EKSEMPLARISK FYSIKRAPPORT

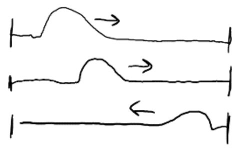
”Stående bølger på en streng”

Formålet med øvelsen er at eftervise bølgeligningen og dernæst bestemme bølgernes hastighed på strengen. Desuden skal det undersøges om der er forskel på bølgernes hastighed når strengen spændes forskelligt.

Hypotesen er, at hastigheden af bølgerne bliver højere når strengen er mere spændt op.

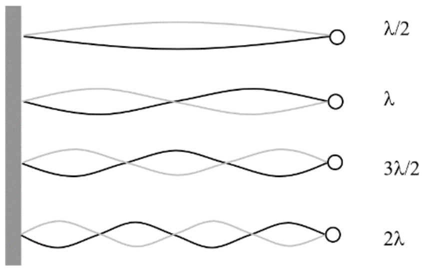
Teori:

Når man sender en bølge afsted på en streng, vil den bevæge sig hen ad strengen med en konstant hastighed som afhænger af stengens materiale og hvor hårdt den er spændt op. Når bølgen rammer enden vil den blive sendt retur (se figur 1).



Figur 1: Bølge på streng

Hvis flere bølger sendes afsted med den rette frekvens, vil de kunne interferer konstruktivt og danne stående bølger. Udsvinget af bølgerne bliver større da to bølgetoppe møder hinanden og bliver til en større bølgetop osv. Bølgerne ser ud som om de ”står stille”, da der er steder hvor bølgerne helt ”slukker hinanden”, da bølge top møder bølge dal osv.



Figur 2: Stående bølger. På figuren ses grundtone (1 bug) og de første tre overtoner (2, 3 og 4 buger) indtegnet

På figur 2 ses stående bølger på en streng for grundtonen (øverst hvor der er en bug), første overtone (to buger med både en bølgetop og bølgedal), 2 overtone med tre buger …

Hvis man skal finde bølgelængden af de forskellige bølger skal man således finde længden af ”to buger”, da en bølgelængde skal indeholde både en top og en bund.

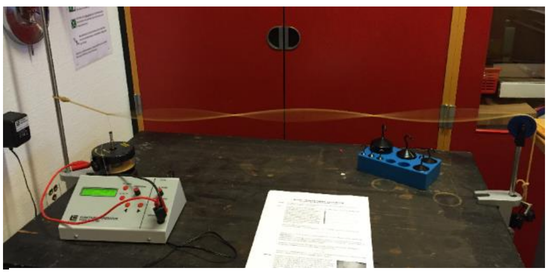
Vi skal eftervise bølgeligningen som siger, at $v = \lambda \cdot f$, hvor v er bølgens hastighed, λ er bølgens bølgelængde og f er bølgens frekvens. Vi ved, at svingningstiden $T = \frac{1}{f}$, så bølgeligningen kan omskrives til

$$v = \lambda \cdot f \Leftrightarrow \lambda = v \cdot \frac{1}{f} \Leftrightarrow \lambda = v \cdot T$$

Der er altså proportionalitet imellem bølgelængde og svingningstid.

Opstilling og metode:

Vi skulle lave svingninger på en gummisnor. Gummisnoren var bundet fast i den ene ende, og i den anden ende var en trisse og et lod. Ved at anvende forskellige lodder kunne vi spænde snoren forskelligt.



Figur 3: Opstilling med gummisnor, trisse, frekvensgenerator og vibrator

I den ene ende af snoren var desuden tilkoblet en vibrator som ved små udsving kunne skabe små bølger på strengen. Bølgernes frekvens blev bestemt af en tilsluttet frekvensgenerator (se figur 3).

Vi ændrede nu på frekvensen, så vi fik forskellige stående bølger på strengen. Vi aflæste frekvenserne for grundtone samt forskellige overtoner. Resultaterne kan ses i figur 4. Vi hængte nu et nyt lod i snoren og gentog målingerne.

Resultater:

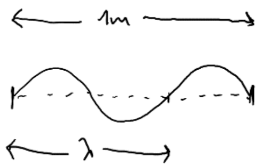
Alle vores målte data for aflæste frekvenser ved de forskellige toner er indsat i nedenstående tabel.

