flyttades från meridianrummet ansågs det vara det mest exakta av Observatoriets pendelur.

Grahamuret visar, datum, timme, minut och sekund. Fodralet omnämns för första gången i inventeringen gjord 1824, där det står: "sedan senaste inventering försedd med ett yttre fodral".



Grahamurets urverk från vänster. Pendelns övre del syns till vänster. Alla mässingsytor är förgyllda.

Grahamurets kompensationspendel med kvicksilverbehållare.

När temperaturen ökar blir pendelstången längre, men kvicksilvret i behållaren kan endast utvidgas uppåt, vilket reducerar pendellängdens temperaturkänslighet.

Om det skulle kunna gå att rekonstruera den exakta längden på Grahamurets sekundpendel kunde Celsius precisionsmätningar med världens mest exakta ur år 1741 användas för att bestämma hur mycket jorden har bromsats in under de senaste 260 åren. Celsius egen uppgift om att sekundpendelns längd i Uppsala var 3.3502 sv. fot motsvarar 0.994674 m med omvandlingsfaktorn 1 sv. fot = 0.29690 m. Detta värde är dock inte direkt uppmätt av Celsius utan har beräknats från Grahamurets gång i London och Uppsala jämfört med sekundpendelns längd i London bestämd av John Bradley.

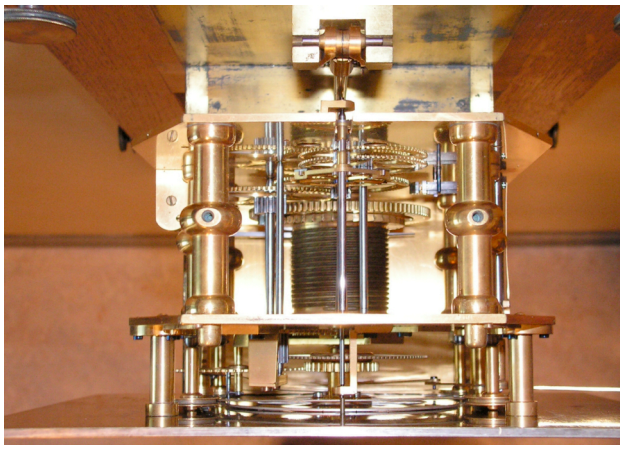
Det går att ändra pendelns längd med en justerskruv och ett relativt värde kan avläsas på en skala med 1 varv = 20 enheter. Celsius skriver att skalan stod på 5 när uret testades i Grahams hus i London. Zahm Ottosson har hjälpt mig att mäta upp justerskruvens stigning med hjälp av en mätklocka. En minsta kvadratanpassning av 6 mätningar från två skruvvarv gav: 1 varv = 0.45308 mm med en standardavvikelse på 0.004 mm. Om man omvandlar justerskruvens stigning till sekunder i London blir värdet 19.70 sekunder/varv, vilket sannolikt skall ha motsvarat exakt 20 sekunder (1 skalenhet = 1 sekund).

Tyngdaccelerationen i Uppsala har uppmätts av Peter Hodacs vid Geodetiska Institutionen i Uppsala. Om man transformerar hans mätningar vid Hällby till Celsius' Observatorium vid Svartbäcksgatan, 11 m över havet, blir g = 9.8190282 m/s^2 och sekundpendelns längd 0.99487556 m, vilket är 0.201 mm längre än Celsius beräkning av sekundpendelns längd.

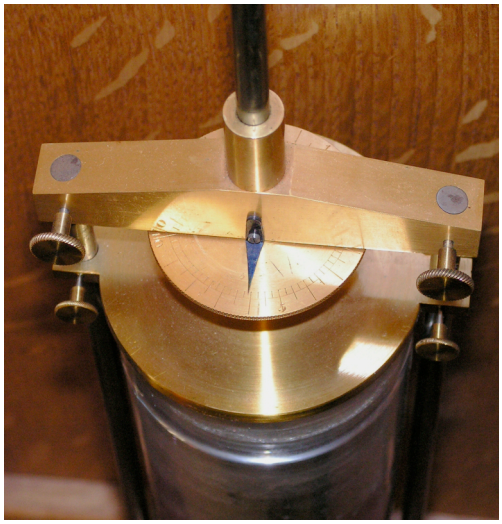
Sekundpendelns längd måste bli längre och längre eftersom jordens rotation bromsas in. Ett mycket exaktare värde får man om pendelskalan kalibreras, vilket kan genomföras tack vare att vi vet att skalvärdet 5.0 gjorde att uret gick 2.6 sekunder för fort i London och 28.4 sekunder för fort i Uppsala. För att uret skulle ha gått rätt i London måste skalan ha stått på 2.4 istället för 5.0. Om vi lägger till två varv på skruven blir exakta skalvärdet för sekundpendeln i London 42.4 och motsvarande värde i Uppsala 45.0 - 28.4 = 16.6 vid mätningarna 1741.

