

Korttidsmåling

Opfindelsen af penduluret midt i 1600-tallet gjorde det muligt at bestemme et tidspunkt ganske nøjagtigt. Men først i slutningen af 1800-tallet blev det muligt at måle tidsrum på brøkdeler af et sekund præcist. I Steno Museets samling findes der flere såkaldte Hipp-kronografer, der kan netop det.

Steno Museets samlingsarbejde fokuserer på at indsamle, dokumentere og bevare natur- og lægevidenskabelig kulturarv. Formålet med dette er dels at kunne bidrage med genstande til museets udstillinger, skoletjenestearbejde og feriearrangementer m.v., dels at være "kilde" for videnskabs-historisk forskning. For nylig oplevede vi et eksempel på det sidste, da en tysk videnskabshistoriker kikkede nærmere på museets samling af strimmelkronografer.

Mellem tik og tak

Penduluret, som blev opfundet af den nederlandske videnskabsmand Christiaan Huygens i 1656, gjorde det muligt at bestemme et tids-

punkt ganske nøjagtigt.

Takket være pendulets periodiske svingning, som overføres til urværket gennem et såkaldt hæmværk, kan man få urets tandhjul og visere til at gå med meget regelmæssige skridt. Men hæmværkets virkemåde betyder, at urværket står stille mellem hvert skridt, og derfor har selv meget nøjagtige ure ikke kunnet bruges til at måle tidsrum, som var mindre end tiden mellem tik og tak.

Hipp og kronoskopet

Det rådede den tyskfødte, schweiziske urmager Matthäus Hipp bod på i 1848, da han opfandt et kronoskop, dvs. en tidsviser, der kunne måle meget korte tidsrum med en nøjagtighed på ned til 1/1000 sekund. Kronoskopet blev først benyttet i forbindelse med faldforsøg og måling af projektilers hastighed, senere også til at måle f.eks. menneskelig reaktionstid.

Sirenehæmværket

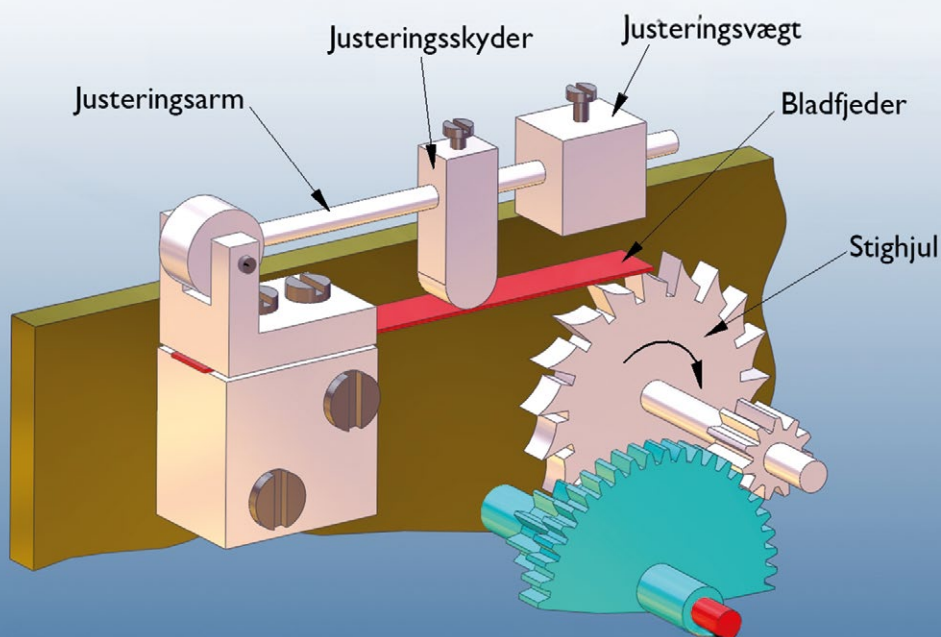
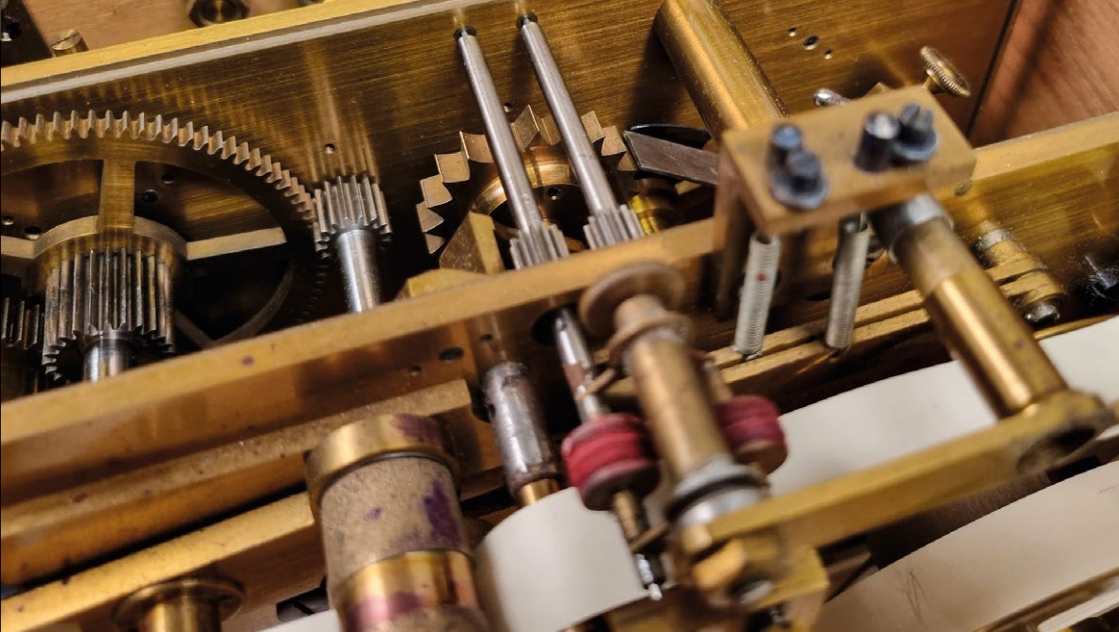
Den meget jævne, kontinuerlige gang af Hipp-krono-

