

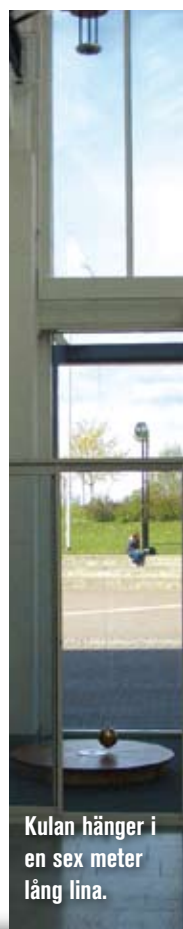
# Det svänger i Motala

av Bo Göransson

På en gymnasieskola i Motala har man tillverkat en sex meter lång Foucaultpendel. Den visar hur man kan kombinera klassiska experiment med modern teknik i ett samarbetsprojekt som involverar människor både i och utanför skolan.



Träutbildningen vid Dackeskolan i Mjölby har bidragit med en mycket vacker bottenplatta med en kompassros i intarsia. Den är 120 cm i diameter och är belagd med fanér. Träslagen i intarsian är sapelimahogny, lönn och ostindisk jakaranda.



Kulan hänger i en sex meter lång lina.

Som bekant har Foucaultpendeln fått sitt namn efter den franske fysikern Leon Foucault, som gjorde ett världsberömt experiment år 1851 i Paris. Det visade att jorden vrider sig runt sin axel och var det första riktigt påtagliga, synliga beviset för detta. Tidigare hade man använt astronomiska observationer och beräkningar för att dra denna slutsats. Med hans experiment kunde man se detta med egna ögon. Än idag är en Foucaultpendel kanske det tydligaste beviset för jordrotationen.

Foucault var en man med sinne för effekter: hans pendel var 67 meter lång och järnkulan som svängde fram och tillbaka i en lina vägde 28 kg. Hans demonstration krävde med andra ord en rejäl takhöjd och utfördes därför under kupolen i Panthéon i Paris. Demonstrationen väckte stor uppmärksamhet och experimentet upprepades därefter runt om i världen. Det är Foucaults experiment som vi nu har upprepat i vår skola med den blygsammare längden 6 m, som vår takhöjd tillåter.

Idén med en Foucaultpendel är alltså att visa att jorden roterar runt sin

axel. Vid nord- och sydpolerna ändras en pendels riktning (svängningsplan) 360° (skenbart) på 24 timmar; vid ekvatorn ändrar en pendel över huvud taget inte riktning. Motala ligger på en nordlig bredd någonstans mellan dessa två ytterligheter, nämligen latitud 58° 33' (se ruta på sidan 49).

Idag finns Foucaultpendlar ofta på universitet och museer. I FN-skrapan i New York finns en, och i Isaksdomen i St Petersburg. Mig veterligt är vår pendel, på gymnasieskolan Carlsunds utbildningscentrum i Motala, den enda just nu permanent svängande Foucaultpendeln i Sverige.

## Pendelprojektet på Carlsund utbildningscentrum

Pendeln var från början tänkt att tillverkas inom ramen för gymnasieskolans kurs Projektarbete PA1201. Riktigt så blev det inte, men pendeln som nu är klar är ett resultat av ett samarbete över gränserna mellan några av gymnasiets program: elprogrammet, industriprogrammet och mig på Komvux. I samarbetet har lärare, elever och även anhöriga till lärare deltagit.

Idén att bygga en pendel på Carlsund fick jag i Magdeburg i Tyskland. I en utställning över berömda experiment, Jahrtausendturm, hade man där bl.a. byggt en Foucaultpendel.

Alla förutsättningar för att bygga en Foucaultpendel tycktes finnas hos oss på Carlsund. Vi hade en lämplig plats med rejäl takhöjd, tillgång till kompetens och möjligheter att tillverka en kula och en upphängningsanordning, och tillgång till kompetens och möjligheter att tillverka



Underst i upphängningen syns Charronringen. Skivorna kan justeras så att linan löper exakt genom mitten på Charronringen.

elektronik som håller igång pendeln så att den inte stannar. Då kunde planeringen för att genomföra bygget börja.