Man kan dock inte utan vidare jämföra skalvärdena eftersom påfyllning av kvicksilver kan ha förekommit. I en inventering från mitten av 1840-talet står det:

"1) Ett Graham-Kesselskt Pendeluhr (med hithörande tratt av trä för qvicksilverpåfyllning, samt en hake för upplyftande av glasplattan), erhöll igår olja, så att detsamma för en längre tid icke behöver smörjas."



Grahamurets förgyllda urverk uppifrån med baksidan på urtavlan längst ned.



Grahamurets skala för justering av pendellängden. Den står idag på 6.1 skalenheter.

Enligt Appendix K8 i Astronomical Almanac var dygnet 12 sekunder kortare år 1741 om dygnets längd uttrycks i 86400 SI sekunder år 1900.0.

Pendelur Lenzkirch, 1878

Detta pendelur, som är försett med en så kallad rostpendel, anskaffades 1878. Rostpendeln, som är en typ av kompensationspendel, uppfanns av John Harrison 1725 och är sammansatt av metaller med olika längdutvidgningskoefficient som arrangerats så att pendelns längdvariation minimeras vid förändring av temperaturen. Firmanamnet Lenzkirch är inte namnet på tillverkaren utan är uppkallat efter den stad i Tyskland där uren tillverkades.

Pendeluret Lenzkirch var Observartoriets första normalur.

På 1880-talet hade många instrument blivit elektrifierade och detta ur skulle tjänstgöra som driftspendel för reläer till sekundhammare i två beställda automatiska registreringsapparater konstruerade av Sörensen. Den första registreringsapparaten anlände 1880 och placerades i meridianrummet.

Vid denna tid fanns det inget elektricitetsverk i Uppsala. Därför inrättades ett lokalt kemiskt elverk i Observatoriets räknekammare, som dels direkt försåg de elektriska apparaterna med ström, men också kunde ladda ackumulatorer. Lenzkirchuret var placerat i räknekammaren och skickade därifrån ut sekundpulser, via elektriska ledningar, till registreringsapparater i meridianrummet och vertikalrummet, och till tre elektriska urtavlor i den gamla kupolen i Observatorieparken och i de två nybyggda observationspaviljongerna i trä nära den gamla kupolen. I den gamla kupolen fanns den så kallade Wackerbarthska refraktorn och där står idag ett övningsteleskop. De två nybyggda observationspaviljongerna var dels ett meridianhus och dels ett kupolhus för övningsobservationer. De elektriska urtavlorna, som visade timmar, minuter och sekunder, hade konstruerats av Schweder och var tillverkade av Linderoth i Stockholm.

Pendelur från Linderoth för Svensk borgerlig tid.

Det var Observatoriets första ”korridorur”, och var tillgänglig för allmänheten.

Pendelur Linderoth, 1880

År 1880 anskaffades ett pendelur med träpendel tillverkat av Linderoth i Stockholm. Det visade Svensk borgerlig tid och uppsattes i en sluten nisch i observatoriets huvudkorridor, nära ingången, så att korrekt tid alltid skulle vara tillgänglig för allmänheten.

G. W. Linderoth föddes i Umeå 1816 och övertog en urmakarbutik på Drottninggatan i Stockholm 1844. Han började tillverka fickur, men även pendyler och väggur. Hans storhetstid inleddes när SJ började beställa stationsur och då inledde även en omfattande tillverkning av tornur. Efter G. W. Linderoths död 1871 fortsattes verksamheten av hans änka Betty, som även hon var en skicklig urmakare. Sonen Johan G. Linderoth övertog driften av företaget 1872. Observatoriets ur från Linderoth har tillverkats under den period då sonen ansvarade för verksamheten.