skopet blev opnået ved hjælp af et såkaldt sirenehæmværk. Det fungerer ved, at rotationen af det centrale tandhjul i hæmværket blev styret af en bladfjeder, som vibrerede med 1000 svingninger pr. sekund.

Det er denne vibration, som har givet hæmværket sit navn, da den frembringer en fløjtende lyd. Fløjte-tonen kunne bruges til at kalibrere fjederen ved at sammenligne tonehøjden med en 1000 Hz stemmegaffel.

Strimmelkronografen

Hipps kronoskop havde visere, som kunne angive den forløbne tid med en opløsning på 1/1000 sekund. Omkring 1866 udviklede Hipp en kronograf, dvs. en tidsskriver, som kunne lave en grafisk registrering af tiden. Den fungerer ved, at urværket trak en papirstrimmel meget jævnt forbi to penne med et par cm pr. sekund. Pennene kunne så af-sætte 'tidsmærker' ved hjælp af elektriske kontakter, på samme måde som en Morse-telegraf. Den ene pen blev aktiveret med faste mellemrum af elektriske impulser fra et nøjagtigt ur, mens den anden kunne aktiveres manuelt, når den be-



Et sirenehæmværk fungerer ved, at rotationen af det centrale tandhjul i hæmværket, stighjulet (som drives af et lod eller en fjeder), bliver styret af en bladfeder, som vibrerer med 1000 svingninger pr. sekund.

Bladfederens tryk på stighjulet kan justeres med justeringsvægten, så fjederen lige præcis løftes af en savtand (hvilket bremser hjulet) og derefter falder ind i det næste mellemrum af det roterende hjul og så videre. Dette tvinger stighjulet til at dreje netop en tand i hver 1/1000 sekund, hvorved der etableres en meget konstant og veldefineret rotationshastighed.

Den effektive fjederlængde og dermed svingningsfrekvensen kan reguleres med en justeringsskyder. Foto: Hans Buhl. Grafik: CC BY-SA 4.0, Manfredgoellner / HB.

givenhed, man skulle registrere, indtraf. Afstanden mellem de regelmæssige tidsmærker og målemærkerne kunne derefter måles med en speciel glaslineal med en nøjagtighed på ca. 0,1 mm. Det svarede til, at registreringstidspunktet kunne fastlægges med en nøjagtighed på ned til 1/100 af et sekund.

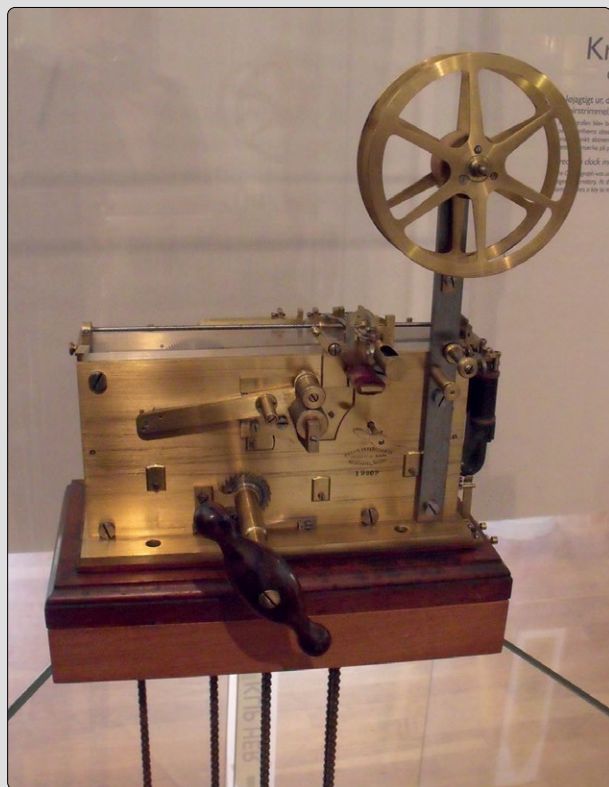
Kronografen fra Københavns Observatorium