Det tog ungefär ett år att prova fram en fungerande elektronik som tillför energi så att pendeln inte stannar. Sistaårselever på elprogrammet var med i elektronikbygget. Först byggdes en tvåmeters pendel som prototyp. Med den i funktion kunde projektet dras igång på allvar.

## Rörelsen hålls igång av en elektromagnet

Pendeln är försedd med en elektromagnetisk drivning och tillförs hela tiden lite energi för att rörelsen inte ska stanna efter ett tag av luftmotstånd, friktion osv. I mitten av bottenplattan finns därför en spole med en järnkärna insprängd.

Strax efter att pendeln passerat ett vändläge och är på väg tillbaka mot centrum sänds en strömpuls genom spolen, som då magnetiseras. Järnkulan dras då under ett kort ögonblick mot centrum. Rörelsen får alltså en liten kick som gör att rörelsen inte avstannar efter ett tag.

För att kicken ska komma vid rätt tidpunkt krävs att passagen över bottenplattans centrum registreras och att en timer då startas och slår på strömmen efter en lämplig tid.

För att registrera passagen över spolens centrum finns i centrum av spolen 6 st IR-dioder som sänder ut IR-ljus. Då pendeln passerar över IR-dioderna reflekteras IR-strålningen i kulans underkant och registreras av en mottagare i mitten mellan IR-dioderna. En timer startar då, och efter varje vändläge sänds en strömpuls genom spolen, som ger rörelsen en liten kick.



IR-dioder och IR-detektor i centrum av pendelns bottenplatta.

## Tekniska data

Pendelns längd	6 m
Linans diameter	2 mm
Kulans massa	ca 14 kg
Kulans diameter	15 cm
Kulans material	stål,
med ytlager (30 μm) av	guld
Bottenplattans diameter	120 cm
Antal lindningsvarv på spolen	ca 1300
Spolens ytterdiameter	220 mm
Använd koppartråd	ca 600 m
Amplitud	ca 40 cm
Svängningstid	4,9 sekunder
Magnetfält i centrum av spolen vid 0,7 A	19 mT

I Motala, som ligger på nordlig latitud 58° 33', dvs. 58,55°, är tiden för att pendelns svängningsplan ska vrida sig 360° ca 28 timmar. Pendeln vrider sig ca 307° på ett dygn. Svängningsplanets vridningshastighet ges av 15° sin λ per timme, där λ är latituden.

## Upphängningen med en Charronring

En mycket viktig del av pendeln är själva upphängningsanordningen. Pendeln måste kunna svänga fritt i alla riktningar för att den ska fungera som tänkt. En koniskt precisionssvarvad s.k. Charronring sitter 400 mm under fästet för stålwiren i upphängningen. Den har till uppgift att bromsa oönskade rörelser i sidled och se till att pendeln hela tiden svänger i ett plan. Utan Charronring skulle pendeln efter ett tag beskriva ellipsbanor (en s.k. rosettbana).

Under svängningsförloppet kommer linan att ligga emot Charronringen under en del av svängningen. Rörelsen i sidled bromsas då. Foucault hade dock inte tillgång till någon Charronring; den föreslogs först 1931 av den franske ingenjören Charron.

Inom industriprogrammet har man tillverkat alla delarna i upphängningsanordningen, svarvat skivorna i den och gjort järnkärnan som spolen i plattan ligger i, tillverkat fästdetaljer m.m. Även här har elever medverkat i delar av tillverkningen.

## Pendeln idag

Pendeln ger ju ett slående bevis för jordens rotation runt sin axel och kan därför tjäna som utgångspunkt för naturvetenskapliga resonemang med eleverna. Den är också tänkt att användas vid laborationer. Förhoppningsvis kan den inspirera elever till att intressera sig för teknik och naturvetenskap. ★

BO GÖRANSSON är projektledare och lärare i matematik, fysik och data i Motala