Detta första ”korridorur” av Linderoth ersattes 1931 av ett ur med elektrisk uppdragning tillverkat av Cloos. Linderoths ur placerades sedan i tidskriftsrummet.

Hohwü 34 var normalur för de automatiska registreringsapparaterna.

Elektriskt slavur kopplad till sekundpendel, enligt Schweders konstruktion, tillverkad av Linderoth.

Pendelur Hohwü, 1881

Stjärntidsuret Hohwü 34, tillverkat i Amsterdam 1881, bekostades genom en donation av kommersrådet G. Dudén i Bryssel och förmedlades genom svenske ministern C. Burenstam, 1881.

Det regleras av en kompensationspendel med kvicksilverbehållare och var upphängd i en sluten väggnisch i västra meridianrummet. För att minimera påverkan av temperaturvariationer hängde uret bakom dubbla dörrar som isolerats med zinkplåt och filt. Hohwü 34, som var Observatoriets bästa ur, användes som tidsstandard vid meridian-observationerna. För att observatören skulle kunna höra sekund-tickningarna fanns en yttre tratt av trä som kunde hållas mot örat och via en ljudslang genom isoleringarna stod i förbindelse med urverket. Hohwü 34 var försett med elektriska anslutningar så att det kunde fungera som elektriskt normalur och ersatte redan 1881 Lenzkirchuret som tidsstandard vid meridianobservationerna.

Registreringsapparaten av Sörensens konstruktion, som anskaffades 1880, stod på ett bord i meridianrummet och var innesluten i ett elegant instrumentskåp. Registreringsapparaten fick sekundmarkeringar via en elektrisk slutningsapparat som var kopplad till Hohwü 34. Urnischen hade en och passageinstrumentets pelare två hithörande elektriska taster får registreringar.

Inför världsomseglingen 1883, med kungliga flottans fregatt Vanadis, genomfördes kalibrering av fartygets kronometrar genom observationer med Observatoriets vertikalinstrument. Före avseglingen erhöll fregatten Vanadis per telegraf Greenwichtid från Uppsala Observatorium. Kandidaterna Bohlin och Charlier hade bestämt denna tid genom observationer under åtta dagar.

Den andra registreringsapparaten av Sörensens tillverkning anskaffades 1885 och användes först uppe i tornet vid observationer av jupitermånarnas förmörkelser med stora refraktorn. Även den fick elektriska pulser från sekundpendeln i Hohwü 34. Urmakare Schweder justerade Hohwü och förstärkte upphängningen 1886.

Linderoth 1886. Stjärntidsur i väggnisch i Zeiss-Heydestrografens kupol.

Pendelur Linderoth, 1886

År 1886 anskaffade professor Schultz ett pendelur för stjärntid av Linderoth. Det placerades i en nisch i kupolkorridoren och var försett med

slutningsapparat för att genom relä vara driftspendel åt de tre elektriska visartavlorna i de mindre observationsbyggnaderna ute i Observatorieparken.

Detta pendelur är numera placerat i en uppvärmd värmeisolerad nisch i västra väggen i Zeiss-Heydeastrografens kupol, som byggdes i Observatorieparken 1914. Detta ur ger stjärntid för beräkning av timvinkeln från rektascensionen.

Pendeluret Richter gav sekunder till kronografen i meridianhuset.

Pendelur Richter, 1922

Professor Bergstrand anskaffade 1922 detta stjärntidsur med Rieflerpendel tillverkad av Max Richter i Berlin. Det är försett med slutningsapparat för att styra sekundmarkeringarna i en kronograf, som var ansluten till passageinstrumentet i meridianhuset i Observatorieparken.

I passageinstrumentets okular finns fem vertikala trådar. Varje gång den observerade stjärnan passerade en tråd tryckte observatören på en strömbrytare, som slöt strömmen i en elektrisk ledning ansluten till kronografen, och åstadkom en markering på kronografremsan. Observationerna gjordes både före och efter meridianpassagen, vilket medförde tio observationer av varje stjärna.