		Måleserie 1	*Måleserie 2*
		Masse af lod: 300 g	*Masse af lod: 400 g*
Tone nr	λ (m)	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)
Grund	2	11,9	16
1.	1	25	32
2.	0,66	38	47
3.	0,5	50	63
4.	0,4	62,7	78,5
5.	0,33	75	93,7
7.	0,25	100	125
10.	0,18	138	173

Figur 4: Tabel over målte data

Afstanden mellem stængerne i opstillingen var 1 m, og derfor kunne vi bestemme bølgelængderne for de stående bølger ved at tælle antal "buger", og bestemme hvor lang to "buger" ville være.

Eksempel på beregning ved 3 "buger", der deles med 3 og ganges med to for at få en hel bølgelængde: $\lambda = 1\,m \cdot \frac{2}{3} \simeq 0{,}66\,m$



Figur 5: Skitse af anden overtone, hvor bølgelængden ses

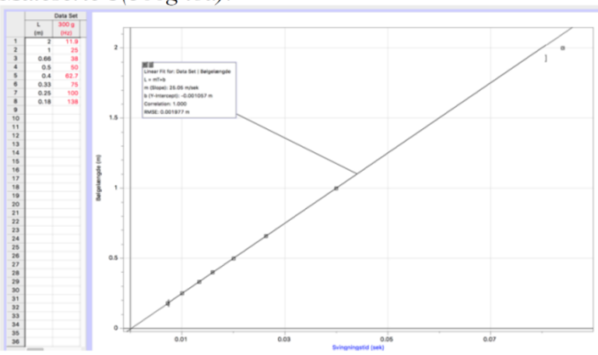
Databehandling

Vi skulle først eftervise bølgeligningen, som siger at $v = \lambda \cdot f \Leftrightarrow \lambda = v \cdot \frac{1}{f} \Leftrightarrow \lambda = v \cdot T$

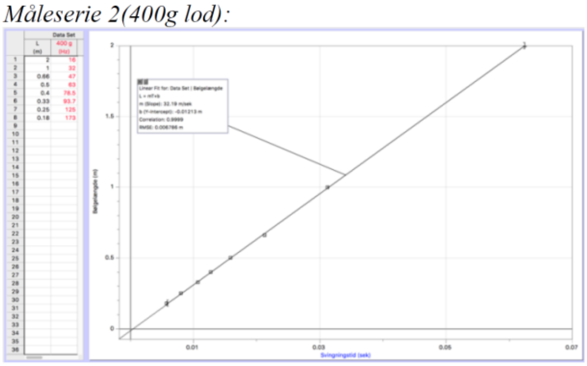
Vi indsatte alle vores data i Loggerpro, lavede en "calculated collumn" og beregnede svingningstiden T ud fra den aflæste frekvens, da $T = \frac{1}{f}$.

Vi indtegnede derfor en graf med T på x-aksen og λ på y-aksen, og viste at der var proportionalitet. På figur 5 ses de tegnede grafer, og det ses meget tydeligt, at der er proportionalitet, da begge dataserier viser en ret linje gennem (0,0).

Måleserie 1(300g lod):



Måleserie 2(400g lod):



Figur 6: Måleserie 1 (300 g lod). Hældning angiver at hastighed v = 25,5 m/s. Måleserie 2 (400 g lod) er hastighed 32,2 m/s.

Vi skulle nu finde hastigheden af bølgerne på strengen. Hastigheden svarer til hældningen på grafen, da vi netop har tegnet $\lambda = v \cdot T$. Vi kunne således bestemme hastigheden ud fra hældningen på en (T, λ)-graf. De aflæste hældninger angiver hastigheden af bølgerne, som således viste sig at være hhv. $v_{300g} = 25{,}5\ m/s$ og $v_{400g} = 32{,}2\ m/s$.

Det ses, at hastigheden afhænger af hvor hårdt strengen er spændt op. Da strengen blev hårdere spændt op blev hastigheden højere.

Diskussion og fejlkilder

Der var ikke så store fejlkilder i forsøget. En fejlkilde var dog, at opstillingen rykkede sig lidt undervejs. Det betød at bølgelængden blev lidt ændret, hvilket igen gør resultaterne lidt mere upræcise.

Konklusion:

Konklusionen er, at bølgeligningen er eftervist, og bølgernes hastighed blev fundet til 25,5 m/s ved 300 g lod i hængt og 32,2 m/s ved 400 g i hængt. Det er således vist, at hastigheden af bølgerne afhænger af opspændingen, og jo mere strengen er spændt jo højere bliver hastigheden.