Der findes adskillige Hipp-kronografer i Steno Museets samlinger. Den ældste er fremstillet af Peyer, Favarger & Co. omkring 1900. Den stammer fra Københavns Universitets Observatorium på Østervold, hvor den har været benyttet sammen med den store Pistor &

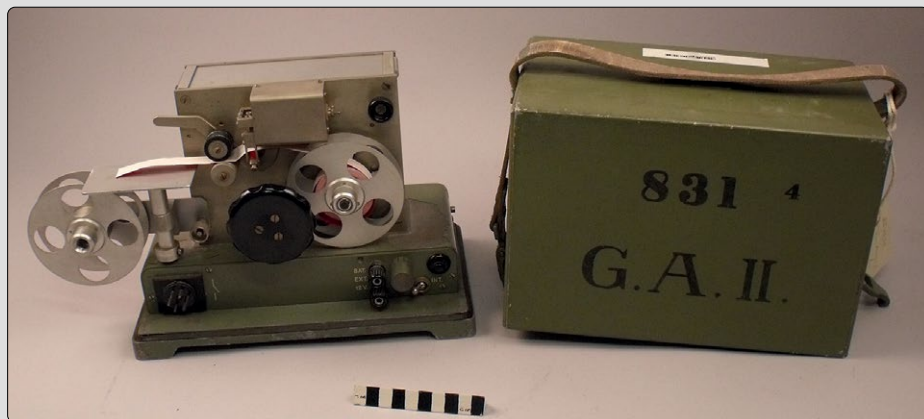
Martins meridiankreds, der ligesom kronografen kan ses på 1. sal i Steno Museets videnskabshistoriske udstilling.

Mediankredsen har først og fremmest været brugt til nøjagtig bestemmelse af stjerners position på himlen. Den består af en kikkert, der kan drejes om en vandret akse på en sådan måde, at kikkerten altid peger mod punkter i meridianens plan, det vil sige i nord-syd-retningen. Kikkertens hældning kan aflæses med stor nøjagtighed, hvilket giver den observerede stjernens ene koordinat. Den anden koordinat bestemmes derimod ud fra tidspunktet for stjernens passage gennem kikkertens sigtelinje.

Det er til nøjagtig bestemmelse af dette tidspunkt, Hipp-kronografen har været benyttet. I praksis foregik det ved, at kronografens ene pen afsatte regelmæssige mærker styret af sekundsignaler fra et meget nøjagtigt ur på observatoriet. Den anden pen blev styret af observatoren, som aktiverede en telegrafnøgle i det øjeblik, stjernen passerede meridianen. Ved efterfølgende udmåling kunne observationstidspunktet



Hipp-kronografen fra Københavns Universitets Observatorium på Østervold. Foto: Hans Buhl.



En af de nyere strimmelkronografer fra Geodætisk Afd. II. I denne model har man løst problemet med, at blæket i de tidligere modellers skrivere ofte tørrede ud ved at erstatte pennen med nogle fjederbelastede stålspidser, som i stedet ridsede i papiret. Foto: Hans Buhl.

fastlægges med stor nøjagtighed.

Landmåling

Meridiankredsen kan altså bruges til at finde en stjernes nøjagtige position på himlen. Hvis man derimod ved, hvor en given stjerne befinder sig, kan en meridiankreds og lignende passageinstrumenter i stedet bruges til at bestemme, hvilken bredde- og længdegrad instrumentet befinder sig på.

Breddegraden findes ud fra stjernens højde på himlen, mens længdegraden findes ud fra tidspunktet for meridianpassagen. Nøjagtigheden af denne tidsmåling er derfor afgørende for

nøjagtigheden af stedbestemmelsen. På Danmarks breddegrad svarer en fejl i tidsmålingen på 0,1 s til en fejl i målestedets længdegrad på ca. 26 m. Derfor har Hipp-kronografer også været benyttet til nøjagtig fastlæggelse af geodætiske fikspunkter.

I samlingen har vi adskillige kronografer fra det tidligere Geodætisk Institut/Kort og matrikelstyrelsen. De to ældste fra omkring 1927 er fint forarbejdede messinginstrumenter, som er monteret i en solid trækasse, så de sikkert har kunnet medbringes på opmålingsekspeditioner.

Desuden er der to nyere modeller, som mere nøg-

ternt er konstrueret af grønmalet stål og aluminium, og som er forsynet med et integreret beskyttelseslåg.

Fra mekanik til elektronik

Siden omkring 1970 har vi med elektroniske ure kunnet måle væsentligt kortere tidsrum, end man kunne med Hipp-kronograferne. Men det understreger betydningen af samlingsarbejdet, at Steno Museets samling på denne måde kan være med til at dokumentere, hvordan man løste problemet med korttidsmåling før i tiden. Til oplysning for den tyske videnskabshistoriker, som besøgte museet, såvel som alle os andre.

Hans Buhl