Observationsögonblicket bestämdes genom interpolering mellan sekundmarkeringarna på kronografremsan. Med hjälp av en bärbar stjärntidskronometer, vars stånd hade bestämts med hjälp av en radiomottagare för tidssignaler i Observatoriets klockrum, kunde Richterurets stånd bestämmas och korrekt timme, minut och sekund antecknas på kronometerremsan. Det var en radiosändare i Potsdam som nästan dygnet runt sände tidssignaler på kortvåg.

Under slutet av 1900-talet ingick passageobservationer med detta instrument som en övning på tvåbetygsnivån i astronomi. För godkänt resultat krävdes att longitudskillnaden från Greenwichmeridianen inte var större än att man hamnade inom meridianhusets väggar. För att kunna uppnå detta resultat krävdes observationer av minst 15 stjärnor.

Vid mitten av 1970-talet hade kronografen blivit mycket sliten och pappersremsan matades inte längre fram med konstant hastighet[1]. Passageövningen utgick ur undervisningen sedan en mindre brand hade uppstått i kronografen och förstört densamma. Det var vid detta tillfälle som Richterurets träfodral blev svartbränd längst ner på vänster sida.

Pendelur Cloos, 1931

Ett pendelur med elektrisk uppdragning, tillverkat av Walter Cloos, Würzburg, ersatte år 1931 Linderothuret (från 1880) som Observatoriets standard för Svensk borgerlig tid. Även det nya standarduret placerades i Gamla Observatoriets huvudkorridor, i nischen på sydväggen.

På 1970-talet berättade den då åttioårige Simon Lindgren att den amanuens som ansvarade för tidstjänsten var skyldig att varje stjärnklar natt genomföra passageobservationer för att bestämma stjärntiden, och sedan räkna ut motsvarande borgerlig tid, så att korridoruret alltid skulle visa rätt sekund. Varje morgon kom Uppsalas urmakarlärlingar till observatoriet för att ställa sina kronometrar för att urmakarnas klockor skulle kunna visa rätt tid. Lindgren tillhörde en släkt med

[1] När jag var handledare för denna övning i början av 1970-talet drogs en ledning från radiomottagaren i klockrummet och ut till meridianhuset så att man direkt kunde bestämma ståndet för Richteruret.

Sedan 1931 har detta ur från Cloos tjänstgjort som Observatoriets tidsstandard för Svensk borgerlig tid.

instrumentmakare och vaktmästare som sedan 1880-talet hade arbetat på Observatoriet i Uppsala, men han hade själv huvudsakligen varit anställd på Saltsjöbadens Observatorium. Efter pensioneringen skötte han Observatoriets klockor på eget initiativ.

Tidstjänsten vid Observatoriet underlättades betydligt sedan tidssignaler började sändas via radio från Greenwich, men det ingick fortfarande i denna tjänst att ständigt se till att korridoruret visade rätt sekund. År 1924 anskaffades den första radiomottagaren för tidssignaler. Nya radiomottagare för tidssignalen anskaffas 1929 och 1941. Ända fram till flytten till Ångströmlaboratoriet år 2000 fanns en ansvarig amanuens som skulle se till att korridoruret visade rätt sekund.

Kronometrar

Harrisons kronometer 1735

Introduktionen av pendeluren var en uppenbar förbättring av de mekaniska uren och redan vid slutet av 1600-talet fanns det förhållandevis exakta ur. Behovet av exakt tid vid astronomiska observationer var en ständig utmaning för konstruktörerna av urverk och drev fram olika konstruktionsförbättringar. Ett pendelur går dock endast med jämn gång om det är fast monterat så att pendeln kan svänga i ett vertikalt plan.

En ur allmän synpunkt ännu viktigare uppgift var att konstruera ett flyttbart urverk som kunde gå med så jämn gång att longituden skulle kunna bestämmas på fartygen ute till havs. Problemet med longitudbestämningen till havs var så viktigt att den engelske kungen Charles II år 1675 grundade *Royal Greenwich Observatory*. Meningen var att man skulle upprätta en noggrann katalog över stjärnornas positioner längs månens bana och sedan jämföra månens observerade position relativt dessa stjärnor med den beräknade. Den brittiska regeringen utlyste 1714, med parlamentets godkännande, en pristävling där den som föreslog en metod att bestämma positionen inom en halv grad eller två tidsminuter skulle får £ 20,000.

Det blev en mycket prestigeladdad tävling där kampen stod mellan astronomerna och urmakarna. Den lokala tiden kunde bestämmas genom direkta observationer, men för beräkning

av longituden behövde man också veta tiden i Greenwich. Astronomerna försökte lösa problemet genom att beräkna tiden i Greenwich genom en jämförelse mellan månens observerade position och den teoretiska positionen, beräknad med hjälp av tabulerade värden från Leonard Eulers (1707-1783) matematiska teori för månens bana. Detta var i princip möjligt men praktiskt svårt att genomföra ute på det gungande havet och fungerade endast nattetid och krävde dessutom klar himmel närmast månen.

Den ideala lösningen vore att ha ett ur som hela tiden visade korrekt Greenwich Mean Time. När urmakaren John Harrison (1693-1776) gjorde ett tekniskt genombrott 1735 och uppfann kronometern blev han starkt motarbetat av Astronomer Royal, Nevil Maskelyne (1765-1811). Harrison fick inte priset trots att han uppenbarligen klarat av alla kvalitetsprov. Vid en test av Harrisons kronometer 1762 hade den saktat sig med endast 1 minut och 55 sekunder efter en sjöresa på 147 dagar.

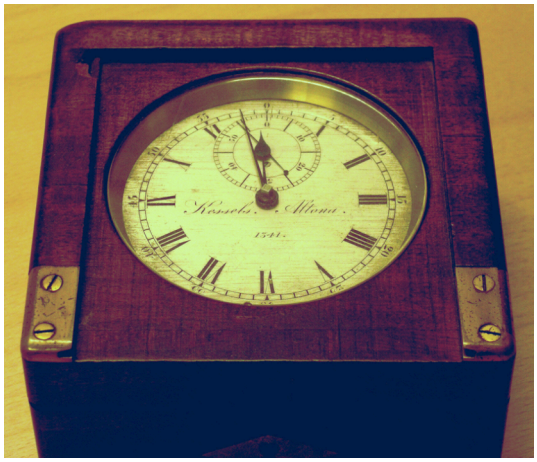
Till sist ingrep George III, som var kung 1760-1820, och utsåg John Harrison som vinnare trots att priskommittén, *Board of Longitude*, inte godkänt Harrisons kronometer som lösning på longitudproblemet.

Två äldre boxkronometrar från Kessels

De äldsta kronometrarna är två s k box-kronometrar tillverkade av Kessels i Altona. De finns inte nämnda i 1833 års instrumentförteckning, men åtminstone den ena finns med i 1846 års förteckning. De har serienumren 1329 och 1341. Box-kronometrarna har snäcka med kedja för att kompensera för drivfjäderns olika spänning.

Johann Heinrich Kessels (1781-1849) föddes i Holland, men lärde sig urmakeri i Köpenhamn och grundade 1821 en urmakarfirma i Altona, som numera ligger i Tyskland, men fram till 1866 tillhörde Danmark.

Kronometern Kessels Altona, nummer 1329.



Kronometern Kessels Altona, nummer 1341.

År 1885 smörjdes Kessels 1329 och 1341 genomgick en grundlig revision.

Kronometrarna Möller-Friedrichs och Lamb, 1879-1880

Kronometern Möller-Friedrichs, Hamburg med nummer 2148.

Kronometern H. Lamb, West Hartlepool med nummer 8243.

Schlesicky-kronometern 3026. Sven Hedin använde den och en av Observatoriets teodoliter när han kartlade Asiens öknar.

Dessa båda kronometrar kan vara de två ur som enligt årsrapporten 1879-1880 anskaffades av professor Schultz och beskrivs som ett ankargångsur och ett duplexur. Dessa uppräknas i samma mening som Kullbergkronometern 4253 som inköptes 1883 för 700 kronor tillverkad av Kullberg i London. Victor Kullberg (1824-1890) var en mycket uppskattad svensk urmakare med firma i London. Detta ur, med numret 4253, kan för närvarande inte identifieras i Observatoriets samlingar.

Kronometer Schlesicky 1921

Vid de astronomiska observationerna använde man kronometrar när man ville jämföra gången hos olika ur och kalibrera eller komparera, deras gång i förhållande till ett standardur med känt stånd.

Observatoriet inköpte 1921 två kronometrar tillverkade av Schlesicky från Frankfurt am Main, med numren 3026 och 3028. De har tidigare tillhört den tyska Marinen och visar medelsoltid.

Nr 3026 användes bland annat av Sven Hedin när han utforskade och kartlade Asiens öknar.

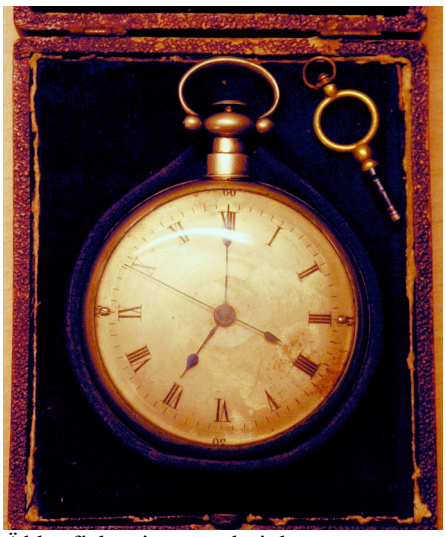
Fickur

Det var klensmeden Peter Henlein (1480-1542) från Nürnberg som uppfann fickuret 1511. De äldsta fickuren var försedda med spindelgång och var mera ett lyxföremål än en exakt tidmätare. Omkring 1670 gjorde Robert Hooke (1635-1703) och Christian Huygens (1629-1695) en förbättring av orohjulets konstruktion genom att reglera dess svängning med en spiralfjäder. Tidigare hade fickuren endast haft timvisare, men efter denna förbättring var det meningsfullt att även förse fickuren med minutvisare.

Fickuren blev inte användbara som tidmätare förrän mot slutet av 1700-talet då Thomas Mudge (1715-1794) infört ankargång och Thomas Earnshaw (1749-1829) börjat tillverka fickur med kompensationsoro 1805.

Den första fabriksmässiga tillverkningen av fickur i Sverige startades 1887 vid Halda fickursfabrik i Blekinge av H. Hammarlund. Efter delvis egna patent tillverkades där åtta olika slags fickur med ankargång och kompensationsoro (halvkronometrar), en finare variant av ankargång. Haldauren kunde ruckas från bygeln enligt en uppfinning av Hammarlund.

I Observatoriets inventarieförteckning från 1784 finns upptaget ett sekundfickur med silverboett av Grahams tillverkning. Inventarieförteckningen från 1825 uppger att fickuret är i gott skick, men 1833 betraktas det endast som ”ett gammalt sekundur”. År 1846 beskrivs det som ”ett obrukbart fickur i silver, förvaras av professor G. Svanberg”. Detta fickur av Graham kan möjligen vara identiskt med det fickur med centrumsekund som visas på bilden till vänster nedan.



Äldre fickur i ett mörkviolett sammets-fodral. Firmamärke saknas, men innanför bakstycket finns silverstämplar och numret 23283.

Äldre fickur i ett purpur och mörkviolett sammetsfodral. Firmamärke saknas, men innanför bakstycket finns silverstämplar och numren 51568 och 21354.

Fickur tillverkat av firman C. Knudsen i Köpenhamn.
Det visar både stjärntid och medelsoltid.

Ett astronomiskt fickur tillverkat av C. Knudsen i Köpenhamn anskaffades 1922. Det var ett kombinerat stjärntids- och medeltidsur enligt Strömgren-Olsens konstruktionsprincip.

Sedan 1955 har man använt ett atomur som tidsstandard. På 1960-talet började man reglera urens gång med hjälp av kvartskristaller istället för pendel. År 1966 anskaffades mikrokvartsuret Golay 6721 och ett Longines-Golay mikro-kvartsur med nummer 6713 användes för att visa stjärntid i stora refraktorkupolen.